UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Universitäres Herz- und Gefäßzentrum UKE Hamburg
Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin

Univ.-Prof. Dr. med. Eike Sebastian Debus

Zur Beziehung zwischen Operationszeit und perioperativen Komplikationen – eine Literaturübersicht

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Maximilian Wilhelm Metzger
aus Hamburg

Hamburg 2021

Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 07.02.2023

Veröffentlicht mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Bernd Saugel

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Eike Sebastian Debus

Inhaltsverzeichnis

1 Arbeitshypothese und Fragestellung....9

2 Einleitung....10

3 Material und Methoden....12

3.1 Teil 1: Literatursuche „surgical quality AND operation time“....12

3.2 Teil 2: Spezielle Literatursuche....12

3.3 Selektion der Komplikationen und Eingriffe....15

4 Ergebnisse....17

4.1 Operationszeit und Lokal- und Wundkomplikationen....17

4.1.1 Allgemeinchirurgie....17

4.1.2 Orthopädie & Unfallchirurgie....35

4.1.3 Gynäkologie....46

4.1.4 Neurochirurgie....52

4.1.5 Gefäßchirurgie....55

4.1.6 Plastische Chirurgie....58

4.1.7 Kinderchirurgie....61

4.1.8 Verschiedene Eingriffe....63

4.1.9 Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (HNO)....65

4.1.10 Herzchirurgie....65

4.1.11 Urologie....66

4.1.12 Fazit....67

4.2 Operationszeit und allgemeine postoperative Komplikationen....68

4.2.1 Orthopädie & Unfallchirurgie....68

4.2.2 Allgemeinchirurgie....84

4.2.3 Gynäkologie....97

4.2.4 Gefäßchirurgie....101

4.2.5 Kinderchirurgie....105

4.2.6 Neurochirurgie....109

4.2.7 Urologie....112

4.2.8 Thoraxchirurgie 113
4.2.9 Ambulante Eingriffe 114
4.2.10 Plastische Chirurgie 115
4.2.11 Bariatrische Chirurgie 116
4.2.12 HNO 117
4.2.13 Fazit 118
4.3 Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate 119
4.3.1 Allgemeinchirurgie 119
4.3.2 Gefäßchirurgie 126
4.3.3 Orthopädie & Unfallchirurgie 133
4.3.4 Gynäkologie 137
4.3.5 Kinderchirurgie 140
4.3.6 Plastische Chirurgie 142
4.3.7 Bariatrische Chirurgie 143
4.3.8 Ambulante Eingriffe 144
4.3.9 Herzchirurgie 145
4.3.10 Urologie 146
4.3.11 Fazit 147
4.4 Operationszeit und schwere Komplikationen 148
4.4.1 Allgemeinchirurgie 148
4.4.2 Orthopädie & Unfallchirurgie 157
4.4.3 Gefäßchirurgie 167
4.4.4 Neurochirurgie 173
4.4.5 Thoraxchirurgie 176
4.4.6 Gynäkologie 177
4.4.7 Verschiedene Eingriffe 179
4.4.8 Bariatrische Chirurgie 180
4.4.9 Herzchirurgie 180
4.4.10 Fazit 181
4.5 Operationszeit und venöse Thromboembolien 182

4.5.1 Allgemeinchirurgie 182
4.5.2 Orthopädie & Unfallchirurgie 190
4.5.3 Gynäkologie 195
4.5.4 Neurochirurgie 198
4.5.5 Verschiedene Eingriffe 201
4.5.6 Plastische Chirurgie 203
4.5.7 Bariatrische Chirurgie 204
4.5.8 Fazit 205
4.6 Operationszeit und Krankenhausverweildauer 206
4.6.1 Orthopädie & Unfallchirurgie 206
4.6.2 Allgemeinchirurgie 211
4.6.3 Plastische Chirurgie 217
4.6.4 Kinderchirurgie 219
4.6.5 Gefäßchirurgie 221
4.6.6 Neurochirurgie 222
4.6.7 Bariatrische Chirurgie 223
4.6.8 Urologie 223
4.6.9 Verschiedene Eingriffe 224
4.6.10 Herzchirurgie 225
4.6.11 Fazit 226
4.7 Operationszeit und pulmonale Komplikationen 227
4.7.1 Thoraxchirurgie 227
4.7.2 Allgemeinchirurgie 230
4.7.3 Verschiedene Eingriffe 235
4.7.4 Plastische Chirurgie 236
4.7.5 Bariatrische Chirurgie 238
4.7.6 Orthopädie & Unfallchirurgie 239
4.7.7 Gefäßchirurgie 241
4.7.8 Kinderchirurgie 242
4.7.9 Neurochirurgie 243

4.7.10 HNO 244
4.7.11 Neuroradiologie 245
4.7.12 Fazit 245
4.8 Operationszeit und postoperative Mortalität 246
4.8.1 Allgemeinchirurgie 246
4.8.2 Gefäßchirurgie 251
4.8.3 Verschiedene Eingriffe 255
4.8.4 Orthopädie & Unfallchirurgie 256
4.8.5 Neurochirurgie 257
4.8.6 Fazit 258
4.9 Operationszeit und Reoperationsrate 259
4.9.1 Allgemeinchirurgie 259
4.9.2 Gefäßchirurgie 261
4.9.3 Orthopädie & Unfallchirurgie 263
4.9.4 Gynäkologie 264
4.9.5 Kinderchirurgie 265
4.9.6 Plastische Chirurgie 266
4.9.7 HNO 268
4.9.8 Fazit 269
4.10 Operationszeit und perioperative Bluttransfusionen 270
4.10.1 Orthopädie & Unfallchirurgie 270
4.10.2 Allgemeinchirurgie 272
4.10.3 Gynäkologie 275
4.10.4 Plastische Chirurgie 277
4.10.5 Gefäßchirurgie 278
4.10.6 Kinderchirurgie 278
4.10.7 Fazit 279
4.11 Operationszeit und leichte Komplikationen 280
4.11.1 Orthopädie & Unfallchirurgie 280
4.11.2 Neurochirurgie 287

4.11.3 Fazit 288
4.12 Operationszeit und postoperative Harnwegsinfektionen 289
4.12.1 Gynäkologie 289
4.12.2 Allgemeinchirurgie 291
4.12.3 Verschiedene Eingriffe 293
4.12.4 Orthopädie & Unfallchirurgie 295
4.12.5 Fazit 295
4.13 Operationszeit und periphere Nervenschäden 296
4.14 Zusammenfassung der Ergebnisse 297
5 Diskussion 298
5.1 Beziehung der Operationszeit zu Lokal- und Wundkomplikationen 298
5.2 Beziehung der Operationszeit zu Komplikationen im Allgemeinen 301
5.3 Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate, Verweildauer und Reoperationen 306
5.4 Beziehung der Operationszeit zu venösen Thromboembolien 309
5.5 Beziehung der Operationszeit zu pulmonalen Komplikationen 311
5.6 Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Mortalität 313
5.7 Beziehung der Operationszeit zur Bluttransfusionsrate 314
5.8 Beziehung der Operationszeit zu postoperativen Harnwegsinfektionen 315
5.9 Beziehung der Operationszeit zu peripheren Nervenschäden 316
5.10 Einflussfaktoren der Operationszeit 317
5.11 Kritik 319
5.12 Fazit 321
6 Summary und Zusammenfassung 323
7 Abkürzungsverzeichnis 325
8 Abbildungsverzeichnis 327
9 Tabellenverzeichnis 328
10 Literaturverzeichnis 343
11 Anhang 380
12 Danksagung 528

13 Lebenslauf 529
14 Eidesstattliche Erklärung 530

1 Arbeitshypothese und Fragestellung

Das Auftreten postoperativer Komplikationen spielt in der gesamten Chirurgie eine wichtige Rolle und ist seit Jahrzehnten Gegenstand der Forschung. Bei der Vorhersage und Prävention von Komplikationen ist insbesondere das Erkennen von Risikofaktoren für einen komplikationsarmen postoperativen Verlauf von besonderer Bedeutung.

In der vorliegenden Doktorarbeit ist untersucht worden, ob neben den bekannten Risikofaktoren, wie der Größe des Eingriffs und der Komorbidität des Patienten, auch die Operationszeit als Maß für das Risiko eines Eingriffs gelten kann. Es sollte geprüft werden, in welchem Zusammenhang die postoperative Komplikationsrate mit der Dauer der durchgeführten Operation steht. Hierzu sollte in einer Literaturrecherche für spezifische Komplikationen geklärt werden, ob mit der Zunahme der Eingriffsdauer auch mit einer erhöhten Rate dieser Komplikationen zu rechnen ist.

2 Einleitung

In den vergangenen Jahren ist in verschiedenen Arbeiten untersucht worden, welche Parameter die postoperative Komplikationsrate beeinflussen können. Im Jahr 2015 haben beispielsweise Visser et al. hierzu ein systemisches Review veröffentlicht, in dem sie Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Komplikationen im Allgemeinen untersuchten (Visser et al. 2015). In ihrer Literaturrecherche wurden insgesamt 30 Arbeiten zu unterschiedlichen Eingriffen in die Analyse einbezogen. Publiziert wurden diese Arbeiten zwischen den Jahren 2001 und 2013. Als Risikofaktoren für eine Zunahme der postoperativen Morbidität ermittelten die Autoren verschiedene patientenbezogene Faktoren wie bestimmte Komorbiditäten sowie operationsbezogene Faktoren, zu denen auch die Operationszeit gehörte.

Die Autoren anderer Arbeiten widmeten sich zwar ebenfalls der Untersuchung verschiedener Einflussfaktoren auf postoperative Komplikationen, allerdings grenzten sie die untersuchten Eingriffe weiter ein. So werteten beispielsweise Tan et al. in ihrer 2016 vorgelegten Metaanalyse aus, welche verschiedenen Faktoren die postoperative Rate venöser Thromboembolien nach operativer Versorgung von Frakturen der unteren Extremität beeinflussten (Tan et al. 2016). Neben einigen anderen Parametern war auch eine verlängerte Operationszeit in mehreren der untersuchten Arbeiten mit einer erhöhten Thromboembolierate assoziiert.

Die Autoren der beiden vorgestellten Arbeiten konzentrierten sich darauf, den Einfluss von unterschiedlichen Faktoren auf die Rate postoperativer Komplikationen zu untersuchen. Damit ist die Operationszeit nur ein Faktor unter vielen. Die Operationszeit wurde von den genannten Autoren nicht speziell recherchiert. Es gibt allerdings auch Untersuchungen, die speziell auf die Operationszeit und ihre Beziehung zur Komplikationsrate fokussierten. So prüften Aziz et al. beispielsweise anhand der Daten von über 10.000 Karotiseingriffen, ob eine Operationszeit von mehr als 140 min mit einer erhöhten postoperativen Komplikationsrate assoziiert war (Aziz et al. 2016a). Die Grundlage für diese Untersuchung bildete eine Abfrage der Datenbank des American College of Surgeons (ACS) National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP) der Jahre 2005 – 2007. Es zeigte sich, dass verlängerte Eingriffe in der untersuchten Kohorte mit einer signifikant erhöhten Rate an Pneumonien und Reoperationen, einer verlängerten Beatmungs- und Krankenhausverweildauer sowie einer erhöhten postoperativen Mortalitätsrate einhergingen. Das postoperative Auftreten von Schlaganfällen war hingegen nicht mit einer verlängerten Operationszeit von mehr als 140 min assoziiert.

Ähnliche Untersuchungen sind auch für weitere Eingriffe durchgeführt worden. So konnten Phan et al. in einer 2017 vorgelegten Arbeit für Operationen der Wirbelsäule zeigen, dass

besonders lange Eingriffe mit einer Operationsdauer oberhalb der 75. Perzentile mit einem vermehrten Auftreten von postoperativen Komplikationen assoziiert waren (Phan et al. 2017). Dabei untersuchten die Autoren diesen Zusammenhang ebenfalls für verschiedene Komplikationen: Eine positive Korrelation zu einer verlängerten Operationszeit bestand hier unter anderem für postoperative Wundinfektionen, pulmonale Komplikationen und perioperative Bluttransfusionen.

Die Autoren der genannten Arbeiten fanden demnach einen Zusammenhang zwischen einer langen Operationszeit und dem vermehrten Auftreten verschiedener postoperativer Komplikationen nach einem bestimmten Eingriff.

In der vorliegenden Dissertation wurde ein etwas anderer Weg beschritten. Es wurden zuvor die Komplikationen definiert und geprüft, ob diese von der Operationszeit abhängig sind. Komplikationen, deren Beziehung zur Operationszeit erfasst werden sollte, waren Wundinfektionen, venöse Thromboembolien, pulmonale Komplikationen, die Krankenhauswiederaufnahmerate, die Krankenhausverweildauer und die Reoperationsrate. Damit waren bei der Recherche die durchgeführten Eingriffe nicht primär vorgegeben.

3 Material und Methoden

3.1 Teil 1: Literatursuche „surgical quality AND operation time“

Für die vorliegende Untersuchung ist zunächst eine Literaturrecherche in PubMed unter den Stichworten **„(surgical quality [Title/Abstract]) AND operation time“** für die letzten zehn Jahre durchgeführt worden. Die Abfrage erfolgte am 09.08.2017 und ergab 840 Treffer. Die identifizierten 840 Abstracts von Studien, Reviews und Metaanalysen wurden auf Angaben zur Operationsdauer als Risikofaktor für Komplikationen aller Art gescreent. Dabei wurden insgesamt 202 Originalarbeiten, zwei Metaanalysen und ein systematisches Review ausgewählt und analysiert.

3.2 Teil 2: Spezielle Literatursuche

In einem weiteren Schritt wurden die Ergebnisse aus der ersten Suchabfrage durch eine zusätzliche Suche vervollständigt. Dabei sind gezielt acht spezifische Komplikationen auf ihren Zusammenhang zur Operationszeit überprüft worden, die einen besonders hohen Stellenwert haben:

1. Wundinfektionsrate (wound infection, surgical site infection)
2. Krankenhauswiederaufnahmerate (readmission)
3. venöse Thromboembolien (venous thromboembolism, pulmonary embolism)
4. Krankenhausverweildauer (length of stay)
5. tiefe Beinvenenthrombose (deep vein thrombosis)
6. pulmonale Komplikationen (pulmonary complications)
7. Pneumonierate (pneumonia)
8. Reoperationsrate (reoperation)

Die dargestellten Komplikationen wurden in dieser PubMed-Recherche unter ihrem jeweiligen Schlagwort überprüft. Die Trefferquote und das Abfragedatum der jeweiligen Schlagwörter gehen aus Tabelle 1 hervor. Wie in der ersten Suchabfrage wurden bei allen Literatursuchen nur englischsprachige Arbeiten berücksichtigt, die in den letzten zehn Jahren erschienen sind. Die gefundenen Publikationen sind dann ebenfalls auf Angaben zur Operationsdauer als Risikofaktor für die jeweilige Komplikation gescreent worden.

Tabelle 1: Übersicht über Suchbegriffe, Datum der Abfrage und Trefferanzahl bei den überprüften Schlagworten

Schlagwort	Datum	Treffer
(operation time[Title/Abstract]) AND wound infection	16.10.17	364
(operation time[Title/Abstract]) AND surgical site infection	18.10.17	348
(operation time[Title/Abstract]) AND readmission	06.11.17	65
(operation time[Title/Abstract]) AND length of stay[Title/Abstract]	08.11.17	229
(operation time[Title/Abstract]) AND venous thromboembolism	14.11.17	20
(operation time[Title/Abstract]) AND pulmonary embolism	15.11.17	42
(operation time[Title/Abstract]) AND deep vein thrombosis	16.11.17	99
(operation time[Title/Abstract]) AND pulmonary complications	17.11.17	270
(operation time[Title/Abstract]) AND pneumonia	21.11.17	82
(operation time[Title/Abstract]) AND unplanned reoperation	28.11.17	10

Anhand der dargestellten Suchabfragen konnten nach dem Screening der Abstracts insgesamt n = 140 Arbeiten zur weiteren Analyse einbezogen werden. Die ausgewählten Arbeiten wurden dann mit den Ergebnissen aus der Suche „surgical quality AND operation time**“** (n = 205) verglichen und Doppelpublikationen (n = 33) ausgeschlossen. Weitere n = 52 Publikationen wurden nach Volltextanalyse aufgrund von fehlender Übersetzung (n = 5), eingeschränktem Volltextzugriff (n = 10) oder unpassenden Inhaltes (n = 37) ausgeschlossen. Für die vorliegende Arbeit ergeben sich also insgesamt n = 260 Arbeiten, die im Folgenden untersucht und dargestellt werden. Zur Veranschaulichung ist die Artikelselektion in Abbildung 1 in Form eines PRISMA-Flussdiagrammes (Moher et al. 2009) dargestellt:

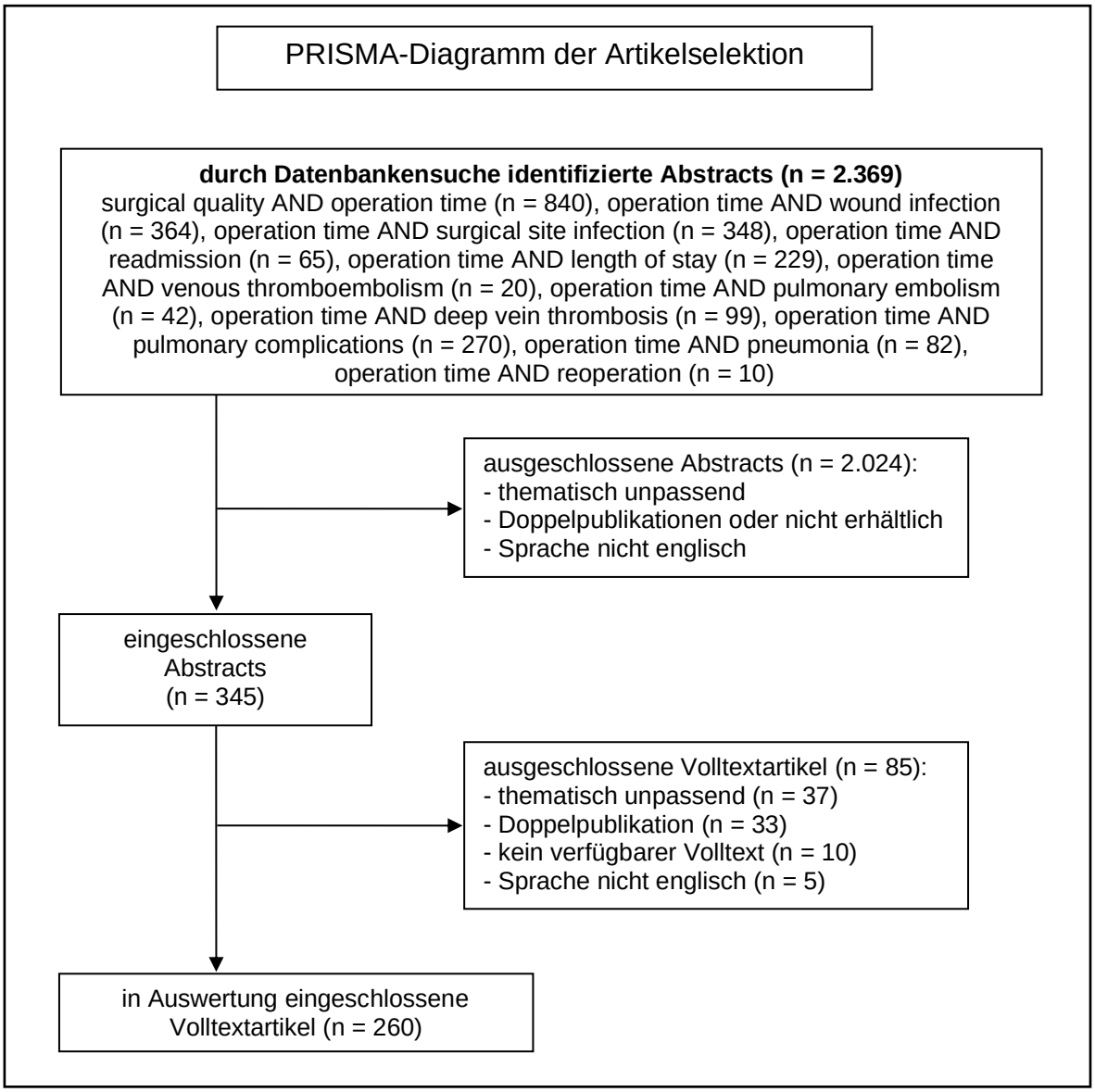

Abbildung 1: PRISMA-Diagramm der Artikelselektion

3.3 Selektion der Komplikationen und Eingriffe

Zunächst sind die ausgewählten Studien (n = 260) hinsichtlich der von ihnen untersuchten Komplikationen geordnet worden. Die Studienanzahl der fünf häufigsten untersuchten Komplikationen sowie die der Mortalität ist in Abbildung 2 dargestellt. Da in vielen Arbeiten die Beziehung der Operationszeit zu mehreren Komplikationen untersucht wurde (siehe Tabelle 200, Anhang), übersteigt die Gesamtanzahl untersuchter Komplikationen (n = 372) die Studienanzahl (n = 260) deutlich.

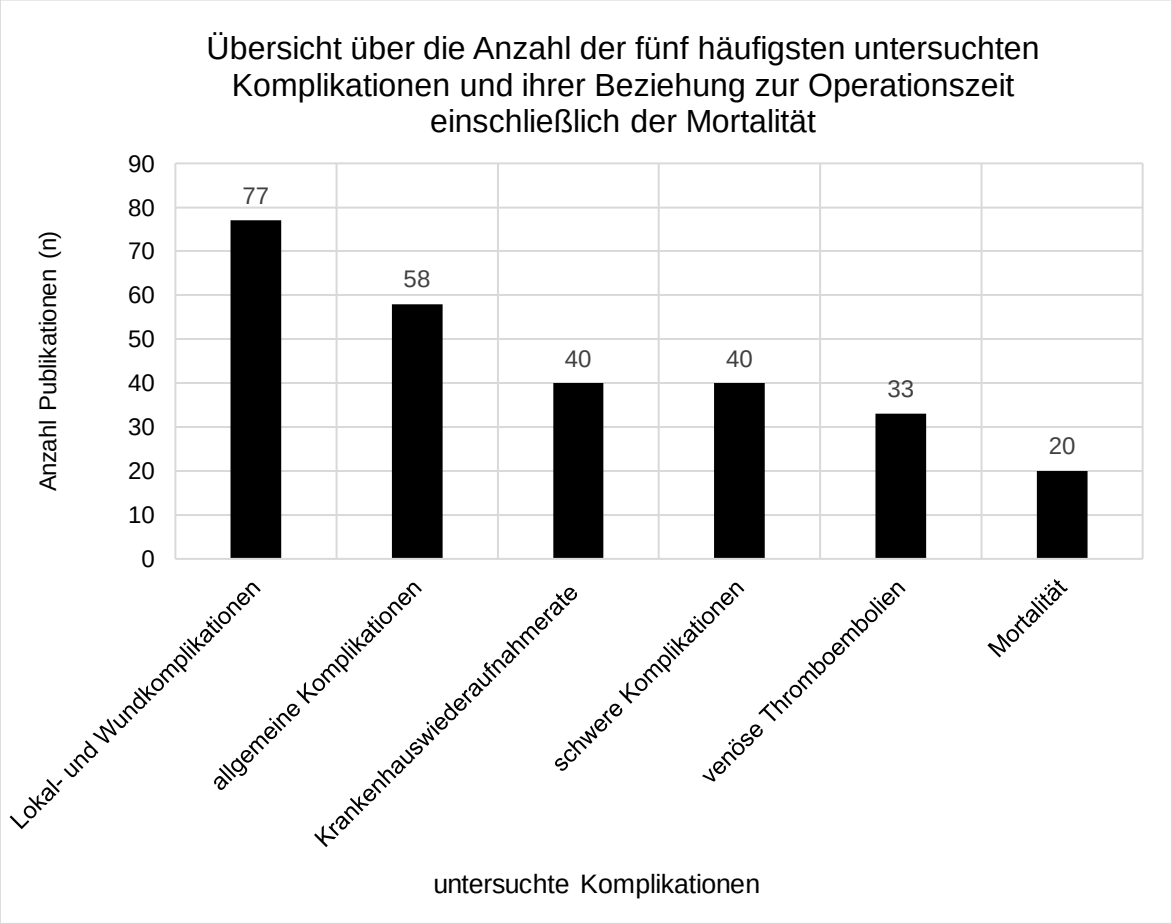

Abbildung 2: Übersicht über die Studienanzahl der fünf häufigsten untersuchten Komplikationen einschließlich der Mortalität

Der Abbildung ist zu entnehmen, dass die große Mehrheit der Arbeiten den Einfluss der Operationszeit auf Lokal- und Wundkomplikationen untersucht hat (n = 77). Dabei muss erwähnt werden, dass unter dem Oberbegriff „Lokal- und Wundkomplikationen“ mehrere Komplikationen zusammengefasst wurden. So sind dieser Gruppe alle Arbeiten zugeordnet worden, in denen einer der folgenden Endpunkte untersucht worden ist:

- wound infection (Wundinfektion)
- surgical site infection (SSI) (Wundinfektion)
- any wound complication (jede Art von Wundkomplikation)
- wound disruption (Wunddisruption)
- wound dehiscence (Wunddehiszenz)
- wound complications (Wundkomplikationen)
- deep incisional infection (tiefe Wundinfektion)
- incisional infection (Wundinfektion)
- minor local complication (leichte lokale Komplikation)
- major local complication (schwere lokale Komplikation)
- organ-space-infection (Organraum-Infektion)
- anastomotic leak (Anastomoseninsuffizienz)
- free flap failure (Fehlschlag freier Lappenübertragung)
- surgical complications (chirurgische Komplikationen)

Um die Ergebnisse der eingeschlossenen Arbeiten übersichtlicher darstellen zu können, sind auch die übrigen Komplikationen zu Gruppen zusammengefasst worden. Aus den untersuchten Publikationen ergaben sich insgesamt n = 75 unterschiedliche Endpunkte, die n = 13 Gruppen zugeordnet wurden. Eine detaillierte Übersicht hierzu ist Tabelle 199 im Anhang zu entnehmen.
Anschließend sind die zu den jeweiligen Komplikationen gefundenen Arbeiten nach untersuchten Eingriffen sortiert worden. Die Verteilung dieser Eingriffe ergab sich in der vorliegenden Arbeit also aus der Selektion der anhand der Literaturrecherche identifizierten Publikationen und ist in Tabelle 200 im Anhang detailliert dargestellt.

4 Ergebnisse

Im folgenden Teil dieser Arbeit werden nun die zu jeder der 13 verschiedenen Komplikationsgruppen identifizierten Publikationen, nach Fachrichtung beziehungsweise Eingriff geordnet, vorgestellt. Begonnen wird dabei mit der größten Gruppe, „Lokal- und Wundkomplikationen“, und dann in absteigender Reihenfolge fortgefahren.

4.1 Operationszeit und Lokal- und Wundkomplikationen

Die häufigste Komplikation, deren Beziehung zur Operationszeit untersucht wurde, war die Lokal- und Wundkomplikationsrate. Auf sie bezogen sich 77 der insgesamt 260 gefundenen Arbeiten (29,6 %).

4.1.1 Allgemeinchirurgie

Unter den gefundenen Publikationen, in denen ein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und postoperativen Wundkomplikationen geprüft wurde, befanden sich 32 Arbeiten aus dem Gebiet der Allgemein- und Viszeralchirurgie. Von diesen haben sich 15 Arbeiten mit kolorektalen Eingriffen beschäftigt.

4.1.1.1 Kolorektale Resektionen

Registeruntersuchungen

Begonnen werden soll an dieser Stelle mit einer umfangreichen Registerarbeit von Moghadamyeghaneh et al., die im Jahr 2015 erschienen ist und deren Ziel es war, Risikofaktoren für das Auftreten von postoperativen Wundheilungsstörungen zu ermitteln (Moghadamyeghaneh et al. 2015). Die Autoren untersuchten ausschließlich kolorektale Resektionen, machten jedoch keine genaueren Angaben zu der Verteilung der Indikationen und Operationstechniken. Ausgewertet wurden 164.297 Eingriffe, deren Daten aus einer Abfrage der American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Datenbank (ACS NSQIP) der Jahre 2005 – 2013 stammten. In der untersuchten Kohorte traten Wundheilunsstörungen innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage in 2.073 (1,3 %) Fällen auf. Einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten dieser Komplikationen hatten verlängerte Operationen von einer Dauer > 3 h. Nach diesen Operationen erhöhte sich das

Risiko für eine Wundheilungsstörung um etwa 56 % im Vergleich zu unter 2-stündigen Eingriffen (adjustiertes Odds Ratio (aOR): 1,56, 95 % Konfidenzintervall (KI): 1,33 – 1,84, $p < 0,01$). Operationen, die zwischen 2 und 3 h dauerten, waren knapp nicht signifikant mit einer erhöhten Wundkomplikationsrate assoziiert (2 – 3 h: aOR: 1,17, KI: 1 – 1,37, $p = 0,05$).

Einen ähnlich starken Einfluss von Operationen, die > 3 h dauerten, ermittelten Kiran et al. in ihrer Arbeit (Kiran et al. 2010). In diesem Fall wurden allerdings Wundinfektionsraten von laparoskopisch (n = 3.414) und offen (n = 7.565) durchgeführten kolorektalen Resektionen verglichen. Die Datenerhebung erfolgte hier ebenfalls anhand einer Abfrage der NSQIP-Datenbank der Jahre 2006 und 2007. Hiernach wurden die Daten von insgesamt 10.979 Patienten untersucht. Berücksichtigt wurden dabei nicht nur Eingriffe maligner Ursache (50 %), sondern auch kolorektale Eingriffe bei benigner Erkrankung (50 %). Benigne Diagnosen waren dabei: 27 % Appendizitis / Divertikulitis, 13 % benigne Neoplasien, 10 % regionale Enteritis. Auch in dieser Arbeit lag der Cut-Off-Wert für eine mit vermehrten Komplikationen assoziierte Operationszeit, wie schon erwähnt, bei einer Dauer von ≥ 180 min und schien in dieser Untersuchung somit ein Risikofaktor für das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion zu sein (OR: 1,42, KI: 1,22 – 1,62, $p < 0,001$). Als Referenzwert galten dabei Eingriffe mit einer Dauer < 180 min.

Im Jahr 2017 ist eine weitere Studie ähnlicher Größe erschienen, die das Auftreten von Wundinfektionen nach der Versorgung von Rektumkarzinomen untersucht hat (Sutton et al. 2017). In dieser Arbeit wurden nach einer NSQIP-Datenbankabfrage der Jahre 2005 – 2012 die Daten von 8.880 Patienten ausgewertet. Dabei wurden 2.039 Patienten laparoskopisch und 6.841 Patienten offen versorgt. Ziel der Arbeit war es, mit Hilfe der Patientendaten Risikofaktoren für das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen zu ermitteln. Von 4.473 (50,4 %) Patienten, deren Eingriff ≥ 217 min dauerte, entwickelten 521 (11,7 %) Patienten eine Wundinfektion. Im Gegensatz dazu entwickelten von 4.407 (49,6 %) Patienten, deren Eingriff kürzer als 217 min war, nur 340 (7,7 %) Patienten eine Wundinfektion ($p < 0,0001$). Damit bestand in dieser Arbeit eine signifikante Korrelation zwischen einer Operationsdauer ≥ 217 min und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion nach chirurgischer Therapie von Rektumkarzinomen.

Wilson et al. untersuchten in ihrer 2016 vorgelegten Arbeit, nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2010, Komplikationsraten und deren Risikofaktoren nach partieller Kolektomie (Wilson et al. 2016). Einschlusskriterium war hier eine vorangegangene partielle Kolektomie, offen (n = 26.768) oder laparoskopisch (n = 21.100) durchgeführt. Insgesamt wurden die Daten von 47.868 Patienten untersucht. In ihrer Arbeit haben die Autoren den

Einfluss verschiedener Risikofaktoren auf insgesamt drei Endpunkte untersucht (oberflächliche Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Harnwegsinfektion). Die Beziehung der Operationszeit zur Inzidenz postoperativer Harnwegsinfekte ist im Kapitel „Harnwegsinfektionen“ dargestellt (siehe 4.12.2.1). In Bezug auf das Auftreten der übrigen beiden Komplikationen zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zu einer verlängerten Operationszeit. Dabei galt eine Operation als verlängert, wenn ihre Dauer über der 75. Perzentile der operationsspezifischen Standarddauer lag. Bei offen durchgeführten Eingriffen waren dies > 179 min, bei laparoskopisch durchgeführten Eingriffen > 190 min. Die Autoren haben in ihrer Arbeit zusätzlich unterschieden, ob die jeweilige Komplikation während des stationären Aufenthaltes oder nach Entlassung auftrat. Doch sowohl für oberflächliche als auch für tiefe Wundinfektionen zeigte sich weder für das Auftreten während noch nach dem stationären Aufenthalt eine signifikante Korrelation zu einer verlängerten Operationszeit ($p = 0,78$; $p = 0,702$; $p = 0,237$; $p = 0,174$). Details zu diesen Ergebnissen können Tabelle 201 im Anhang entnommen werden.

In der von Midura et al. veröffentlichten Publikation ist hingegen untersucht worden, welche Faktoren das Auftreten einer Anastomoseninsuffizienz nach segmentaler Kolektomie beeinflussten (Midura et al. 2015). Es wurden insgesamt 13.684 Patienten untersucht (NSQIP 2012), die wegen benignen (Divertikulitis, chronisch-entzündliche Darmerkrankung, benigne Polypen, Blutung, Obstruktion, Volvulus) und malignen (Kolonkarzinom) Erkrankungen kolektomiert wurden. Die Eingriffe sind dabei zu 62,5 % laparoskopisch durchgeführt worden. Ausgeschlossen wurden Patienten, die wegen eines Rektumkarzinoms operiert wurden. Die Auswertung ergab, dass eine Operationszeit > 3 h einen signifikanten Einfluss auf die Entstehung von Anastomoseninsuffizienzen hatte. Dabei wurde der Einfluss der Operationszeit speziell für leichte Insuffizienzen (OR: 1,62, KI: 1,13 – 2,34, $p = 0,009$) und schwere Insuffizienzen (OR: 1,42, KI: 1,05 – 1,91, $p = 0,02$) untersucht.

Single-Center-Studien

An einer koreanischen Klinik (Park et al. 2015) sind die Daten von 327 Patienten untersucht worden, die sich zwischen 2010 und 2014 einer kolorektalen Resektion aufgrund eines Kolonkarzinoms unterzogen hatten. Dabei wurden 271 Eingriffe laparoskopisch durchgeführt und 56 Eingriffe offen. Anhand der gesammelten Daten wurde primär der Einfluss einer kürzeren prophylaktischen Antibiotikagabe auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen überprüft. Zusätzlich wurde jedoch auch der Einfluss weiterer Faktoren

analysiert. Die Auswertung dieser Daten ergab unter anderem auch ein erhöhtes Risiko für Operationszeiten ≥ 180 min (OR: 2,252, KI: 1,116 – 4,544, p = 0,023).

Lim et al. haben im Jahr 2013 eine weitere Arbeit vorgelegt, in der 147 laparoskopisch durchgeführte Operationen bei linksseitigem Kolonkarzinom oder Rektumkarzinom untersucht worden sind. Die Eingriffe fanden zwischen April und Dezember 2010, ebenfalls an einem Krankenhaus in Korea, statt. Primär wurden in dieser Arbeit zwei verschiedene laparoskopische Zugangswege miteinander verglichen (vertikal transumbilikale Inzision, n = 92 versus transversale Inzision im linken Unterbauch, n = 55). Zusätzlich ist aber auch untersucht worden, welche weiteren Faktoren einen Einfluss auf die postoperative Rate an Wundkomplikationen hatten. Diese wurden dabei als das Auftreten einer Wundinfektion, eines drainagepflichtigen Hämatoms, einer Fasziendehiszenz oder einer Narbenhernie definiert. Insgesamt traten diese Komplikationen in 21 Fällen auf (14,2 %). Dabei lag die Wundkomplikationsrate in der Gruppe mit einer Operationszeit > 180 min bei 26,7 % (n = 12 / 41), während lediglich 9 / 106 (8,5 %) Patienten mit einer kürzeren Operationszeit < 180 min eine Wundkomplikation aufwiesen (p = 0,001). In der multivariaten Auswertung blieb dieser Zusammenhang allerdings nicht signifikant (> 180 min: OR: 1,478, KI: 0,546 – 4,001, p = 0,442, Lim et al. 2013).

Auch Matsuda et al. konnten in ihrer Arbeit einen positiven Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der perinealen Wundkomplikationsrate feststellen (relatives Risiko (RR): 6,58, KI: 1,24 – 35,01, p = 0,027, Matsuda et al. 2009). Dieser Zusammenhang bezog sich auf Eingriffe mit einer Dauer von ≥ 420 min. Untersucht wurden hier insgesamt 80 Patienten, bei denen zwischen 1996 und 2006 eine offene abdominoperineale Rektumexstirpation bei Rektumkarzinom an einer japanischen Klinik durchgeführt wurde. Definiert waren perineale Wundkomplikationen dabei als eine verzögerte Wundheilung > 30 Tage oder die Notwendigkeit einer Wundrevision.

Auch Nakamura et al. untersuchten in ihrer 2017 veröffentlichten Arbeit verschiedene Variablen als potentielle Risikofaktoren für perineale Wundinfektionen nach abdominoperinealer Rektumexstirpation (Nakamura et al. 2017a). Eingeschlossen wurden hier 154 Patienten, deren Eingriff entweder laparoskopisch (n = 15) oder offen (n = 139) durchgeführt wurde und ebenfalls an einer japanischen Universitätsklinik (1990 – 2012) stattfand. Als kritische Operationsdauer galt hier eine Länge von 300 min. Nach univariater Analyse konnte jedoch keine signifikante Korrelation zwischen Eingriffen mit einer Dauer > 300 min und der postoperativen Wundinfektionsrate ermittelt werden. So hatten zwar 70 % der

Patienten mit einer Wundinfektion eine OP-Zeit von > 300 min und nur 60 % der Patienten ohne Wundinfekt. Allerdings war dieses Ergebnis statistisch nicht signifikant (p = 0,361).

In einer anderen Arbeit derselben Arbeitsgruppe (Nakamura et al. 2008) wurden noch weitere, aufgrund eines kolorektalen Karzinoms, zwischen 2004 und 2005 durchgeführte Operationen ausgewertet. Anhand von 144 Fällen wurden Faktoren untersucht, welche die Inzidenz postoperativer Wundinfektionen beeinflussen könnten. Dabei wurden 43 Eingriffe offen und 101 Eingriffe laparoskopisch durchgeführt. Als verlängert galten hier Operationen mit einer Länge von > 180 min. Auch in dieser Publikation gab es jedoch keine signifikante Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten postoperativer Wundinfektionen (p = 0,383). Insgesamt hatten nämlich nur 8 / 17 Patienten mit einer Wundinfektion eine > 180-minütige Operation, während dies auch auf 74 / 127 Patienten ohne eine Wundinfektion zutraf.

4.1.1.2 Sigmaresektion und Hartmann-Rückverlagerung

Registeruntersuchungen und Multi-Center-Studie

Basierend auf einer Registerabfrage wurden in einer amerikanischen Arbeit zwei chirurgische Versorgungsarten einer perforierten Sigmadivertikulitis verglichen (Hartmann-Operation n = 1.678 versus Sigmaresektion mit primärer Kontinuitätswiederherstellung n = 340, Gawlick und Nirula 2012). Dabei wurden von den Autoren jedoch auch Risikofaktoren für postoperative Lokal- und Wundkomplikationen in der Studienpopulation ermittelt. Die Untersuchung erfolgte anhand einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2009. Insgesamt wurden 2.018 Patienten identifiziert, die wegen einer perforierten Divertikulitis chirurgisch versorgt werden mussten. In Abhängigkeit von der Operationszeit wurden insgesamt drei verschiedene Lokalkomplikationen untersucht (Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz). Ein signifikanter Einfluss einer verlängerten Operationszeit konnte für Wundinfektionen (OR: 1,003, KI: 1,001 – 1,006, p < 0,05) und Organraum-Infektionen (OR: 1,004, KI: 1,001 – 1,008, p < 0,05) ermittelt werden. Für das postoperative Entwickeln einer Wunddehiszenz bestand bezüglich verlängerter Operationen kein Zusammenhang (OR: 1,00, KI: 0,99 – 1,00). Die durchschnittliche OP-Zeit betrug dabei je nach Eingriff: Hartmann: 131 min (± 56,5), primäre Anastomose: 136 min (± 64,9). Weitere Ergebnisse dieser Arbeit sind in den Kapiteln „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.1.1), „pulmonale Komplikationen“ (siehe 4.7.2.2) und „postoperative Mortalität“ (siehe 4.8.1.1) dargestellt.

Ob sich eine verlängerte Operationsdauer auch auf die Anzahl der postoperativen Wundkomplikationen nach einer Hartmann-Rückverlagerung auswirkte, ist nach einer NSQIP-Abfrage (2005 – 2010) von Cellini et al. untersucht worden (Cellini et al. 2013). Von den 2.567 Eingriffen sind n = 336 laparoskopisch und n = 2.231 Eingriffe offen chirurgisch durchgeführt worden. Als Wundkomplikation definierten die Autoren dabei das Auftreten einer oberflächlichen Wundinfektion (oberhalb der Faszie) oder einer Wundheilungsstörung innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Die Inzidenz dieser Komplikationen lag bei 15,7 % (n = 404). Ergebnisse, die von den Autoren auch für weitere postoperative Komplikationen ermittelt wurden, sind in weiteren Kapiteln dargestellt („schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.1.1), „Krankenhausverweildauer“ (siehe 4.6.2.4)). Für Wundkomplikationen zeigte sich aber, dass eine Verlängerung der Operationszeit (durchschnittliche OP-Zeit: offen: 189 min (± 86), laparoskopisch: 180 min (± 79)) positiv mit ihrem Auftreten korrelierte (OR: 1,02, KI: 1,01 – 1,04, p = 0,001).

Die Literatursuche ergab unter anderem auch eine prospektive, multizentrische Kohortenstudie aus der Schweiz (Kurmann et al. 2011), die ausschließlich laparoskopisch durchgeführte Sigmaresektionen benigner Ursache untersucht hat. Insgesamt wurden die Daten von 2.571 Eingriffen analysiert, die zwischen den Jahren 1995 und 2008 stattfanden. Die statistische Auswertung ergab, dass eine Operationsdauer ≥ 240 min ein signifikanter Risikofaktor für die Entstehung einer postoperativen Wundinfektion war (OR: 1,7, KI: 1,0 – 2,8, p = 0,03), und die Infektionsrate ab dieser Dauer mit weiter zunehmender Operationszeit exponentiell anstieg.

4.1.1.3 Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen

Registeruntersuchungen

Zwei weitere Publikationen haben ausschließlich Patienten analysiert, deren Operationsindikation eine chronisch-entzündliche Darmerkrankung (CED) war (Alavi et al. 2010, Wilson et al. 2014).
So haben beispielsweise Alavi et al. in ihrer Untersuchung die Daten von insgesamt 3.981 CED-Patienten untersucht, die sich aufgrund ihrer Erkrankung einer Darmresektion unterzogen hatten. Die Daten dafür stammten aus einer NSQIP-Abfrage des Jahres 2008. In ihrer Arbeit untersuchten die Autoren auch, ob für das analysierte Patientenkollektiv ein Zusammenhang zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und einer erhöhten Wundinfektionsrate bestand. Dafür teilten sie die OP-Dauer in Quartile auf:

1. 36 – 104 min Referenz
2. 105 – 155 min OR: 1,518, KI: 1,206 – 1,910, $p < 0,05$
3. 156 – 226 min OR: 1,835, KI: 1,455 – 2,313, $p < 0,05$
4. > 226 min OR: 2,606, KI: 2.058 – 3,229, $p < 0,05$

Es konnte somit gezeigt werden, dass eine zunehmende Operationsdauer bei CED-assoziierten Darmresektionen auch mit einem deutlich zunehmenden Wundinfektionsrisiko einherging.

Wilson et al. haben in ihrer 2014 veröffentlichten Arbeit hingegen nur Patienten mit Morbus Crohn untersucht. Insgesamt schlossen sie 2.469 Crohn-Patienten ein, die sich zwischen 2005 und 2011 einer Ileokolektomie unterzogen hatten. Dabei wurden 1.420 Eingriffe offen und 1.049 Eingriffe laparoskopisch durchgeführt. Auch diese Daten stammten aus einer NSQIP-Abfrage. Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Organraum-Infektionen zu ermitteln, die in der untersuchten Kohorte mit einer Häufigkeit von 5,7 % (n = 149) auftraten. Die Autoren konnten dabei zeigen, dass eine verlängerte Operationszeit das Risiko für eine postoperative Organraum-Infektion signifikant erhöhte (OR: 1,57, KI: 1,09 – 2,28, $p = 0,016$). Als verlängert galten in dieser Arbeit Eingriffe, deren Dauer über der 75. Perzentile der eingriffsspezifischen Operationszeit lag. Genauere Angaben wurden hierzu jedoch nicht gemacht. Die mittlere Operationszeit lag über alle untersuchten Eingriffe hinweg bei 146 min.

Unter den zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefundenen Publikationen befanden sich n = 15 Arbeiten zu kolorektalen Eingriffen. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, haben zwölf dieser Autoren einen positiven Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationsdauer und der Rate an Lokal- und Wundkomplikationen gefunden. In drei Analysen bestand hingegen kein Zusammenhang. Die Gesamtanzahl der untersuchten Eingriffe betrug n = 260.166. Die Details dieser Ergebnisse sind noch einmal in Tabelle 201 im Anhang zu finden.

Tabelle 2: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Moghadamyeghaneh et al. 2015	kolorektale Eingriffe (n = 164.297)	ja
2. Kiran et al. 2010	kolorektale Eingriffe (n = 10.979)	ja
3. Sutton et al. 2017	Rektumresektion (n = 8.880)	ja
4. Wilson et al. 2016	partielle Kolektomie (n = 47.868)	nein
5. Midura et al. 2015	partielle Kolektomie (n = 13.684)	ja
6. Park et al. 2015	kolorektale Resektion (n = 327)	ja
7. Lim et al. 2013	laparoskopische Kolonresektion (n = 147)	ja
8. Matsuda et al. 2009	Rektumexstirpation (n = 80)	ja
9. Nakamura et al. 2017a	Rektumexstirpation (n = 154)	nein
10. Nakamura et al. 2008	kolorektale Resektion (n = 144)	nein
11. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis (n = 2.018)	ja
12. Cellini et al. 2013	Hartmann-Rückverlagerung: offen (n = 2.231) laparoskopisch (n = 336)	ja
13. Kurmann et al. 2011	laparoskopische Sigmaresektion (n = 2.571)	ja
14. Alavi et al. 2010	kolorektale Resektion bei CED (n = 3.981)	ja
15. Wilson et al. 2014	Ileokolektomie bei Morbus Crohn (n = 2.469)	ja

4.1.1.4 Magenchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich auch n = 6 Arbeiten zu Eingriffen des Magens.

Multi-Center-Studie

Zu der Fragestellung, welche Faktoren die postoperative Wundinfektionsrate in der Magenchirurgie beeinflussen, ist im Jahr 2013 eine multizentrisch durchgeführte, prospektive Kohortenstudie erschienen (Jeong et al. 2013). Zwischen 2010 und 2011 wurden dabei Daten von 2.091 Patienten an zehn koreanischen Kliniken erhoben. Die statistische Auswertung ergab, dass eine verlängerte Operationsdauer ein unabhängiger Risikofaktor für das Auftreten postoperativer Wundinfekte zu sein schien (OR: 2,59, KI: 1,40 – 4,79, p = 0,002). Als verlängert galten Eingriffe, die über der 75. Perzentile lagen. Die Standarddauer eines Eingriffs wurde dabei aus dem National Nosocomial Infections Surveillance System (NNIS) abgeleitet. Genauere Angaben wurden hierzu allerdings nicht gemacht. Die durchschnittliche Operationsdauer betrug in der Gruppe mit Wundinfektion (3,3 %) 255 min (± 104). In der Gruppe ohne Wundinfektion lag die durchschnittliche Eingriffsdauer hingegen bei lediglich 190 min (± 72, p < 0,001).

Single-Center-Studien, retrospektiv

Kosuga et al. (Kosuga et al. 2017) haben in ihrer Arbeit die Daten von 407 weiteren Patienten ausgewertet, die zwischen 2002 und 2015 laparoskopisch gastrektomiert worden sind. Die Patientendaten stammten dabei alle aus der Universitätsklinik in Kyoto. Ziel der Arbeit war es, Parameter zu ermitteln, die mit dem Auftreten von Wund- oder Organraum-Infektionen assoziiert waren. Dabei ergab sich ein Zusammenhang zwischen einer Operationszeit ≥ 320 min und postoperativen Wundinfektionen (OR: 3,732, KI: 1,109 – 16,98, p = 0,033). Die Operationszeit war in dieser Studie aber nicht signifikant mit Organraum-Infektionen assoziiert (3,9 % der Patienten mit OP-Zeit < 320 min mit Organraum-Infektion versus 6,4 % der Patienten mit OP-Zeit > 320 min mit Organraum-Infektion (p = 0,371)).

In einer chinesischen Single-Center-Studie (Tu et al. 2016) wurden für die Jahre 2007 – 2014 die Daten von 2.364 Patienten analysiert, die sich aufgrund eines primären Magenkarzinoms einer laparoskopisch durchgeführten radikalen Gastrektomie unterzogen hatten. In ihrer Arbeit ermittelten die Autoren anhand der erhobenen Daten Risikofaktoren für das

Auftreten postoperativer Organraum-Infektionen. Einen signifikanten Einfluss hatte dabei eine Operationsdauer ≥ 240 min (OR: 3,865, KI: 2,137 – 6,990, p < 0,001).

In einer weiteren Arbeit wurden die Patientendaten eines Krankenhauses in Taiwan für die Jahre 1988 – 2004 untersucht (Lo et al. 2008). Analysiert wurden die Daten von 2.076 Patienten, die wegen eines Magenkarzinoms radikal gastrektomiert worden sind. Ziel der Arbeit war es, zu ermitteln, welche Faktoren mit dem Auftreten postoperativer intraabdominaler Infektionen assoziiert waren. Nach univariater Datenauswertung zeigte sich, dass die durchschnittliche Operationszeit in der Gruppe mit intraabdominaler Infektion (3,9 %) deutlich länger war (6,01 h (± 2,5)) als in der Gruppe ohne eine Infektion (5,07 h (± 2,0), p = 0,001).

Vural et al. gingen in ihrer Arbeit unter anderem ebenfalls der Frage nach, mit welchen Faktoren die postoperative Wundinfektionsrate nach Gastrektomien bei Magenkarzinom assoziiert sein könnte (Vural et al. 2013). In ihrer retrospektiven Auswertung von 160 Patienten, die zwischen 2005 und 2011 an einer türkischen Universitätsklinik operiert wurden, konnte für den Einfluss einer Operationszeit ≥ 180 min jedoch kein signifikantes Ergebnis ermittelt werden (p = 0,971). So betrug die Wundinfektionsrate in der Gruppe mit einer OP-Zeit < 180 min 7,4 % und lediglich 2,5 % in der Gruppe mit verlängerter Eingriffsdauer. Darüber hinaus haben Vural et al. in ihrer Arbeit auch untersucht, ob eine Operationszeit ≥ 180 min einen Einfluss auf die Entstehung von Anastomoseninsuffizienzen hatte. Doch auch in Bezug auf diese Fragestellung schien kein Zusammenhang zu bestehen (p = 0,082). Hier betrug die Insuffizienzrate in der Gruppe mit verlängerter Eingriffszeit 6,3 % und 14,8 % in der Gruppe mit einer OP-Zeit < 180 min.

Single-Center-Studie, prospektiv

In einer prospektiven Studie aus Korea (Lee et al. 2010) sind die Daten von 88 Patienten gesammelt und ausgewertet worden, die zwischen 2007 und 2008 aufgrund eines Magenkarzinoms gastrektomiert worden sind. Das eigentliche Ziel der Arbeit war es, die Effektivität einer kurzfristigen perioperativen Antibiotikaprophylaxe zu untersuchen. Diese beinhaltete die Gabe von 1 Gramm eines Cephalosporins der 2. Generation, 30 Minuten vor OP-Beginn, eine weitere Gabe ab einer Operationszeit > 3 h und eine Gabe alle 8 Stunden während er ersten 24 postoperativen Stunden. Bei Vorhandensein von Fieber > 38 °C, einer Leukozytose oder eines Infektionsfokus wurde die antibiotische Therapie auch nach 24 h fortgeführt. Darüber hinaus wurde auch analysiert, welche Faktoren das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen begünstigten. Hier zeigte sich allerdings

kein signifikantes Ergebnis für Operationen mit einer Dauer > 180 min (Wundinfektionsrate in der Gruppe mit OP-Zeit > 180 min: 16,7 % versus 7,3 % in der Gruppe mit OP-Zeit < 180 min, p = 0,21), was die Autoren als Hinweis für die Wirksamkeit ihres Antibiotikaschemas werteten.

Die Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate wurde in den sechs Arbeiten, die sich auf Magenresektionen bezogen, für insgesamt n = 7.186 Patienten untersucht. Tabelle 3 ist zu entnehmen, dass vier der sechs dargestellten Arbeiten einen positiven Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Lokal- und Wundkomplikationsrate feststellen konnten. In zwei Arbeiten bestand hingegen kein Zusammenhang. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Publikationen gibt Tabelle 202 im Anhang.

Tabelle 3: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Magenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Jeong et al. 2013	Gastrektomie bei Magen-CA (n = 2.091)	ja
2. Kosuga et al. 2017	Gastrektomie bei Magen-CA (n = 407)	ja
3. Tu et al. 2016	Gastrektomie bei Magen-CA (n = 2.364)	ja
4. Lo et al. 2008	Gastrektomie bei Magen-CA (n = 2.076)	ja
5. Vural et al. 2013	Gastrektomie bei Magen-CA (n = 160)	nein
6. Lee et al. 2010	Gastrektomie bei Magen-CA (n = 88)	nein

4.1.1.5 Ileostoma-Rückverlegungen

Die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate durchgeführte Literatursuche ergab unter anderem auch n = 3 Publikationen, die sich mit Ileostoma-Rückverlegungen beschäftigt haben.

Registeruntersuchung

Anhand einer NSQIP-Datenbankabfrage haben Sharma et al. die Daten von 5.401 Patienten untersucht, deren Ileostoma zwischen den Jahren 2005 und 2010 wieder verschlossen wurde (Sharma et al. 2013). Ziel war es unter anderem, Risikofaktoren für das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen zu ermitteln. Ein signifikanter Zusammenhang bestand dabei für Operationszeiten ≥ 100 min (OR: 3,3, KI: 2,61 – 4,06, $p < 0,0001$).

Single-Center-Studien

Eine kleinere, retrospektive Arbeit ist im Jahr 2017 von Nakamura et al. vorgelegt worden, in der ein Kollektiv von 240 Patienten untersucht wurde (Nakamura et al. 2017b). Die Stomaanlage erfolgte in allen Fällen aufgrund einer Behandlung wegen eines Rektumkarzinoms. In ihrer Arbeit haben die Autoren Risikofaktoren für das Auftreten von verschiedenen Lokal- und Wundkomplikationen untersucht. Insgesamt traten Komplikationen in 31 Fällen auf. Den Großteil der Komplikationen bildeten Wundinfektionen (n = 13) und mechanische Darmverschlüsse (n = 16). Außerdem traten je ein Beckenabszess und eine Anastomoseninsuffizienz auf. In der Auswertung konnte für eine Operationszeit ≥ 145 min ein Zusammenhang zum Auftreten dieser Komplikationen gezeigt werden (OR: 2,5179, KI: 1,1165 – 5,6783, $p = 0,0260$).

In einer anderen Publikation wurden 245 Eingriffe der Jahre 2006 – 2013 ausgewertet (Pan et al. 2015). Auch diese Patienten unterzogen sich einer Rückverlagerung ihres Ileostomas bei zuvor reseziertem Rektumkarzinom. Es zeigte sich in dieser Arbeit ein Einfluss von Operationszeiten > 90 min (OR: 4,862, KI: nicht angegeben, $p = 0,002$) auf die postoperative Wundinfektionsrate.

Wie Tabelle 4 zu entnehmen ist, hatte die Operationszeit in allen drei dargestellten Arbeiten einen negativen Einfluss auf das Auftreten von Lokal- und Wundkomplikationen nach Ileostoma-Rückverlegung. Insgesamt wurden dabei die Daten von n = 5.886 Eingriffen ausgewertet. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse findet sich in Tabelle 203 im Anhang.

Tabelle 4: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Ileostoma-Rückverlagerung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Sharma et al. 2013	Ileostoma-Rückverlagerung (n = 5.401)	ja
2. Nakamura et al. 2017b	Ileostoma-Rückverlagerung (n = 240)	ja
3. Pan et al. 2015	Ileostoma-Rückverlagerung (n = 245)	ja

4.1.1.6 Hernienchirurgie

Zwei weitere Arbeiten, die im Rahmen der Literatursuche zur Beziehung der Operationszeit zu postoperativen Wundkomplikationen gefunden wurden, bezogen sich auf die Versorgung von Bauchwandhernien.

Registeruntersuchung

So haben Swenson et al. nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2002 – 2006 die Daten von 506 Eingriffen in Hinblick auf Risikofaktoren für postoperative Netz- und Wundinfektionen ausgewertet (Swenson et al. 2008). Ausgeschlossen wurden Patienten, deren Hernie nicht mit einer Netzimplantation versorgt worden ist. Für Netzinfektionen ergab die Auswertung unter anderem einen Anstieg des Risikos um 0,7 % mit jeder Minute OP-Zeit (OR pro min: 1,007, KI: 1,003 – 1,011, p = 0,0004). Die durchschnittliche Dauer betrug dabei 124 min (± 76). Und auch für das Auftreten von Wundinfektionen war eine verlängerte Operationszeit eine wichtige Einflussgröße (Operationszeit pro Minute: OR: 1,008, KI: 1,005 – 1,012, p < 0,0001).

Single-Center-Studie

Eine andere Publikation zu der Frage, welche Faktoren die Entstehung von Wundinfektionen nach der Versorgung von Bauchwandhernien begünstigen, ist erst kürzlich von Chipko et al. vorgelegt worden (Chipko et al. 2017). In ihrer Arbeit werteten sie die Daten von 223 Patienten aus, die im Kalenderjahr 2015 wegen einer Bauchwandhernie am Tampa

General Hospital in Florida operiert worden sind. Es zeigte sich, dass Patienten, deren Eingriff > 2 h dauerte, in 15 % der Fälle eine Wundinfektion entwickelten, während Eingriffe < 2 h nur in 3 % der Fälle Wundinfektionen nach sich zogen (p = 0,001). Eine multivariate Auswertung wurde in dieser Arbeit nicht vorgenommen.

Die dargestellten Studien sind in Tabelle 5 noch einmal kurz zusammengefasst. In beiden Publikationen hatte die Operationsdauer einen Einfluss auf die postoperative Lokal- und Wundkomplikationsrate. Das insgesamt untersuchte Kollektiv umfasste dabei n = 729 Patienten. Im Anhang dieser Arbeit sind die Ergebnisse der Publikationen noch einmal umfassender in Tabelle 204 dargestellt.

Tabelle 5: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Hernienoperationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Swenson et al. 2008	Hernioplastik (n = 506)	ja
2. Chipko et al. 2017	Hernioplastik (n = 223)	ja

4.1.1.7 Appendektomie

In zwei weiteren Arbeiten, einer Registeruntersuchung und einer Single-Center-Studie, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, sind Appendektomien analysiert worden.

Registeruntersuchung

Nach einer Abfrage der NSQIP-Datenbank für das Jahr 2012 wurden die Daten von insgesamt 5.097 Patienten zwischen zwei und 18 Jahren untersucht (Kelly et al. 2014a). Alle Patienten wurden aufgrund einer akuten Appendizitis appendektomiert, in 4.514 (88,6 %) Fällen wurde der Eingriff laparoskopisch durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, Risikofaktoren für das Auftreten von Organraum-Infektionen und Wundkomplikationen (oberflächliche oder tiefe Wundinfektion) zu ermitteln. In ihrer Arbeit konnten die Autoren dabei für Organraum-Infektionen zeigen, dass ihr Auftreten durch Eingriffe mit einer Dauer

> 60 min begünstigt wurde (adjustiertes OR: 2,15, KI: 1,52 – 3,04, p < 0,001). Für das Auftreten von Wundkomplikationen zeigte sich in der multivariaten Auswertung hingegen kein signifikantes Ergebnis für Operationen > 60 min (adjustiertes OR: 1,60, KI: 0,95 – 2,68, p = 0,078). Allerdings schien hier nach univariater Analyse eine signifikante Korrelation bestanden zu haben (35,7 % der Patienten mit Wundkomplikation hatten OP-Zeit > 60 min versus 22,3 % der Patienten ohne Komplikation, p = 0,008).

Single-Center-Studie

Zwischen den Jahren 2008 und 2014 sind an einer großen koreanischen Klinik 3.048 Patienten laparoskopisch appendektomiert worden (Jeon et al. 2016). Ziel der Autoren war es, die Rolle der Operationsdauer als Risikofaktor für verschiedene postoperative Komplikationen zu untersuchen (siehe auch „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.2.1), „Krankenhauswiederaufnahmerate“ (siehe 4.3.1.2) und „Krankenhausverweildauer“ (siehe 4.6.2.2)) und darüber hinaus auch Parameter zu ermitteln, die eine lange Operationszeit vorhersagen. Zur Ermittlung der Rolle der Operationszeit als Risikofaktor wurde das Patientenkollektiv in zwei Gruppen unterteilt. Eine Gruppe mit perforierter Appendizitis (n = 771) und eine Gruppe mit nicht-perforierter Appendizitis (n = 2.277). Wundinfektionen traten dabei in 66 (2,9 % bei nicht-perforierter Appendizitis) beziehungsweise 45 (5,8 % bei perforierter Appendizitis) Fällen auf. Allerdings war eine verlängerte Operationszeit > 90 min weder nach perforierter Appendizitis (9,0 % der Patienten mit OP-Zeit > 90 min hatten eine Wundinfektion versus 5,1 % der Patienten mit OP-Zeit < 90 min, p = 0,074) noch nach nicht-perforierter Appendizitis (4,5 % der Patienten mit OP-Zeit > 90 min hatten eine Wundinfektion versus 2,8 % der Patienten mit OP-Zeit < 90 min, p = 0,207.) signifikant mit einer erhöhten Wundinfektionsrate assoziiert.

Eine verlängerte Operationszeit hatte also in nur einer der beiden vorgestellten Arbeiten einen Einfluss auf die postoperative Lokal- und Wundkomplikationsrate nach Appendektomien. Insgesamt werteten die Autoren beider Arbeiten n = 8.146 Patientendaten aus. Einen erneuten Überblick über die Ergebnisse der beiden Untersuchungen gibt die folgende Tabelle und Tabelle 205 im Anhang.

Tabelle 6: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Appendektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kelly et al. 2014a	Appendektomie (offen & laparoskopisch) (n = 5.097)	ja
2. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie (n = 3.049)	nein

4.1.1.8 Cholezystektomie

Begünstigen lange Operationszeiten das Auftreten von Lokal- und Wundkomplikationen nach Cholezystektomien? Unter anderem dieser Frage ist in einer groß angelegten Studie aus der Schweiz nachgegangen worden (Fahrner et al. 2014). Anhand einer Abfrage der prospektiv angelegten Datenbank der Swiss Association of Laparoscopic and Thoracoscopic Surgery (SALTC) für die Jahre 1995 – 2008 wurden in dieser Arbeit die Daten von 35.432 Patienten ausgewertet. Sie alle wurden laparoskopisch cholezystektomiert. Die statistische Auswertung der Daten ergab, dass Patienten, deren Eingriff > 60 min dauerte, ein deutlich erhöhtes Risiko hatten, postoperativ eine Wundinfektion zu entwickeln (OR: 2,493, KI: 1,710 – 3,635, $p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 206 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 7: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Cholezystektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Fahrner et al. 2014	laparoskopische Cholezystektomie (n = 35.432)	ja

4.1.1.9 Leberresektion

Eine weitere zur Analyse einbezogene Publikation hat Prädiktoren für Wundkomplikationen nach Leberresektionen ermittelt (Moreno Elola-Olaso et al. 2012). Insgesamt wurden die Daten von 2.332 Patienten untersucht. Die untersuchten Daten stammten dabei aus einer Abfrage der ACS-NSQIP Datenbank für die Jahre 2005 – 2007. Zur Untersuchung einbezogen wurden segmentale Resektionen, Hemihepatektomien links / rechts und erweiterte Leberresektionen (Trisektorektomien). Die Operationszeit betrug dabei durchschnittlich 253 min (± 122). Die Auswertung der Daten ergab einen eindeutigen, linearen Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten postoperativer Organraum- und Wundinfektionen (OR pro min: 1,003, KI: 1,001 – 1,004, $p < 0,001$). So traten bei einer Operationsdauer von 241 min – 300 min Wundinfektionen in 6,0 % der Fälle auf, während die Wundinfektionsrate bei Eingriffen zwischen 301 min und 360 min schon bei 8,7 % lag. Ab einer Länge > 361 min ermittelten die Autoren dann eine Wundinfektionsrate von 10,1 % ($p < 0,05$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 207 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 8: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Leberresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Moreno Elola-Olaso et al. 2012	Leberresektion (n = 2.332)	ja

4.1.1.10 Mediane Laparotomie

In einer 2011 erschienen Untersuchung wurde primär der Einfluss des abdominellen Fettverteilungsmusters auf die postoperative Wundinfektionsrate nach elektiver Laparotomie analysiert (Lee et al. 2011). Zusätzlich untersuchten die Autoren jedoch auch den Einfluss vieler anderer Parameter, unter anderem auch den der Operationszeit. Nach einer Abfrage der Michigan Surgical Quality Collaborative database für die Jahre 2006 – 2009, wurden die Daten von 655 Patienten zur Analyse einbezogen. Die Auswertung dieser

Daten zeigte, dass die Gruppe mit einer postoperativen Wundinfektion (7,63 %) eine signifikant längere durchschnittliche Operationsdauer (4,5 h (± 2,0)) aufwies als die übrigen Patienten ohne eine solche Infektion (3,7 h (± 2,3), p = 0,014).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 208 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 9: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / mediane Laparotomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Lee et al. 2011	mediane Laparotomie (n = 655)	ja

4.1.1.11 Thyreoidektomie

Eine seltene, aber wichtige Komplikation stellen Wundinfektionen auch nach Thyreoidektomien dar (Elfenbein et al. 2014). Die Autoren dieser Arbeit haben anhand der Daten von 49.326 Patienten versucht, Risikofaktoren für diese Komplikation zu ermitteln. Ihre Daten erhielten sie dabei aus einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2011. Nach Auswertung der Daten konnte gezeigt werden, dass verlängerte Operationen signifikant mit einer erhöhten Wundinfektionsrate assoziiert waren. So betrug die durchschnittliche Operationszeit in der Gruppe mit einer postoperativen Wundinfektion (0,36 %) 157 min (± 112,4) und nur 117,1 min (± 62) unter den restlichen Patienten, die keine Wundinfektion entwickelt hatten (p < 0,001). Die Autoren merkten abschließend jedoch an, dass es schwierig sei, bereits präoperativ einzuschätzen, ob ein Eingriff länger dauern werde. Die Operationszeit sei daher also eher ungeeignet, um über eine eventuelle prophylaktische Antibiotikagabe vor dem Eingriff zu entscheiden.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 209 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 10: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Thyreoidektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Elfenbein et al. 2014	Thyreoidektomie (n = 49.326)	ja

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass von den 32 Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden und sich auf allgemeinchirurgische Eingriffe bezogen, in 26 Publikationen ein positiver Zusammenhang bestand. In sechs Publikationen bestand hingegen keine Assoziation. Von diesen Arbeiten beschäftigten sich drei mit kolorektalen Eingriffen, zwei Untersuchungen mit Gastrektomien und eine Arbeit mit Appendektomien.

4.1.2 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich 18 Arbeiten aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie. Davon bezog sich die Mehrheit der Publikationen auf Wirbelsäuleneingriffe (n = 12).

4.1.2.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

In ihrer 2016 veröffentlichten Arbeit haben Jalai et al. die Daten von 3.057 Patienten untersucht, die aufgrund einer zervikalen spondylotischen Myelopathie operiert wurden (Jalai et al. 2016). Bei der Mehrzahl der Operationen handelte es sich also um Dekompressionseingriffe. Die analysierten Patientendaten erhielten die Autoren dabei aus einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2010 – 2012. Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen innerhalb der ersten 30 Tage nach OP zu ermitteln. Die statistische Auswertung der Daten ergab dabei einen signifikanten Einfluss auf die Wundinfektionsrate ab einer Operationszeit > 208 min (OR: 1,005, KI: 1,001 – 1,009, p = 0,011). So konnte außerdem gezeigt werden, dass 42,9 % der

Patienten, die eine Infektion entwickelten, eine Operationszeit > 208 min aufwiesen, während nur 24,9 % der Eingriffe von Patienten ohne eine Wundinfektion ebenfalls > 208 min dauerten (p = 0,016).

In einer weiteren Arbeit wurde ebenfalls der Frage nachgegangen, welche Risikofaktoren das Auftreten postoperativer Wundinfektionen beeinflussen (Sebastian et al. 2016). Die Patientendaten stammten dazu aus einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2012. Insgesamt wurden dabei 5.441 Patienten identifiziert, die sich einer posterioren Halswirbelsäulenoperation unterzogen hatten. Zur Analyse einbezogen wurden Dekompressionsoperationen (68,4 %), Spondylodeseeingriffe (24,1 %) und Laminoplastiken (7,48 %). Anhand der Auswertung konnten die Autoren zeigen, dass eine Operationszeit > 197 min in der untersuchten Kohorte positiv mit dem Auftreten postoperativer Wundinfekte assoziiert war (OR: 1,41, KI: 1,08 – 1,84, p = 0,012). Für Operationszeiten zwischen 136 – 196 min versus < 93 min war das ermittelte Ergebnis nicht signifikant (OR: 1,01, KI: 0,76 – 1,34, p = 0,955). Ebenso wenig konnte für Operationszeiten von 93 – 135 min versus < 93 min ein signifikantes Ergebnis ermittelt werden (OR: 1,00, KI: 0,76 – 1,34, p = 0,981).
In einer weiteren Untersuchung stand der Einfluss der Operationszeit als alleiniger Risikofaktor für verschiedene Outcomes in der Wirbelsäulenchirurgie im Zentrum der Fragestellung (Kim et al. 2014a). Unter anderem wurde dabei untersucht, welchen Einfluss die Operationsdauer auf das Auftreten von chirurgischen Komplikationen insgesamt und im Einzelnen hat. Bei den im Einzelnen untersuchten chirurgischen Komplikationen handelte es sich um Wundinfektionen, Wunddehiszenzen und Organraum-Infektionen. Die übrigen Komplikationen (z. B. Reoperationsrate (siehe 4.9.3.1), Sepsis (siehe 4.4.2.1), tiefe Venenthrombose (TVT, siehe 4.5.2.1)), die in dieser Arbeit untersucht wurden, sind im jeweiligen Kapitel dargestellt. Die Autoren haben nach einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2006 – 2011 die Daten von 4.588 Patienten ausgewertet, bei denen eine monosegmentale lumbale Spondylodese durchgeführt wurde. Die statistische Auswertung der Daten ergab einen signifikanten Einfluss der Operationsdauer auf das Auftreten von chirurgischen Komplikationen ab einer Operationszeit > 4 h, auf das Auftreten von Wundinfektionen bereits ab einer Dauer von > 3 h. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem Auftreten von Organraum-Infektionen und Wunddehiszenzen bestand hingegen erst ab einer deutlich verlängerten Operationszeit von > 5 h. In Tabelle 210 im Anhang sind diese Ergebnisse noch einmal detailliert und übersichtlich dargestellt.

In einer weiteren Arbeit suchten die Autoren ebenfalls gezielt danach, welche unterschiedlichen Komplikationen speziell von der Operationsdauer beeinflusst werden (Phan et al. 2017). Dazu sind die Daten von 5.338 Patienten nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2010 – 2014 retrospektiv ausgewertet worden. Untersucht wurden dabei mono- und multisegmentale Spondylodesen, die aufgrund von Wirbelsäulendeformitäten im Erwachsenenalter durchgeführt werden mussten. Neben einer Vielzahl weiterer Komplikationen, auf die an anderen Stellen erneut Bezug genommen wird (siehe zum Beispiel „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.1.1) oder „Krankenhauswiederaufnahmerate“ (siehe 4.3.3.1)), untersuchten die Autoren auch den Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Wundkomplikationsrate (oberflächliche / tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion oder Wunddehiszenz). Es konnte gezeigt werden, dass sich das Risiko, postoperativ eine Wundkomplikation zu entwickeln, bereits ab einer Operationsdauer von > 154 min mehr als verdoppelte (OR: 2,26, KI: 1,11 – 4,59, p = 0,025) und sich mit zunehmender Länge eines Eingriffs ebenfalls immer weiter erhöhte (> 235 min: OR: 3,32, KI: 1,69 – 6,53, p = 0,001; > 346 min: OR: 5,95, KI: 3,13 – 11,34, p < 0,001).

Auch Lim et al. haben in ihrer Untersuchung ausschließlich Patienten untersucht, bei denen eine monosegmentale Verblockung der lumbalen Wirbelkörper durchgeführt wurde (Lim et al. 2018). Die Daten der 3.353 untersuchten Patienten stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2006 – 2011. Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Komplikationen infektiöser Genese zu ermitteln. Für Wundinfektionen (oberflächliche, tiefe und Organraum-Infektionen) konnte beispielsweise gezeigt werden, dass ihr Auftreten zwar mit Operationszeiten > 6 h (OR: 2,573, KI: 1,310 – 5,056, p = 0,006) assoziiert war, der Zusammenhang für Operationszeiten von 3 – 6 h jedoch nicht signifikant war (OR: 1,604, KI: 0,995 – 2,585, p = 0,052).

Zuletzt sei noch eine weitere NSQIP-Registerarbeit erwähnt, die sich ebenfalls mit verschiedenen Komplikationsraten nach Spondylodesen beschäftigte (Schoenfeld et al. 2013a). Von den 5.887 Patienten, die zwischen 2005 und 2010 operiert worden sind, entwickelten insgesamt 120 (2 %) Patienten eine postoperative Wundinfektion. Die durchschnittliche Operationsdauer lag in der untersuchten Kohorte bei 194,2 min (± 116,2). Patienten, deren Eingriffe > 310 min dauerten, deren Länge also mehr als eine Standardabweichung über der durchschnittlichen Eingriffsdauer lagen, hatten im Vergleich zu Patienten mit Operationszeiten < 310 min ein um das Doppelte erhöhtes Risiko, postoperativ eine Wundinfektion zu entwickeln (OR: 2,0, KI: 1,3 – 3,0, p = 0,001).

Single-Center-Studien

In einer weiteren Publikation sind die Daten von 3.463 Skoliose-Patienten untersucht worden, die aufgrund ihrer Erkrankung zwischen 1997 und 2011 operiert wurden (Shen et al. 2014). Anhand der Patientendaten sollten Risikofaktoren für frühestens sechs Monate nach der Indexoperation aufgetretene lokale Infektionen ermittelt werden. Untersucht wurde dies für n = 17 Patienten, die eine solche Infektion entwickelt hatten und eine n = 85 Patienten umfassende Vergleichsgruppe ohne eine Infektion, die mit der Komplikationsgruppe bezüglich Alter, Geschlecht und Diagnose vergleichbar war. Die Auswertung zeigte schließlich, dass verlängerte Operationen signifikant mit dem Auftreten von späten Infektionen assoziiert waren. Die durchschnittliche Operationszeit betrug in der Komplikationsgruppe nämlich 384,7 min (± 115,9) und nur 254,4 min (± 79,2) in der Kontrollgruppe (p = 0,000).

In einer retrospektiven Studie, die an einer japanischen Universitätsklinik durchgeführt wurde, sind die Daten von 825 Patienten ausgewertet worden, die sich zwischen 2009 und 2014 einer nicht näher bezeichneten Wirbelsäulenoperation unterzogen hatten (Tominaga et al. 2016a). In 408 Fällen war zusätzlich die Implantation von Fremdmaterial notwendig. In ihrer Analyse versuchten die Autoren Risikofaktoren für das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen zu ermitteln. Einen signifikanten Einfluss schienen dabei verlängerte Eingriffe ab einer Dauer > 120 min (mit Wundinfektion: n = 4 versus n = 476 ohne Infektion, p = 0,024) beziehungsweise > 300 min (mit Wundinfektion: n = 9 versus n = 237 ohne Infektion, p = 0,008) zu haben. Für < 120-minütige Operationen schien kein Einfluss zu bestehen (mit Wundinfektion: n = 1 versus n = 98 ohne Infektion, p = 0,484). Auch nach multivariater Analyse waren in dieser Arbeit längere Eingriffe mit einer erhöhten Wundinfektionsrate assoziiert (OR: 1,0066, KI: 1,0024 – 1,0107, p = 0,0019).

Für die Jahre 2006 – 2014 hat dieselbe Arbeitsgruppe eine weitere Veröffentlichung publiziert, in der allerdings ausschließlich Wirbelsäuleneingriffe mit Fremdmaterialimplantation untersucht wurden (Tominaga et al. 2016b). Das Ziel dieser Untersuchung war es, Risikofaktoren für lokale Infektionen zu ermitteln. Zusätzlich ist jedoch auch untersucht worden, welche Faktoren eine infektiös bedingte Fremdkörperexplantation vorhersagen könnten. Insgesamt wurden die Daten von 511 Patienten untersucht. Es konnte dabei gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationszeit (mittlere OP-Zeit: 308 min (234 – 395)) einen leichten Einfluss auf die Entwicklung einer Lokalinfektion im Allgemeinen zu haben schien (Hazard Ratio (HR): 1,007, KI: 1,003 – 1,011, p = 0,0014). In Hinblick auf die Notwendigkeit einer Implantatexplantation, die in n = 4 von insgesamt n = 16 Fällen mit einer Infektion durchgeführt wurde, gab es bezüglich der Operationsdauer zwischen den beiden

Gruppen jedoch keinen statistisch signifikanten Unterschied (mittlere Operationszeit der Gruppe mit Explantation: 435 min (373,8 – 493,8) versus 413,5 min (327,5 – 482,3) in der Gruppe ohne Explantation, p = 0,72).

Auch eine koreanische Arbeitsgruppe hat sich in ihrer Arbeit mit der Frage beschäftigt, welche verschiedenen Risikofaktoren das Auftreten von lokalen postoperativen Infektionen beeinflussen könnten (J. H. Kim et al. 2015). Sie werteten dazu die Daten von 1.831 Patienten aus, die zwischen 2005 und 2012 mit einer interkorporellen Spondylodese der Lendenwirbelsäule versorgt worden sind. Es wurden sowohl uni- als auch multisegmentale Eingriffe in die Analyse einbezogen. In ihrer Arbeit konnten die Autoren abschließend zeigen, dass unter anderem die Operationszeit mit dem Auftreten von postoperativen Lokalinfekten korrelierte. So betrug die mittlere Operationsdauer in der Patientengruppe mit Infektion (1,6 %) 195,3 min, während eine Operation in der Gruppe ohne Wundinfektion im Mittel nur 177,1 min dauerte (p = 0,027).

An einer anderen japanischen Universitätsklinik sind im Jahr 2006 insgesamt 223 Patienten an der Wirbelsäule operiert und ihre Daten retrospektiv analysiert worden, um Risikofaktoren für das Auftreten von Lokal- und Wundkomplikationen zu ermitteln (Watanabe et al. 2010). Als Komplikationen galten dabei Wundinfektionen innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage und Infektionen implantierten Materials innerhalb eines Jahres. In der univariaten Auswertung hatten Patienten in der Gruppe mit Infektion eine signifikant verlängerte durchschnittliche Operationszeit (230 min (± 106,3) im Gegensatz zu den Patienten der Gruppe ohne Infektion (178 min (± 87,3), p = 0,037). Die multivariate Analyse hingegen zeigte keine Assoziation zwischen einer Operationszeit > 3 h und postoperativen Material- oder Wundinfektionen (OR: 0,74, KI: 0,13 – 4,28, p = 0,734).

Sugita et al. konnten in ihrer Arbeit überhaupt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationsdauer und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion feststellen (Sugita et al. 2016). In ihrer Analyse untersuchten sie die Daten von 279 Patienten, die zwischen den Jahren 2004 und 2013 aufgrund von spinalen Tumormetastasen operiert und bestrahlt worden sind. In der Auswertung der Patientendaten zeigte sich zwar, dass die Kohorte mit Wundinfektionen (14,7 %) eine längere Operationszeit aufwies als die Gruppe, in der keine Wundinfektionen auftraten (258,5 min (± 76,6) versus 245,8 min (± 74,0)), jedoch war dieses Ergebnis nicht signifikant (p = 0,37).

In insgesamt elf von zwölf dargestellten Publikationen konnte somit gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationszeit einen Einfluss auf die postoperative Lokal- und Wund-

komplikationsrate hatte, beziehungsweise mit ihr korrelierte. Dabei wurde insgesamt eine Kohorte von 34.796 Patienten untersucht. In einer Analyse bestand hingegen kein signifikanter Zusammenhang (Sugita et al. 2016). Tominaga et al. werteten zusätzlich zu Wundinfektionen auch die Rate an Implantatinfektionen aus, die eine Explantation nach sich zogen. Diese schien jedoch ebenfalls nicht von einer verlängerten Operationszeit beeinflusst zu werden. Die folgende Tabelle fasst die dargestellten Studien noch einmal kurz zusammen. Einen detaillierten Überblick gibt Tabelle 210 im Anhang.

Tabelle 11: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Jalai et al. 2016	zervikale spondylotische Myelopathie (n = 3.057)	ja
2. Sebastian et al. 2016	Dekompression, Spondylodese, Laminoplastik (n = 5.441)	ja
3. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	ja
4. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja
5. Lim et al. 2018	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 3.353)	ja
6. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	ja
7. Shen et al. 2014	Spondylodese bei Skoliose (n = 3.463)	ja
8. Tominaga et al. 2016a	verschiedene Wirbelsäuleneingriffe (n = 825)	ja
9. Tominaga et al. 2016b	verschiedene Wirbelsäuleneingriffe (n = 511)	ja nein
10. J. H. Kim et al. 2015	Spondylodese (n = 1.831)	ja
11. Watanabe et al. 2010	verschiedene Wirbelsäuleneingriffe (n = 223)	ja
12. Sugita et al. 2016	spinale Metastasenchirurgie (n = 279)	nein

4.1.2.2 Implantation von Knieprothesen

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich weitere zwei Arbeiten zu Knieprothesenimplantationen. Dabei handelt es sich um jeweils eine Registeruntersuchung und eine Single-Center-Studie.

Registeruntersuchung

In einer groß angelegten Studie sollten verschiedene Risikofaktoren für postoperative Komplikationen in der Endoprothetik ermittelt werden (Belmont et al. 2014). Dazu wurde eine NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2006 – 2010 durchgeführt und die Daten von 15.321 Patienten untersucht, die mit einer totalen Knieendoprothese versorgt worden waren. Die Autoren haben in ihrer Arbeit verschiedene Outcomes untersucht, auf die an anderer Stelle erneut eingegangen wird (siehe zum Beispiel 4.2.1.2). Unter den analysierten Komplikationen befanden sich auch „leichte lokale Komplikationen“, die definiert waren als Wundinfektion und Wunddehiszenz. Für sie konnte gezeigt werden, dass eine Operationszeit > 135 min einen signifikanten Einfluss auf ihr Auftreten hatte (OR: 1,85, KI: 1,25 – 2,74, $p < 0,05$).

Single-Center-Studie

An einem koreanischen Universitätsklinikum sind zwischen 2001 und 2007 insgesamt 115 Patienten mit 167 Knieendoprothesen versorgt und ihre Daten anschließend analysiert worden (Han und Kang 2013). Ziel der Untersuchung war es, unter anderem Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundkomplikationen und tieferliegender Infektionen mit Gelenkbeteiligung zu ermitteln. Wundkomplikationen waren definiert als Wundinfektion, Hämatom oder ein Sezernieren der Wunde. In der Datenauswertung zeigte sich schließlich ein schwacher Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und einer erhöhten Wundkomplikationsrate (OR: 1,01, KI: 1,00 – 1,03, $p < 0,05$). Die mittlere Operationszeit betrug dabei in der gesamten Kohorte 100 min (60 – 175). Für das Auftreten tieferliegender Infektionen habe hingegen kein signifikanter Zusammenhang bestanden. Nähere Angaben wurden hierzu jedoch nicht gemacht.

In Tabelle 12 sind die dargestellten Publikationen noch einmal kurz zusammengefasst. In beiden Arbeiten bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem Auftreten postoperativer Wundkomplikationen. Zusätzlich von Han und Kang untersuchte tiefliegende Infektionen schienen von der Operationszeit allerdings unbeeinflusst.

Insgesamt wurden die Operationen von 15.488 Patienten untersucht. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse gibt Tabelle 211 im Anhang.

Tabelle 12: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Knieprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Belmont et al. 2014	Knieendoprothese (n = 15.321)	ja
2. Han und Kang 2013	Knieendoprothese (n = 167)	ja
		nein

4.1.2.3 Implantation von Hüftprothesen

Eine andere Arbeitsgruppe hat in ihrer Publikation die Beziehung unterschiedlicher Risikofaktoren zu bestimmten postoperativen Komplikationen nach Implantation einer totalen Hüftendoprothese untersucht (O'Malley et al. 2012). Nach einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2008 konnten die Autoren die Daten von 4.281 Patienten identifizieren und untersuchen. Zu den untersuchten Komplikationen gehörte unter anderem auch die postoperative Wundkomplikationsrate (oberflächliche und tiefe Wundinfektion). Die übrigen Komplikationen werden in ihren jeweiligen Kapiteln dargestellt. Für die Wundkomplikationsrate zeigte sich in der multivariaten Auswertung ein deutlicher Einfluss einer verlängerten Operationszeit (OR: 2,405, KI: 1,318 – 4,334, p = 0,0037). Als verlängert galten dabei Eingriffe über der 75. Perzentile, was in dieser Kohorte einer Eingriffsdauer > 121 min entsprach.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 212 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 13: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Hüftprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. O´Malley et al. 2012	Hüftprothese (n = 4.281)	ja

4.1.2.4 Implantation von Schulterprothesen

Auch für die Schulterprothetik ergab die Literaturrecherche eine groß angelegte Registeruntersuchung (Waterman et al. 2015). In dieser Arbeit haben die Autoren ebenfalls versucht, Risikofaktoren für verschiedene postoperative Komplikationen zu ermitteln. Eines der untersuchten Outcomes waren „schwere lokale Komplikationen“. Diese waren definiert als: tiefe Wund- oder Organraum-Infektion, Verletzung eines peripheren Nervs, eine periprothetische Fraktur oder Infektion. Genauere Angaben zu Art oder Lokalisation der Nervenschädigung wurden nicht gemacht. Nach einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2006 – 2011 wurden die Daten von insgesamt 2.004 Patienten zur Analyse einbezogen. Die multivariate Auswertung ergab, dass Eingriffe mit einer Länge > 174 min mit einem deutlich erhöhten Risiko einhergingen, eine schwere lokale Komplikation zu erleiden (OR: 4,05, KI: 1,45 – 11,30, p = 0,0075).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 213 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 14: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Schulterprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Waterman et al. 2015	Schulterprothese (n = 2.004)	ja

4.1.2.5 Implantation von Knie- und Hüftprothesen

Eine weitere sehr große Arbeit hat speziell den Einfluss der Operationszeit auf allgemeine postoperative Komplikationen und Wundkomplikationen nach Implantation einer totalen Hüft- oder Knieendoprothese untersucht (Duchman et al. 2017). Hierzu durchsuchten die Autoren die NSQIP-Datenbank für die Jahre 2011 – 2013 und analysierten anschließend die Daten von 99.444 Patienten. Dabei wurden 59,5 % der Patienten mit einer Knieprothese versorgt, während sich 40,5 % der Patienten einer Hüftoperation unterzogen hatten. Auf die Ergebnisse bezüglich allgemeiner postoperativer Komplikationen wird an anderer Stelle detailliert eingegangen (siehe 4.2.1.2). Zu dem ebenfalls untersuchten Outcome „Wundkomplikationen“ zählten die Autoren folgende Komplikationen: Wunddeshiszenz, Wundinfektion, tiefe Wundinfektion und Organraum-Infektion. Die Datenauswertung ergab einen signifikanten Einfluss der Operationszeit auf das Auftreten postoperativer Wundkomplikationen ab einer Operationsdauer von 121 – 150 min (aOR: 1,44, KI: 1,210 – 1,713, $p < 0,05$). Mit zunehmender Operationsdauer zeigte sich ein beinahe linearer Anstieg des Wundkomplikationsrisikos: 151 – 180 min (aOR: 1,785, KI: 1,389 – 2,293, $p < 0,05$), > 180 min (aOR: 2,118, KI: 1,586 – 2,827, $p < 0,05$). Interessanterweise zeigte sich auch für eine Operationszeit < 30 min ein signifikanter Einfluss auf die Inzidenz von Wundkomplikationen (aOR: 1,229, KI: 0,298 – 5,076, $p < 0,05$). Für Operationszeiten von 30 – 59 min bestand hingegen kein Zusammenhang (aOR: 0,787, KI: 0,640 – 0,968, $p < 0,05$). Operationen mit einer Dauer zwischen 60 und 120 min galten als Referenzwert.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 214 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 15: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Knie- und Hüftprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Duchman et al. 2017	Knie- und Hüftprothese (n = 99.444)	ja

4.1.2.6 Acetabulumfraktur

Die Literaturrecherche ergab auch eine Arbeit, die sich mit Risikofaktoren für Wundinfektionen nach einem unfallchirurgischen Eingriff beschäftigt hat (Iqbal et al. 2017). Die Autoren dieser Untersuchung haben die Daten von 250 Patienten untersucht, die zwischen 2010 und 2014 wegen einer Fraktur des Acetabulums mit einer Plattenosteosynthese versorgt worden sind. Alle Eingriffe sind von demselben Operateur durchgeführt worden. Nach multivariater Datenanalyse zeigte sich ein starker Einfluss einer verlängerten Operationsdauer > 3 h auf die Wundinfektionsrate (OR: 9,451, KI: 1,121 – 1,564, p = 0,008). So dauerten Eingriffe in der Infektionsgruppe (n = 14) im Durchschnitt 192,7 min (± 72,3), während die durchschnittliche Operationsdauer in der Patientengruppe ohne Wundinfektion (n = 236) nur 149,4 min (± 47,5) betrug (p = 0,024).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 215 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 16: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Osteosynthese bei Acetabulumfraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Iqbal et al. 2017	Osteosynthese bei Acetabulumfraktur (n = 250)	ja

Von den insgesamt 18 dargestellten Publikationen, deren Autoren sich der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Lokal- und Wundkomplikationsrate bei Eingriffen aus Orthopädie und Unfallchirurgie widmeten, bestand in 17 Arbeiten ein positiver Zusammenhang. Die Mehrzahl der Arbeiten bezog sich dabei auf Spondylodesen und die Implantation von Endoprothesen. In lediglich einer Untersuchung, die Bezug auf Spondylodesen nahm, zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang (Sugita et al. 2016). In einer weiteren Publikation, die sich ebenfalls auf Operationen der Wirbelsäule bezog, schien eine verlängerte Eingriffsdauer zwar die postoperative Wundinfektionsrate, nicht aber die Rate an Implantatinfektionen zu beeinflussen (Tominaga et al. 2016b). Ein ähnliches Ergebnis ermittelten auch Han und Kang für die Implantation von Knieprothesen. Auch hier bestand eine Korrelation nur für Wundkomplikationen, jedoch nicht für tiefe Infektionen.

4.1.3 Gynäkologie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich acht Arbeiten aus dem Gebiet der Gynäkologie. Davon beschäftigten sich drei Registerarbeiten mit dem Einfluss der Operationszeit auf die Wundkomplikationsrate nach Hysterektomien. Weitere drei Arbeiten haben den Einfluss der Operationszeit nach Mastektomien untersucht und zwei Arbeiten analysierten diesen Zusammenhang für Sectiones.

4.1.3.1 Hysterektomie

Registeruntersuchungen

Auch nach Hysterektomien stellten Infektionen eine wichtige Komplikation dar. Die Autoren der dargestellten Arbeit haben Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen, Organraum-Infektionen und Harnwegsinfektionen nach Hysterektomie anhand der Daten von 13.822 Patientinnen untersucht (Lake et al. 2013). Die Daten dazu stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2009. Das Auftreten oberflächlicher Wundinfektionen wurde bereits ab einer Operationsdauer > 149 min (75. Perzentile) positiv beeinflusst (aOR: 1,84, KI: 1,40 – 2,44, $p < 0,001$). Das Auftreten von Organraum-Infektionen korrelierte zwar positiv mit einer Eingriffsdauer > 149 min (33,1 % der Patientinnen mit Infektion hatten OP-Zeit > 149 min versus 25,0 % der Patientinnen ohne Infektion, $p = 0,03$.), in der multivariaten Analyse bestand jedoch kein signifikanter Zusammenhang (keine genaueren Angaben hierzu vorhanden). Auf die Beziehung der Operationsdauer zu Harnwegsinfekten wird im Kapitel „Operationszeit und Harnwegsinfektionen“ näher eingegangen (siehe 4.12.1.1).

Das postoperative Outcome nach minimalinvasiv durchgeführten Hysterektomien untersuchten auch Hanwright et al. in ihrer 2013 veröffentlichten Publikation und widmeten sich dabei gleich mehreren Komplikationen (Hanwright et al. 2013). An dieser Stelle werden die Ergebnisse vorgestellt, die von den Autoren für postoperative Wundkomplikationen ermittelt wurden. Weitere Ergebnisse sind unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ und „Reoperationsrate“ vorgestellt (siehe 4.2.3.1 und 4.9.4.1). Als Grundlage für ihre Arbeit nutzten Hanwright et al. die NSQIP-Datenbank und fragten diese für die Jahre 2006 – 2010 ab. So erhielten sie die Daten von 6.190 laparoskopischen Hysterektomien, von denen 33,7 % totale laparoskopische Hysterektomien (TLH) und 66,3 % laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomien (LAVH) waren. Wundkomplikationen, zu denen Wundinfektionen

und Wunddehiszenzen zählten, traten nach LAVH mit einer Häufigkeit von 2,2 % und 0,2 % (n = 88, n = 7) auf. Nach TLH entwickelten 1,7 % und 0,1 % der Patientinnen eine der genannten Komplikationen (n = 35, n = 2). Eine Korrelation zwischen der Operationstechnik und der postoperativen Wundkomplikationsrate bestand dabei also nicht (p = 0,227). Ganz im Gegensatz zur Operationszeit: Für sie zeigte sich, dass jede Stunde OP-Dauer mit einer Risikoerhöhung um gut 18 % für eine postoperative Wundkomplikation assoziiert war (OR: 1,184, KI: 1,044 – 1,343, p = 0,009). Die durchschnittliche OP-Zeit betrug dabei nach TLH: 2,66 h (± 1,25) und nach LAVH: 2,20 h (± 1,14).

Ein ähnlich starker Zusammenhang ist auch in einer weiteren großen Registerarbeit ermittelt worden, in der die Datenbank NSQIP für die Jahre 2006 – 2011 nach minimalinvasiv durchgeführten Hysterektomien mit benigner Operationsindikation durchsucht worden ist. Anhand der Daten von insgesamt 7.630 Eingriffen wurde hier untersucht, welche verschiedenen postoperativen Komplikationen speziell von der Operationsdauer beeinflusst worden sind (Catanzarite et al. 2015a). Einer der untersuchten Endpunkte war das postoperative Auftreten von chirurgischen Komplikationen. Diese waren definiert als oberflächliche / tiefe Wundinfektionen, Organraum-Infektionen, Wundheilungsstörungen oder eine Reoperation. Es zeigte sich letztlich, dass chirurgische Komplikationen nach Eingriffen mit einer Dauer > 240 min bereits deutlich häufiger auftraten als nach kürzeren Eingriffen (5,4 % versus 1,5 %, p < 0,001). Außerdem konnte auch gezeigt werden, dass sich das Risiko für eine solche Komplikation dabei alle 60 Minuten um das etwa 1,3-fache erhöhte (OR pro h: 1,32, KI: 1,17 – 1,49, p < 0,001). Für weitere Ergebnisse siehe: „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.3.1), „venöse Thromboembolien“ (4.5.3.1), „Reoperationen“ (4.9.4.1), „Bluttransfusionen“ (4.10.3.1) sowie „Harnwegsinfektionen“ (4.12.1.1).

In allen drei vorgestellten Arbeiten hatte die Operationszeit einen Einfluss auf die postoperative Inzidenz von Wundkomplikationen. Gemeinsam werteten die Autoren aller Arbeiten die Daten von 27.642 Eingriffen aus. Einen erneuten Überblick über die Publikationen gibt Tabelle 17. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 216 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 17: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Hysterektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Lake et al. 2013	Hysterektomie (n = 13.822)	ja
2. Hanwright et al. 2013	Hysterektomie (n = 6.190)	ja
3. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie (n = 7.630)	ja

4.1.3.2 Mastektomie

Registeruntersuchungen

Eine amerikanische Arbeitsgruppe hat im Rahmen einer großen Datenbankuntersuchung Risikofaktoren für das Auftreten von Wundinfektionen nach Mastektomie untersucht (Davis et al. 2013). Die Autoren durchsuchten dazu die Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2009 nach Patientinnen, die sich einer Mastektomie unterzogen hatten. Zur Analyse wurden sowohl partielle als auch radikale Eingriffe eingeschlossen und so die Daten von insgesamt 38.739 Patientinnen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Eingriffe mit einer Dauer > 2 h (> 75. Perzentile) mit einem deutlich erhöhten Risiko assoziiert waren, eine Wundinfektion zu entwickeln (OR: 1,60, KI: 1,39 – 1,84, p > 0,0001).

Die zweite Publikation, in der die Beziehung der Operationszeit zur Wundinfektionsrate bei Mastektomien untersucht worden ist, war ebenfalls eine Registeruntersuchung (Nguyen et al. 2012). Auch die Autoren dieser Arbeit haben die Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2009 nach Mastektomie-Patientinnen durchsucht und ihre Daten hinsichtlich der Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen ausgewertet. Zusätzlich sind außerdem 9.315 Patientinnen zur Analyse einbezogen worden, bei denen eine sofortige Rekonstruktion der Brust erfolgte. Somit ergab sich insgesamt eine Kohorte von 48.393 Patientinnen. In der multivariaten Auswertung der Daten sind jedoch nur die Patientinnen untersucht worden, deren Brust sofort nach der Mastektomie rekonstruiert worden ist (n = 9.315). Dabei zeigte sich schließlich, dass nur eine Operationszeit > 6 h einen Risikofaktor für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen darstellte (aOR: 1,67,

KI: 1,11 – 2,50, p = 0,013). Eine Operationszeit zwischen 3 und 6 h war in der multivariaten Auswertung nicht mit einer erhöhten Infektionsrate assoziiert (aOR: 1,27, KI: 0,98 – 1,64, p = 0,071). Eingriffe < 3 h galten dabei als Referenz. Darüber hinaus untersuchten die Autoren für die Kohorte mit sofortiger Rekonstruktion auch Risikofaktoren für fehlgeschlagene freie Lappenübertragungen. Hier zeigte sich auch ein besonders starker Einfluss ab einer Operationsdauer > 6 h (aOR: 4,35, KI: 2,61 – 7,27, p < 0,001). Außerdem zeigte sich, dass auch hier eine Eingriffsdauer zwischen 3 und 6 h keinen signifikanten Risikofaktor darstellte (aOR: 1,53, KI: 0,95 – 2,44, p = 0,078). Eingriffe von unter dreistündiger Dauer waren auch hier der Referenzwert.

Eine andere Arbeitsgruppe widmete sich in ihrer Arbeit ebenfalls der Frage, welche Faktoren das Auftreten postoperativer Wundinfektionen nach Brustrekonstruktion beeinflussten (Winocour et al. 2015). Nach einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2011 werteten sie dazu die Daten von insgesamt 12.163 Patientinnen (inklusive n = 263 Fälle des eigenen Krankenhauses) aus, die sich einer Brustrekonstruktion direkt nach Mastektomie unterzogen hatten. In der multivariaten Datenauswertung zeigte sich dann ein deutlicher Einfluss einer Operationsdauer > 256 min im Vergleich zu Eingriffen zwischen 0 – 255 min auf die Inzidenz postoperativer Wundinfekte (OR: 1,9, KI: 1,5 – 2,4, p < 0,001). So zeigte sich für Eingriffe, die < 2,5 h dauerten, eine Wundinfektionsrate von 2,5 % und für Eingriffe > 2,5 – 3,25 h eine Rate von 2,9 %. Operationen mit einer Länge von 3,25 – 4,25 h hatten eine Wundinfektionsrate von 3,2 %, während Eingriffe mit einer Dauer > 4,25 h eine Infektionsrate von 5,2 % aufwiesen (p < 0,001).

In allen drei dargestellten Arbeiten war die Operationszeit mit dem Auftreten postoperativer Lokal- und Wundkomplikationen assoziiert. Anzumerken ist allerdings, dass Nguyen et al. und Winocour et al. sehr viel aufwändigere Operationen mit direkter Rekonstruktion untersuchten. Insgesamt wurden die Daten von 60.217 Patientinnen ausgewertet. In Tabelle 18 sind die Untersuchungen und ihre Ergebnisse noch einmal dargestellt. Eine ausführlichere Darstellung ist im Anhang in Tabelle 217 zu finden.

Tabelle 18: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Mastektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Davis et al. 2013	Mastektomie (n = 38.739)	ja
2. Nguyen et al. 2012	Mastektomie + Rekonstruktion (n = 9.315)	ja
3. Winocour et al. 2015	Mastektomie + Rekonstruktion (n = 12.163)	ja

4.1.3.3 Sectio

Bei zwei anderen Untersuchungen, in denen der Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Rate an Lokal- und Wundkomplikationen untersucht worden ist, handelt es sich um eine Multi-Center- und eine Single-Center-Studie, die sich beide auf Sectiones bezogen.

Multi-Center-Studie

Die Autoren haben in dieser Arbeit die Daten von 817 Frauen untersucht, die zwischen den Jahren 2004 und 2008 an einer von vier verschiedenen Kliniken in Lagos per Sectio entbunden haben (Ezechi et al. 2009). Ziel der Untersuchung war es, mögliche Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundinfekte zu ermitteln. Für eine verlängerte Operationszeit zeigte sich in der statistischen Auswertung ein signifikanter Einfluss auf die Inzidenz von Wundinfektionen (OR: 2,87, KI: 1,96 – 5,97, $p < 0,05$). Eine verlängerte Operationszeit war dabei definiert als eine Dauer von > 1 h vom Hautschnitt bis zum Wundverschluss.

Single-Center-Studie

Eine andere nigerianische Studie hat ebenfalls Stellung zu der Frage bezogen, welche Risikofaktoren einen Einfluss auf die postoperative Wundinfektionsrate nach Kaiserschnitten haben könnten (Jido und Garba 2012). Hierzu untersuchten die Autoren die Daten von 485 Patientinnen, die zwischen 2001 und 2002 per Sectio an der Universitätsklinik in Kano entbunden hatten. Dabei zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen zunehmender

Operationszeit und der postoperativen Wundinfektionsrate. So hatten von den Patientinnen mit einer Eingriffsdauer < 60 min n = 20 eine Wundinfektion im Vergleich zu n = 301 Patientinnen ohne Infektion. Nach Eingriffen mit einer Dauer von 60 bis 90 min lag das Verhältnis bei n = 16 versus n = 97 und bei n = 8 versus n = 43 nach > 90-minütigen Sectiones (p = 0,009).

Auch in den beiden vorgestellten Publikationen, die Kaiserschnitte untersuchten, bestand ein Zusammenhang zwischen einer zunehmenden Operationsdauer und der postoperativen Wundinfektionsrate. Untersucht wurde diese Beziehung für insgesamt 1.302 Patientinnen. In der folgenden Tabelle sind die Arbeiten noch einmal kurz dargestellt. Die detailliertere Vorstellung erfolgt im Anhang in Tabelle 218.

Tabelle 19: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Sectio

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Ezechi et al. 2009	Sectio (n = 817)	ja
2. Jido und Garba 2012	Sectio (n = 485)	ja

Letztlich konnte in acht Arbeiten, in denen die Operationszeit zur Wundkomplikationsrate bei gynäkologischen Eingriffen untersucht wurde, ein positiver Zusammenhang zwischen der Eingriffsdauer und der postoperativen Lokal- und Wundkomplikationsrate ermittelt werden.

4.1.4 Neurochirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich fünf Arbeiten aus dem Gebiet der Neurochirurgie.

4.1.4.1 Kranioplastik

Multi-Center-Studie

An zwei koreanischen Universitätskliniken sind zwischen 2004 und 2013 die Daten von 127 Patienten gesammelt worden, die nach einer Dekompressions-Kraniektomie mit einer Kranioplastik versorgt worden sind (Kim et al. 2017). Das primäre Ziel der Autoren war es, verschiedene Materialien zur Defektdeckung zu vergleichen. In Abhängigkeit des verwendeten Materials wurden die Patienten dazu in zwei Gruppen eingeteilt (n = 97 mit Polymethylmetacrylat, n = 30 mit autologem Knochen). Zusätzlich haben die Autoren auch Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen ermittelt. In der Auswertung der Daten konnte jedoch keine signifikante Assoziation zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und einer erhöhten Wundinfektionsrate nachgewiesen werden. So betrug die durchschnittliche Operationszeit in der Gruppe mit autologem Knochen und Wundinfektion 140,0 min (± 7,1) versus 153,4 min (± 55,8) in der Gruppe ohne Wundinfektion (p = 0,9). In der Gruppe, in der mit Fremdmaterial rekonstruiert wurde, betrug die durchschnittliche OP-Zeit 176,9 min (± 43,0) in der Infektionsgruppe versus 166,7 min (± 46,7) unter den Patienten ohne eine Wundinfektion (p = 0,4).

Single-Center-Studie

Eine andere, retrospektiv angelegte Arbeit hat ebenfalls die Daten von 80 Kranioplastik-Patienten untersucht, die zwischen den Jahren 2004 und 2015 an einer koreanischen Klinik operiert worden sind (Wui et al. 2016). Die Autoren werteten die Patientendaten in ihrer Analyse auch hinsichtlich möglicher Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen aus. Doch auch in dieser Arbeit bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten postoperativer Wundinfekte. Die durchschnittliche Operationsdauer lag in der Infektionsgruppe bei 160,7 min (± 80,5) und 128,4 min (± 58,6) in der Kontrollgruppe (p = 0,09).

In keiner der dargestellten Untersuchungen konnte ein Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Wundinfektionsrate festgestellt werden. Die folgende Tabelle gibt noch einmal eine kurze Übersicht über die dargestellten Arbeiten. Eine tiefergehende Vorstellung findet sich im Anhang (siehe Tabelle 219, Anhang).

Tabelle 20: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Kranioplastik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kim et al. 2017	Kranioplastik (n = 127)	nein
2. Wui et al. 2016	Kranioplastik (n = 80)	nein

4.1.4.2 Verschiedene neurochirurgische Eingriffe

Eine sehr umfangreiche Registeruntersuchung ist im Jahr 2017 von Karhade et al. vorgelegt worden (Karhade et al. 2017a). In ihrer Arbeit, in der neben Lokal- und Wundkomplikationen auch weitere Komplikationen infektiöser Genese (siehe 4.2.6.3) untersucht worden sind, analysierten Karhade et al. nach einer NSQIP-Abfrage (2006 – 2014) die Daten von 132.063 neurochirurgischen Eingriffen. Genauere Angaben dazu, um welche Eingriffe es sich dabei im Einzelnen handelte, sind jedoch nicht gemacht worden. Die hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf postoperative Lokal- und Wundkomplikationen, die als das Auftreten einer oberflächlichen Wundinfektion (0,8 %), einer Organraum-Infektion (0,5 %), einer tiefen Wundinfektion (0,6 %) oder einer Wunddehiszenz (0,3 %) definiert waren. Die Operationszeit ist in vier Intervalle eingeteilt worden, wobei das erste als Referenzwert galt (< 82 min). Operationen mit einer Dauer zwischen 82 und 128 min gingen bereits mit einem signifikant erhöhten Risiko für eine post-operative Lokal- oder Wundkomplikation einher (OR: 1,262, KI: 1,095 – 1,454, p = 0,001). Eine weitere Zunahme des Risikos zeigte sich dann auch mit weiter zunehmender OP-Zeit (128 – 200 min: OR: 1,444, KI: 1,255 – 1,661, p < 0,001) bis hin zu einer Verdopplung nach über 200-minütigen Eingriffen (> 200 min: OR: 2,035, KI: 1,777 – 2,33, p < 0,001).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 220 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 21: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / verschiedene neurochirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Karhade et al. 2017a	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 132.063)	ja

4.1.4.3 Resektion intraduraler Spinaltumore

Eine Arbeitsgruppe der Universitätsklinik in Seoul hat untersucht, ob der Einsatz von Fibrinkleber zum Duraverschluss einen positiven Effekt auf die postoperative Lokal- und Wundkomplikationsrate nach der Operation von intraduralen Spinaltumoren hatte (Won et al. 2016). Die Daten der 231 eingeschlossenen Patienten, die zwischen 2008 und 2013 operiert worden sind, werteten die Autoren dabei auch hinsichtlich anderer Risikofaktoren für postoperative Lokal- und Wundkomplikationen innerhalb der ersten drei Monate nach OP aus. Als Komplikationen galten Wundinfektionen, Wunddehiszenzen, Liquor-Leckagen, Hämatome und neurologische Verschlechterung der Patienten. Die multivariate Auswertung der Daten zeigte, dass eine verlängerte Operationszeit > 229 min einen leichten Einfluss auf die Komplikationsrate in diesem Patientenkollektiv zu haben schien (aOR: 1,01, KI: 1,0 – 1,1, p = 0,04).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 221 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 22: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Resektion intraduraler Spinaltumore

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Won et al. 2016	Resektion intraduraler Spinaltumore (n = 231)	ja

4.1.4.4 Resektion von Meningomyelozelen

Risikofaktoren für postoperative Lokal- und Wundkomplikationen nach chirurgischer Intervention bei Meningomyelozele sind ebenfalls in einer Publikation ermittelt worden (Demir et al. 2015). Ausgewertet wurden dazu die Daten von 90 Neugeborenen, die zwischen 2012 und 2014 an einem türkischen Krankenhaus behandelt worden sind. Komplikationen waren definiert als das Auftreten einer Meningitis / Shunt-Infektion (n = 18) oder einer Wundinfektion (n = 12). In der statistischen Auswertung war die Operationszeit jedoch weder signifikant mit der Wundinfektionsrate assoziiert (RR: 2,28, KI: 0,28 – 18,41, p = 0,441) noch bestand ein Einfluss auf die Meningitisrate (RR: 0,618, KI: 0,199 – 1,922, p = 0,406).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 222 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 23: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Resektion von Meningomyelozelen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Demir et al. 2015	Resektion von Meningomyelozelen (n = 90)	nein

Von den zur Beziehung der Operationszeit zu postoperativen Lokal- und Wundkomplikationen gefundenen Arbeiten, die sich auf neurochirurgische Operationen bezogen, bestand in drei Arbeiten keine Assoziation zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und der Lokal- und Wundkomplikationsrate. Ein positiver Zusammenhang bestand in zwei Publikationen.

4.1.5 Gefäßchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich vier Arbeiten aus dem Gebiet der Gefäßchirurgie. Zwei der vier Arbeiten haben dabei verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe untersucht, in den anderen beiden Publikationen wurden ausschließlich Revaskularisierungen analysiert. Alle Arbeiten basierten auf Datenbankabfragen.

4.1.5.1 Revaskularisierung

Registeruntersuchungen

Mit Hilfe einer großen Datenbankabfrage ist von einer amerikanischen Arbeitsgruppe untersucht worden, welche Parameter die Inzidenz postoperativer Wundinfekte nach infrainguinaler Bypass-Operation oder Thrombendarteriektomie beeinflussen (Greenblatt et al. 2011). Dazu wurde die Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2008 abgefragt und die Daten von insgesamt 12.330 Eingriffen retrospektiv ausgewertet. In der multivariaten Datenauswertung konnte dann sowohl für Eingriffe mit einer Dauer von 4 – 6 h (aOR: 1,42, KI: 1,24 – 1,63, $p < 0,05$) als auch für Eingriffe > 6 h (aOR: 1,43, KI: 1,16 – 1,75, $p < 0,05$) ein deutlicher Zusammenhang zu einer erhöhten Wundinfektionsrate nachgewiesen werden. Eingriffe < 4 h galten als Referenz.

In einer weiteren Arbeit ist ebenfalls Stellung zu der Frage genommen worden, welche verschiedenen Risikofaktoren einen Einfluss auf die postoperative Wundinfektionsrate haben. Dazu ist die ACS-NSQIP-Datenbank für das Jahr 2013 nach Patienten durchsucht worden, die sich einer Bypass-Operation der unteren Extremität unterzogen hatten (Aziz et al. 2017). Insgesamt sind dabei die Daten von 2.646 Patienten in die Untersuchung eingeschlossen und ihre Daten anschließend analysiert worden. Einen Einfluss auf die postoperative Wundinfektionsrate schienen dabei unter anderem Operationen mit einer Dauer > 300 min versus 0 – 170 min zu haben (OR: 1,98, KI: 1,32 – 2,96, $p = 0,008$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 223 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 24: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Revaskularisierungen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Greenblatt et al. 2011	Bypass & Thrombendarteriektomie (n = 12.330)	ja
2. Aziz et al. 2017	Bypass (n = 2.646)	ja

4.1.5.2 Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe

Registeruntersuchungen

In einer anderen Arbeit ist untersucht worden, welche Faktoren die postoperative Wundinfektionsrate nach verschiedenen großen gefäßchirurgischen Eingriffen beeinflussen (Wiseman et al. 2015). Nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2012 sind dazu insgesamt 49.817 Eingriffe analysiert worden. Dabei handelte es sich in 8.866 Fällen um offen durchgeführte Operationen von abdominellen Aortenaneurysmen, in 13.248 Fällen um offene aortoiliake Versorgung und in 27.703 Fällen um offene Revaskularisierungen der unteren Extremität. Untersucht wurden zwei Outcomes: Das Auftreten einer Wundinfektion im Krankenhaus und das Auftreten einer Wundinfektion nach Entlassung, jedoch innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Für Wundinfektionen, die sich noch im Krankenhaus entwickelten, zeigte sich ein starker Einfluss für Operationszeiten von 4 – 6 h (OR: 1,7, KI: 1,4 – 1,9, $p < 0,0001$) und > 6 h (OR: 2,1, KI: 1,8 – 2,6, $p < 0,0001$). Eingriffe mit einer Dauer von < 4 h galten hierbei als Referenz. Für Wundinfekte, die erst nach Entlassung auftraten, erhöhte sich das Risiko ebenfalls ab einer OP-Zeit von > 4 h (4 – 6 h: OR: 1,4, KI: 1,3 – 1,5, $p < 0,0001$, > 6 h: OR: 1,5, KI: 1,4 – 1,7, $p < 0,0001$).

Im Rahmen einer anderen Studie wurde die Datenbank des „Michigan Surgical Quality Consortium“ für die Jahre 2005 – 2008 abgefragt (Henke et al. 2010). Die Patientendaten dieses Registers stammen aus 34 verschiedenen Krankenhäusern in Michigan. Die in der vorgestellten Arbeit untersuchte Kohorte (n = 5.862 Patienten) beinhaltete verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe, darunter vor allem Karotisendarterektomien (CEA), Amputationen, endovaskuläre Aortenreparaturen (EVAR), femorale und aortofemorale Bypassoperationen und die Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen (AAA). Ziel der Untersuchung war es unter anderem, den Einfluss verschiedener prä-, peri-, und postoperativer Variablen auf postoperative Komplikationsraten zu ermitteln. So ist beispielsweise auch die Beziehung der Operationsdauer zur postoperativen Morbiditäts- und Wundinfektionsrate analysiert worden. Auf die Morbiditätsrate wird im Abschnitt „allgemeine postoperative Komplikationen“ genauer eingegangen (siehe 4.2.4.4). Für die Wundinfektionsrate konnte ein minimaler Einfluss einer verlängerten Operationsdauer auf die postoperative Inzidenz von Wundinfekten gezeigt werden (OR: 1,01, KI: 1,003 – 1,01, $p < 0,0001$). Die durchschnittlichen Operationszeiten variierten dabei, da die untersuchte Kohorte nach Operationszeitpunkt in zwei Gruppen unterteilt wurde. Gruppe 1 (n = 2.453, OP: 2005 – 2007) hatte eine durchschnittliche OP-Zeit von 156,6 min (± 97,5). In Gruppe 2 (n = 3.409, OP: 2007 – 2008) lag die durchschnittliche Dauer bei 141,2 min (± 113,6).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 224 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 25: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / verschiedene gefäßchirurgische Operationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Wiseman et al. 2015	verschiedene gefäßchirurgische Operationen (n = 49.817)	ja
2. Henke et al. 2010	verschiedene gefäßchirurgische Operationen (n = 5.862)	ja

Somit ist in allen vier vorgestellten Arbeiten, in denen der Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Lokal- und Wundkomplikationsrate bei Gefäßeingriffen untersucht wurde, eine positive Korrelation ermittelt worden.

4.1.6 Plastische Chirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich auch drei Arbeiten aus dem Gebiet der plastischen Chirurgie. Von diesen untersuchten zwei Publikationen die Komplikationsraten nach freier Gewebeübertragung und eine weitere Studie nach verschiedenen plastischen Eingriffen.

4.1.6.1 Freie Gewebeübertragung

Registeruntersuchungen

In der im Folgenden dargestellten Arbeit haben die Autoren ausschließlich den Einfluss der Operationszeit als Risikofaktor auf verschiedene postoperative Komplikationen nach freien, mikrovaskulären Gewebetransplantationen untersucht (Offodile et al. 2017). Sie analysierten dabei den Einfluss der Operationsdauer auf folgende Komplikationen: Fehlschlag einer freien Lappenübertragung, Wundinfektion, Wunddehiszenz, Wund-

komplikation, Pneumonie, tiefe Beinvenenthrombose, pulmonale Embolie, Reoperation, Notwendigkeit einer Bluttransfusion und verlängerte Beatmungspflicht. An dieser Stelle werden jedoch ausschließlich die Ergebnisse für Fehlschläge, Wundinfektionen, Wunddehiszenzen und Wundkomplikationen dargestellt. Die übrigen Komplikationen werden in den jeweiligen Kapiteln vorgestellt (siehe 4.5.6.2, 4.7.4.1, 4.9.6.1 sowie 4.10.4). Die Daten der 2.008 untersuchten Patienten stammten aus einer Abfrage der Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2011. Mit einbezogen wurden sowohl mikrovaskuläre Gewebetransplantationen an Kopf, Hals und Extremitäten (n = 1.056) als auch Gewebetransfers im Rahmen von Brustrekonstruktionen (n = 952). Für Fehlschläge einer freien Lappenübertragung zeigte sich in der multivariaten Auswertung der Daten ein eindeutiger Einfluss einer verlängerten Operationsdauer. Eine Eingriffsdauer < 6 h galt als Referenzwert. Eingriffe mit einer Länge von 6 – 12 h (OR: 4,64, KI: 1,82 – 11,81, p = 0,014) und > 12 h (OR: 5,65, KI: 2,00 – 15,97, p = 0,014) waren unabhängige Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Fehlschläge innerhalb der ersten 30 Tage nach OP. Für das Auftreten von Wundinfektionen zeigte sich hingegen kein signifikanter Einfluss der Eingriffsdauer (< 6 h: Referenz, 6 – 12 h: OR: 0,94, KI: 0,51 – 1,73, p = 0,83, > 12 h: OR: 0,82, KI: 0,32 – 2,11, p = 0,67). In Bezug auf Wunddehiszenzen war lediglich eine Operationszeit > 12 h signifikanter Risikofaktor (OR: 3,90, KI: 1,76 – 8,65, p < 0,001). Für Eingriffe mit einer Dauer zwischen 6 und 12 h bestand kein signifikanter Zusammenhang (OR: 1,87, KI: 0,92 – 3,77, p = 0,08). Operationen mit einer Länge von < 6 h galten hier ebenfalls als Referenz. Darüber hinaus untersuchten die Autoren auch den Einfluss der Operationszeit auf die Inzidenz von Wundkomplikationen insgesamt. Eine genaue Definition dieses Outcomes ist in der Arbeit jedoch nicht zu finden. Die Auswertung ergab, ähnlich wie in Bezug auf Wunddehiszenzen, lediglich einen signifikanten Einfluss ab einer Operationsdauer > 12 h (OR: 2,70, KI: 1,39 – 5,25, p = 0,003). Eingriffe mit einer Dauer von 6 – 12 h waren nicht signifikant mit einem erhöhten Auftreten von Wundkomplikationen assoziiert (OR: 1,47, KI: 0,84 – 2,57, p = 0,17). Eine Operationszeit < 6 h galt auch hier als Referenzwert.

Die Recherche ergab eine zweite, etwas kleinere Arbeit, die sich mit freien Lappenplastiken beschäftigte (Wong et al. 2015). Allerdings wurde hier der Einfluss verschiedener Parameter auf nur eine Komplikation, nämlich Fehlschläge der Lappenübertragung, untersucht. Dazu erfolgte eine NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2009, anhand derer die Daten von 778 Plastiken identifiziert und analysiert worden sind. Der überwiegende Teil der Eingriffe waren Plastiken im Rahmen von Brustrekonstruktionen (62,9 %). Die übrigen Operationen waren Rekonstruktionen an Kopf, Hals, Extremitäten und Stamm und waren recht homogen über die Kohorte verteilt. Die Auswertung der Daten ergab einen signifikanten Einfluss einer verlängerten Operationszeit auf die postoperative

Rate an Fehlschlägen. Als verlängert galten Eingriffe mit einer Dauer > 75. Perzentile, was in dieser Kohorte einer Dauer von 625,5 min entsprach. Eingriffe ab dieser Länge hatten ein zweimal so großes Risiko für einen Fehlschlag der Plastik (aOR: 2,09, KI: 1,01 – 4,31, p = 0,045).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 225 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 26: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / freie Lappenübertragung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Offodile et al. 2017	freie Lappenübertragung (n = 2.008)	ja
2. Wong et al. 2015	freie Lappenübertragung (n = 778)	ja

4.1.6.2 Verschiedene plastische Eingriffe

Eine weitere Arbeit beschäftigte sich primär mit dem Einfluss der ASA-Klassifikation des Patienten auf postoperative Komplikationsraten nach verschiedenen Rekonstruktions-eingriffen, die an mehreren texanischen Kliniken zwischen 2008 und 2012 durchgeführt wurden (Miller et al. 2014). Zusätzlich analysierten die Autoren allerdings auch den Einfluss der Operationsdauer auf die postoperative Komplikationsrate. Komplikationen waren dabei definiert als das Auftreten einer Wundinfektion, einer Dehiszenz, eines Erythems, einer Wundnekrose, eines Seroms, eines Hämatoms, einer verzögerten Wundheilung oder dem Fehlschlag einer Lappenplastik. Insgesamt wurden die Daten von 1.794 Patienten analysiert, die sich einem der folgenden Eingriffe unterzogen hatten: Lappenplastik, Brustrekonstruktion (sofort nach Mastektomie oder zweizeitig), Hautexzision, Lipektomie und Entfernung von Gesichtsfalten. Nach Auswertung der Daten zeigte sich für Patienten ohne Komplikation (n = 1.297) eine mittlere Operationsdauer von 4,12 h, während die Eingriffe von Patienten, die eine der oben genannten Komplikationen entwickelt hatten (n = 497), im Mittel 6,08 h dauerten (p < 0,0001).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 226 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 27: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate nach verschiedenen plastischen Eingriffen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Miller et al. 2014	verschiedene plastische Eingriffe (n = 1.794)	ja

Unter den zur Operationszeit und postoperativen Lokal- und Wundkomplikationen gefundenen Arbeiten befanden sich drei Publikationen, die sich auf plastische Eingriffe bezogen. In allen diesen Arbeiten bestand eine positive Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und der Zunahme postoperativer Lokal- und Wundkomplikationen.

4.1.7 Kinderchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, befanden sich auch zwei Arbeiten aus dem Gebiet der Kinderchirurgie. Davon beschäftigte sich eine Arbeit mit herzchirurgischen Eingriffen bei Kindern und eine Arbeit mit Stomarückverlagerungen.

4.1.7.1 Pädiatrische Herzchirurgie

Primäres Ziel der im Folgenden dargestellten Arbeit war es, den Einfluss einer nasalen MRSA-Kolonisation auf die postoperative Mediastinitisrate nach herzchirurgischen Eingriffen zu untersuchen (Katayanagi 2015). Darüber hinaus wurden auch andere potentielle Risikofaktoren, z. B. die Operationszeit, analysiert. Die Autoren werteten dazu die Daten von insgesamt 174 Patienten aus, die zwischen den Jahren 2002 und 2010 an einer Universitätsklinik in Tokyo operiert wurden. Alle zur Analyse einbezogenen Patienten waren unter 15 Jahre alt und wurden offen operiert. In der univariaten Datenauswertung konnte schließlich gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationszeit zwar mit dem Auftreten einer allgemeinen postoperativen Mediastinitis korrelierte (OR: 1,27, KI: 1,06 – 1,52, $p < 0,01$), speziell für MRSA-Mediastinitiden allerdings kein signifikanter Zusammenhang bestehen zu schien (OR: 1,17, KI: 0,92 – 1,49, $p = 0,19$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 227 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 28: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / pädiatrische Herzchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Katayanagi 2015	herzchirurgische Eingriffe bei Kindern (n = 174)	ja

4.1.7.2 Stoma-Rückverlagerung bei Kindern

Eine andere Arbeitsgruppe hat in ihrer Publikation Risikofaktoren für Lokal- und Wundkomplikationen nach Stoma-Rückverlegungen untersucht (Gonzalez et al. 2017). Nach einer Abfrage der pädiatrischen NSQIP-Datenbank für die Jahre 2012 – 2014 untersuchten die Autoren die Daten von 2.110 Patienten zwischen 0 und 18 Jahren, deren Stoma rückverlagert worden ist. Komplikationen waren definiert als das Auftreten einer oberflächlichen / tiefen Wundinfektion, oder einer Organraum-Infektion. Für Operationen mit einer Dauer > 105 min zeigte sich ein deutlicher Einfluss auf die postoperative Komplikationsrate (OR: 1,78, KI: 1,24 – 2,55, p = 0,002). So wies die Kohorte, deren Eingriff > 105 min dauerte eine Infektionsrate von 9,2 % auf, während nur 5,2 % der Patienten mit einer Operationszeit < 105 min eine lokale Infektion entwickelten (p = 0,0006).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 228 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 29: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Stoma – Rückverlagerung bei Kindern

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gonzalez et al. 2017	Stoma-Rückverlagerung (n = 2.110)	ja

In beiden vorgestellten Untersuchungen bestand somit eine Assoziation zwischen einer Zunahme der Eingriffsdauer und dem Auftreten postoperativer Lokal- und Wundkomplikationen.

4.1.8 Verschiedene Eingriffe

In zwei weiteren Arbeiten, die anhand der Literaturrecherche zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Lokal- und Wundkomplikationsrate gefunden wurden, bezogen sich die Autoren auf verschiedene allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe.

Registeruntersuchung

In einer groß angelegten Arbeit der Tennessee Surgical Quality Collaborative (TSQC) wurden die Daten von 104.632 gefäß- und allgemeinchirurgischen Patienten hinsichtlich des Einflusses der Operationsdauer auf postoperative Komplikationsraten ausgewertet (Daley et al. 2015). Die Daten dazu stammten aus einer Abfrage der ACS-NSQIP-Datenbank (Abfragezeitraum nicht angegeben). Insgesamt wurden 49 verschiedene Eingriffe untersucht, die häufigsten waren dabei: Cholezystektomie (9,7 %), Bauchwandhernien (9,7 %), Kolektomie (8,6 %), Brusteingriffe (8,6 %) und Bypass-Operationen (7,3 %). Untersucht wurde eine Vielzahl postoperativer Komplikationen, auf die im jeweiligen Kapitel erneut eingegangen wird (siehe zum Beispiel 4.4.7). An dieser Stelle liegt der Fokus auf dem Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem Auftreten von oberflächlichen / tiefen Wundinfektionen und Organraum-Infektionen. Es konnte gezeigt werden, dass Eingriffe, deren Dauer über der oberen Grenze des 95 % Konfidenzintervalls der zu erwartenden Operationszeit lag (n = 3.371), mit einem deutlich höheren Risiko für postoperative Wund- und Organraum-Infektionen einhergingen. Auf der anderen Seite zeigte sich, dass besonders kurze Eingriffe (Dauer unter der unteren Grenze des 95 % Konfidenzintervalls der zu erwartenden Operationszeit (n = 628)) ein signifikant niedrigeres Risiko für die genannten Komplikationen hatten. Die Autoren werteten die Daten außerdem hinsichtlich des Auftretens von Komplikationen pro zusätzlicher Stunde Operationszeit aus. So zeigte sich, dass jede zusätzliche Stunde OP-Zeit zu dem Auftreten von 116 postoperativen Komplikationen pro 1.000 Patienten führte. Das Risiko, eine Organraum-Infektion zu entwickeln, begann beispielsweise ab einer Operationsdauer von 42 min mit einer Häufigkeit von 14,4 / 1.000 Fällen / h ($p < 0,001$). Das Risiko für oberflächliche Wundinfektionen begann bereits bei OP-Beginn mit einer Häufigkeit von 14,1 / 1.000 Fällen pro zusätzlicher Stunde Operationszeit ($p < 0,001$). Auch das Risiko für tiefe Wundin-

fektionen erhöhte sich ab der ersten OP-Minute und betrug 6,1 / 1.000 Fälle pro Stunde Operationszeit ($p < 0,001$).

Single-Center-Studie

In einer weiteren Arbeit ist primär die ökonomische Bedeutung von postoperativen Wundinfekten nach allgemein- und gefäßchirurgischen Eingriffen untersucht worden (Boltz et al. 2011). Zusätzlich analysierten die Autoren in ihrer Arbeit jedoch auch, welche verschiedenen Risikofaktoren das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen beeinflussen. Dazu wurden die Daten von insgesamt 2.250 Patienten ausgewertet, die zwischen 2007 und 2009 an einer amerikanischen Universitätsklinik operiert worden waren. 26,2 % der Eingriffe fanden dabei an Kolon / Rektum statt, 15,9 % am oberen Gastrointestinaltrakt, 11,5 % der Eingriffe waren bariatrisch und 9,0 % gefäßchirurgisch. In der Datenauswertung zeigte sich, dass bereits Eingriffe mit einer Dauer zwischen 4 und 8 h einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten postoperativer Wundinfektionen hatten (OR: 1,79, KI: 1,25 – 2,58, $p = 0,002$). Für Eingriffe mit einer Dauer > 8 h zeigte sich zudem eine beinahe lineare Zunahme des Risikos (OR: 3,23, KI: 2,06 – 5,04, $p < 0,0001$). Operationen mit einer Dauer < 4 h galten dabei als Referenzwert. Zusätzlich bezogen sich die Autoren auch auf die Beziehung der Operationszeit zur Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes. Die Ergebnisse hierzu sind im Kapitel „Krankenhausverweildauer“ dargestellt (siehe 4.6.9).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 229 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 30: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / verschiedene allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Daley et al. 2015	allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe (n = 104.632)	ja
2. Boltz et al. 2011	allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe (n = 2.250)	ja

4.1.9 Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (HNO)

Die Autoren einer kleinen asiatischen Single-Center-Studie haben untersucht, ob präoperative Mundhygiene einen positiven Einfluss auf die postoperative Wundinfektionsrate nach operativer Therapie von Mundhöhlen- / Oropharynxkarzinomen hatte (Sato et al. 2011). Sie werteten dazu die Daten von n = 66 Patienten aus, die zwischen 2005 und 2007 an der Universitätsklinik von Hokkaido wegen eines Karzinoms der Mundhöhle beziehungsweise des Oropharynx operiert worden sind. Zusätzlich zur Mundhygiene analysierten die Autoren ihre Daten auch hinsichtlich anderer potentieller Risikofaktoren, so auch in Hinblick auf die Operationszeit. Es zeigte sich, dass Eingriffe von Patienten, die eine Wundinfektion entwickelt hatten (n = 14), im Mittel 391 min (34 – 949) dauerten, während das Patientenkollektiv ohne Wundinfekt (n = 52) nur eine mittlere Operationsdauer von 125 min (25 – 1.220) aufwies (p = 0,01).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 230 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 31: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Resektion von Oropharynxkarzinomen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Sato et al. 2011	Resektion Oropharynxkarzinom (n = 66)	ja

4.1.10 Herzchirurgie

An einem herzchirurgischen Zentrum in Japan sind zwischen den Jahren 2000 und 2005 insgesamt 1.500 Patienten mit einem Koronararterien-Bypass in Off-Pump-Technik (OPCAB) versorgt worden (Nakano et al. 2008). Alle Patienten wurden dabei von demselben Operateur operiert. Das Ziel dieser Studie war es, anhand der gesammelten Patientendaten Risikofaktoren für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen zu ermitteln. Als Wundinfektionen galten sowohl Wundheilungsstörungen als auch oberflächliche und tiefe Wundinfekte, die sich noch während des Krankenhausaufenthaltes entwickelten. Für die Operationszeit ist zwar leidglich eine univariate Auswertung durchgeführt worden, in dieser zeigte sich jedoch eine positive Korrelation zwischen der Eingriffsdauer

und der Wundinfektionsinzidenz für die untersuchte Kohorte. So dauerten Eingriffe der Patienten, die eine Wundinfektion entwickelten (n = 98), im Durchschnitt 304 min (± 81). Bei den Patienten ohne eine Wundinfektion (n = 1.402) betrug die Operationszeit durchschnittlich hingegen lediglich 288 min (± 71) (p = 0,0310).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 231 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 32: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / koronararterieller Bypassoperation

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Nakano et al. 2008	koronararterieller Bypass (Off-Pump) (n = 1.500)	ja

4.1.11 Urologie

In einer Multi-Center-Studie sind verschiedene Schemata zur Antibiotikaprophylaxe hinsichtlich der postoperativen Rate lokaler Infektionen (Prostatitis und Zystitis) nach perinealer Seedimplantation zur Brachytherapie verglichen worden (Taoka et al. 2013). Dazu wurden die Daten von insgesamt 826 Patienten ausgewertet, die sich zwischen 2009 und 2010 eines solchen Eingriffs unterzogen hatten. Zusätzlich zum Antibiotikaschema untersuchten die Autoren auch verschiedene perioperative Parameter, darunter auch die Operationszeit. In der Auswertung zeigte sich, dass die Operationszeit bei allen Patienten, die eine Infektion entwickelt hatten (1,2 %, n = 6), über 60 min betrug. In der Vergleichsgruppe (n = 297) mit einer Operationszeit < 60 min entwickelte zwar keiner der Patienten eine Infektion, dennoch war dieser Zusammenhang nicht signifikant (p = 0,088). Für die untersuchte Kohorte bestand also keine signifikante Assoziation zwischen einer verlängerten Operationsdauer und dem Auftreten von lokalen Infektionen. Es sei allerdings angemerkt, dass die Infektionsrate in der untersuchten Kohorte generell sehr niedrig war. So entwickelten lediglich 6 der 826 untersuchten Patienten eine Infektion.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 232 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 33: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate lokaler Infektionen / perineale Seedimplantation zur Brachytherapie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Taoka et al. 2013	perineale Seedimplantation zur Brachytherapie (n = 826)	nein

4.1.12 Fazit

Von den insgesamt n = 77 Studien, in denen die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an Lokal- und Wundkomplikationen untersucht worden ist, bestand in n = 66 Arbeiten ein positiver Zusammenhang zwischen der Zunahme der Operationsdauer und einer ansteigenden Rate an Lokal- und Wundkomplikationen. In n = 11 Arbeiten war dies hingegen nicht der Fall. Insbesondere in den Publikationen, die sich auf Eingriffe der Allgemeinchirurgie (26 Arbeiten mit positivem Zusammenhang (+) / 6 Arbeiten ohne einen Zusammenhang (-)), der Orthopädie und Unfallchirurgie (17 + / 1 -) und der Gynäkologie (8 + / 0 -) bezogen, ermittelte die Mehrheit der Autoren einen positiven Zusammenhang zwischen Wundkomplikationen und der Eingriffsdauer. Demgegenüber waren Arbeiten aus dem Gebiet der Neurochirurgie die einzigen, in denen diejenigen Arbeiten überwogen, in denen kein Zusammenhang bestand (2 + / 3 -). In zwei Publikationen, in denen Risikofaktoren für oberflächliche sowie tiefe Wundinfektionen nach Wirbelsäuleneingriffen und Knieendoprothesen untersucht wurden, korrelierte lediglich das Auftreten oberflächlicher Wundinfektionen mit einer verlängerten Operationsdauer, während tieferliegende Infektionen von der Operationszeit unbeeinflusst blieben (Tominaga et al. 2016b, Han und Kang 2013).

4.2 Operationszeit und allgemeine postoperative Komplikationen

In insgesamt 58 Arbeiten der insgesamt 260 zur Untersuchung eingeschlossenen Publikationen wurde die Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen untersucht. Welche genauen Komplikationen dieser Gruppe zugeordnet wurden, ist Tabelle 199 im Anhang zu entnehmen.

4.2.1 Orthopädie & Unfallchirurgie

Von den 58 Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen gefunden wurden, bezogen sich 23 Arbeiten auf Eingriffe aus Orthopädie und Unfallchirurgie. Unter ihnen wiederum beschäftigte sich die Mehrheit (n = 11) der Arbeiten mit Operationen der Wirbelsäule.

4.2.1.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Begonnen wird an dieser Stelle mit zwei Publikationen, in denen die Rolle der Operationszeit als alleiniger Parameter im Fokus der Untersuchung stand. Beide Arbeiten sind bereits ausführlich unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.1) vorgestellt worden und werden auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch mehrmalig Erwähnung finden.
So werteten Kim et al. in ihrer Arbeit nach einer NSQIP-Abfrage für 2006 – 2011 die Daten von 4.588 Patienten aus, die sich einer lumbalen Spondylodese unterzogen hatten (Kim et al. 2014a). Untersucht wurde unter anderem auch der Einfluss der Operationszeit auf allgemeine postoperative Komplikationen, die von den Autoren definiert wurden als das Auftreten jeder Art von chirurgischen oder allgemeinmedizinischen Komplikationen. Chirurgische Komplikationen wiederum umfassten das Auftreten einer oberflächlichen oder tiefen Wund- oder Organrauminfektion oder einer Wunddehiszenz. Ihre Beziehung zur Operationszeit ist unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.1) vorgestellt worden. Allgemeinmedizinische Komplikationen wurden von den Autoren als Komplikationen nichtchirurgischer Ursache definiert. Auf sie wird im Verlauf unter „schwere Komplikationen“ detailliert eingegangen (siehe 4.4.2.1). Das Risiko, irgendeine der genannten Komplikationen, also eine chirurgische oder allgemeinmedizinische, zu entwickeln, erhöhte sich in der untersuchten Kohorte bereits ab einer Operationsdauer von 2 – 3 h deutlich (OR: 2,09,

KI: 1,34 – 3,25, p = 0,001) und nahm in etwa proportional zur Operationsdauer weiter zu (3 – 4 h: OR: 2,74, KI: 1,76 – 4,28, p < 0,001; 4 – 5 h: OR: 3,30, KI: 2,07 – 5,27, p < 0,001). So hatten beispielsweise Patienten, deren Eingriffe > 5 h dauerten, ein mehr als fünffach erhöhtes Risiko eine Komplikation zu entwickeln (OR: 5,73, KI: 3,69 – 8,89, p < 0,001).

In einer weiteren Arbeit von Phan et al. hatten Patienten mit einer Eingriffsdauer von 154 – 234 min ein beinahe doppelt so hohes Risiko, eine postoperative Komplikation zu entwickeln wie Patienten, deren Eingriffe kürzer als 154 min waren (OR: 1,75, KI: 1,36 – 2,23, p < 0,001, Phan et al. 2017). Nach sehr langen Eingriffen mit einer Dauer zwischen 235 – 345 min verdreifachte sich das Risiko sogar (OR: 3,19, KI: 2,51 – 4,06, p < 0,001) und nahm auch nach > 345-minütigen Operationen noch einmal zu (OR: 9,88, KI: 7,71 – 12,66, p < 0,001). Durchgeführt wurde diese Untersuchung basierend auf den Daten einer NSQIP-Abfrage für 2010 – 2014. Mit einbezogen wurden dabei ausschließlich erwachsene Patienten, die sich aufgrund einer Wirbelsäulendeformität einer mono- oder multisegmentalen Spondylodese unterzogen hatten. Ziel der Arbeit war es, anhand der Registerdaten zu überprüfen, welche verschiedenen postoperativen Komplikationen speziell von der Operationszeit beeinflusst werden. Der Endpunkt, auf den an dieser Stelle Bezug genommen wird, war das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen, die als das Auftreten einer der folgenden definiert waren: Wundkomplikation, pulmonale Komplikation, venöse Thromboembolie, renale Komplikation, Harnwegsinfektion, periphere Nervenverletzung, kardiale Komplikation, perioperative Bluttransfusion, zerebrovaskuläres Ereignis, Koma, Reoperation, Krankenhauswiederaufnahme, Tod und Krankenhausverweildauer. Auf spezielle Komplikationen, wie zum Beispiel die Krankenhausverweildauer, die Reoperations- oder venöse Thromboembolierate wird in den folgenden Kapiteln separat eingegangen (siehe 4.6.1.1, 4.9.3.1 und 4.5.2.1).

Wie bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ erwähnt, sind auch in der NSQIP-Registeruntersuchung von Schoenfeld et al. Risikofaktoren für verschiedene postoperative Komplikationen nach spinaler Arthrodese ermittelt worden (Schoenfeld et al. 2013a). Die Eingriffe der 5.887 Patienten fanden dabei alle in den Jahren 2005 – 2010 statt. Das Risiko, postoperativ eine oder mehrere Komplikationen zu entwickeln oder zu versterben, verdoppelte sich bereits ab einer Operationszeit > 310 min (entsprach einer Standardabweichung über der durchschnittlichen Operationszeit; OR: 2,2, KI: 1,8 – 2,7, p < 0,001). Erfasst wurden dabei sowohl Major- als auch Minor-Komplikationen. Letztere sind auch noch einmal separat untersucht worden und die Ergebnisse im entsprechenden Kapitel dargestellt (siehe 4.11.1.2).

Ob sich eine verlängerte Operationszeit auch negativ auf die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen nach Revision posteriorer Spondylodesen auswirkte, untersuchten Basques et al. anhand der Daten von 1.287 Patienten, die im Register der NSQIP-Datenbank für die Jahre 2005 – 2013 abrufbar waren (Basques et al. 2017). Untersuchte Endpunkte waren leichte postoperative Komplikationen, schwere postoperative Komplikationen und das Auftreten irgendeiner der genannten Komplikationen. Insgesamt trat eine dieser Komplikationen dabei in 8,2 % (n = 106) der Fälle auf. Leichte Komplikationen definierten die Autoren als das Auftreten einer oberflächlichen Wundinfektion (0,9 %), einer Harnwegsinfektion (1,8 %), einer Pneumonie (0,4 %) oder einer progredienten Niereninsuffizienz (0,1 %).
Schwere postoperative Komplikationen waren wie folgt definiert:
Tod (0,2 %), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (0,1 %), ungeplante Intubation (0,2 %), zerebrovaskuläres Ereignis (0,2 %), venöse Thromboembolie (0,8 %), Herzstillstand (0,1 %), Myokardinfarkt (0,2 %), akutes Nierenversagen (0,1 %), Sepsis (0,7 %), septischer Schock (0,2 %), Reoperation (3,5 %), Wunddehiszenz (0,1 %), tiefe Wundinfektion (0,6 %), Organraum-Infektion (0,2 %) und periphere Nervenverletzung (0,1 %).
Das Risiko, postoperativ eine der genannten, also eine leichte oder eine schwere Komplikation zu erleiden, erhöhte sich ab einer Operationszeit > 310 min deutlich (RR: 1,6, KI: nicht angegeben, p = 0,03). Die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an leichten Komplikationen wird im entsprechenden Kapitel detaillierter behandelt (siehe 4.11.1.2). Auf schwere postoperative Komplikationen und ihre Verbindung zur OP-Zeit ist in der Untersuchung von Basques et al. nicht gesondert eingegangen worden. Es bleibt daher unklar, ob es keinen signifikanten Zusammenhang gab, oder ob schlicht keine Regressionsanalyse durchgeführt worden ist.

Welche verschiedenen Faktoren das Risiko für die Entwicklung einer Hospital-Acquired Condition (HAC) nach Wirbelsäuleneingriffen erhöhen, ist 2017 von Di Capua et al. untersucht worden (Di Capua et al. 2017b). Bei dieser Arbeit handelt es sich ebenfalls um eine Registeruntersuchung. Die Datenbank NSQIP wurde dazu von den Autoren nach Patienten durchsucht, die sich zwischen 2010 und 2014 aufgrund einer Wirbelsäulendeformität einer Wirbelkörperfusion unterzogen hatten. So wurden insgesamt 5.819 Patienten zur Untersuchung einbezogen. Eine HAC war definiert als das postoperative Auftreten einer Wundinfektion, einer Harnwegsinfektion oder einer venösen Thromboembolie. Insgesamt entwickelten 5,4 % der Patienten eine HAC, wovon 2,1 % einen Harnwegsinfekt hatten, 1,9 % eine Wundinfektion und 1,8 % eine venöse Thromboembolie. In der Auswertung konnte gezeigt werden, dass Patienten mit einer Operationsdauer von > 4 h ein deutlich erhöhtes Risiko hatten, eine HAC zu entwickeln (OR: 2,42, KI: 1,82 – 3,21, p < 0,001).

Welche verschiedenen Risikofaktoren das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen und die Krankenhauswiederaufnahmerate (siehe 4.3.3.1) nach Wirbelsäuleneingriffen beeinflussten, ist von Saleh et al. speziell für ältere Patienten von mindestens 80 Jahren untersucht worden (Saleh et al. 2017). Für ihre Untersuchung fragten sie das NSQIP-Register für die Jahre 2005 – 2013 nach älteren Patienten ab, die an der lumbalen Wirbelsäule operiert worden sind, und erhielten so die Daten von insgesamt 2.320 Eingriffen, die sie retrospektiv auswerteten. Verglichen mit Patienten, deren Operationen weniger als 120 min dauerten, hatten Patienten, deren Eingriffe zwischen 120 und 180 min dauerten, ein erhöhtes Risiko, postoperativ eine allgemeine Komplikation zu entwickeln (OR: 1,77, KI: 1,27 – 2,47, $p < 0,05$). Unter Patienten, deren Eingriffe > 180 min dauerten, erhöhte sich dieses Risiko noch einmal (OR: 3,07, KI: 2,23 – 4,22, $p < 0,005$). Die erfassten Komplikationen beinhalteten dabei: Sepsis, pulmonale Embolie, tiefe Wundinfektion, ungeplante Intubation, zerebrovaskuläre Ereignisse, Myokardinfarkt, Herzstillstand, verlängerte Beatmungspflichtigkeit, Organraum-Infektionen, Schock, akutes Nierenversagen, periphere Nervenverletzung, Bluttransfusion, Harnwegsinfektion, tiefe Beinvenenthrombose, oberflächliche Wundinfektion, Pneumonie, progrediente Niereninsuffizienz.

In einer anderen Publikation ist die Beziehung der Operationsdauer zur postoperativen Komplikationsrate für zervikale anteriore Diskektomie und Fusion untersucht worden (Martin et al. 2014). Von den 2.881 Patienten sind 597 ambulant operiert worden. Als Quelle für die Patientendaten diente die Datenbank NSQIP, die für die Jahre 2005 – 2010 abgefragt worden ist. Einer der Endpunkte dieser Arbeit war das Auftreten einer allgemeinen postoperativen Komplikation (n = 92, 3,2 %), die definiert war als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen:
Wundinfektion (0,3 %), tiefe Wundinfektion (0,2 %), Organraum-Infektion (0,1 %), Wunddehiszenz (< 0,1%), jede Art von Wundkomplikation (0,6 %), Pneumonie (0,4 %), ungeplante Intubation (0,4 %), TVT (0,2 %), pulmonale Embolie (0,1 %), Niereninsuffizienz (0 %), akutes Nierenversagen (< 0,1 %), Harnwegsinfektion (0,6 %), Schlaganfall (0,1 %), Koma > 24 h (0 %), periphere Nervenverletzung (< 0,1 %), Herzstillstand (0 %), Myokardinfarkt (0,1 %), Bluttransfusion (0,3 %), Transplantatversagen (< 0,1 %), Sepsis (0,1 %), septischer Schock (0,1 %), Reoperation (1,2 %), Tod (0,2 %).
Im Vergleich zu Patienten mit Eingriffen unter 120 min entwickelten Patienten mit einer Operationszeit > 120 min beinahe doppelt so häufig eine der oben genannten Komplikationen (aOR: 1,94, KI: 1,25 – 2,99, $p < 0,05$).

Die gleiche Arbeitsgruppe hat eine ganz ähnliche Untersuchung auch für lumbale Diskektomien durchgeführt (Pugely et al. 2013b). Nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre

2005 – 2010 sind die Daten von 4.310 Patienten ausgewertet worden. Auch in dieser Kohorte gab es eine große Gruppe an ambulant operierten Patienten (n = 1652). Denn primäres Ziel der Untersuchung war es, Komplikationsraten zwischen ambulant und stationär behandelten Patienten zu vergleichen. Die Autoren werteten jedoch auch die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Komplikationsrate für das gesamte Patientenkollektiv aus. Untersuchtes Outcome war dabei das Auftreten einer allgemeinen postoperativen Komplikation, also einer der folgenden:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, jede Art von Wundkomplikation, Pneumonie, ungeplante Intubation, TVT, pulmonale Embolie, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion, Transplantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Nach multivariater Auswertung der Daten konnten die Autoren zeigen, dass Patienten mit einer Operationszeit > 150 min deutlich häufiger eine der oben genannten Komplikationen entwickelt hatten als Patienten mit kürzeren Eingriffszeiten (aOR: 1,709, KI: 1,066 – 2,740, $p < 0,05$).

In einer anderen Publikation nutzten die Autoren im Gegensatz zu den meisten anderen Arbeitsgruppen die Veterans Affairs' NSQIP-Datenbank. Dabei handelt es sich um eine Datenbank, in der die Daten von Veteranen gesammelt werden, die sich an einer von 123 teilnehmenden amerikanischen Kliniken einer Operation unter Allgemein-, Spinal-, oder Epiduralanästhesie unterzogen hatten. Ausgenommen sind dabei herzchirurgische Eingriffe. Dieses Register durchsuchten die Autoren für die Jahre 1997 – 2006 nach spinalen Dekompressions- und Spondylodeseeingriffen (Veeravagu et al. 2009). Nach dieser Abfrage erhielten sie die Daten von insgesamt 24.774 Eingriffen, die sie dann hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für eine innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage auftretenden Infektion auswerteten. Diese Infektionen umfassten dabei das Auftreten einer tiefen Wundinfektion (n = 287; 1,16 %), einer oberflächlichen Wundinfektion (n = 468; 1,89 %) oder einer Sepsis (n = 113; 0,46 %). Bereits ab einer Operationszeit von > 3 h zeigte sich eine deutliche Risikoerhöhung um etwa 30 % dafür, postoperativ eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln (< 3 h: Referenz; 3 – 6 h: OR: 1,33, KI: 1,12 – 1,58, $p < 0,05$). Eine zwar nur leichte, aber dennoch weitere Zunahme dieses Risikos zeigte sich dann auch nach über 6-stündigen Eingriffen (OR: 1,40, KI: 1,02 – 1,93, $p < 0,05$).

Eine weitere Publikation, in der allerdings andere Infektionen untersucht worden sind, ist im Jahr 2018 vorgelegt und zuvor schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen" besprochen worden (siehe 4.1.2.1). Von den insgesamt 173 / 3.353 (5,2 %) Patienten, die hier post-

operativ eine Komplikation infektiöser Genese entwickelten, handelte es sich in n = 111 Fällen um eine nicht-wundassoziierte Infektion (Lim et al. 2018). Diese Komplikationen umfassten n = 20 (0,6 %) Pneumonien, n = 73 (2,2 %) Harnwegsinfektionen und in n = 37 (1,1 %) Fällen eine Sepsis oder einen septischen Schock. Einen wichtigen Risikofaktor für das Auftreten einer der genannten Komplikationen stellte eine verlängerte Operationszeit > 6 h dar (OR: 3,563, KI: 2,082 – 6,097, p < 0,001). Eingriffe, die zwischen 3 und 6 h dauerten, waren nicht signifikant mit einer erhöhten Infektionsrate assoziiert (< 3 h: Referenz; 3 – 6 h: OR: 1,074, KI: 0,695 – 1,658, p = 0,748).

Single-Center-Studie

Abschließend sei an dieser Stelle noch auf eine weitere Arbeit hingewiesen, deren Autoren die Daten von insgesamt 602 Patienten retrospektiv auswerteten, die sich zwischen 2001 und 2011 an einer koreanischen Universitätsklinik einem Eingriff zur Korrektur einer vorbestehenden Skoliose unterzogen hatten (Seo et al. 2013). Das Patientenkollektiv ist hierbei nach ihrem Alter in eine Gruppe mit unter 20-jährigen Patienten (n = 450) und eine Gruppe mit über 20-jährigen Patienten (n = 152) unterteilt worden. In der Gruppe der unter 20-jährigen entwickelten insgesamt 49 (10,9 %) Patienten eine postoperative Komplikation. In der Gruppe der Erwachsenen waren es 18 (11,8 %) Patienten. Postoperative Komplikationen beinhalteten dabei das Auftreten einer der folgenden: Pleuraerguss (U20 n = 11 / Ü20 n = 1), Lungenödem / Stauung (n = 3 / n = 4), Pneumo- / Hämatothorax (n = 2 / n = 0), Pneumonie (n = 1 / n = 0), Atelektase (n = 2 / n = 0), Arrhythmie (n = 2 / n = 0), Hypotension (n = 2 / n = 4), Herzinsuffizienz (n = 1 / n = 0), Ileus (n = 9 / n = 6), pseudomembranöse Kolitis (n = 1 / n = 0), erhöhte Leberenzyme (n = 5 / n = 4), Tod (n = 1 / n = 0), verzögerte Extubation (n = 12 / n = 6) oder sonstige (Wundinfektion / Stimmbandschädigung / Transfusionsreaktion) (n = 12 / n = 3). Letztendlich war eine Verlängerung der Operationszeit sowohl in der U20-Gruppe als auch in der Ü20-Gruppe mit einem erhöhten Risiko für eine der oben genannten Komplikationen assoziiert (OR: 1,01, KI: 1,00 – 1,04, p < 0,05; OR: 1,01, KI: 1,00 – 1,02, p < 0,05). Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei 263,4 min (± 55,1) in der U20-Gruppe und 286,5 min (± 76,6) in der Ü20-Gruppe.

In allen elf Publikationen bestand ein Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen. Die Ergebnisse sind noch einmal in Tabelle 34 und ausführlicher in Tabelle 233 im Anhang zusammengefasst. Die Gesamtheit der untersuchten Eingriffe betrug n = 61.159 Fälle.

Tabelle 34: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	ja
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja
3. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	ja
4. Basques et al. 2017	Revision posteriorer Spondylodese (n = 1.287)	ja
5. Di Capua et al. 2017b	Spondylodese bei Wirbelsäulendeformität (n = 5.819)	ja
6. Saleh et al. 2017	verschiedene Eingriffe der lumbalen Wirbelsäule (n = 2.320)	ja
7. Martin et al. 2014	zervikale Diskektomie & Spondylodese (n = 2.881)	ja
8. Pugely et al. 2013b	lumbale Diskektomie (n = 4.310)	ja
9. Veeravagu et al. 2009	spinale Dekompression und Spondylodese (n = 24.774)	ja
10. Lim et al. 2018	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 3.353)	ja
11. Seo et al. 2013	Korrektur-OP bei Skoliose (n = 602)	ja

4.2.1.2 Endoprothetik

Unter den zur Beziehung der Operationszeit zu allgemeinen postoperativen Komplikationen gefundenen Arbeiten befanden sich auch fünf Untersuchungen zur Endoprothetik. Dabei handelte es sich in allen Fällen um Registeruntersuchungen.

Implantation von Knieprothesen

Auf die Implantation von primären Knieprothesen bezogen zwei Publikationen. Zunächst soll hier auf eine große Registerarbeit (NSQIP-Abfrage 2006 – 2010) Bezug genommen werden, die bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.2) vorgestellt worden ist und auch im weiteren Verlauf der Dissertation noch mehrfach zitiert wird (Belmont et al. 2014). Ziel dieser Untersuchung war es, anhand der Daten von 15.321 Patienten zu ermitteln, welche verschiedenen Risikofaktoren postoperative Komplikationsraten nach Implantation einer primären unilateralen Knieprothese beeinflussen.
Ein Endpunkt der Arbeit war das Auftreten von allgemeinen postoperativen Komplikationen. Diese waren definiert als das Auftreten einer der übrigen untersuchten Komplikationen, also einer lokalen Komplikation (siehe 4.1.2.2) oder einer schweren (siehe 4.4.2.2) beziehungsweise leichten systemischen Komplikation (siehe 4.11.1.4). Nach multivariater Datenauswertung zeigte sich, dass Patienten ab einer Operationsdauer > 135 min ein deutlich erhöhtes Risiko hatten, eine allgemeine postoperative Komplikation (OR: 1,60, KI: 1,33 – 1,94, $p < 0,05$) zu entwickeln.

Primäres Ziel einer weiteren Publikation, die sich auf Knieprothesen bezog, war es, Komplikationsraten in Abhängigkeit der gewählten Narkoseart (spinale (n = 6.030) vs. (versus) Allgemeinanästhesie (n = 8.022)) zu vergleichen (Pugely et al. 2013a). Untersucht wurde, nach einer NSQIP-Abfrage für 2005 – 2010, ein 14.052 Fälle umfassendes Patientenkollektiv. Es handelte sich bei allen Eingriffen um primäre und unilaterale Knieprothesenimplantationen. Im Rahmen der statistischen Auswertung untersuchten die Autoren auch den Einfluss der Operationszeit auf allgemeine postoperative Komplikationen. Diese Komplikationen waren definiert als das Auftreten einer der folgenden:
Wundinfektion, Wunddehiszenz, pulmonale Embolie, TVT, Pneumonie, ungeplante Intubation, akutes Nierenversagen / Niereninsuffizienz (Kreatininanstieg > 2 mg/dl), Myokardinfarkt, Herzstillstand, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Harnwegsinfektion, Bluttransfusion, Implantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Es zeigte sich schließlich, dass sich das Risiko, eine der genannten Komplikationen zu erleiden, mit verlängerter Operationszeit signifikant erhöhen zu schien (aOR: 1,003, KI: 1,001 – 1,004, $p = 0,0007$). Die durchschnittliche Eingriffsdauer betrug dabei 95,81 min (± 36,06) in der Gruppe mit spinaler Anästhesie und 99,52 min (± 40,17) in der Gruppe mit Allgemeinanästhesie.

Implantation von Knie- und Hüftprothesen

Zu diesem Thema ist im Jahr 2017 eine weitere, sehr große Arbeit von Duchman et al. vorgelegt worden. Auf sie wurde schon ausführlich unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ eingegangen (siehe 4.1.2.5), da die Autoren in ihrer Arbeit die Beziehung der Operationszeit zu verschiedenen Komplikationen untersuchten (Duchman et al. 2017). Um an die Patientendaten zu gelangen, fragten die Autoren die Datenbank NSQIP für die Jahre 2011 – 2013 nach primär implantierten Knie- und Hüftendoprothesen ab. Von den 99.444 Patienten wurden 59,5 % mit einer Knieprothese versorgt, und 40,5 % der Patienten hatten sich einer Hüftoperation unterzogen. Allgemeine postoperative Komplikationen waren in dieser Untersuchung als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen definiert:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Wundkomplikation, Pneumonie, ungeplante Intubation, TVT, pulmonale Embolie, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, postoperative Bluttransfusion, Implantatversagen, postoperative Sepsis, septischer Schock, Krankenhauswiederaufnahmerate, Reoperation oder Tod.
Nach Auswertung der Daten zeigte sich ein beinahe linearer Zusammenhang zwischen zunehmender Operationsdauer und dem Risiko, eine der genannten Komplikationen zu entwickeln. Während Eingriffe mit einer Dauer von 60 – 120 min als Referenz galten (120 min entsprach 75. Perzentile), hatten Patienten mit einer OP-Dauer von 121 – 150 min beziehungsweise 151 – 180 min ein noch leicht erhöhtes Risiko (aOR: 1,149, KI: 1,049 – 1,258, $p < 0,05$; 151 – 180 min: aOR: 1,242, KI: 1,076 – 1,433, $p < 0,05$). Patienten mit einer Operationsdauer > 180 min wiederum wiesen bereits ein mehr als 1,5-fach erhöhtes Risiko für eine postoperative Komplikation auf (aOR: 1,891, KI: 1,624 – 2,203, $p < 0,05$). Eingriffe zwischen 30 und 60 min beziehungsweise < 30 min schienen keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Komplikationsrate zu haben (30 – 60 min: aOR: 0,938, KI: 0,857 – 1,026, $p < 0,05$; < 30 min: aOR: 1,31, KI: 0,657 – 2,611, $p > 0,05$).

Implantation von Hüftprothesen

In der Publikation von Haughom et al. werteten die Autoren nach einer NSQIP-Abfrage die Daten von 13.109 Patienten aus, die zwischen 2005 und 2012 operiert worden sind. Dabei wurden n = 3.462 Eingriffe mit einem Resident durchgeführt und n = 9.647 Operationen ohne einen. Erfasst wurde das Auftreten einer der folgenden Komplikationen innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage:

Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, TVT, pulmonale Embolie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Wiederaufnahme ins Krankenhaus, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Sepsis, Reoperation, Tod.
Neben dem Einfluss durch „Resident-Teilnahme“ ist auch der Einfluss verschiedener weiterer Faktoren untersucht worden, unter anderem auch der Operationszeit. So konnte gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationsdauer einen deutlichen Einfluss auf die postoperative Komplikationsrate zu haben schien (OR: 1,17, KI: 1,10 – 1,24, $p < 0.001$). Es zeigte sich außerdem, dass Eingriffe mit „Resident-Teilnahme“ zwar etwas länger dauerten (107,54 versus 92,14 min, $p < 0,001$), es aber trotz der verlängerten Operationsdauer zu keinem signifikanten Anstieg der postoperativen Komplikationsrate gekommen sei.

Implantation von Schulterprothesen

Unter den identifizierten Arbeiten befand sich auch eine weitere zur Schulterprothetik. Auch hier handelte es sich um eine Publikation, die auf Registerdaten basierte. So fragten Anthony et al. die Datenbank NSQIP für die Jahre 2006 – 2011 ab und erhielten die Daten von insgesamt 1.922 Schulterprothesenimplantationen (Anthony et al. 2015). In dem untersuchten Kollektiv entwickelten 155 (8 %) Patienten eine allgemeine postoperative Komplikation. Am häufigsten handelte es sich dabei um Blutungen mit Transfusionsfolge (n = 82 (4,26 %)), Harnwegsinfektionen (n = 27 (1,40 %)), Reoperationen (n = 14 (0,73 %)), Pneumonien (n = 10 (0,52 %)) und periphere Nervenverletzungen (n = 9 (0,47 %)). Das Risiko, eine der genannten oder eine andere Komplikation zu entwickeln, verdoppelte sich für Patienten, deren Eingriffe länger als 2 h dauerten im Vergleich zu Patienten mit Eingriffszeiten < 2 h (OR: 2, KI: 2 – 3, $p < 0,05$). Zusätzlich untersuchten die Autoren in ihrer Arbeit auch noch einmal gezielt, welchen Einfluss die Operationszeit ausschließlich auf leichte Komplikationen hatte (siehe 4.11.1.6).

In allen fünf vorgestellten Publikationen konnte gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen nach Prothesenimplantation bestand. Die Ergebnisse sind im Einzelnen noch einmal in Tabelle 234 im Anhang und in der hier folgenden Tabelle zusammengefasst. Insgesamt wurden n = 143.848 Eingriffe ausgewertet.

Tabelle 35: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Endoprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	ja
2. Pugely et al. 2013a	Knieprothese (n = 14.052)	ja
3. Duchman et al. 2017	Knie- und Hüftprothese (n = 99.444)	ja
4. Haughom et al. 2014	Hüftprothese (n = 13.109)	ja
5. Anthony et al. 2015	Schulterprothese (n = 1.922)	ja

4.2.1.3 Arthroskopische Eingriffe

Insgesamt befanden sich unter den zur Beziehung der Operationszeit zum postoperativen Auftreten allgemeiner Komplikationen gefundenen Untersuchungen auch drei Arbeiten zu Arthroskopien. Sie alle waren Registerarbeiten.

Schulterarthroskopie

Die in dieser Dissertation bereits mehrmals zitierte Arbeitsgruppe um Martin und Pugely hat zusätzlich zu der Vielzahl an Publikationen zu Wirbelsäulenchirurgie und Endoprothetik auch eine große Registerarbeit mit Bezug auf Schulterarthroskopien vorgelegt (Martin et al. 2013a). Ähnlich wie in den vorangegangenen Arbeiten ging es auch in dieser Publikation darum, herauszufinden, welche Faktoren das postoperative Outcome beeinflussen. Hierzu werteten sie nach einer NSQIP-Abfrage die Daten von 9.410 zwischen 2005 und 2011 durchgeführten Schulterarthroskopien aus. In Bezug auf die Operationszeit untersuchte Endpunkte waren das Auftreten einer allgemeinen sowie einer leichten postoperativen Komplikation (siehe 4.11.1.1). Die Definition allgemeiner postoperativer Komplikationen orientierte sich, wie in den meisten anderen Arbeiten auch, an der offiziellen NSQIP-Definition und beinhaltete das Auftreten einer der folgenden:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, TVT, pulmonale Embolie, Nieren-insuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h,

periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion, Implantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Die allgemeine Komplikationsrate lag in der untersuchten Kohorte bei 1,1 % (n = 109), und es konnte gezeigt werden, dass Patienten mit einer Arthroskopiedauer von über 90 min ein mehr als doppelt so hohes Risiko hatten, postoperativ eine Komplikation zu entwickeln wie Patienten mit einem kürzeren Eingriff (aOR: 2,10, KI: 1,32 – 3,36, p < 0,05).

Die Literatursuche ergab auch noch eine weitere Publikation, deren Ziel es war, Risikofaktoren für postoperative Komplikationen nach Schulterarthroskopien zu ermitteln (Shields et al. 2015). Nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2011 wurden insgesamt 10.255 Fälle retrospektiv ausgewertet. Endpunkt der Arbeit war das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen, die definiert waren als das Auftreten einer der folgenden:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, TVT, pulmonale Embolie, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, zerebrovaskuläres Ereignis, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Diese Gruppe an Komplikationen wurde in der Untersuchung noch einmal weiter unterteilt in leichte und schwere Komplikationen, für die wiederum auch jeweils eine weitere separate Analyse der Risikofaktoren durchgeführt wurde (siehe 4.11.1.1 und 4.4.2.3). Bei einer Inzidenz von 119 Komplikationen in 103 Fällen (1 %) ergab die Datenauswertung für Patienten mit einer Operationszeit > 90 min ein etwa um das Doppelte erhöhtes Risiko, eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln (aOR: 1,93, KI: 1,21 – 3,07, p = 0,01). Dabei war die häufigste Komplikation die Erforderlichkeit einer Reoperation innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage (n = 34, 29 %).

Kniearthroskopie

Die Arbeitsgruppe um Martin et al. hat die Beziehung der Operationszeit zum postoperativen Outcome nicht nur nach Schulter-, sondern auch nach Kniearthroskopien untersucht (Martin et al. 2013b). Auch bei dieser Publikation handelte es sich um eine Registeruntersuchung, in der nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2010 die Daten von insgesamt 12.271 Patienten untersucht worden sind. Bei allen Eingriffen handelte es sich um elektiv durchgeführte Arthroskopien des Knies. Wie in zahlreichen anderen Publikationen zuvor, untersuchten auch die Autoren dieser Arbeit das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen insgesamt und in einem weiteren Schritt noch

einmal speziell das Auftreten von leichten, beziehungsweise schweren Komplikationen (siehe 4.11.1.3 und 4.4.2.3). Die Definition dieser Komplikationen orientierte sich auch hier an der offiziellen NSQIP-Definition und umfasste das Auftreten einer der folgenden:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, TVT, pulmonale Embolie, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion, Implantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Insgesamt entwickelten n = 199 (1,6 %) Patienten eine der oben genannten allgemeinen postoperativen Komplikationen. Nach statistischer Auswertung der Daten zeigte sich schließlich, dass Patienten mit einer Eingriffsdauer von über 90 min ein deutlich höheres Risiko hatten, postoperativ eine Komplikation zu entwickeln als Patienten, deren Eingriffe unter 90 min dauerten (aOR: 1,84, KI: 1,21 – 2,78, $p < 0,05$).

In allen drei vorgestellten Publikationen zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und der postoperativen Komplikationsrate. Die Arbeiten sind in Tabelle 36 noch einmal kurz zusammengefasst. Eine detailliertere Darstellung ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 235, Anhang). Die insgesamt untersuchte Kohorte umfasste 31.936 Patienten.

Tabelle 36: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Arthroskopie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Martin et al. 2013a	Schulterarthroskopie (n = 9.410)	ja
2. Shields et al. 2015	Schulterarthroskopie (n = 10.255)	ja
3. Martin et al. 2013b	Kniearthroskopie (n = 12.271)	ja

4.2.1.4 Proximale Femurfraktur

Insgesamt befanden sich unter den zur Beziehung der Operationszeit zum postoperativen Auftreten allgemeiner Komplikationen gefundenen Untersuchungen auch zwei Arbeiten zu proximalen Femurfrakturen. Auch sie waren Registerarbeiten.

Registeruntersuchungen

Ziel der Arbeitsgruppe um Pugely et al. war es, ein Modell zur Risikokalkulation für Patienten zu entwickeln, die wegen einer proximalen Femurfraktur operiert worden sind (Pugely et al. 2014). Zur Entwicklung dieses Modells werteten sie die NSQIP-Daten von 4.331 Patienten aus, deren Femurfraktur zwischen 2005 – 2010 versorgt worden ist. Zur Untersuchung eingeschlossen wurden dabei alle Patienten mit proximaler Femurfraktur, unabhängig von der Art der operativen Versorgung. So wurden also auch Patienten einbezogen, die mit einer Prothese versorgt worden sind. Die Rate aller allgemeinen postoperativen Komplikationen lag in der untersuchten Kohorte bei 30,0 %. Dazu zählte das Auftreten einer der folgenden Komplikationen:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, TVT, pulmonale Embolie, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion, Implantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Neben dem Einfluss der Operationszeit auf das Auftreten irgendeiner der oben genannten Komplikationen untersuchten die Autoren auch speziell den Einfluss auf leichte Komplikationen (siehe 4.11.1.5) sowie die Mortalität (siehe 4.8.4). Das Risiko, irgendeine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln, erhöhte sich ab einer Operationszeit von über 2 h beinahe um das Doppelte (OR: 1,86, KI: nicht angegeben, $p < 0,05$).

In einer weiteren Arbeit sind ebenfalls Patienten untersucht worden, die wegen einer proximalen Femurfraktur operiert worden sind (Fields et al. 2015). Insgesamt handelte es sich um eine 6.133 Patienten umfassende Kohorte. Die Patientendaten stammten aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2010 – 2012. Primär untersuchter Endpunkt der Arbeit war das Auftreten von allgemeinen postoperativen Komplikationen, definiert als eine der folgenden:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, TVT, pulmonale Embolie, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion innerhalb von 72 h, Implantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation innerhalb von 30 Tagen, Tod.
Nach multivariater Datenauswertung konnte gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationszeit im untersuchten Kollektiv einen deutlichen Einfluss auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen hatte (OR: 1,88, KI: 1,60 – 2,21, $p < 0,0001$). Dabei lag die durchschnittliche Eingriffsdauer, je nach Art der Anästhesie, bei 65,36 min (± 45,99) nach Allgemeinanästhesie ($n = 4.318$) und 55,81 min (± 37,68) nach spinaler Anästhesie ($n = 1.815$).

Wie auch der folgenden Tabelle zu entnehmen ist, bestand in beiden vorgestellten Publikationen ein Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Komplikationsrate. Untersucht wurde dieser Zusammenhang anhand der Daten von insgesamt 10.464 Patienten. In Tabelle 236 im Anhang sind die Ergebnisse noch einmal genauer dargestellt.

Tabelle 37: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / proximale Femurfraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Pugely et al. 2014	proximale Femurfraktur (n = 4.331)	ja
2. Fields et al. 2015	proximale Femurfraktur (n = 6.133)	ja

4.2.1.5 Proximale Humerusfraktur

In der hier vorgestellten Publikation ging es den Autoren in erster Linie darum, die postoperative Komplikationsrate nach offener Reposition mit interner Fixation oder Implantation einer Schulterprothese bei proximaler Humerusfraktur zu vergleichen (Cvetanovich et al. 2016). Von den insgesamt 1.791 Patienten, deren Daten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2006 – 2013 stammten, wurden 1.262 Patienten mit interner Fixation versorgt, 404 Patienten erhielten eine Hemiprothese und in 125 Fällen wurde eine totale Schulterprothese implantiert. Untersucht wurde das Auftreten von allgemeinen, schweren und leichten postoperativen Komplikationen (siehe 4.4.2.5 und 4.11.1.7). Auch hier orientierte sich die Definition der Komplikationen an der offiziellen NSQIP-Definition, sodass allgemeine postoperative Komplikationen, die in n = 282 Fällen auftraten, folgende umfassten:
Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, TVT, pulmonale Embolie, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Bluttransfusion, Sepsis, septischer Schock, Reoperation innerhalb von 30 Tagen, Tod.
Über die gesamte Kohorte hinweg, unabhängig von der Art des Eingriffs, zeigte sich für Patienten, deren Eingriffe länger als 90 min dauerten, ein knapp 1,7-fach erhöhtes Risiko dafür, postoperativ eine der oben genannten Komplikationen innerhalb der ersten 30 Tage zu erleiden (OR: 1,69, KI: 1,194 – 2,391, p = 0,003).

Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit. Eine detailliertere Übersicht über die Ergebnisse ist Tabelle 237 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 38: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / proximale Humerusfraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Cvetanovich et al. 2016	proximale Humerusfraktur (n = 1.791)	ja

4.2.1.6 Verschiedene orthopädische Eingriffe

In einer sehr großen Untersuchung, in der verschiedene orthopädische Eingriffe betrachtet wurden, zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Einfluss einer verlängerten Operationsdauer > 1,5 h auf die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen (OP-Zeit > 1,5 h versus < 1,5 h: aOR: 1,26, KI: 1,05 – 1,50, p = 0,011, Molina et al. 2015). In dieser Untersuchung wurden jene 30 orthopädischen Eingriffe ausgewertet, die in der NSQIP-Datenbank zwischen den Jahren 2005 und 2011 am häufigsten vertreten waren. Dabei handelte es sich um eine Kohorte von n = 101.862 Patienten, von denen 28,61 % mit einer Knieprothese und 17,32 % mit einer Hüftendoprothese versorgt worden sind. Weitere 8,63 % der Patienten unterzogen sich einer arthroskopischen Meniskektomie. Als allgemeine Komplikation wurde in dieser Publikation das Auftreten einer Major- oder Minor-Komplikation definiert. Major-Komplikationen umfassten dabei:

Tod (0,83 %), tiefe Wundinfektion (0,27 %), Organraum-Infektion (0,19 %), Myokardinfarkt (0,33 %), tiefe Venenthrombose (0,73 %), pulmonale Embolie (0,4 %), Schlaganfall (0,14 %), Koma (0,02 %), Verletzung eines peripheren Nervens (0,09 %), Sepsis (0,51 %), septischer Schock (0,17 %), Wunddehiszenz (0,15 %).

Die Ergebnisse zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Major-Komplikationsrate sind unter 4.4.2.4 nachzulesen. Minor-Komplikationen, deren Beziehung zur Operationszeit nicht separat untersucht wurde, waren wie folgt definiert:

Harnwegsinfektion (1,51 %), Pneumonie (0,60 %), Wundinfektion (0,67 %) und Wund-dehiszenz (0,15 %).

Zuletzt sei allerdings darauf hingewiesen, dass die multivariate Auswertung mit nur 5.062 Patienten durchgeführt wurde, von denen vollständige Daten vorlagen.

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit. Eine detailliertere Übersicht über die Ergebnisse ist Tabelle 238 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 39: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene orthopädische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Molina et al. 2015	verschiedene orthopädische Eingriffe (n = 5.062)	ja

In allen 23 Publikationen, die sich mit der Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen beschäftigten und Bezug auf die Orthopädie und Unfallchirurgie nahmen, fanden die Autoren eine positive Korrelation zwischen der zunehmenden Dauer eines Eingriffs und einem negativen postoperativen Outcome.

4.2.2 Allgemeinchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen post-operativen Komplikationen gefunden wurden, befanden sich 15 Untersuchungen aus dem Gebiet der Allgemeinchirurgie. Hiervon untersuchten die meisten Autoren kolorektale Eingriffe (n = 6), Pankreasresektionen (n = 2) und Gastrektomien (n = 2).

4.2.2.1 Kolorektale Chirurgie

Mit der Beziehung der Operationszeit zur Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen bei kolorektalen Eingriffen beschäftigten sich n = 6 Arbeiten. In drei Registerarbeiten sind dabei Kolonresektionen untersucht worden. Bei den anderen Arbeiten handelte es sich um Single-Center-Studien zu laparoskopisch durchgeführten Kolektomien bei Kolon-Karzinom, laparoskopischen Appendektomien und verschiedenen kolorektalen Resektionen.

Kolonresektion – Registeruntersuchungen

In ihrer Arbeit werteten die Autoren 12.956 partielle (94 %) und totale (6 %) Kolektomien aus, die zwischen 2005 und 2007 stattfanden und im NSQIP-Register abrufbar waren (Oyetunji et al. 2013). Die Rate an postoperativen Komplikationen lag bei 8,7 % (n = 1.130). Als Komplikationen wurden dabei nur diejenigen gewertet, die erst nach der Entlassung aus dem Krankenhaus auftraten, und bei denen es sich um eine der folgenden handelte: oberflächliche (5,5 %) oder tiefe (0,63 %) Wundinfektion, Organraum-Infektion (1,2 %), Wunddehiszenz (0,30 %), pulmonale Embolie (0,18 %), progrediente Niereninsuffizienz (0,19 %), Harnwegsinfektion (1,11 %), TVT (0,41 %), Sepsis oder septischer Schock (1,08 %). Offen und laparoskopisch durchgeführte Eingriffe waren etwa gleich verteilt (n = 6.892 offen versus n = 6.064 laparoskopisch), wobei offen durchgeführte Eingriffe mit einer höheren Komplikationsrate assoziiert waren als minimalinvasive Operationen (10,1 % versus 7,1 %, $p < 0,001$). Für die Operationsdauer konnte gezeigt werden, dass jede weitere halbe Stunde OP-Zeit mit einer Risikoerhöhung um 4 % dafür assoziiert war, nach Entlassung eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln (OR pro 30 min: 1,04, KI: 1,01 – 1,06, $p < 0,001$).

Ein etwas anderes Studiendesign ist in der Publikation von Becher et al. gewählt worden. Ziel ihrer Arbeit war es, das chirurgische Outcome nach Notfall-Kolektomien für Patienten mit systemischer Inflammation zu untersuchen (Becher et al. 2012). Sie durchsuchten dazu die Datenbank NSQIP für das Jahr 2008 und erhielten so die Daten von 3.305 notfallmäßig durchgeführten Kolektomien. Von diesen Patienten hatten präoperativ 1.305 keine systemische Inflammation, 1.170 Patienten wiesen die SIRS-Kriterien auf, 337 Patienten hatten eine Sepsis und in 493 Fällen hatten die Patienten definitionsgemäß eine schwere Sepsis beziehungsweise einen septischen Schock. Endpunkte der Arbeit waren die 30-Tage-Mortalität (siehe 4.8.1.1) und das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen. Diese wurden in der Arbeit jedoch lediglich als das Auftreten mindestens einer Komplikation innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage definiert. Für jedes der oben genannten Patientenkollektive ist zusätzlich auch untersucht worden, welchen Einfluss die Operationszeit auf die postoperative Komplikations- und Mortalitätsrate hatte. Die Operationszeit ist dazu in Quartile unterteilt worden (< 90 min, < 120 min, < 150 min und < 180 min). Nach multivariater Auswertung der Daten zeigte sich, dass Eingriffe mit einer Dauer < 150 min über alle Infektions-Gruppen hinweg mit dem niedrigsten Risiko für postoperative Komplikationen einhergingen (OR: 0,64, KI: 0,52 – 0,78, $p < 0,0001$). Und auch in jeder Gruppe für sich genommen, war eine Operationszeit < 150 min mit dem niedrigsten Risiko für eine postoperative Komplikation assoziiert: OR: 0,56 in der Gruppe ohne Inflammation (KI: 0,44 – 0,73, $p < 0,0001$), OR: 0,61 in der SIRS – Gruppe (KI: 0,47 – 0,80, $p < 0,0001$)

und OR: 0,52 in der Sepsis-Gruppe (KI: 0,31 – 0,89, p < 0,0001). Lediglich in der Gruppe mit schwerer Sepsis / septischem Schock zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und dem Auftreten postoperativer Komplikationen. Eine Operationszeit < 150 min sei also bei notfallmäßig durchgeführten Kolektomien bei Patienten mit systemischer Inflammation ein zentraler Cut-Off-Wert, unter dem deutlich weniger postoperative Komplikationen zu erwarten seien als bei längeren Eingriffen. Die genauen Ergebnisse der übrigen Operationszeiten sind in Tabelle 239 des Anhangs noch einmal aufgeführt.

In der Arbeit von Bailey et al., auf die im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch mehrmals eingegangen wird (siehe „schwere Komplikationen“ (4.4.1.1) und „postoperative Mortalität“ (4.8.1.1)), versuchten die Autoren anhand der Daten von 4.273 Hemikolektomien (NSQIP 2005 – 2010), von denen 2.141 (50,1 %) laparoskopisch und 2.132 (49,9 %) offen durchgeführt wurden, herauszufinden, ob laparoskopische Eingriffe ab einer bestimmten Dauer (> 3 h) mit einer erhöhten Komplikationsrate im Vergleich zu offenen Operationen einhergingen (Bailey et al. 2014). An dieser Stelle soll dabei auf infektiöse Komplikationen, also oberflächliche Wundinfektionen, tiefe Wundinfektionen, Organraum-Infektionen oder eine Sepsis / ein septischer Schock eingegangen werden. Im Gegensatz zu den anderen untersuchten Endpunkten konnte für die hier genannten postoperativen Komplikationen gezeigt werden, dass sie nach verlängerten laparoskopischen Eingriffen deutlich häufiger auftraten als nach offenen OPs von > 3 h (16,3 % versus 11,3 %, p = 0,08). Allerdings war dieser Zusammenhang statistisch nicht signifikant. Eine Operationszeit > 3 h schien auch für das gesamte Patientenkollektiv keinen Risikofaktor für eine der genannten postoperativen Komplikationen darzustellen (OR: 0,71, KI: 0,46 – 1,10, p = 0,129).

Kolonresektion – Single-Center-Studie

In der Publikation von Oh et al., einer koreanischen Single-Center-Studie aus dem Jahr 2016, untersuchten die Autoren retrospektiv die Daten von 208 Patienten, die an ihrer Klinik zwischen 2007 und 2013 aufgrund eines Kolon-Karzinoms laparoskopisch operiert worden sind (Oh et al. 2016). Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für das Versagen des sogenannten „Enhanced Recovery Porgrams (ERP)“ zu ermitteln. Bei diesem Programm handelt es sich um ein standardisiertes postoperatives Behandlungskonzept, das zu einer schnelleren Erholung und Begrenzung der Krankenhausverweildauer von Patienten nach kolorektalen Eingriffen führen soll. Die genaue Definition ist dem Volltext der Publikation zu entnehmen. Alle Patienten der untersuchten Kohorte nahmen an diesem Programm teil. Als Programmversager wurden Fälle gewertet, die aufgrund einer leichten oder schweren

Komplikation eine verlängerte Krankenhausverweildauer (> 5 Tage) aufwiesen, innerhalb von 30 Tagen erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden mussten oder verstarben. Leichte Komplikationen waren definiert als nicht lebensbedrohliche Komplikationen, die konservativ behandelbar waren, wie zum Beispiel Wundinfektionen, ein Ileus oder Harnwegsinfektionen. Schwere Komplikationen umfassten jede Art von Komplikationen, die eine Reoperation oder eine radiologische Intervention nach sich zogen, wie zum Beispiel Anastomoseninsuffizienzen, Abszesse oder Atemstillstand. Die untersuchten Eingriffe umfassten anteriore Resektionen (n = 101), Hemikolektomien rechts (n = 90) und Hemikolektomien links (n = 17). ERP-Versagen trat in 36 Fällen (17,3 %) auf. In der univariaten Auswertung der Daten zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Versagen des Programms (p = 0,016). So hatten Patienten mit erfolgreich durchgeführtem ERP eine mittlere Operationsdauer von 135 min (115 – 160), während Patienten mit ERP-Versagen eine mittlere OP-Zeit von 150 min (125 – 177) aufwiesen.

Appendektomie

Neben der Vielzahl weiterer Komplikationen (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.1.7) sowie „Krankenhauswiederaufnahmerate“ (4.3.1.2)) untersuchten Jeon et al. in ihrer Arbeit auch, welchen Einfluss die Operationszeit auf allgemeine postoperative Komplikationen nach laparoskopischen Appendektomien hatte (n = 3.049, Jeon et al. 2016). Allgemeine Komplikationen wurden dabei wie folgt definiert: Wundinfektion 3,6 % (n = 111), intraabdomineller Abszess 0,5 % (n = 15), postoperativer Ileus 1,0 % (n = 31), Narbenhernie 0,1 % (n = 3), Organverletzung 0,01 % (n = 1), Blutung 0,1 % (n = 2), kardiovaskuläre Komplikation 0,1 % (n = 2) oder pulmonale Komplikation 0,1 % (n = 2). Ab einer Eingriffsdauer von > 90 min zeigte sich hierbei im Vergleich zu unter 30-minütigen Eingriffen eine deutliche Erhöhung des Risikos für eine der oben genannten Komplikationen um mehr als das 4-fache (OR: 4,80, KI: 1,36 – 17,01, p = 0,015). Nach über zweistündigen Eingriffen zeigte sich dann nochmals eine weitere Steigerung dieses Risikos (OR: 5,49, KI: 1,43 – 21,08, p = 0,013). Operationen mit einer Dauer zwischen 60 – 90 min oder 30 – 60 min schienen keinen signifikanten Einfluss zu haben (OR: 2,78, KI: 0,85 – 9,09, p = 0,092; OR: 1,74, KI: 0,54 – 5,62, p = 0,354). Für das postoperative Auftreten eines Ileus unterteilten die Autoren die untersuchte Kohorte in Patienten mit perforierter (n = 771) und nicht-perforierter Appendizitis (n = 2.278). In der Gruppe mit nicht-perforierter Appendizitis entwickelten 0,7 % (n = 17) der Patienten postoperativ einen Ileus. Das Risiko hierfür stieg ab einer Operationsdauer > 90 min um mehr als das 4-fache (OR: 4,33, KI: 1,39 – 13,44, p = 0,024). Patienten mit einer Perforation hatten in n = 14 (1,8 %) Fällen

postoperativ einen Ileus. In dieser Gruppe gingen verlängerte Eingriffe (> 90 min) sogar mit einem noch höheren Risiko einher (OR: 6,03, KI: 2,06 – 17,67, p < 0,001). Intraabdominelle Abszesse waren hingegen weder in der Gruppe mit einer Perforation (OR: 2,18, KI: 0,40 – 12,00, p = 0,361) noch in der Gruppe ohne eine Perforation (OR: 1,73, KI: 0,22 – 13,91, p = 0,603) signifikant mit einer verlängerten Operationszeit assoziiert. Sie traten mit einer Häufigkeit von 0,8 % (n = 6) beziehungsweise 0,4 % (n = 9) auf.

Verschiedene kolorektale Eingriffe

Die Autoren einer britischen Single-Center-Arbeit untersuchten anhand der Daten von 200 Patienten, die zwischen 2006 und 2012 laparoskopisch operiert worden waren, welchen Einfluss die Operationszeit auf das postoperative Outcome in dieser Kohorte hatte (Evans et al. 2012). Die Endpunkte dieser Arbeit waren postoperative Komplikationen (19,5 %; chirurgische: 13,0 % und allgemeine: 6,5 %) und die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes, auf die aufgrund von unvollständig angegebenen Daten jedoch nicht erneut eingegangen wird. Chirurgische Komplikationen umfassten dabei Anastomoseninsuffizienz (1,5 %), Ileus (3,5 %), intraabdominelle Flüssigkeitsansammlung (3,5 %), Organverletzung (1 %), Stomakomplikation (0,5 %) und Wundheilungsstörung (3 %). Als allgemeine Komplikationen waren kardiopulmonale Komplikationen (2,5 %), urologische Komplikationen (1 %), venöse Thromboembolien (1 %), temporäre Neurapraxie (1 %) oder Fieber ohne Fokus (1 %) definiert. Die Mehrheit der Eingriffe bildeten anteriore Resektionen (33,5 %, n = 67) und rechtsseitige Hemikolektomien (26,5 %, n = 52). Außerdem handelte es sich in 137 Fällen um onkologische Operationen, während 63 Eingriffe eine benigne Ursache hatten. Über alle Eingriffe hinweg konnten die Autoren zeigen, dass Eingriffe mit einer Dauer von > 180 min mit einer signifikant höheren Komplikationsrate assoziiert waren als Operationen von < 180-minütiger Dauer (28,4 % versus 12,0 %, p = 0,006). Diese Analyse ist auch noch einmal speziell für die häufigsten durchgeführten Operationen (Hemikolektomie rechts, anteriore Resektion) gemacht worden und ergab auch hier einen ähnlichen Zusammenhang (Hemikolektomie: 21,1 % versus 9,1 %; anteriore Resektion: 35,9 % versus 10,7 %, p = 0,024).

Zusammenfassend hat eine Zunahme der Operationszeit mit dem Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen in fünf der sechs vorgestellten Publikationen korreliert. Untersucht wurde diese Beziehung für insgesamt n = 23.991 Eingriffe. Einen kurzen Überblick über die vorgestellten Publikationen gibt Tabelle 40. Eine umfangreichere Darstellung kann Tabelle 239 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 40: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / kolorektale Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Oyetunji et al. 2013	Kolonresektion (n = 12.956)	ja
2. Becher et al. 2012	notfallmäßige Kolektomie (n = 3.305)	ja
3. Bailey et al. 2014	Hemikolektomie rechts (n = 4.273)	nein
4. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie (n = 3.049)	ja
5. Oh et al. 2016	laparoskopische Kolektomie (n = 208)	ja
6. Evans et al. 2012	verschiedene kolorektale Resektionen (n = 200)	ja

4.2.2.2 Pankreasresektion

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate allgemeiner post-operativer Komplikationen gefunden wurden, befanden sich auch zwei Registerarbeiten zu Pankreasresektionen.

Registeruntersuchungen

So ist in einer von Ball et al. im Jahr 2010 vorgelegten Publikation anhand von Registerdaten (NSQIP-Daten 2005 – 2008) untersucht worden, welche Rolle die peri-operative Rate an Bluttransfusionen und die Operationszeit als Qualitätsindikatoren spielen (Ball et al. 2010). Grundlage für die Untersuchung bildeten die Daten von 4.817 Patienten, die sich einer Pankreatikoduodenektomie unterzogen hatten. Untersucht wurde unter anderem die Beziehung der Operationszeit zur perioperativen Bluttransfusionsrate (siehe 4.10.2.1), zur Mortalitätsrate (siehe 4.8.1.2) und zur hier näher vorgestellten Morbiditätsrate. Postoperative Morbidität war in dieser Publikation definiert als ein / eine: Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, zerebrovaskuläres Ereignis / Schlaganfall, Myokardinfarkt, Herzstillstand, pulmonale Embolie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, akutes Nierenversagen, Blutung, Sepsis, septischer Schock, Wundinfektion, Pneumonie, ungeplante Intubation, Niereninsuffizienz oder TVT. Die Rate an postoperativen

Komplikationen betrug 37 %, und statistische Zusammenhänge wurden in dieser Arbeit als Korrelationskoeffizienten nach Pearson dargestellt. Nach Auswertung der Daten zeigte sich schließlich, dass in der untersuchten Kohorte ein linearer Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem postoperativen Auftreten der oben genannten Komplikationen bestand ($r = 0,79$, $p < 0,001$). Die mittlere Operationsdauer lag dabei zwischen 5 und 6 h.

In einer weiteren Arbeit sind Risikofaktoren für perioperative Komplikationen speziell für Pankreaslinksresektionen untersucht worden (Kelly et al. 2011). Die Autoren werteten in ihrer Arbeit die Daten von insgesamt 2.322 Fällen nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2008 retrospektiv aus. Pankreatikoduodenektomien und komplette Pankreasresektionen wurden dabei ausgeschlossen. Von den 2.322 untersuchten Patienten sind jedoch nur die Daten von 1.797 (n = 80 %) zufällig ausgewählten Patienten tatsächlich ausgewertet worden. Die übrigen 20 % dienten als Vergleichsgruppe. Von diesen 1.797 Patienten entwickelten 28,1 % eine postoperative Komplikation, und 1,2 % verstarben innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Bei den am häufigsten registrierten Komplikationen handelte es sich um das Auftreten einer Sepsis (8,7 %), um Wundinfektionen (5,9 %) und um Pneumonien (4,7 %). Definiert waren postoperativ auftretende Komplikationen als eine der folgenden: tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, zerebrovaskuläres Ereignis / Schlaganfall, Koma, Myokardinfarkt, Herzstillstand, pulmonale Embolie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, akutes Nierenversagen, Blutung mit Transfusion von mindestens vier Erythrozytenkonzentraten, Sepsis, septischer Schock, Pneumonie, ungeplante Intubation, Niereninsuffizienz oder TVT. Anhand der Datenauswertung konnte gezeigt werden, dass Eingriffe mit einer Dauer > 360 min mit dem vermehrten Auftreten von postoperativen Komplikationen und einer erhöhten Mortalitätsrate assoziiert waren (20 % der Patienten mit Morbidität / Mortalität hatten OP-Zeit > 6 h versus 9 % der Gruppe ohne Morbidität / Mortalität, $p < 0,0001$).

In beiden vorgestellten Publikationen konnte eine Assoziation zwischen einer verlängerten Operationsdauer und einer erhöhten Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen festgestellt werden. Die Gesamtanzahl der untersuchten Eingriffe betrug n = 6.614. Tabelle 41 gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die wichtigsten Informationen der beiden Arbeiten. Eine ausführlichere Tabelle findet sich im Anhang (siehe Tabelle 240, Anhang).

Tabelle 41: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Pankreasresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Ball et al. 2010	Pankreatikoduodenektomie (n = 4.817)	ja
2. Kelly et al. 2011	Pankreaslinksresektion (n = 1.797)	ja

4.2.2.3 Magenchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen gefunden wurden, befanden sich auch zwei Studien zu Magenresektionen.

Registeruntersuchung

Zusätzlich zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Wundinfektionsrate (siehe 4.1.1.4) untersuchten Lee et al. in ihrer 88 Patienten umfassenden Single-Center-Untersuchung auch, ob eine verlängerte Eingriffsdauer > 180 min mit innerhalb von 48 h nach OP neu aufgetretenem Fieber > 38 °C assoziiert war (Lee et al. 2010). In der Tat entwickelten 27,8 % (n = 5) der Patienten mit einer OP-Zeit > 180 min postoperativ Fieber, während lediglich 8,6 % (n = 6) der Patienten mit einer Eingriffsdauer < 180 min innerhalb der ersten zwei postoperativen Tage Fieber aufwiesen (p = 0,043). Von den elf Patienten, die postoperativ Fieber entwickelten, konnte in drei Fällen kein Fokus gefunden werden.

Single-Center-Studie

In einer bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ vorgestellten Single-Center-Untersuchung (siehe 4.1.1.4) wurden die Daten von insgesamt 160 wegen eines Magenkarzinoms an einer türkischen Universitätsklinik gastrektomierten Patienten retrospektiv ausgewertet (Vural et al. 2013). Alle Operationen fanden dabei im Zeitraum zwischen 2005 und 2011 statt. Neben vielen weiteren Outcomes untersuchten die Autoren auch den Einfluss verschiedener Parameter auf die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen. Diese lag in der untersuchten Kohorte bei 29 % (n = 46). Definiert waren

diese Komplikationen als chirurgische (Wundinfektion, Anastomoseninsuffizienz, Pankreasfistel, Ileus, erhöhte postoperative Drainagemenge) und nicht-chirurgische Komplikationen (kardiale / pulmonale Komplikationen, akute Tubulusnekrose, toxische Hepatitis, zerebrovaskuläres Ereignis, infizierter zentralvenöser Katheter (ZVK)). Für Operationen mit einer Dauer > 180 min zeigte sich in der Auswertung der Daten jedoch kein Einfluss auf das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen (Komplikationsrate in der Gruppe < 180 min OP-Zeit: 34,6 % versus 22,8 % in der Gruppe > 180 min, p = 0,240).

Somit schien die Operationszeit in der Arbeit von Vural et al. also keine wichtige Rolle bei der Entstehung von postoperativen Komplikationen nach Gastrektomien gespielt zu haben. Im Gegensatz dazu waren verlängerte Eingriffe in der Publikation von Lee et al. aber mit dem Auftreten von postoperativem Fieber assoziiert. Tabelle 42 gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die wichtigsten Informationen der Arbeiten. Eine ausführlichere Tabelle findet sich im Anhang (siehe Tabelle 241, Anhang).

Tabelle 42: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Gastrektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Lee et al. 2010	Gastrektomie (n = 88)	ja
2. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	nein

4.2.2.4 Hernienchirurgie

Eine weitere, deutlich größer angelegte Arbeit ist zu diesem Thema im Jahr 2015 von Qin et al. vorgelegt worden. Die Autoren untersuchten nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2011 und 2012 insgesamt 7.666 Fälle einer ambulant durchgeführten ventralen Bauchwandhernioplastik (Qin et al. 2015b). Neben der Krankenhauswiederaufnahmerate, auf die im Verlauf dieser Dissertation separat eingegangen wird (siehe 4.3.1.3), untersuchten die Autoren auch die Beziehung der Operationszeit zu allgemeinen post-operativen Komplikationen. Diese waren definiert als das Auftreten einer chirurgischen oder allgemeinmedizinischen Komplikation. Als chirurgische Komplikationen definierten die Autoren das postoperative Auftreten von oberflächlichen oder tiefen Wundinfektionen, Organraum-Infektionen und Wunddehiszenzen. Allgemeinmedizinische Komplikationen

beinhalteten: TVT, pulmonale Embolie, ungeplante Reintubation, Beatmungspflichtigkeit > 24 h, fortschreitende Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Koma, Schlaganfall, Herzstillstand, Myokardinfarkt, periphere Nervenverletzung, Pneumonie, Harnwegsinfektion, Bluttransfusion, Netzinfektion, Sepsis und septischer Schock. Sowohl für die chirurgische als auch für die allgemeinmedizinische Komplikationsrate und ihre Beziehung zur Operationszeit sind zwar multivariate Analysen durchgeführt worden, die auch einen signifikanten Einfluss einer verlängerten Eingriffsdauer ergaben, allerdings geschah dies ohne Angabe einer genauen Operationszeit. Angaben zur univariaten Auswertung wurden ebenfalls nicht gemacht. Daher wird auf diese Komplikationen nicht noch einmal separat eingegangen. Für allgemeine Komplikationen waren die Angaben jedoch vollständig, und so zeigte sich eine durchschnittliche Operationszeit von 79,6 min (± 57,4) in der Gruppe mit einer Komplikation (n = 227) und eine deutlich kürzere durchschnittliche Eingriffsdauer von 60,9 min (± 40,6) in der Gruppe ohne eine Komplikation (n = 7.439; $p < 0,001$). Auch nach multivariater Analyse blieb dieser Zusammenhang signifikant (OR: 1,005, KI: 1,003 – 1,007, $p < 0,05$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 242 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 43: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Bauchwandhernioplastik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Qin et al. 2015b	Bauchwandhernioplastik (n = 7.666)	ja

4.2.2.5 Fundoplicatio

Das eigentliche Ziel der im folgenden dargestellten Publikation war es, Komplikationsraten von adipösen und stark adipösen Patienten nach Fundoplicatio bei gastroösophagealer Refluxkrankheit (GERD) zu vergleichen (Telem et al. 2014). Da es sich bei dieser Publikation um eine NSQIP-Registeruntersuchung handelte, ist eine recht hohe Fallzahl von 4.231 Patienten untersucht worden, die in den Jahren 2005 – 2009 operiert worden sind. Als Endpunkte der Arbeit wählten die Autoren das Auftreten von allgemeinen postoperativen Komplikationen, die in der Arbeit definiert waren als eine der folgenden:

Wundinfektion, Pneumonie, ungeplante Reintubation, pulmonale Embolie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, Harnwegsinfektion, akutes Nierenversagen, zerebrovaskuläres Ereignis, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Blutung mit Transfusion von mindestens vier Erythrozytenkonzentraten innerhalb der ersten 72 h, TVT, Sepsis, ungeplante Reoperation und postoperativer Tod innerhalb von 30 Tagen.
Die Inzidenz dieser Komplikationen betrug 1,96 % (n = 82). Neben dem Grad der Adipositas untersuchten die Autoren auch noch weitere potentielle Risikofaktoren, die das postoperative Outcome negativ beeinflussten, unter anderem auch die Operationszeit. Hier zeigte sich, eine multivariate Analyse wurde für keinen der Parameter durchgeführt, dass die Patienten mit einer der oben genannten Komplikationen eine deutlich längere Operationszeit aufwiesen als Patienten, die postoperativ keine Komplikation entwickelt hatten (143,38 vs. 119,53 min, $p < 0,01$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 243 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 44: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Fundoplicatio

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Telem et al. 2014	Fundoplicatio (n = 4.231)	ja

4.2.2.6 Laparoskopische Myotomie nach Heller

Unter den gefundenen Arbeiten befand sich auch eine weitere Publikation in Zusammenhang mit ösophagealen Eingriffen, auf die im Verlauf auch noch einmal unter „schwere Komplikationen“ eingegangen wird (siehe 4.4.1.9, Ross et al. 2015). Vorgelegt wurde diese Arbeit, deren Ziel es war, Risikofaktoren für postoperative Komplikationen nach laparoskopisch assistierter Myotomie zu ermitteln, im Jahr 2015 von Ross et al.. Nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2011 sind die Daten von 1.237 Achalasie-Patienten retrospektiv ausgewertet worden. Untersucht wurde unter anderem der Einfluss der Operationszeit auf die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen, die von den Autoren wie folgt definiert worden sind und mit einer Inzidenz von 1,8 % (n = 22) in der untersuchten Kohorte auftraten: Intraabdomineller Abszess (0,3 %), Beatmungspflichtigkeit

> 48 h (0,5 %), akutes Nierenversagen (0 %), Blutung mit Transfusion (0,2 %), TVT / Thrombophlebitis (0,2 %), Harnwegsinfektion (0,4 %).
Auch wenn in der multivariaten Auswertung der Daten laut den Autoren (Ergebnisse wurden nicht mit veröffentlicht) zwar kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer verlängerten OP-Dauer und der Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen gefunden werden konnte, so zeigte sich zumindest in der univariaten Datenauswertung eine deutliche Assoziation (140,2 min (± 60,0) ohne Komplikation versus 219,0 min (± 147,2) mit Komplikation, $p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 244 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 45: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / laparoskopische Myotomie nach Heller

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Ross et al. 2015	laparoskopische Myotomie nach Heller (n = 1.237)	ja

4.2.2.7 Ösophagusresektion

Auch in einer Arbeit zu Ösophagusresektionen zeigte sich eine leichte Assoziation zwischen der Operationsdauer und der Häufigkeit, mit der Komplikationen allerdings erst nach der Entlassung aus dem Krankenhaus postoperativ auftraten (Chen et al. 2016). In dieser 2016 veröffentlichten Registerarbeit werteten die Autoren nach einer NSQIP-Abfrage (2005 – 2013) die Daten von 4.483 Eingriffen aus. Die Inzidenz der Komplikationen, die erst nach der Krankenhausentlassung auftraten, lag in der untersuchten Kohorte bei 8,9 % (n = 398). Im Einzelnen handelte es sich dabei um folgende Komplikationen: Wundinfektion (40,95 %), Pneumonie (22,86 %), Harnwegsinfektion (5,28 %), venöse Thromboembolie (16,33 %), kardiale Komplikation (4,02 %), Schock / Sepsis (24,12 %), ungeplante Intubation (13,07 %), Bluttransfusion (14,57 %), renale Komplikation (2,26 %), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (10,80 %), Organraum-Infektion (17,09 %) und Reoperation (39,47 %). Es schien dabei ein Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit > 75. Perzentile (abhängig von OP-Technik, keine genauen Zeitangaben) und dem Auftre-

ten einer dieser Komplikationen bestanden zu haben (RR: 1,06, KI: 0,85 – 1,31, p = nicht angegeben). Dabei ist der p-Wert allerdings nicht mitangegeben worden, sodass etwas unklar blieb, ob dieser Zusammenhang tatsächlich signifikant war.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 245 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 46: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Ösophagusresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Chen et al. 2016	Ösophagusresektion (n = 4.483)	ja

4.2.2.8 Sarkomchirurgie

Demgegenüber schien eine Zunahme der Operationszeit, die im Mittel 214 min (44 – 315) betrug, keinen signifikanten Einfluss auf die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen in einer Arbeit zu haben, die diesen Zusammenhang für die Resektion retroperitoneal gelegener Sarkome untersucht hat (OR pro h: 1,1, KI: 1,91 – 1,34, p = 0,31, Tseng et al. 2011). Ergebnisse einer univariaten Analyse wurden dabei allerdings nicht mit angegeben. Nach einer NSQIP-Abfrage sind in dieser Publikation insgesamt 156 Fälle ausgewertet worden, die zwischen 2005 und 2007 operiert worden sind. Weiterhin wurden die Patienten zusätzlich in zwei Gruppen unterteilt, eine Gruppe mit begleitender Organresektion (n = 58) und eine Gruppe ohne Organresektion (n = 98). Neben dem Einfluss der Operationszeit auf die allgemeine postoperative Komplikationsrate beschäftigten sich die Autoren auch mit der Inzidenz schwerer Komplikationen (siehe 4.4.1.8). Die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen lag in der untersuchten Kohorte bei 26 % (n = 40). Die häufigsten registrierten Komplikationen waren dabei Wundinfektionen (6 %), das Auftreten einer Sepsis (5 %), Harnwegsinfektionen (5 %) und pulmonale Komplikationen (4 %). Weitere 4 % der Patienten entwickelten einen septischen Schock, und 4,5 % mussten reoperiert werden.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 246 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 47: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Sarkomresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tseng et al. 2011	Sarkomresektion (n = 156)	nein

Von den insgesamt 15 vorgestellten Veröffentlichungen, in denen die Beziehung der Operationszeit zur allgemeinen postoperativen Komplikationsrate bei Eingriffen der Allgemeinchirurgie untersucht worden ist, fanden insgesamt zwölf Autoren eine positive Korrelation. Vor allem nach kolorektalen Eingriffen und in der Pankreaschirurgie schien ein Einfluss bestanden zu haben. In den übrigen drei Arbeiten zeigte sich hingegen kein Zusammenhang.

4.2.3 Gynäkologie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen gefunden wurden, befanden sich vier Untersuchungen aus dem Gebiet der Gynäkologie. Von diesen vier Arbeiten beschäftigten sich zwei Untersuchungen mit Hysterektomien, eine andere mit verschiedenen gynäkologischen Tumoroperationen, und eine Arbeit bezog sich speziell auf die operative Versorgung von Ovarial-Karzinomen.

4.2.3.1 Hysterektomie

Registeruntersuchungen

Zu Beginn sei hier eine schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ zitierte Registerarbeit erwähnt (siehe 4.1.3.1, Catanzarite et al. 2015a). In dieser Arbeit untersuchten die Autoren anhand der Daten von 7.630 Patientinnen, die sich einer minimalinvasiven Hysterektomie unterzogen hatten, unter anderem auch das postoperative Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen. Diese traten in der untersuchten Kohorte in 399 Fällen (5,2 %) auf. Zu den häufigsten aufgetretenen Komplikationen zählten Harnwegsinfektionen (2,1 %), Wundinfektionen (1,0 %) und Bluttransfusionen (1,0 %). Darüber hinaus sind 97 Patientinnen (1,3 %) reoperiert worden und vier verstorben (0,05 %). In der Datenauswertung

zeigte sich, dass Operationen ab einer Dauer > 240 min bereits deutlich häufiger zum Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen führten (13,8 % vs. 4,6 %, p < 0,001) und jede zusätzliche Stunde OP-Zeit mit einem rund 1,5-fach erhöhten Risiko einherging, postoperativ eine allgemeine Komplikation zu entwickeln (OR pro h: 1,4, KI: 1,28 – 1,54, p < 0,001).

Einen ähnlich starken Zusammenhang fanden auch Hanwright et al. in ihrer bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.3.1) vorgestellten Untersuchung (Hanwright et al. 2013). Auch in dieser Arbeit, in der insgesamt 4.107 LAVHs und 2.083 TLHs ausgewertet worden sind, ist die Operationszeit als kontinuierliche Variable „pro Stunde“ untersucht worden. So zeigte sich schließlich, dass jede zusätzliche Stunde OP-Zeit mit einem um etwa 24 % erhöhten Risiko für das Auftreten einer allgemeinen postoperativen Komplikation einherging (OR pro h: 1,246, KI: 1,148 – 1,353, p < 0,001). Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei je nach operativem Zugang: TLH: 2,66 h (± 1,25); LAVH: 2,20 h (± 1,14). Das postoperative Auftreten einer der folgenden Komplikationen wurde als eine allgemeine postoperative Komplikation gewertet:
TVT, pulmonale Embolie, ungeplante Reintubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, progrediente Niereninsuffizienz, Herzstillstand, Myokardinfarkt, periphere Nervenverletzung, Pneumonie, Harnwegsinfektion, Bluttransfusion, oder Sepsis / septischer Schock. Dabei bestand kein Zusammenhang zwischen der Operationstechnik und der Häufigkeit einer postoperativen Komplikation (5,4 % nach LAVH (n = 223) versus 4,9 % nach TLH (n = 103), p = 0,420)).

In beiden Arbeiten, in denen die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an allgemeinen Komplikationen anhand von insgesamt n = 13.820 Eingriffen untersucht worden ist, bestand eine positive Korrelation. Tabelle 48 fasst die Ergebnisse dieser Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Tabelle findet sich im Anhang (siehe Tabelle 247, Anhang).

Tabelle 48: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Hysterektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie (n = 7.630)	ja
2. Hanwright et al. 2013	Hysterektomie (n = 6.190)	ja

4.2.3.2 Gynäkologische Tumoroperationen

Einen etwas anderen Endpunkt wiederum nutzten die Autoren um Uppal et al., die in ihrer Publikation untersuchten, welche Prädiktoren das postoperative Auftreten von Clavien 4 / 5 Komplikationen nach elektiv durchgeführten gynäkologischen Tumoroperationen vorhersagen (Uppal et al. 2015). Um dieser Frage nachzugehen, werteten die Autoren die aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2008 – 2011 stammenden Daten von 6.551 Patientinnen retrospektiv aus. Definiert sind Clavien 4 Komplikationen als lebensbedrohliche Komplikationen, welche intensivmedizinischer Behandlung bedürfen. Clavien 5 Komplikationen bedeuten den Tod eines Patienten. Insgesamt entwickelten 188 (2,9 %) Patientinnen eine Clavien 4 / 5 Komplikation. Genauere Angaben zu Art und Verteilung der verschiedenen Eingriffe wurden nicht gemacht. Schließlich konnte gezeigt werden, dass das Risiko, postoperativ eine Clavien 4 / 5 Komplikation zu erleiden, mit jeder zusätzlichen Minute OP-Zeit etwas anstieg (OR pro min: 1,003, KI: 1,001 – 1,004, $p < 0,05$). Die mittlere Operationsdauer in der Gruppe mit Clavien 4 / 5 Komplikation lag dabei bei 208,27 min (± 118,58) versus 173,65 min (± 90,12) in der Gruppe ohne Komplikation ($p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 248, Anhang).

Tabelle 49: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Resektion gynäkologischer Tumore

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Uppal et al. 2015	gynäkologische Tumor-OPs (n = 6.551)	ja

4.2.3.3 Ovarial-Karzinome

Im Rahmen einer niederländischen Studie ist die Rotterdam Cancer Registry Datenbank nach Patientinnen durchsucht worden, die sich zwischen 2004 und 2007 aufgrund eines fortgeschrittenen Ovarial-Karzinoms (FIGO-Stadium 3 / 4) einer primären zytoreduktiven Operation unterzogen (Gerestein et al. 2010). Insgesamt wurden so die Daten von 293 Patientinnen zur Untersuchung einbezogen. Ziel der Autoren war es, in ihrer Arbeit Risikofaktoren für das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen zu identifizieren. Definiert waren diese Komplikationen als das Auftreten einer der folgenden:
Blutung mit Transfusion von mindestens vier Erythrozytenkonzentraten, Sepsis, Pneumonie, venöse Thromboembolie, Reoperation, intestinale Komplikationen (Fistel, Anastomoseninsuffizienz), Ileus > 6 Tage, urologische Komplikationen (ureterale Fistel, Obstruktion oder Verletzung), verlängertes postoperatives Weaning > 48 h, akutes Nierenversagen mit Dialyse, Myokardinfarkt, Schlaganfall, ungeplante Intubation oder Tod. Die Morbiditätsrate lag in der untersuchten Kohorte bei 34 % (n = 99). Außerdem zeigte sich, dass die mittlere Operationsdauer in der Gruppe ohne Komplikation deutlich niedriger war als die mittlere OP-Zeit in der Gruppe mit Komplikation (124 min (40 – 327) vs. 189 min (40 – 384), $p < 0{,}0001$). Auch in der multivariaten Datenauswertung blieb die Operationszeit ein signifikanter Risikofaktor für das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen (OR pro min: 1,008, KI: 1,003 – 1,010, $p = 0{,}002$).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 249, Anhang).

Tabelle 50: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Zytoreduktion bei Ovarial-Karzinom

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gerestein et al. 2010	Zytoreduktion bei Ovarial – CA (n = 293)	ja

In allen vier vorgestellten Publikationen war die Operationsdauer also mit dem Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen bei gynäkologischen Eingriffen assoziiert.

4.2.4 Gefäßchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen gefunden wurden, befanden sich auch vier Publikationen zur Gefäßchirurgie. Bei diesen Arbeiten handelt es sich um vier Registeruntersuchungen, von denen sich drei Arbeitsgruppen mit der Versorgung von Aortenaneurysmen beschäftigten. In der zuletzt vorgestellten Publikation widmeten sich die Autoren verschiedenen gefäßchirurgischen Eingriffen.

4.2.4.1 Rupturierte Aortenaneurysmen

Brahmbhatt et al. bezogen sich in ihrer Arbeit speziell auf die notfallmäßige Versorgung rupturierter Bauchaortenaneurysmen und ihre postoperative Mortalitäts- und Morbiditätsrate (Brahmbhatt et al. 2016). Da die Ergebnisse zur Mortalitätsrate aufgrund fehlender Angaben zur multivariaten Auswertung nicht klar sind, wird hierauf nicht erneut eingegangen. Von den 2.761 Patienten, die nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2011 ursprünglich zur Untersuchung einbezogen worden waren, verstarben 321 Patienten (11,6 %) innerhalb der ersten 24 h nach OP und wurden nachträglich exkludiert. Somit verblieb für die weitere Untersuchung ein Kollektiv von 2.440 Patienten. Das Verhältnis zwischen offener und endovaskulärer Versorgung der Aneurysmen veränderte sich von Jahr zu Jahr zugunsten endovaskulärer OP-Techniken (16,7 % im Jahr 2005 zu 59,8 % im Jahr 2011). Insgesamt entwickelten 1.133 Patienten postoperativ eine allgemeine oder sogar schwere Komplikation (46,4 %), die wie folgt definiert waren: ungeplante Reintubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, akutes Nierenversagen mit Dialyse, neu aufge-

tretenes neurologisches Defizit oder Koma, Myokardinfarkt, Herzstillstand, pulmonale Embolie, Prothesen-Komplikation, Organraum-Infektion, Wundinfektion, Pneumonie, TVT, Harnwegsinfektion, periphere Nervenschädigung, postoperative Blutung mit Bluttransfusion.
Abschließend zeigte sich ein mit jeder zusätzlichen OP-Minute zunehmendes Risiko, postoperativ eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln (OR pro min: 1,01, KI: 1,00 – 1,01, $p < 0,0001$).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 250, Anhang).

Tabelle 51: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / rupturierte Bauchaortenaneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Brahmbhatt et al. 2016	rupturiertes abdominelles Aortenaneurysma (n = 2.440)	ja

4.2.4.2 Offen versorgte Aortenaneurysmen

Das primäre Ziel der Arbeit von Gupta et al. war es, herauszufinden, welche Patienten einem besonders hohen perioperativen Risiko bei der offen chirurgischen Versorgung von paraviszeralen Aortenaneurysmen ausgesetzt sind und somit eher von einer endovaskulären Versorgung profitieren könnten (Gupta et al. 2012b). Hierzu fragten die Autoren das NSQIP-Register für die Jahre 2007 – 2009 nach entsprechenden elektiven Eingriffen ab und erhielten so die Daten von 598 Patienten. Dabei stellte die postoperative Mortalitätsrate den wichtigsten Endpunkt dar. Die diesbezüglich gefundenen Ergebnisse sind im entsprechenden Kapitel ausführlicher dargestellt (siehe 4.8.2.1). Sekundär wurde auch die postoperative Morbidität untersucht, deren Inzidenz in der untersuchten Kohorte bei 35,6 % lag und sich wie folgt zusammensetzte:
Herzstillstand (3,0 %), Myokardinfarkt (1,5 %), postoperative Bluttransfusion > 4 Erythrozytenkonzentrate (3,3 %), Prothesenkomplikation (1,3 %), Organraum-Infektion (0,8 %), Sepsis (4,5 %), septischer Schock (6,2 %), Koma (0,2 %), Schlaganfall (1,2 %), akutes Nierenversagen (5,9 %), progrediente Niereninsuffizienz (4,5 %), Pneumonie (8,5 %), Rein-

tubation (10 %), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (13,9 %), Reoperation (9,2 %), TVT (1,8 %), pulmonale Embolie (0,3 %), tiefe Wundinfektion (0,5 %), Wunddehiszenz (1,5 %), oberflächliche Wundinfektion (1,8 %), Harnwegsinfektion (3,9 %).
Beeinflusst wurde die postoperative Morbiditätsrate dabei, wenn auch nur leicht, von einer verlängerten Narkosedauer (aOR: 1,003, KI: 1,002 – 1,005, $p < 0,05$). Die mittlere Narkosezeit betrug im gesamten Kollektiv 354 min (274 – 427). Zusätzlich dazu ist auch noch eine weitere Analyse speziell zu schweren postoperativen Komplikationen durchgeführt worden, deren Ergebnis im entsprechenden Kapitel dargestellt ist (siehe 4.4.3.2).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 251, Anhang).

Tabelle 52: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / offen versorgte paraviszerale Aortenaneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2012b	offen versorgte paraviszerale abdominelle Aortenaneurysmen (n = 598)	ja

4.2.4.3 Endovaskulär versorgte Aortenaneurysmen

Von Gupta et al. ist eine weitere Arbeit vorgelegt worden, in der nach einer NSQIP-Abfrage für 2005 – 2010 die Daten von insgesamt 11.229 Patienten ausgewertet worden sind, die sich einer elektiven endovaskulären Reparatur eines abdominellen Aortenaneurysmas (EVAR) unterzogen hatten (Gupta et al. 2014a). Die Registerdaten wurden dann hinsichtlich der Risikofaktoren für postoperative Komplikationen ausgewertet, die innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage, aber nach Entlassung aus dem Krankenhaus auftraten. Diese waren als das Auftreten einer der folgenden definiert:
Wundinfektion, Organraum-Infektion, Harnwegsinfektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, Reintubation, pulmonale Embolie, TVT, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen mit Dialyse, Schlaganfall, Koma, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokadinfarkt, Prothesen-Komplikation, Bluttransfusion von > 4 Erythrozytenkonzentraten und Sepsis.

Die Rate dieser Komplikationen betrug in der untersuchten Kohorte 4,5 % (n = 500) und es zeigte sich, dass sich das Risiko, eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln, mit jeder zusätzlichen Minute OP-Zeit um etwa 0,2 % erhöhen zu schien (OR pro min: 1,002, KI: 1,001 – 1,004, p < 0,05).

Die folgende Tabelle fasst das Ergebnis dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 252, Anhang).

Tabelle 53: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / EVAR

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2014a	EVAR (n = 11.229)	ja

4.2.4.4 Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe

Zuletzt sei noch eine weitere Studie erwähnt, die bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ vorgestellt worden ist (siehe 4.1.5.2, Henke et al. 2010). In dieser Publikation stammten die Patientendaten aus dem Register des „Michigan Surgical Quality Consortium“, welches im Rahmen dieser Untersuchung für die Jahre 2005 – 2008 abgefragt worden ist. Anhand dieser Abfrage konnten die Daten von insgesamt 5.862 verschiedenen gefäßchirurgischen Eingriffen ermittelt und weiter ausgewertet werden. Die große Mehrheit der untersuchten Eingriffe bildeten Karotisendarterektomien (CEA), gefolgt von aortofemoralen Bypassoperationen und der Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen (AAA). Im Rahmen der statistischen Auswertung der Daten ist unter anderem auch der Einfluss der Operationsdauer auf die Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen untersucht worden, welche in dieser Kohorte mit einer Inzidenz von 14,6 % (n = 855) auftraten, und als das Auftreten einer Pneumonie, eines septischen Schocks, einer Sepsis, einer Wundinfektion, eines Herzstillstandes oder einer ungeplanten Reintubation definiert waren. Schließlich zeigte sich, dass eine verlängerte Operationsdauer einen zwar schwachen, jedoch signifikanten Einfluss auf die postoperative Rate an allgemeinen Komplikationen hatte (OR: 1,004, KI: 1,003 – 1,005, p < 0,001). Die durchschnittlichen Operationszeiten betrugen dabei, wie schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ er-

wähnt, 156,6 min (± 97,5) in Gruppe 1 (n = 2.453, OP: 2005 – 2007) und 141,2 min (± 113,6) in Gruppe 2 (n = 3.409, OP: 2007 – 2008).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 253, Anhang).

Tabelle 54: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Henke et al. 2010	verschiedene gefäßchirurgische Operationen (n = 5.862)	ja

In allen vier Publikationen, die sich unter den zur Beziehung der Eingriffsdauer zur Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen eingeschlossenen Arbeiten auf Eingriffe der Gefäßchirurgie bezogen, bestand eine positive Korrelation zwischen der OP-Zeit und der postoperativen Komplikationsrate.

4.2.5 Kinderchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen post-operativen Komplikationen gefunden wurden, befanden sich auch drei Publikationen aus dem Gebiet der Kinderchirurgie. In einer der Arbeiten ist ausführlich Bezug auf Einfluss-faktoren auf das postoperative Outcome verschiedener neurochirurgischer Operationen von Kindern genommen worden. In einer weiteren Untersuchung beschäftigten sich die Autoren mit der operativen Versorgung von Chiari-Malformationen Typ 1. In der zuletzt vorgestellten Publikation untersuchten die Autoren dagegen postoperative Komplikationen und ihre Beziehung zur Operationszeit bei kinderurologischen Eingriffen.

4.2.5.1 Pädiatrische Neurochirurgie

Laut Kuo et al. existierten für die pädiatrische Neurochirurgie hauptsächlich Arbeiten, in denen das postoperative Outcome und entsprechende Risikofaktoren lediglich für verschie-dene neurochirurgische Arbeiten im Allgemeinen untersucht worden sind (Kuo et al. 2017).

Daher führten sie in ihrer Publikation eine separate Untersuchung für jeweils einen spezifischen Eingriff durch. Bei diesen Eingriffen handelte es sich um Kraniotomien (n = 3.383), Defektdeckungen (n = 242), Laminektomien (n = 1.811) und Shuntanlagen (n = 4.560). Die entsprechenden Daten stammten dabei alle aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 – 2014. Allgemeine postoperative Komplikationen, deren Beziehung zur Operationszeit für jeden der oben genannten Eingriffe separat untersucht worden ist, waren als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen definiert:

Tod, ungeplante Reoperation, oberflächliche, tiefe der Organraum-Infektion, oberflächliche oder tiefe Wunddehiszenz, SIRS, Sepsis oder septischer Schock, ungeplante Reintubation, Pneumonie, Beatmungspflichtigkeit > 24 h, pulmonale Embolie, Herzstillstand, Harnwegsinfektion, progrediente Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, zerebrovaskuläres Ereignis, Koma > 24 h, Krampfanfall, Nervenverletzung, venöse Thromboembolie, intra- / postoperative Bluttransfusion.

Nach Kraniotomien (n = 3.383) entwickelten insgesamt 32,2 % der Patienten eine der genannten Komplikationen, wobei intra- / postoperative Bluttransfusionen (24,2 %), ungeplante Reoperationen (6,2 %) und eine Beatmungspflichtigkeit > 24 h (5,2 %) am häufigsten auftraten. Das Risiko, eine dieser Komplikationen zu entwickeln, erhöhte sich minütlich um etwa 1 % (aOR pro min: 1,01, KI: nicht angegeben, $p < 0,001$).

Nach Defektdeckungen (n = 242) hingegen entwickelte sogar mehr als jeder zweite Patient eine Komplikation (52,9 %). In dieser Gruppe waren ungeplante Reoperationen (29,8 %), Beatmungspflichtigkeit > 24 h (24,4 %) und tiefe Wunddehiszenzen (7,4 %) die mit Abstand am häufigsten registrierten Komplikationen. Eine Zunahme der Operationsdauer hatte in dieser Kohorte allerdings keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Komplikationsrate ($p > 0,05$). Nach Laminektomien (n = 1.811), nach denen nur 11,1 % der Patienten eine Komplikation erlitten, davon am häufigsten ungeplante Reoperationen (4 %), oberflächliche Wundinfektionen (2,6 %) und tiefe Wunddehiszenzen (2,4 %), bestand wiederum ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem Auftreten einer postoperativen Komplikation (aOR pro min: 1,01, KI: nicht angegeben, $p < 0,001$). Nach Shuntanlage (n = 4.560) wiederum zeigte sich ebenfalls eine Risikoerhöhung um 1 % mit jeder zusätzlichen Minute OP-Zeit (aOR pro min: 1,01, KI: nicht angegeben, $p = 0,001$). Hier waren es 19,5 % der Patienten, die postoperativ eine Komplikation entwickelten. Dabei waren am häufigsten ungeplante Reoperationen (13,2 %), Beatmungspflichtigkeit > 24 h (5,8 %) und Organraum-Infektionen (2 %) vertreten. Die durchschnittlichen Operationszeiten der einzelnen Gruppen sind in Tabelle 254 im Anhang noch einmal übersichtlich dargestellt.

4.2.5.2 Chiari-Malfomartionen Typ 1

Der Frage, welche verschiedenen Risikofaktoren das postoperative Outcome nach operativer Dekompression bei minderjährigen Patienten mit einer Chiari-Malformation Typ 1 beeinflussen, sind die Autoren der hier vorgestellten Untersuchung nachgegangen, indem sie die Daten von 1.459 Eingriffen retrospektiv auswerteten (Vedantam et al. 2016). An die Eingriffsdaten gelangten sie mit Hilfe der Datenbank NSQIP, die sie für die Jahre 2012 – 2014 abfragten. Endpunkt der Arbeit war das Auftreten unerwünschter perioperativer Ereignisse, die definiert waren als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen:
Wundinfektion, Wunddehiszenz, oberflächliche Wundheilungsstörung, Pneumonie, ungeplante Intubation, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Nervenschädigung, Krampfanfall, intraventrikuläre Blutung, transfusionspflichtige Blutung, TVT, Sepsis, septischer Schock und Tod.
Insgesamt entwickelten 77 (5,3 %) Patienten postoperativ eine der genannten Komplikationen. Hiervon machten Wundkomplikationen mit einer Häufigkeit von 3,8 % den größten Anteil aus. Neben einigen anderen Risikofaktoren überprüften die Autoren auch den Einfluss der Operationsdauer, die in der untersuchten Kohorte im Mittel bei 141 min (107 – 181) lag. Abschließend zeigte sich, dass Eingriffe mit einer verlängerten OP-Zeit mit einem leicht, aber signifikant erhöhten Risiko für postoperative Komplikationen einhergingen (OR: 1,01, KI: 1,00 – 1,01, $p < 0,05$).

Die Operationszeit korrelierte also auch in den beiden zuvor dargestellten Publikationen positiv mit der postoperativen Komplikationsrate nach neurochirurgischen Eingriffen bei Kindern. Insgesamt sind in beiden Arbeiten n = 11.455 Eingriffe untersucht worden. Tabelle 55 fasst die Ergebnisse dieser Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Tabelle findet sich im Anhang (siehe Tabelle 254, Anhang).

Tabelle 55: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / pädiatrische Neurochirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kuo et al. 2017	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 9.996)	ja
2. Vedantam et al. 2016	Chiari-Malformation Typ 1 (n = 1.459)	ja

4.2.5.3 Pädiatrische Urologie

Für die Jahre 2012 und 2013 haben die Autoren der hier vorgestellten Publikation die Datenbank NSQIP nach großen kinderurologischen Eingriffen durchsucht und so die Daten von insgesamt 2.601 Eingriffen erhalten. Diese untersuchten sie dann hinsichtlich verschiedener Komplikationsraten und ihren Risikofaktoren (McLeod et al. 2016). Zur detaillierteren Analyse bezogen sie allerdings ausschließlich rein urogenitale Operationen, ohne Beteiligung weiterer innerer Organe, mit ein (n = 2.202). Neben den verschiedenen anderen Komplikationen, auf die im weiteren Verlauf der Arbeit eingegangen wird (siehe zum Beispiel „Reoperationen“ (4.9.5.2) und „Krankenhausverweildauer“ (4.6.4.1)), untersuchten die Autoren auch das Auftreten von infektiösen und nicht-infektiösen Komplikationen, die definiert waren als: oberflächliche Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Pneumonie, Sepsis und Harnwegsinfektion beziehungsweise: Wunddehiszenz, ungeplante Reintubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, progrediente Niereninsuffizienz / akutes Nierenversagen, Herzstillstand und intraoperative Bluttransfusion oder Transfusion innerhalb von 72 h.
Die Komplikationsrate betrug 3 % (n = 66) für infektiöse Komplikationen und 1 % (n = 31) für nicht-infektiöse Komplikationen. Bezüglich der Rolle der Operationszeit als Risikofaktor, konnte gezeigt werden, dass sich das Risiko, postoperativ eine der genannten Komplikationen zu entwickeln, mit jeder zusätzlichen Viertelstunde OP-Zeit für infektiöse Komplikationen um 4 % beziehungsweise 9 % für nicht-infektiöse Komplikationen erhöhte (aOR pro 15 min: 1,04, KI: 1,00 – 1,07, $p < 0,05$; aOR pro 15 min: 1,09, KI: 1,05 – 1,13, $p < 0,05$; mittlere Operationszeit: 104 min (106 – 196)).

Die folgende Tabelle fasst das Ergebnis dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 254, Anhang).

Tabelle 56: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / pädiatrische Urologie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. McLeod et al. 2016	urogenitale Operationen (n = 2.202)	ja

Somit hat also in allen drei vorgestellten Publikationen ein positiver Zusammenhang zwischen der Dauer eines Eingriffs und der Inzidenz allgemeiner postoperativer

Komplikation bestanden. Wichtig zu erwähnen ist dabei, dass es sich bei den untersuchten Operationen in zwei Arbeiten um neurochirurgische Eingriffe bei Kindern handelte, wohingegen McLeod et al. in ihrer Arbeit Bezug auf urogenitale Operationen bei Kindern nahmen.

4.2.6 Neurochirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen gefunden wurden, befanden sich auch drei Publikationen aus dem Gebiet der Neurochirurgie. In allen Fällen handelte es sich dabei um Registeruntersuchungen.

4.2.6.1 Meningeomresektion

Im Jahr 2017 ist eine große Registeruntersuchung publiziert worden, in der die Rolle der Operationszeit als Risikofaktor für verschiedene postoperative Komplikationen nach Meningeomresektion untersucht worden ist (Karhade et al. 2017b). Bei der untersuchten Kohorte handelte es sich um ein 3.743 Patienten umfassendes Kollektiv, deren Eingriffe zwischen den Jahren 2006 und 2014 durchgeführt und in die Datenbank NSQIP aufgenommen worden waren. Zu den verschiedenen untersuchten Komplikationen, auf die im weiteren Verlauf der Arbeit erneut eingegangen wird, zählte auch das Auftreten von leichten (siehe 4.11.2.1) und schweren Komplikationen (siehe 4.4.4.1) beziehungsweise das Auftreten irgendeiner dieser Komplikationen, also einer allgemeinen postoperativen Komplikation. Definiert waren leichte Komplikationen als das Auftreten einer der folgenden: Pneumonie, Harnwegsinfektion, progrediente Niereninsuffizienz, periphere Nervenverletzung oder eine perioperative Bluttransfusion.
Zur Gruppe schwerer Komplikationen zählten: Tod, intrakranielle (neues postoperatives Koma oder Schlaganfall), kardiale (Herzstillstand oder Myokardinfarkt), pulmonale (Reintubation oder verlängerte Beatmungspflichtigkeit) oder renale (akutes Nierenversagen) Komplikation, symptomatische Thromboembolie, Wundinfektion, Sepsis oder Reoperation. Die allgemeine Komplikationsrate lag bei 13,6 %, wobei Harnwegsinfektionen mit einer Rate von 2,6 % am häufigsten registriert worden sind. Weitere, häufig aufgetretene Komplikationen waren ungeplante Intubationen (2,5 %), verlängertes Weaning (2,4 %) und tiefe Beinvenenthrombosen (2,4 %).
Im Rahmen der Datenauswertung wurde die Operationszeit in Quartile unterteilt. Das Risiko, eine allgemeine postoperative Komplikation zu entwickeln erhöhte sich bereits ab

dem zweiten Quartil, also einer Dauer von 145 – 218 min deutlich und verdoppelte sich beinahe im Vergleich zur Kontrollgruppe mit einer OP-Zeit < 145 min (OR: 1,983, KI: 1,382 – 2,843, p < 0,001). Mit weiter zunehmender Operationszeit erhöhte sich das Risiko sogar überproportional stark. So erhöhte sich das Risiko eine allgemeine postoperative Komplikation zu erleiden bei einer OP-Zeit von 218 – 318 min auf das 2,7-fache (OR: 2,713, KI: 1,909 – 3,857, p < 0,001), nach Operationen mit einer Dauer > 318 min sogar auf mehr als das 6-fache im Vergleich zur Referenzdauer (OR: 6,564, KI: 4,702 – 9,161, p < 0,001).

Die folgende Tabelle fasst das Ergebnis dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 255, Anhang).

Tabelle 57: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Meningeomresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Karhade et al. 2017b	Meningeomresektion (n = 3.743)	ja

4.2.6.2 Chirurgie peripherer Nerven

Einen ebenfalls positiven Einfluss (aOR: 1,004, KI: 1,002 – 1,005, p < 0,001) auf die Inzidenz allgemeiner postoperativer Komplikationen hatte eine verlängerte Operationsdauer auch nach chirurgischen Eingriffen an peripheren Nerven (Hu et al. 2016). Die 2.351 in dieser Arbeit untersuchten Eingriffe sind in den Jahren 2005 – 2014 durchgeführt worden und stammten aus einer Abfrage der Datenbank NSQIP. Die Kohorte wurde dabei in zwei Gruppen unterteilt. In der Gruppe mit Grafting (n = 103) lag die durchschnittliche Operationszeit bei 197,15 min (± 102,27). In der anderen Gruppe ohne Grafting (n = 2.248) betrug die Eingriffsdauer im Durchschnitt 109,20 min (± 102,07). Komplikationen traten in der untersuchten Kohorte in 4,25 % (n = 100) der Fälle auf. Am häufigsten handelte es sich dabei um Wiederaufnahmen ins Krankenhaus (1,95 %), Reoperationen (1,79 %) und Wundkomplikationen (1,62 %). Darüber hinaus wurde das Auftreten folgender weiterer Komplikationen registriert: Tod (0,08 %), transfusionspflichtige Blutung (0,81 %), Pneumonie (0,04 %), ungeplante Intubation (0,09 %), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (0,04 %), Schlaganfall (0,04 %), Herzstillstand (0,04 %), TVT (0,13 %), Harnwegsinfektion (0,21 %),

Sepsis / septischer Schock (0,18 %), Wundinfektion (1,23 %), Wunddehiszenz (0,13 %), tiefe Wundinfektion (0,26 %) und Organraum-Infektion (0,04 %).

Die folgende Tabelle fasst das Ergebnis dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 256, Anhang).

Tabelle 58: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / periphere Nervenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Hu et al. 2016	Chirurgie peripherer Nerven (n = 2.351)	ja

4.2.6.3 Verschiedene neurochirurgische Eingriffe

Neben den unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ schon vorgestellten Ergebnissen (siehe 4.1.4.2) hinsichtlich des Einflusses der Operationszeit auf die postoperative Wundinfektionsrate nach verschiedenen neurochirurgischen Eingriffen (n = 132.063) ermittelten Karhade et al. auch noch weitere Ergebnisse für andere postoperative Infektionen (Karhade et al. 2017a). So analysierten sie zum Beispiel auch, ob die Rate an anderen Infektionen, nämlich Harnwegsinfektionen (1,8 %), Pneumonien (1,4 %) oder eines Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS, 1,6 %) ebenfalls von der Eingriffsdauer beeinflusst wurde. Zwar bestand für Eingriffe mit einer Dauer von 82 – 128 min noch kein signifikanter Zusammenhang (OR: 1,084, KI: 0,971 – 1,21, p = 0,15), jedoch erhöhte sich das Risiko ab einer OP-Zeit von 128 min dafür umso deutlicher auf das knapp 1,5-fache im Vergleich zu unter 82-minütigen Eingriffen (OR: 1,401, KI: 1,261 – 1,556, p < 0,001). Operationen, die über 200 min dauerten, gingen sogar mit einem doppelt so hohen Risiko für eine der oben genannten Komplikationen einher (OR: 2,105, KI: 1,901 – 2,331, p < 0,001). Zusätzlich führten die Autoren auch noch eine weitere Regressionsanalyse für irgendeine der insgesamt untersuchten Komplikationen durch. Diese umfassten also: oberflächliche Wundinfektion (0,8 %), Organraum-Infektion (0,5 %), tiefe Wundinfektion (0,6 %), Wunddehiszenz (0,3 %), Harnwegsinfektion (1,8 %), Pneumonie (1,4 %) und SIRS (1,6 %). Den übrigen Ergebnissen entsprechend, zeigte sich hier bereits ab einer OP-Zeit von 82 – 128 min ein erhöhtes Risiko für eine der genannten Komplikationen, welches mit zunehmender Operationsdauer auch immer weiter anstieg (82 – 128 min: OR: 1,14, KI: 1,04

– 1,249, p = 0,005; 128 – 200 min: OR: 1,403, KI: 1,284 – 1,534, p < 0,001; > 200 min: OR: 2,063, KI: 1,891 – 2,25, p < 0,001).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 257, Anhang).

Tabelle 59: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene neurochirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Karhade et al. 2017a	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 132.063)	ja

Die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an allgemeinen Komplikationen ist unter den gefundenen Publikationen auch in drei Arbeiten für neurochirurgische Operationen untersucht worden. In allen Publikationen ging eine Zunahme der Operationszeit dabei auch mit einer erhöhten Komplikationsrate einher.

4.2.7 Urologie

Das primäre Ziel der im Folgenden vorgestellten Publikation war es, das Outcome von laparoskopisch durchgeführten radikalen Nephrektomien und Nephroureterektomien zu vergleichen (Bastiampillai et al. 2016). Von den 4.904 zur Untersuchung einbezogenen Patienten wurden 4.159 (84,8 %) nur nephrektomiert, während 15,2 % (n = 745) der Patienten auch ureterektomiert worden waren. Die Patientendaten für diese Analyse stammten aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2006 – 2012. Auf die gesamte Kohorte bezogen traten postoperative Komplikationen mit einer Häufigkeit von 13,3 % (n = 651) auf. Allgemeine postoperative Komplikationen wurden dabei von den Autoren als das Auftreten einer der folgenden definiert:
Bluttransfusion, TVT, pulmonale Embolie, zerebrovaskuläres Ereignis, Harnwegsinfektion, Wundinfektion, Pneumonie, ungeplante Intubation, verlängerte Beatmungspflichtigkeit > 48 h, progrediente Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Myokardinfarkt, Wunddehiszenz, Herzstillstand.

Im Rahmen der Vorstellung der Ergebnisse zeigte sich neben einer höheren Komplikationsrate nach Nephroureterektomien auch, dass Operationen mit einer Dauer > 6 h mit einem deutlich erhöhten Risiko für allgemeine postoperative Komplikationen einherzugehen schienen (RR: 2,17, KI: 1,71 – 2,75, $p < 0,05$).

Tabelle 60 fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Die Details des Ergebnisses sind in Tabelle 258 im Anhang noch einmal nachzulesen.

Tabelle 60: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Nephroureterektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Bastiampillai et al. 2016	laparoskopische Nephroureterektomie (n = 4.904)	ja

4.2.8 Thoraxchirurgie

Das eigentliche Ziel der nun vorgestellten Arbeit war es, den Einfluss des Body-Mass-Index (BMI) auf die postoperative Morbiditätsrate nach Lungenresektion näher zu untersuchen (Paul et al. 2015). Grundlage für diese Untersuchung bildeten die Daten von 5.216 Eingriffen, die zwischen den Jahren 2005 und 2010 durchgeführt wurden und in der Datenbank NSQIP abrufbar sind. Bei den Eingriffen handelte es sich in 1.372 Fällen um Keilresektionen, 3.713 Lobektomien und 131 Pneumektomien. Jeweils etwa 30 % der Patienten hatten einen BMI von 18,5 – 24,9, beziehungsweise 25 – 29,9 und > 30. Die Rate an Komplikationen betrug in der untersuchten Kohorte 14,5 % (n = 757) und umfasste das Auftreten einer der folgenden:
oberflächliche / tiefe Wundinfektion, Pneumonie, Reintubation, pulmonale Embolie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, fortschreitende Niereninsuffizienz, akutes Nierenversagen, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, transfusionspflichtige Blutung, Prothesenkomplikation, TVT, Sepsis, septischer Schock und Reoperation.
Untersucht wurde von den Autoren unter anderem auch, ob die Dauer eines Eingriffs einen Einfluss auf die Rate an den oben genannten, allgemeinen postoperativen Komplikationen hatte. Nach multivariater Auswertung der Daten zeigte sich schließlich, dass eine lange

Operationsdauer einen signifikanten, aber relativ schwachen Risikofaktor für das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen darstellte (OR: 1,004, KI: 1,003 – 1,005, p < 0,001). Untersucht wurde dieser Zusammenhang zusätzlich noch einmal speziell für pulmonale Komplikationen (siehe 4.7.1.1). Die mittlere Operationszeit betrug dabei 180 min nach Pneumektomien, 116 min nach Lobektomien und 136,5 min nach Keilresektionen.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 259, Anhang).

Tabelle 61: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Lungenresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Paul et al. 2015	Lungenresektion (n = 5.216)	ja

4.2.9 Ambulante Eingriffe

In einer sehr großen Registerarbeit aus den USA beschäftigten sich die Autoren mit der Frage, wie hoch die Morbiditäts- und Mortalitätsraten nach ambulant durchgeführten Eingriffen sind und welche Faktoren sie beeinflussen (Mathis et al. 2013). Dabei begrenzten sie ihre Untersuchung auf Komplikationen, die innerhalb der ersten 72 postoperativen Stunden aufgetreten waren. Insgesamt werteten sie nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2010 die Daten von 244.397 Operationen verschiedener Fachrichtungen aus, nach denen alle Patienten innerhalb eines Tages entlassen worden waren. Am häufigsten handelte es sich dabei um laparoskopisch durchgeführte Cholezystektomien (18 %), Leistenhernioplastiken (17,2 %), Exzision von Läsionen der Mamma (8,3 %), Versorgung von Nabelhernien (8,2 %) und partielle Mastektomien (7,3 %). Die Rate an registrierten Komplikationen betrug in der untersuchten Kohorte 0,1 % (n = 232) und umfasste das Auftreten der folgenden:
Herzstillstand (n = 8), Myokardinfarkt (n = 15), tiefe Wundinfektion (n = 1), Organraum-Infektion (n = 2), Wunddehiszenz (n = 25), ungeplante Intubation (n = 37), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (n = 2), Pneumonie (n = 46), pulmonale Embolie (n = 7), fortschreitende Niereninsuffizienz (n = 6), akutes Nierenversagen (n = 4), zerebrovaskuläres Ereignis (n = 15), transfusionspflichtige Blutung (n = 21), Prothesen-Komplikation (n = 6), TVT /

Thrombophlebitis (n = 10), Sepsis (n = 19), septischer Schock (n = 10), Tod innerhalb von 72 h (n = 21).
Für Eingriffe mit einer verlängerten Operationszeit zeigte sich in der multivariaten Auswertung, dass sie mehr als 1,5-mal so häufig mit einer der oben genannten Komplikationen einhergingen als Eingriffe mit einer kürzeren OP-Zeit (aOR: 1,66, KI: 1,26 – 2,19, $p < 0,05$). Als verlängert waren Eingriffe definiert, deren Dauer über der eingriffsspezifischen 75. Perzentile lag.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 260, Anhang).

Tabelle 62: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene ambulante Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Mathis et al. 2013	verschiedene ambulante Operationen (n = 244.397)	ja

4.2.10 Plastische Chirurgie

Das eigentliche Ziel einer texanischen Multi-Center-Untersuchung war es, zu überprüfen, ob das Caprini Risk Assessment Model, das eigentlich zur Vorhersage venöser Thromboembolien entwickelt wurde, auch für andere postoperative Komplikationen nach plastischen Eingriffen angewendet werden kann (Jeong et al. 2014). Die Autoren werteten dazu die Daten von 1.598 plastischen Eingriffen retrospektiv aus. Alle Operationen sind zwischen 2008 und 2012 in drei verschiedenen Kliniken durchgeführt worden. Am häufigsten handelte es sich bei den Eingriffen um: Lappenplastiken (n = 491), Mammarekonstruktionen (n = 402), Exzision überschüssiger Haut (n = 271) und Fettabsaugungen (n = 226). Im Rahmen ihrer Arbeit analysierten die Autoren für das ausgewählte Patientenkollektiv unter anderem aber auch den Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem Auftreten venöser Thromboembolien (siehe 4.5.6.1). An dieser Stelle soll näher auf die Beziehung der OP-Zeit zur allgemeinen postoperativen Komplikationsrate eingegangen werden. Definiert waren allgemeine postoperative Komplikationen als das Auftreten einer TVT, einer Wunddehiszenz, einer Wundinfektion, eines Erythems, eines Seroms, eines Hämatoms,

einer Nekrose oder einer verzögerten Wundheilung. Nach univariater Auswertung der Daten zeigte sich, dass Eingriffe in der Gruppe mit allgemeiner postoperativer Komplikation (n = 448) im Durchschnitt 5,85 h dauerten, während die durchschnittliche OP-Zeit in der Gruppe ohne Komplikation (n = 1.150) nur 4,07 h betrug (p < 0,001).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 261, Anhang).

Tabelle 63: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene plastische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Jeong et al. 2014	verschiedene plastische Eingriffe (n = 1.598)	ja

4.2.11 Bariatrische Chirurgie

Eine sehr große Registerarbeit (NSQIP 2005 – 2013), die sich auf bariatrische Eingriffe bezog, ergab, dass verlängerte Eingriffe (> 75. Perzentile) deutlich häufiger mit Komplikationen nach der Entlassung aus dem Krankenhaus einhergingen als kürzere Operationen (OR: 1,41, KI: 1,31 – 1,51, p < 0,001, (Chen et al. 2015)). Das hier untersuchte Patientenkollektiv umfasste insgesamt n = 113.898 Eingriffe, bei denen es sich in 22,33 % um laparoskopische Magenbandanlagen handelte (n = 25.428; 75. Perzentile: 83 min), in 55,31 % der Eingriffe um laparoskopische Magenbypassoperationen (n = 63.000; 75. Perzentile: 163 min), um offene Magenbypässe in 4,64 % der Fälle (n = 5.286; 75. Perzentile: 172 min) und bei 17,72 % der Operationen um die Anlage eines Schlauchmagens (n = 20.184; 75. Perzentile: 117 min). Komplikationen, die erst nach der Entlassung aus der stationären Behandlung auftraten, ereigneten sich in 3.619 (3,2 %) Fällen. Von diesen bildeten Wundinfektionen (49,4 %) die Mehrheit, gefolgt von Harnwegsinfektionen (16,9 %), einer Sepsis (12,4 %) und Organraum-Infektionen (11,0 %). Die höchste Rate an Komplikationen wurde dabei nach offenen Magenbypassoperationen registriert (8,5 %).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 262 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 64: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / bariatrische Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Chen et al. 2015	verschiedene bariatrische Eingriffe (n = 113.898)	ja

4.2.12 HNO

Bei der letzten vorzustellenden Arbeit dieses Kapitels handelt es sich um eine Publikation, auf die auch unter „Reoperationen“ noch einmal eingegangen wird (siehe 4.9.7, Chen et al. 2013). Die Autoren dieser Arbeit werteten in ihrer Analyse die NSQIP-Daten zweier unterschiedlicher Zeiträume für zwei unterschiedliche Endpunkte aus. Die hier vorgestellten Ergebnisse bezüglich Komplikationen, die nach Krankenhausentlassung auftraten, resultierten aus einer Datenauswertung von 48.028 Eingriffen (NSQIP 2005 – 2011). Bei der großen Mehrheit der Eingriffe handelte es sich hier ebenfalls um Thyreoidektomien (n = 40.260), Neck-Dissections (n = 2.449) und Speicheldrüseneingriffe (n = 2.171). Die Rate an Komplikationen nach Entlassung lag insgesamt bei 1,2 % (n = 576), angeführt von Wundinfektionen (53,6 %), Infektionen (Pneumonie, Harnwegsinfektion, Sepsis / Schock, 37,4 %) und venösen Thromboembolien (7,4 %). Die multivariate Datenauswertung zeigte letztlich, dass verlängerte Operationen (4. Quartil des jeweiligen Eingriffs) einen wichtigen Risikofaktor für das Auftreten von Komplikationen nach Entlassung aus der stationären Behandlung darzustellen schienen (OR: 1,68, KI: 1,39 – 2,03, $p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 263 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 65: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / HNO

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Chen et al. 2013	verschiedene HNO-Eingriffe (n = 48.028)	ja

4.2.13 Fazit

Von den insgesamt 58 Veröffentlichungen, die sich mit dem Zusammenhang der Operationszeit zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen beschäftigten, bestand in 55 Arbeiten ein positiver Zusammenhang zwischen einer Zunahme der Operationszeit und einem Ansteigen postoperativer Komplikationen. In drei Untersuchungen zu allgemeinchirurgischen Eingriffen war dies hingegen nicht der Fall.

4.3 Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate

Zu der Frage, ob die Zunahme der Operationsdauer mit einer erhöhten Anzahl an Wiederaufnahmen ins Krankenhaus innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage assoziiert ist, sind anhand der Literatursuche 40 Arbeiten gefunden worden. Dies entspricht 15 % der insgesamt untersuchten Publikationen. Den größten Anteil hatten dabei Publikationen zu Eingriffen aus dem Feld der Allgemeinchirurgie (n = 10).

4.3.1 Allgemeinchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich zehn Arbeiten aus dem Gebiet der Allgemeinchirurgie. Davon bezog sich die Mehrheit der Publikationen auf verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 4).

4.3.1.1 Verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe

Registeruntersuchungen

In einer besonders großen amerikanischen Registerarbeit werteten die Autoren die Daten von insgesamt 42.609 Patienten mit dem Ziel aus, Risikofaktoren für die postoperative Wiederaufnahme ins Krankenhaus nach großen allgemeinchirurgischen Eingriffen zu ermitteln (Kelly et al. 2014b). Sie fragten dazu die Datenbank NSQIP für das Jahr 2011 ab und erhielten so die Daten der Patienten, von denen insgesamt 5.246 (12,3 %) innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage ungeplant wieder ins Krankenhaus aufgenommen werden mussten. Bei den untersuchten Eingriffen handelte es sich mit großer Mehrheit um kolorektale Eingriffe (n = 29.311), gefolgt von Operationen des Dünndarms (n = 5.280), Pankreasoperationen (n = 4.063), Leberresektionen (n = 2.555) und Magen- bzw. Ösophagusresektionen (n = 1.400). Nach multivariater Auswertung der Daten konnte schließlich gezeigt werden, dass sich das Risiko, postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden zu müssen, für Patienten mit einer Operationsdauer > 4 h (> 75. Perzentile) um bis zu 45 % erhöhte (OR: 1,45, KI: 1,35 – 1,56, $p < 0,0001$).

Einen ähnlich starken Einfluss der Operationsdauer auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate nach verschiedenen allgemeinchirurgischen Eingriffen ermittelte eine Arbeitsgruppe der Universitätsklinik in Wisconsin in ihrer Untersuchung (Tevis et al. 2015).

Eine Besonderheit dieser Arbeit war, dass die Autoren nicht die Wiederaufnahme ins Krankenhaus innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage untersuchten, sondern die Krankenhauswiederaufnahmerate innerhalb der ersten 30 Tage nach Entlassung. Darüber hinaus verglichen sie die Ergebnisse, die sie ausgehend von einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2006 – 2011 für ein 2.799 Patienten großes Kollektiv ermittelt hatten, mit im November und Dezember 2013 prospektiv an der Universitätsklinik in Wisconsin gesammelten Daten (n = 255). Ziel war es, anhand der gesammelten Daten verschiedene Risikofaktoren für die postoperative Wiederaufnahme ins Krankenhaus zu ermitteln und so ein Nomogramm zur Vorhersage einer Krankenhauswiederaufnahme bei Entlassung zu erstellen. In der Datenbankgruppe betrug die Krankenhauswiederaufnahmerate 10,2 % und war mit 9,2 % in der Kontrollgruppe ähnlich hoch. Eine Operation galt in dieser Untersuchung als verlängert, wenn das vierte Quartil der für den jeweiligen Eingriff typischen Dauer überschritten wurde. Die verschiedenen Eingriffe wurden in der Untersuchung in Gruppen zusammengefasst und verteilten sich in den beiden untersuchten Kohorten wie folgt: kolorektale Eingriffe (NSQIP: 37,7 %, Kontrolle: 29,8 %, verlängerte Operationszeit > 259 min), allgemeine Eingriffe (NSQIP: 30,5 %, Kontrolle: 48,6 %, verlängerte Operationszeit > 155 min), Hepato-Pankreatiko-Biliäre Eingriffe (NSQIP: 19,5 %, Kontrolle: 9,8 %, verlängerte Operationszeit > 356 min) und minimalinvasive Eingriffe (NSQIP: 12,2 %, Kontrolle: 11,8 %, verlängerte Operationszeit > 133 min). Schließlich zeigte sich, dass Patienten, deren Eingriffe als verlängert galten, im Gegensatz zu Patienten mit kürzeren Eingriffen ein 1,6-fach erhöhtes Risiko hatten, nach Entlassung erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden zu müssen (OR: 1,601, KI: 1,186 – 2,160, p = 0,002).

Die gleiche Arbeitsgruppe des Universitätsklinikums in Wisconsin hatte im Jahr zuvor bereits eine ähnliche Arbeit publiziert (Kohlnhofer et al. 2014). Das eigentliche Ziel dieser Arbeit war es, anhand von NSQIP-Daten der Jahre 2006 – 2011 die Beziehung der Krankenhausverweildauer zur Krankenhauswiederaufnahmerate nach verschiedenen allgemeinchirurgischen Eingriffen zu untersuchen. In Zusammenhang damit ermittelten die Autoren in ihrer Arbeit jedoch auch eine Vielzahl anderer Risikofaktoren für die Wiederaufnahme ins Krankenhaus innerhalb der ersten 30 Tage nach Entlassung. Grundlage für diese Analyse bildeten die Daten von insgesamt 3.556 Patienten, von denen 9 % (n = 322) wieder ins Krankenhaus aufgenommen worden sind. Die zur Untersuchung einbezogenen Eingriffe gliederten sich dabei wie folgt: kolorektale Eingriffe (n = 1.306), allgemeine Eingriffe (n = 853), Hepato-Pankreatiko-Biliäre Eingriffe (n = 645), minimalinvasive Eingriffe (n = 469) und endokrine Chirurgie (n = 283). Schließlich zeigte sich, dass Patienten, deren Eingriffe 2 h dauerten in 7 % der Fälle erneut ins Krankenhaus aufgenommen worden sind, während Patienten mit > 6 h dauernden Operationen mit einer Häufigkeit von 15 %

wiederaufgenommen worden sind (p < 0,001). Dieser Zusammenhang war auch nach multivariater Auswertung noch signifikant, sodass eine Operationszeit > 2 h aus Sicht der Autoren also mit der postoperativen Wiederaufnahmerate korrelieren zu schien (0 – 2 h: aOR: 1,145, KI: 0,811 – 1,616, p > 0,05; 2 – 4 h: aOR: 1,337, KI: 0,815 – 2,194, p < 0,05; 4 – 6 h: aOR: 1,272, KI: 0,691 – 2,343, p < 0,05).

In einer weiteren Registerarbeit werteten die Autoren die aus einer NSQIP-Abfrage stammenden Daten von 7.712 Patienten aus, die sich im Jahr 2012 einem allgemeinen chirurgischen Eingriff unterzogen hatten (Dieterich und Divino 2017). Am häufigsten handelte es sich dabei um Kolektomien (23 %), Hernienoperationen (20 %) und nicht näher spezifizierte Laparoskopien (9 %). Alle Patienten der untersuchten Kohorte waren über 65 Jahre alt und die Krankenhauswiederaufnahmerate betrug 8,0 % (n = 617). Für eine verlängerte Operationsdauer zeigte sich, dass sich das Risiko, postoperativ erneut stationär aufgenommen werden zu müssen, zwar nur leicht, aber statistisch signifikant erhöhte (HR: 1,001, KI: 1,00 – 1,002, p = 0,001). Eine durchschnittliche oder mittlere Operationszeit wurde nicht angegeben.

Die wesentlichen Ergebnisse der im Vorangegangenen dargestellten Publikationen sind in Tabelle 66 und Tabelle 264 im Anhang noch einmal dargestellt. In allen vier Arbeiten bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Dauer eines Eingriffs und der Krankenhauswiederaufnahmerate. Das insgesamt untersuchte Kollektiv betrug n = 56.676 Patienten.

Tabelle 66: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kelly et al. 2014b	verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 42.609)	ja
2. Tevis et al. 2015	verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 2.799)	ja
3. Kohlnhofer et al. 2014	verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 3.556)	ja
4. Dieterich und Divino 2017	verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 7.712)	ja

4.3.1.2 Kolorektale Chirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich zwei Arbeiten zu kolorektalen Eingriffen. Bei diesen Publikationen handelt es sich um eine Registeruntersuchung und eine Single-Center-Studie.

Registeruntersuchung

In einer sehr großen Datenbankuntersuchung ist der Frage nachgegangen worden, wie sich die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate in Abhängigkeit davon unterscheidet, ob kolorektale Resektionen laparoskopisch oder offen chirurgisch durchgeführt worden sind (Esemuede et al. 2015). Die Autoren werteten dazu die Daten von 30.428 Patienten aus, die im Jahr 2011 operiert wurden und deren Daten in NSQIP abrufbar waren. Von den untersuchten Eingriffen wurden 40,2 % der Patienten laparoskopisch operiert. Die Wiederaufnahmerate betrug insgesamt 11,2 % (n = 3.411) und war in der laparoskopisch operierten Gruppe deutlich niedriger als in der offen chirurgischen Gruppe (9,0 % versus 13,2 %, $p < 0,001$). Darüber hinaus untersuchten die Autoren auch weitere perioperative Risikofaktoren für die postoperative Wiederaufnahme ins Krankenhaus, unter anderem auch die Operationszeit. So zeigte sich, dass die Rate an erneuten Aufnahmen ins Krankenhaus in der Gruppe von Patienten, deren Eingriffe > 180 min dauerten, bei 13,1 % lag (versus 11,2 % in der gesamten Kohorte, $p < 0,001$). Somit schien eine verlängerte Operationszeit in der untersuchten Kohorte einen signifikanten Einfluss auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate gehabt zu haben, was sich auch in der multivariaten Auswertung der Daten bestätigte (> 180 min: OR: 1,285, KI: 1,187 – 1,393, $p < 0,001$).

Single-Center-Studie

Jeon et al, aus deren Publikation beispielsweise schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ zitiert worden ist (siehe 4.1.1.7), werteten in ihrer Arbeit die Daten von 3.049 laparoskopischen Appendektomien zusätzlich auch bezüglich der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate retrospektiv aus (Jeon et al. 2016). Dabei zeigte sich für Patienten mit perforierter Appendizitis (n = 771) ein erhöhtes Risiko dafür, postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen zu werden – ab einer Operationszeit > 90 min bereits um das 2,5-fache (OR: 2,49, KI: 1,38 – 4,50, $p < 0,001$). Die Wiederaufnahmerate lag in dieser Gruppe bei insgesamt 1,8 % (1,0 % bei OP-Zeit < 90 min versus 5,5 % bei OP-Zeit > 90 min, $p < 0,001$). Für Patienten mit nicht-perforierter

Appendizitis (n = 2.277) erhöhte sich das Risiko sogar noch einmal deutlich auf das etwa 5-fache (OR: 5,06, KI: 1,80 – 14,22, p = 0,001). Die Krankenhauswiederaufnahmerate lag in dieser Gruppe bei 0,8 % (0,7 % versus 3,2 %, p = 0,001).

In beiden Publikationen konnte ein Zusammenhang zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und einer erhöhten Krankenhauswiederaufnahmerate gezeigt werden. Allerdings sind die untersuchten Eingriffe der beiden Arbeiten schwer vergleichbar, da es sich in einem Fall um Appendektomien und im anderen Fall um deutlich größere kolorektale Eingriffe handelte. Tabelle 67 fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 265, Anhang).

Tabelle 67: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Esemuede et al. 2015	kolorektale Resektionen (n = 30.428)	ja
2. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie (n = 3.049)	ja

4.3.1.3 Hernienchirurgie

Zwei weitere Registerarbeiten, die untersuchten, ob die Operationsdauer die Wiederaufnahmerate ins Krankenhaus beeinflusste, bezogen sich auf Hernienoperationen.

Registeruntersuchungen

Im Jahr 2016 ist eine große Registerarbeit erschienen, in der die Autoren, nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2011 und 2012, die Daten von insgesamt 17.789 offen chirurgisch versorgten Narben- und Bauchwandhernien hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für die Notwendigkeit einer postoperativen Wiederaufnahme ins Krankenhaus auswerteten (Baltodano et al. 2016). Insgesamt mussten 4,7 % der zur Untersuchung einbezogenen Patienten postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden. Die Auswertung der Daten zeigte schließlich, dass jede Stunde OP-Zeit mit einer nicht unwe-

sentlichen Risikoerhöhung für eine Wiederaufnahme ins Krankenhaus innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage einherging (OR pro h: 1,12, KI: 1,04 – 1,20, p = 0,004). Die durchschnittliche OP-Dauer betrug dabei in der gesamten Kohorte 81,6 min (± 64,2), 116,2 min (± 84,2) in der Gruppe mit Wiederaufnahme und 79,9 min (± 62,6) in der Gruppe ohne eine erneute Aufnahme ins Krankenhaus (p < 0,001).

In einer anderen, bereits vorgestellten Arbeit (siehe „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.2.4)) sind hingegen verschiedene Komplikationsraten und ihre Risikofaktoren speziell für ambulant durchgeführte Hernienoperationen ermittelt worden (Qin et al. 2015b). Bei der untersuchten Kohorte handelte es sich um ein 7.666 Fälle umfassendes Kollektiv, dessen Daten in der Datenbank NSQIP für die Jahre 2011 und 2012 abrufbar waren. Neben einer Vielzahl anderer Risikofaktoren und Outcomes untersuchten die Autoren auch den Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate. Diese lag in der untersuchten Kohorte bei 3,3 %. In der univariaten Auswertung der Daten zeigte sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationsdauer und der postoperativen Wiederaufnahmerate ins Krankenhaus. So hatten Patienten mit Wiederaufnahme sogar eine kürzere durchschnittliche Operationszeit (61,11 min (± 41,4) mit Wiederaufnahme versus 72,5 min (± 37,8) ohne Wiederaufnahme, p = 0,639).

Es zeigte sich damit also ein uneinheitliches Bild. Insgesamt wurden in den beiden vorgestellten Arbeiten n = 25.455 Eingriffe ausgewertet. In Tabelle 68 sind die beiden Publikationen noch einmal zusammengefasst dargestellt. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 266, Anhang).

Tabelle 68: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Hernienoperationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Baltodano et al. 2016	offene Bauchwandhernioplastik (n = 17.789)	ja
2. Qin et al. 2015b	ambulante Hernienoperation (n = 7.666)	nein

4.3.1.4 Ösophaguschirurgie

Anhand einer Kohorte von 14.478 Patienten, deren Daten aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 – 2014 stammten, sollte überprüft werden, welche verschiedenen Risikofaktoren die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate nach Eingriffen am distalen Ösophagus bei benigner Operationsindikation beeinflussen (Poupore et al. 2016). Bei den untersuchten Operationen handelte es sich in 35,4 % der Fälle um die Behandlung von Refluxerkrankungen (Fundoplicatio), in 8,7 % der Fälle um Myotomien nach Heller bei Achalasie und mit einem Anteil von 55,9 % um die Therapie von paraösophagealen Hiatushernien. Die Wiederaufnahmerate ins Krankenhaus betrug 5,5 %. Im Ergebnisteil ihrer Arbeit erklärten die Autoren, dass Patienten, die erneut ins Krankenhaus aufgenommen worden waren, deutlich längere OP-Zeiten aufwiesen als Patienten, die nicht noch einmal aufgenommen werden mussten (mittlere OP-Zeit 140 min (100 – 188) versus 122 min (89 – 167), $p < 0{,}001$). Eine multivariate Analyse ist für die Operationszeit nicht durchgeführt worden oder war nicht signifikant.

Die folgende Tabelle fasst das Ergebnis dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 267, Anhang).

Tabelle 69: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / distale Ösophaguseingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Poupore et al. 2016	distale Ösophaguseingriffe (n = 14.478)	ja

4.3.1.5 Magenchirurgie

Um potentielle Risikofaktoren für die Notwendigkeit einer postoperativen Wiederaufnahme ins Krankenhaus zu identifizieren, werteten die Autoren der im Folgenden vorgestellten Publikation die Daten von 855 Patienten aus, die sich aufgrund eines Adenokarzinoms des Magens einer kurativen Gastrektomie unterzogen hatten (Acher et al. 2016). Die Daten stammten dabei aus einer Datenbankabfrage der „US Gastric Cancer Collaborative“ für die Jahre 2000 – 2012. Insgesamt mussten 121 (14,2 %) Patienten innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden. In der Gruppe der

postoperativ wieder aufgenommenen Patienten betrug die mittlere Operationsdauer 268,6 min (181,7 – 355,5), während die Operationen der Kontrollgruppe im Mittel lediglich 244,9 min (148,5 – 341,3) dauerten (p = 0,0384). Eine multivariate Analyse dieses Zusammenhangs wurde nicht durchgeführt.

Die folgende Tabelle fasst das Ergebnis dieser Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine ausführlichere Übersicht findet sich im Anhang (siehe Tabelle 268, Anhang).

Tabelle 70: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Gastrektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Acher et al. 2016	Gastrektomie (n = 855)	ja

Letztlich bestand also in neun der zehn vorgestellten Arbeiten ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der Rate an postoperativen Wiederaufnahmen ins Krankenhaus. Ein uneinheitliches Bild zeigte sich lediglich in den Arbeiten, die sich auf Hernienoperationen bezogen, da von den hierzu dargestellten Publikationen in einer kein Zusammenhang bestand.

4.3.2 Gefäßchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich sechs Arbeiten aus dem Gebiet der Gefäßchirurgie. In der Arbeit von Gupta et al. sind dabei vier verschiedene Patientenkollektive separat untersucht worden. Diese Publikation wird im folgenden Kapitel daher mehrmals zitiert.

4.3.2.1 Revaskularisierung

Registeruntersuchungen

Um Risikofaktoren für die Wiederaufnahme ins Krankenhaus nach aortoiliakal und infrainguinal durchgeführten Revaskularisierungseingriffen zu ermitteln, durchsuchten die Autoren einer großen Registerarbeit die Datenbank NSQIP für das Jahr 2011 und erhielten so die Daten von insgesamt 8.414 Operationen (Davenport et al. 2014). Von diesen Eingriffen sind n = 854 Operationen aortoiliakal und endovaskulär durchgeführt worden. In n = 1.023 Fällen wurden aortoiliakale Stenosen offen revaskularisiert. Infrainguinale Eingriffe wurden bei n = 2.035 Patienten endovaskulär rekanalisiert und in n = 4.502 Fällen offen chirurgisch versorgt. Über alle Eingriffe hinweg betrug die Rate an postoperativen Wiederaufnahmen 16,5 % (n = 1.388) und variierte zwischen den verschiedenen Eingriffen von 12,5 % nach endovaskulärer Rekanalisierung aortoiliakaler Stenosen bis maximal 18,3 % nach offen chirurgisch versorgten infrainguinalen Stenosen. Die Operationsdauer ist in Quintile unterteilt worden, wobei ausschließlich Eingriffe des fünften Quintils mit einer Dauer > 260 min signifikant mit postoperativen Krankenhauswiederaufnahmen assoziiert waren (OR: 1,62, KI: 1,17 – 2,24, p = 0,003). Die Ergebnisse der übrigen, nicht signifikanten Analysen sind Tabelle 269 im Anhang zu entnehmen.

Die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an ungeplanten Wiederaufnahmen ist in einer weiteren Publikation ausschließlich für endovaskuläre Interventionen, infrainguinal gelegener Stenosen untersucht worden (Bodewes et al. 2017). Wie in der zuvor vorgestellten Publikation handelte es sich auch hier um eine Registeruntersuchung, in der die Autoren ihre Daten aus einer NSQIP-Abfrage (2012 – 2014) generierten. Insgesamt umfasste das untersuchte Patientenkollektiv 4.449 Patienten, von denen 1.647 Patienten eine Claudicatio hatten und 2.802 Patienten bereits unter einer chronisch kritischen Extremitätenischämie litten. In der Claudicatio-Gruppe betrug die ungeplante Wiederaufnahmerate ins Krankenhaus 6,5 % (n = 107), während Patienten aus der Gruppe mit chronischer Ischämie in 16 % (n = 447) der Fälle wiederaufgenommen werden mussten. Ein signifikanter Einfluss der Operationsdauer auf die postoperative Rate an Krankenhauswiederaufnahmen bestand nach multivariater Analyse allerdings nur in der Claudicatio-Gruppe. Hier zeigte sich eine deutliche Erhöhung des Risikos bereits ab einer OP-Zeit von > 120 min (> 75. Perzentile: OR: 1,8, KI: 1,1 – 2,7, p = 0,01). Für Patienten mit chronisch kritischer Ischämie bestand ein Zusammenhang zwischen OP-Zeit und Wiederaufnahmerate nur nach univariater Analyse (mittlere OP-Zeit in der Gruppe mit

Wiederaufnahme: 102 min (66 – 148) versus 92 min (63 – 136) in der Gruppe ohne Wiederaufnahme, $p < 0,01$).

Darüber hinaus ist noch eine weitere Publikation gefunden worden, die sich ausschließlich Bypassoperationen der unteren Extremität und ihrem postoperativen Outcome widmete (Aziz et al. 2016b). Ausgewertet wurden in dieser Untersuchung nach einer NSQIP-Abfrage die Daten von insgesamt 2.646 Patienten, die sich im Jahr 2013 einer Bypassoperation der unteren Extremität unterzogen hatten. Von diesen Patienten sind insgesamt 425 (16 %) innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage ungeplant erneut ins Krankenhaus aufgenommen worden. Ziel der Autoren war es, Risikofaktoren für die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate zu ermitteln. So ist unter anderem auch die Operationsdauer untersucht worden. Es zeigte sich, dass Patienten mit einer Eingriffslänge von 171 – 225 min ein knapp 1,5-fach erhöhtes Risiko dafür aufwiesen, postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen zu werden als Patienten mit kürzeren Eingriffen (OR: 1,45, KI: 1,05 – 2,00, $p < 0,01$; Referenz von 0 – 170 min). Ab einer Dauer von 226 – 300 min erhöhte sich das Risiko dann sogar noch einmal auf das Doppelte (OR: 2,07, KI: 1,52 – 2,81, $p < 0,01$). Eingriffe mit einer Dauer von > 300 min waren hingegen mit einem etwas niedrigeren Risiko assoziiert (OR: 1,70, KI: 1,25 – 2,33, $p < 0,01$). Diese Ergebnisse resultierten allerdings aus einer bivariaten Analyse. Nach multivariater Auswertung der Daten zeigte sich vor allem für Operationszeiten von 225 – 300 min ein starker Zusammenhang (aOR: 1,8, KI: 1,19 – 2,57, $p < 0,05$).

In einer weiteren Publikation, deren Ziel es ebenfalls war, Risikofaktoren für die ungeplante Wiederaufnahme ins Krankenhaus zu ermitteln, ist die Datenbank NSQIP für das Jahr 2011 nach Daten zu vier verschiedenen gefäßchirurgischen Eingriffen durchsucht worden (Gupta et al. 2014b). Bei den zur Untersuchung einbezogenen Eingriffen handelte es sich um infrainguinale Bypassoperationen (n = 2.672), endovaskuläre Aortenreparaturen (EVAR n = 2.369), n = 506 offen chirurgisch versorgte abdominelle Aortenaneurysmen (oAAA) und n = 5.690 Karotisendarteriektomien (CEA). Insgesamt sind so also die Daten von 11.237 Eingriffen retrospektiv ausgewertet worden. An dieser Stelle soll jedoch ausschließlich Bezug auf die für Bypässe ermittelten Ergebnisse genommen werden. Die Ergebnisse zu den anderen Eingriffen werden in den folgenden Kapiteln vorgestellt. Die Rate an ungeplanten Wiederaufnahmen betrug nach infrainguinalen Bypassoperationen 15,7 %. Ein signifikanter Risikofaktor hierfür schien dabei eine Operationszeit von > 346 min (> 90. Perzentile) gewesen zu sein (OR: 1,93, KI: 1,40 – 2,67, $p < 0,05$).

In allen vier vorgestellten Publikationen zeigte sich somit ein positiver Zusammenhang. Insgesamt sind in den dargestellten Untersuchungen n = 18.181 Eingriffe ausgewertet worden. Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Arbeiten gibt Tabelle 71. Eine genauere Darstellung ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabellen 269 und 270, Anhang).

Tabelle 71: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Revaskularisierung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Davenport et al. 2014	Revaskularisierung (n = 8.414)	ja
2. Bodewes et al. 2017	endovaskuläre Revaskularisierung (n = 4.449)	ja
3. Aziz et al. 2016b	Bypass (n = 2.646)	ja
4. Gupta et al. 2014b	Bypass (n = 2.672)	ja

4.3.2.2 Endovaskulär versorgte Aortenaneurysmen

Wie zuvor bereits beschrieben, widmeten Gupta et al. sich in ihrer 2014 veröffentlichten Untersuchung unter anderem auch der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate nach EVAR (Gupta et al. 2014b). Das hierbei untersuchte Kollektiv umfasste n = 2.369 Patienten, von denen 7,6 % postoperative erneut ins Krankenhaus aufgenommen worden sind. Nach univariater Auswertung der Daten zeigte sich schließlich eine deutliche Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit > 228 min (> 90. Perzentile) und der postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate. So hatten nämlich 16,1 % der wiederaufgenommenen Patienten eine entsprechend verlängerte Operationszeit, während dies nur auf 9,7 % der nicht-Wiederaufgenommenen zutraf ($p < 0,001$). Die multivariate Analyse ergab kein signifikantes Ergebnis (OR: 1,41, KI: 0,87 – 2,31, $p = 0,16$).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 270, Anhang).

Tabelle 72: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / EVAR

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2014b	EVAR (n = 2.369)	ja

4.3.2.3 Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe

Ein wesentlich schwächerer Einfluss einer verlängerten Operationszeit auf die post-operative Krankenhauswiederaufnahme als in den zuvor zitierten Publikationen ist von Glebova et al. für eine sehr große Kohorte von 86.236 Patienten ermittelt worden (OR: 1,09, KI: 1,07 – 1,11, $p < 0,05$, Glebova et al. 2016). Die Daten für diese Untersuchung stammten aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 und 2013. Mit einbezogen wurden sämtliche große gefäßchirurgische Eingriffe, die jedoch nicht weiter differenziert wurden. Das Ziel dieser Publikation war es, Einflussfaktoren auf die ungeplante Krankenhauswiederaufnahmerate zu ermitteln, die in der untersuchten Kohorte bei 9,3 % (n = 8.054) lag. Nähere Angaben, beispielsweise zur durchschnittlichen Operationszeit der Kohorte, wurden allerdings nicht gemacht.

Einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung des Ergebnisses ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 270, Anhang).

Tabelle 73: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Glebova et al. 2016	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 86.236)	ja

4.3.2.4 Thoracic-Outlet-Syndrom (TOS)

Außerdem sei noch eine weitere Publikation erwähnt, in der sich die Autoren Dekompressionseingriffen bei TOS widmeten (Rinehardt et al. 2017). Auch in dieser Publikation bezogen sich die Autoren auf NSQIP-Daten. In diesem Fall stammten die Daten aus einer Abfrage der Jahre 2005 – 2014 und umfassten 1.431 Eingriffe. Die Rate an Krankenhauswiederaufnahmen wurde jedoch erst ab dem Jahr 2012 dokumentiert, was die Kohorte diesbezüglich auf 617 Fälle schrumpfen ließ. Von diesen 617 Fällen sind insgesamt n = 32 (5,2 %) Patienten postoperativ erneut stationär aufgenommen worden. Endpunkt der Arbeit war das Auftreten einer Wiederaufnahme ins Krankenhaus, einer Reoperation oder beidem. Den ausschließlich graphisch im Forest-Plot dargestellten Ergebnissen ist zu entnehmen, dass die Operationszeit in der untersuchten Kohorte einen schwachen, aber signifikanten Einfluss auf die postoperative Inzidenz von Krankenhauswiederaufnahmen / Reoperationen oder beidem hatte (OR ≈ 1,05, $p < 0,05$). Die mittlere Operationszeit in der gesamten Kohorte betrug dabei 122 min (0 – 760).

Einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung des Ergebnisses ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 271, Anhang).

Tabelle 74: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Dekompression bei TOS

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Rinehardt et al. 2017	Thoracic-Outlet-Syndrom (n = 617)	ja

4.3.2.5 Karotisendarteriektomie

In ihrer zuvor bereits mehrfach erwähnten Arbeit analysierten Gupta et al. auch, ob eine verlängerte Operationszeit einen Einfluss auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate nach Karotisendarteriektomien hatte (siehe auch 4.3.2.1, 4.3.2.2, 4.3.2.6, Gupta et al. 2014b). Untersucht wurde dies anhand der Daten von n = 5.690 Patienten. Die Wiederaufnahmerate betrug in dieser Kohorte 6,5 %. Allerdings schien sich eine verlängerte Eingriffsdauer > 167 min (> 90. Perzentile) nicht auf die Inzidenz postoperativer Wiederaufnahmen ausgewirkt zu haben. Es hatten nämlich 11,4 % der Patienten mit Wiederaufnahme

einen verlängerten Eingriff und 10,0 % der Patienten ohne Wiederaufnahme eine ebenso verlängerte Operation. Dieser Zusammenhang war statistisch jedoch nicht signifikant (p = 0,37).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 270, Anhang).

Tabelle 75: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / CEA

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2014b	CEA (n = 5.690)	nein

4.3.2.6 Offen versorgte Aortenaneurysmen

Auch nach offen versorgten abdominellen Aortenaneurysmen, auf die sich Gupta et al. in ihrer Arbeit ebenfalls bezogen, schien keine signifikante Assoziation zwischen verlängerten Eingriffen mit einer Dauer > 355 min (> 90. Perzentile) und postoperativen Krankenhauswiederaufnahmen bestanden zu haben (Gupta et al. 2014b). Insgesamt betrug die Wiederaufnahmerate in der n = 515 Patienten umfassenden Kohorte 8,0 %. Die Datenauswertung ergab schließlich sogar, dass 10,1 % der nicht-wiederaufgenommenen Patienten eine verlängerte Operationszeit aufwiesen, während dies auf lediglich 9,8 % der Patienten mit ungeplanter Wiederaufnahme ins Krankenhaus zutraf (p = 0,94).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 270, Anhang).

Tabelle 76: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / oAAA

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2014b	oAAA (n = 515)	nein

Von den insgesamt sechs dargestellten Publikationen, in denen allerdings neun separate Analysen durchgeführt worden sind, konnte letztendlich in sieben Auswertungen eine positive Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate ermittelt werden. In der Arbeit von Gupta et al. bestand ein Zusammenhang dabei nicht für alle untersuchten Eingriffe. So zeigte sich weder für Karotisendarteriektomien noch für offen versorgte abdominelle Aortenaneurysmen ein signifikantes Ergebnis (siehe 4.3.2.5, 4.3.2.6).

4.3.3 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich sieben Arbeiten aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie. Darunter waren Eingriffe an der Wirbelsäule am häufigsten vertreten (n = 6).

4.3.3.1 Wirbelsäulenchirurgie

Metaanalyse

Im Jahr 2015 ist eine Metaanalyse vorgelegt worden, in der sich die Autoren mit der Krankenhauswiederaufnahmerate und ihren Risikofaktoren speziell für die Wirbelsäulenchirurgie beschäftigten (Bernatz und Anderson 2015). Zur Analyse wurden insgesamt 13 Arbeiten einbezogen, die aus einer Literatursuche in vier verschiedenen elektronischen Datenbanken (PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Google Scholar) stammten. Insgesamt sind in allen untersuchten Publikationen die Daten von 488.049 Patienten ausgewertet worden. Die im Einzelnen untersuchten Kollektive schwankten dabei von 197 bis 343.068 Patienten. Außerdem handelte es sich bei fünf Arbeiten um Single-Center-Studien, drei Arbeiten erhielten ihre Daten aus Multi-Center-Datenbanken und in fünf Arbeiten wurden große, nationale Register abgefragt. Die verschiedenen zur Analyse einbezogenen Publikationen ermittelten recht heterogene Wiederaufnahmeraten zwischen 2,6 % und 14,2 %. Die von den Autoren ermittelte gepoolte Rate betrug 5,5 % (KI: 4,2 % – 7,4 %). Dabei bezog sich die Mehrheit der Arbeiten (n = 9) auf Eingriffe der gesamten Wirbelsäule, während sich die übrigen vier Arbeiten auf lumbale Eingriffe beschränkten. In Bezug auf mögliche Risikofaktoren für die postoperative Wiederaufnahme ins Krankenhaus ist die Operationszeit als potentieller Prädiktor in insgesamt fünf der 13 Arbeiten untersucht worden. Einen positiven Einfluss der Operationszeit auf die

Wiederaufnahmerate ermittelten dabei vier der fünf Publikationen. Um eine multivariate Meta-Regressionsanalyse diesbezüglich durchzuführen, sei die Anzahl der Studien jedoch zu gering gewesen.

Registeruntersuchungen

Gefunden wurde in diesem Zusammenhang auch eine große Registerarbeit, in der nach einer NSQIP-Abfrage 20.376 Eingriffe untersucht worden sind (Webb et al. 2017). Bei den Eingriffen handelte es sich um lumbale Diskektomien beziehungsweise Laminektomien, die zwischen 2012 und 2014 durchgeführt worden waren. In der untersuchten Kohorte betrug die postoperative Wiederaufnahmerate 2,62 % (n = 533). Unter den ermittelten Risikofaktoren für eine postoperative Krankenhauswiederaufnahme befand sich auch die Operationsdauer. So zeigte sich, dass Patienten mit einer Eingriffsdauer > 151 min (Abweichung um eine Standardabweichung (58,5 min) über der durchschnittlichen OP-Zeit (92,5 min)) ein um das 1,4-fach erhöhte Risiko für eine erneute Aufnahme ins Krankenhaus aufwiesen (RR: 1,41, KI: 1,02 – 1,97, p = 0,002).

An dieser Stelle soll auch auf die in dieser Dissertation bereits mehrmalig vorgestellte Untersuchung von Phan et al. eingegangen werden (siehe 4.1.2.1, 4.2.1.1). Wie schon erwähnt, handelte es sich bei dieser Arbeit um eine große 5.338 Patienten umfassende Registeruntersuchung (NSQIP 2010 – 2014), in der die Rolle der Operationszeit als Risikofaktor für verschiedene postoperative Komplikationen nach mono- und multisegmentaler Spondylodese bei Wirbelsäulendeformität untersucht worden ist (Phan et al. 2017). Analysiert wurde der Einfluss der Operationsdauer auch auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate, die in der Gruppe mit der längsten OP-Zeit (> 346 min) deutlich höher war (8,7 %) als in der Gruppe mit kurzer Eingriffsdauer (0 – 154 min: 4,0 %, p < 0,001). Auch nach multivariater Auswertung der Daten zeigte sich ab einer Operationszeit von > 235 min (ab dem 3. Quartil) ein signifikanter Einfluss der Operationszeit auf die Rate an postoperativen Wiederaufnahmen ins Krankenhaus. So hatten Patienten, deren Eingriffe eine Dauer von 235 min überschritten, ein knapp 1,5-mal so hohes Risiko, postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen zu werden wie Patienten mit einer OP-Zeit unter 154 min (OR: 1,45, KI: 1,02 – 2,07, p = 0,041). Für Eingriffe mit einer Dauer > 346 min erhöhte sich dieses Risiko sogar noch einmal (OR: 1,84, KI: 1,29 – 2,64, p = 0,001). Eingriffe, die zwischen 154 min und 234 min dauerten, gingen hingegen nicht mit einem signifikant erhöhten Risiko einher (OR: 1,33, KI: 0,93 – 1,91, p = 0,117).

Einen zwar signifikanten, jedoch deutlich schwächeren Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Wiederaufnahmerate ermittelten Kim et al. in ihrer 2014 vorgelegten Untersuchung. Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für die ungeplante Wiederaufnahme ins Krankenhaus innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage nach lumbaler Dekompression zu ermitteln (Kim et al. 2014b). Nach einer NSQIP-Abfrage für das Jahr 2011 sind die Daten von insgesamt 7.016 Patienten zur Untersuchung einbezogen worden, von denen letztlich 312 (4,4 %) erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden mussten. Dieser Teil der Patienten verzeichnete eine durchschnittliche Operationsdauer von 143,22 min (± 88,06). Im Gegensatz dazu betrug die durchschnittliche Eingriffsdauer in der Gruppe mit komplikationslosem Verlauf nur 117,42 min (± 75,67, $p < 0,001$). Auch nach multivariater Analyse blieb dieser Zusammenhang signifikant (OR: 1,003, KI: 1,001 – 1,004, $p < 0,001$).

Kein signifikanter Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate bestand hingegen in einer bereits unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.1.1) zitierten Arbeit (OP-Zeit < 120 min: Referenz; OP-Zeit 120 – 180 min: OR: 0,98, KI: 0,52 – 1,83, $p > 0,05$; OP-Zeit > 180 min: OR: 0,88, KI: 0,44 – 1,77, $p > 0,05$). In dieser Publikation sind postoperative Komplikationsraten und ihre Risikofaktoren speziell für geriatrische Patienten untersucht worden, die sich einer Operation der lumbalen Wirbelsäule unterzogen hatten (Saleh et al. 2017). Nach einer NSQIP-Abfrage (2005 – 2013) sind die Daten von insgesamt 2.320 Patienten ausgewertet worden, von denen 86 (6.39 %) erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden mussten.

Ein ebenfalls nicht signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate zeigte sich in einer weiteren Registeruntersuchung aus dem Jahr 2016 (Garcia et al. 2016). Auch in dieser Arbeit fragten die Autoren die Datenbank NSQIP zur Gewinnung von Patientendaten ab und erhielten so Informationen zu 2.042 zwischen 2011 und 2013 durchgeführten Operationen der lumbalen Wirbelsäule. Bei den untersuchten Eingriffen handelte es sich hauptsächlich um anteriore Spondylodesen lumbaler Wirbelkörper. Die Krankenhauswiederaufnahmerate betrug in der untersuchten Kohorte 5,19 % (n = 106). In dieser Gruppe betrug die durchschnittliche OP-Zeit 218,49 min (± 11,92). In der Gruppe ohne postoperative Wiederaufnahme hatten Eingriffe eine Länge von 205,26 min (± 2,82). Hieraus ließ sich jedoch keine signifikante Korrelation ableiten ($p = 0,28$).

Von den sechs vorgestellten Arbeiten bestand in vier Publikationen eine signifikante Korrelation zwischen der Operationszeit und der postoperativen Rate an Wiederaufnahmen ins Krankenhaus nach Wirbelsäulenoperationen. In zwei Arbeiten konnte hingegen keine

statistisch signifikante Korrelation ermittelt werden. Das insgesamt untersuchte Kollektiv umfasste n = 525.141 Patienten. Einen zusammenfassenden Überblick über die Arbeiten gibt Tabelle 77. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 272 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 77: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Bernatz und Anderson 2015	verschiedene Wirbelsäuleneingriffe (n = 488.049)	ja
2. Webb et al. 2017	lumbale Diskektomie (n = 20.376)	ja
3. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja
4. Kim et al. 2014b	lumbale Dekompression (n = 7.016)	ja
5. Saleh et al. 2017	verschiedene Eingriffe der lumbalen Wirbelsäule (n = 2.320)	nein
6. Garcia et al. 2016	anteriore lumbale Spondylodese (n = 2.042)	nein

4.3.3.2 Schulterarthroskopie

Unter den im Rahmen der Dissertation vorzustellenden Publikationen befand sich auch eine Arbeit, die sich mit verschiedenen Risikofaktoren für die postoperative Wiederaufnahme ins Krankenhaus nach Schulterarthroskopien beschäftigte (Hill et al. 2017). Zu den verschiedenen von den Autoren überprüften Risikofaktoren zählte auch die Operationszeit. Die Grundlage für diese Untersuchung bildeten die Daten von 15.015 Schulterarthroskopien, die zwischen den Jahren 2011 und 2013 durchgeführt worden waren und in der Datenbank NSQIP abrufbar sind. Die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate betrug im untersuchten Patientenkollektiv 0,98 % (n = 147) und variierte in Abhängigkeit des Eingriffsumfangs nur unwesentlich (großer Eingriff: 99 / 10,069 Patienten (0,98 %) versus kleiner Eingriff: 48 / 4.946 Patienten (0,97 %), p = 0,941). Dennoch zeigte sich, dass Operations-

zeiten > 1,5 h deutlich häufiger mit postoperativen Wiederaufnahmen ins Krankenhaus assoziiert waren als kürzere Eingriffe (aOR: 1,74, KI: 1,24 – 2,44, p = 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 273, Anhang).

Tabelle 78: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Schulterarthroskopie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Hill et al. 2017	Schulterarthroskopie (n = 15.015)	ja

Von den insgesamt sieben Publikationen, die sich mit der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate beschäftigten und Eingriffe aus Orthopädie und Unfallchirurgie untersuchten, bestand in fünf Arbeiten ein positiver Zusammenhang. In zwei Arbeiten, die sich beide auf Wirbelsäuleneingriffe bezogen, konnte hingegen kein signifikantes Ergebnis ermittelt werden.

4.3.4 Gynäkologie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich vier Arbeiten aus dem Gebiet der Gynäkologie. Davon bezogen sich die meisten Publikationen (n = 2) auf verschiedene gynäkologische Eingriffe. Bei allen Arbeiten handelt es sich um Registeruntersuchungen.

4.3.4.1 Verschiedene gynäkologische Eingriffe

Registeruntersuchungen

Welche verschiedenen Risikofaktoren beeinflussen die ungeplante Krankenhauswiederaufnahmerate nach gynäkologischen Tumoroperationen? Dieser Frage gingen Uppal et al. in ihrer Arbeit nach, indem sie nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2011 – 2013 die Daten von insgesamt 12.804 Patientinnen auswerteten, die sich aufgrund eines gynäkologischen

Tumors einer Operation unterzogen hatten (Uppal et al. 2016). Genauere Angaben hinsichtlich der detaillierten Verteilung der Eingriffe wurden, abgesehen vom Zugangsweg (offen 49 %, laparoskopisch 51 %), nicht gemacht. Die postoperative Rate an ungeplanten Wiederaufnahmen ins Krankenhaus lag im untersuchten Patientenkollektiv bei 6,5 % (n = 832). Für Eingriffe mit einer Dauer > 3 h konnte nach multivariater Auswertung der Daten gezeigt werden, dass sich das Risiko für Patientinnen, erneut ins Krankenhaus aufgenommen zu werden, um das knapp 1,5-fache erhöhte (OR: 1,4, KI: 1,2 – 1,6, p < 0,001). Operationen von unter dreistündiger Dauer galten dabei als Referenzwert.

In einer noch größeren Registerarbeit sind verschiedene gynäkologische Operationen mit benigner und maligner Operationsindikation jeweils getrennt voneinander hinsichtlich Risikofaktoren für die ungeplante Krankenhauswiederaufnahmerate untersucht worden (Cory et al. 2017). Auch in dieser Arbeit erhielten die Autoren die Eingriffsdaten aus einer NSQIP-Abfrage, in diesem Fall handelte es sich um die Jahre 2011 und 2012. Insgesamt sind 54.359 Eingriffe zur Untersuchung einbezogen worden, von denen 7.641 Patientinnen wegen eines Karzinoms operiert worden sind und 46.718 Patientinnen bei einer benignen Erkrankung. Unter den Tumorpatientinnen betrug die ungeplante Krankenhauswiederaufnahmerate 8,2 % (n = 623) und lag damit deutlich über jener der Gruppe mit benigner Erkrankung (3,1 % (n = 1.444)). Bei den häufigsten durchgeführten Eingriffen handelte es sich in beiden Gruppen um totale abdominelle Hysterektomien (18,5 % benigne, 37,8 % maligne), laparoskopisch durchgeführte Hysterektomien (14,9 % benigne, 34,6 % maligne) und vaginale Hysterektomien (13,0 % benigne, 1,4 % maligne). In Bezug auf onkologische Eingriffe konnte für die Operationsdauer lediglich nach univariater Datenauswertung ein signifikanter Zusammenhang zur postoperativen Krankenhauswiederaufnahmerate ermittelt werden (182 min (130 – 252 min) mit Wiederaufnahme versus 163 min (116 – 224 min) ohne Wiederaufnahme, p < 0,01). Für benigne Eingriffe blieb die Operationszeit jedoch auch nach multivariater Auswertung ein signifikanter Risikofaktor dafür, postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden zu müssen. Mit zunehmender Operationsdauer erhöhte sich dieses Risiko sogar noch weiter (15 – 59 min: Referenz; 60 – 89 min: aOR: 1,29, KI: 1,04 – 1,59, p = 0,02; 90 – 119 min: aOR: 1,38, KI: 1,12 – 1,71, p < 0,01; 120 – 179 min: aOR: 1,29, KI: 1,05 – 1,58, p = 0,02; > 180 min: aOR: 1,57, KI: 1,27 – 1,94, p < 0,01).

4.3.4.2 Hysterektomie

Ein relativ starker und signifikanter Einfluss der Operationszeit (OR pro h: 1,2, KI: nicht angegeben, p < 0,001) auf die postoperative Rate an ungeplanten Krankenhauswiederaufnahmen bestand auch in einer Publikation, die sich speziell mit Hysterektomien beschäftigte

(Catanzarite et al. 2015b). Die Daten der 21.228 Patientinnen stammten aus einer Abfrage der Datenbank NSQIP für die Jahre 2011 und 2012. Die Wiederaufnahmeraten betrugen 3,8 % nach abdomineller Hysterektomie, 2,7 % nach laparoskopischer Hysterektomie, 2,9 % nach laparoskopisch-assistierter vaginaler Hysterektomie und 3,0 % nach vaginaler Hysterektomie.

4.3.4.3 Mastektomie

Keinen signifikanten Einfluss hingegen hatte die Operationsdauer auf die Inzidenz postoperativer Krankenhauswiederaufnahmen nach Mastektomie (Chow et al. 2015). Zwar bestand nach univariater Auswertung der Daten von 21.271 mastektomierten Patientinnen eine signifikante Assoziation zwischen einer verlängerten Operationszeit und der Wiederaufnahmerate (205,19 min ± 146,79 min in der Gruppe mit Wiederaufnahme versus 179,30 min ± 128,24 min in der Gruppe ohne Wiederaufnahme, $p < 0,001$), diese blieb nach multivariater Auswertung der Daten allerdings nicht signifikant (OR: 1,00, KI: 0,99 – 1,01, $p = 0,294$). Hierzu sei erwähnt, dass die multivariate Analyse mit nur n = 6.089 Patientinnen durchgeführt worden ist, deren Daten vollständig waren. Von den insgesamt untersuchten Patientinnen, deren Daten die Autoren aus dem NSQIP-Register (2011 und 2012) erhielten, wurden insgesamt 5,59 % (n = 1.190) erneut ins Krankenhaus aufgenommen.

Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Arbeiten, die alle einen positiven Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Wiederaufnahmerate gefunden haben, gibt Tabelle 79. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 274, Anhang).

Tabelle 79: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene gynäkologische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Uppal et al. 2016	verschiedene gynäkologische Eingriffe (n = 12.804)	ja
2. Cory et al. 2017	verschiedene gynäkologische Eingriffe (n = 54.359)	ja
3. Catanzarite et al. 2015b	Hysterektomie (n = 21.228)	ja
4. Chow et al. 2015	Mastektomie (n = 21.271)	ja

4.3.5 Kinderchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich zwei Arbeiten aus dem Gebiet der Kinderchirurgie. Beide sind Registeruntersuchungen.

4.3.5.1 Pädiatrische Allgemein- und Thoraxchirurgie

In einer sehr großen Registeruntersuchung (NSQIP 2012 – 2014) werteten die Autoren die Daten von insgesamt 54.870 Kindern, die allgemein- oder thoraxchirurgisch versorgt werden mussten, retrospektiv hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für die postoperative Wiederaufnahme ins Krankenhaus aus (Polites et al. 2017). Die verschiedenen Eingriffe umfassten zu 61,1 % allgemeine chirurgische Operationen, in 14,5 % der Fälle Eingriffe des oberen Gastrointestinaltraktes, in 12,9 % der Fälle Eingriffe des mittleren und unteren Intestinaltraktes und zu 6,2 % thoraxchirurgische Operationen. Insgesamt 14.440 (26,3 %) der untersuchten Eingriffe wurden ambulant durchgeführt. In 28.166 (51,3 %) Fällen handelte es sich um notfallmäßig durchgeführte Operationen. Über alle Eingriffe hinweg betrug die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate 3,6 % (n = 1,948), wobei hepatobiliäre Eingriffe die höchste Rate aufwiesen (11,6 % pro 30 Personentagen). Ein deutlich erhöhtes Risiko dafür, postoperativ erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden zu müssen, zeigte sich bei Patienten mit verlängerten Operationszeiten. Ein Einfluss der

Operationsdauer bestand bereits ab einer Dauer von 60 min (HR: 1,21, KI: 1,06 – 1,39, p = 0,005) und erhöhte sich nach Operationen mit einer Länge von > 140 min sogar noch einmal (HR: 1,51, KI: 1,26 – 1,81, p < 0,001).

4.3.5.2 Pädiatrische Neurochirurgie

Auch in der pädiatrischen Neurochirurgie spielt die ungeplante Krankenhauswiederaufnahmerate eine nicht unwesentliche Rolle. Sherrod et al. legten daher im Jahr 2016 eine große Untersuchung vor, in der sie anhand der aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 und 2013 stammenden Daten, Risikofaktoren für die ungeplante Wiederaufnahme ins Krankenhaus ermittelten (Sherrod et al. 2016). Das gesamte Patientenkollektiv umfasste 9.799 Eingriffe, die sich wie folgt zusammensetzten: Anlage / Revision zerebraler Shunts (42,8 %), Kraniotomien (31,4 %), Wirbelsäuleneingriffe (18,9 %), andere Eingriffe (3,5 %), Eingriffe bei Myelomeningozele (2,4 %) und Hautläsionen (1,0 %). Auf die gesamte Kohorte bezogen betrug die Krankenhauswiederaufnahmerate 11,2 % (n = 1.098), wobei die höchste Rate nach Revision zerebraler Shunts (17,3 %) registriert worden ist. Bezüglich der Rolle der Operationsdauer konnte gezeigt werden, dass sich das Risiko, postoperativ ungeplant ins Krankenhaus aufgenommen zu werden mit jeder zusätzlichen Stunde OP-Zeit um etwa 5 % erhöhte (aOR pro h: 1,059, KI: 1,006 – 1,114, p = 0,029).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Arbeiten, die beide einen positiven Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Wiederaufnahmerate gefunden haben, gibt Tabelle 80. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 275, Anhang).

Tabelle 80: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene kinderchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Polites et al. 2017	allgemein- und thoraxchirurgische Eingriffe (n = 54.870)	ja
2. Sherrod et al. 2016	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 9.799)	ja

4.3.6 Plastische Chirurgie

Weitere zwei der 40 Arbeiten, die zur Operationszeit und der Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, bezogen sich auf Eingriffe aus der plastischen Chirurgie. In beiden Publikationen, bei denen es sich um Registeruntersuchungen handelte, untersuchten die Autoren dabei verschiedene ästhetische Eingriffe, wie zum Beispiel Brustaugmentationen oder Abdominoplastiken.

4.3.6.1 Ästhetische Eingriffe

Registeruntersuchungen

Anhand der Daten von 5.100 Operationen, die in der Datenbank NSQIP für die Jahre 2011 und 2012 abrufbar waren, untersuchten Vieira et al. in ihrer Arbeit, welche Faktoren die Rate an ungeplanten Krankenhauswiederaufnahmen nach verschiedenen plastischen Eingriffen beeinflussten (Vieira et al. 2017). In der untersuchten Kohorte betrug die Wiederaufnahmerate 2,8 % (n = 142). Bei der Mehrheit der untersuchten Eingriffe handelte es sich um Operationen der Mamma (78,4 %), gefolgt von Abdominoplastiken (25,0 %), Liposuktionen (8,5 %) und Eingriffen an den Extremitäten (1,1 %). Hinsichtlich der Rolle der Operationszeit als Risikofaktor konnte zum einen gezeigt werden, dass die durchschnittliche Operationszeit in der Gruppe mit Wiederaufnahme 13,8 min länger war als in der Prüfgruppe (168, 3 min (± 96,6) versus 154,5 min (± 71,7), p = 0,026), und zum anderen jede zusätzliche Stunde OP-Zeit mit einer Risikoerhöhung um etwa 20 % einherging, postoperativ erneut und ungeplant ins Krankenhaus aufgenommen zu werden (OR pro min: 1,003, KI: 1,00 – 1,005, p = 0,046).

In einer ganz ähnlich aufgebauten Untersuchung beschränkten sich die Autoren auf NSQIP-Eingriffe des Jahres 2011 und untersuchten so ein Kollektiv von 2.879 Patienten, die sich alle einer ambulant durchgeführten ästhetischen Operation unterzogen hatten (Mioton et al. 2014). Unter den untersuchten Eingriffen, deren genaue Verteilung nicht angegeben wurde, betrug die ungeplante Wiederaufnahmerate zwischen 0,3 % nach Mastopexie und 1,78 % nach Abdominoplastik. Operationen von besonders langer Dauer (genauere Angaben wurden nicht gemacht) waren auch hier signifikant mit einer erhöhten Krankenhauswiederaufnahmerate assoziiert (OR: 1,40, KI: 1,08 – 1,81, p = 0,01).

Einen kurzen Überblick über die vorgestellten Arbeiten gibt Tabelle 81. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 276 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 81: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / ästhetische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Vieira et al. 2017	ästhetische Eingriffe (n = 5.100)	ja
2. Mioton et al. 2014	ambulante ästhetische Eingriffe (n = 2.879)	ja

4.3.7 Bariatrische Chirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate gefunden wurden, befanden sich zwei Arbeiten aus dem Gebiet der bariatrischen Chirurgie. Bei beiden Arbeiten handelte es sich um Registeruntersuchungen.

4.3.7.1 Verschiedene bariatrische Eingriffe

Registeruntersuchungen

Eine sehr große, insgesamt 35.655 Patienten umfassende Kohorte, ist von Khorgami et al. untersucht worden (Khorgami et al. 2016). Bei den 2012 und 2013 durchgeführten Operationen handelte es sich in 17.101 Fällen um laparoskopisch-assistierte Sleeve-Gastrektomien und in 18.554 Fällen um die Anlage von Magenbypässen. Die Patientendaten stammten dabei alle aus einer Abfrage des NSQIP-Registers. Innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage sind 4,9 % (n = 1.758) der Patienten ungeplant wieder ins Krankenhaus aufgenommen worden. Dabei spielte der Einfluss der Operationszeit über alle Eingriffe hinweg eine nicht unerhebliche Rolle. So hatten Patienten, die erneut stationär aufgenommen worden sind, signifikant längere Operationen (2,13 h (± 0,98) versus 1,90 h (± 0,91), $p < 0,001$) als Patienten mit unkompliziertem postoperativem Verlauf. Auch nach multivariater Auswertung blieb dieser Zusammenhang signifikant, und es zeigte sich, dass jede zusätzliche Stunde OP-Zeit mit einer Risikoerhöhung um 13 % dafür einherging, ungeplant erneut ins Krankenhaus aufgenommen werden zu müssen (OR: 1,13, KI: 1,07 – 1,20, $p < 0,001$).

Ein ebenfalls positives Ergebnis zeigte sich in der Untersuchung von Garg et al. (Garg et al. 2016). In dieser Analyse ist zusätzlich zu laparoskopisch angelegten Magenbypässen (n = 10.080) und laparoskopischen Sleeve-Gastrektomien (n = 6.387) auch die laparoskopische Anlage eines Magenbandes (n = 1.829) untersucht worden. Insgesamt handelte es sich also um ein Kollektiv von 18.296 Patienten (NSQIP 2012). Von allen zur Analyse einbezogenen Patienten sind insgesamt 955 (5,22 %) innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage erneut stationär aufgenommen worden. Zwar hatten diese eine signifikant längere Operationsdauer als Patienten, die nicht wiederaufgenommen werden mussten (131,7 min versus 114,9 min, $p < 0,001$), jedoch blieb dieser Zusammenhang nach multivariater Auswertung nicht signifikant (OR: 1,00, KI: 1,00 – 1,00, $p = 0,19$).

In beiden vorgestellten Arbeiten zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Wiederaufnahmerate ins Krankenhaus bei bariatrischen Eingriffen. In der Arbeit von Garg et al. allerdings nur nach univariater Auswertung. Einen kurzen Überblick über die Publikationen gibt Tabelle 82. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 277 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 82: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / bariatrische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Khorgami et al. 2016	bariatrische Eingriffe (n = 35.655)	ja
2. Garg et al. 2016	bariatrische Eingriffe (n = 18.296)	ja

4.3.8 Ambulante Eingriffe

Einen sehr starken Einfluss auf die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate hatte eine verlängerte Operationszeit auch in der schon unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.9) näher vorgestellten Publikation von Mathis et al., die in ihrer Arbeit die Daten von über 200.000 verschiedenen ambulant durchgeführten Operationen auswerteten (Mathis et al. 2013). Die Wiederaufnahmerate lag in dieser Kohorte bei 1,1 % (n = 2.797), und es zeigte sich, dass Eingriffe, die über der 75. Perzentile der eingriffsspezifischen Dauer lagen (genauere Angaben wurden nicht gemacht), mit einem gut drei-

fach erhöhten Risiko für eine erneute Aufnahme ins Krankenhaus einhergingen (aOR: 3,1, KI: 2,8 – 3,3, p < 0,05).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 83. Genauere Angaben zum positiven Ergebnis sind Tabelle 278 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 83: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene ambulante Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Mathis et al. 2013	verschiedene ambulante Eingriffe (n = 244.397)	ja

4.3.9 Herzchirurgie

Das Ziel einer zehn Universitätskliniken umfassenden, multinationalen Untersuchung war es, anhand der Daten von 5.059 herzchirurgischen Patienten Häufigkeit und Risikofaktoren für die Notwendigkeit einer postoperativen Krankenhauswiederaufnahme zu ermitteln (Iribarne et al. 2014). Einen Großteil der Eingriffe machten dabei aortokoronare Bypass-operationen (33 % (n = 1.661)), isolierte Herzklappenoperationen (36 % (n = 1.840)) und eine Kombination der beiden aus (13,3 % (n = 675)). Die Datenerhebung erfolgte prospektiv im Zeitraum vom 01. Februar – 30. September 2010. Postoperativ sind insgesamt 836 Patienten (16,5 %) erneut ins Krankenhaus aufgenommen worden. Die höchste Rate hatten dabei Patienten nach Transplantation oder Implantation eines Herzunterstützungssystems (35,1 % (n = 39)). Die niedrigste Rate bestand nach isolierten Bypassoperationen (14,9 % (n = 248)). Nach Auswertung aller Daten zeigte sich, dass eine verlängerte Operationsdauer mit einem signifikant erhöhten Risiko für eine postoperative Krankenhauswiederaufnahme (HR: 1,15, KI: 1,10 – 1,20, p < 0,001) assoziiert war. Die mittlere Operationszeit betrug dabei 4,2 h (3,3 – 5,2).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 84. Genauere Angaben zum positiven Ergebnis sind Tabelle 279 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 84: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene herzchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Iribarne et al. 2014	herzchirurgische Eingriffe (n = 5.059)	ja

4.3.10 Urologie

Das eigentliche Ziel einer im Jahr 2015 erschienenen Untersuchung war es, die Komplikationsraten offen und minimalinvasiv durchgeführter partieller Nephrektomien miteinander zu vergleichen und Risikofaktoren für die postoperative Notwendigkeit einer Wiederaufnahme ins Krankenhaus zu ermitteln (Patel et al. 2015). Hierzu fragten die Autoren die Datenbank NSQIP für die Jahre 2011 und 2012 ab und erhielten so die Daten von insgesamt 2.124 Patienten, von denen 1.253 (59 %) minimalinvasiv und 871 (41 %) offen operiert worden sind. Über die gesamte Kohorte betrug die Krankenhauswiederaufnahmerate 5 % und war nach minimalinvasiven Eingriffen etwas niedriger (4 %) als nach offenen Operationen (7 %). Die Operationszeit war jedoch lediglich nach minimalinvasiv durchgeführten partiellen Nephrektomien ein signifikanter Risikofaktor dafür, postoperativ erneut und ungeplant ins Krankenhaus aufgenommen werden zu müssen (OR: 1,08, KI: 1,04 – 1,16, $p < 0,001$).

Eine Korrelation zwischen der Operationsdauer und postoperativen Wiederaufnahmen ins Krankenhaus bestand in der Arbeit von Patel et al. also nur nach minimalinvasiv durchgeführten und nicht nach offenen Operationen. Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 85. Weitere Angaben zum Ergebnis sind Tabelle 280 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 85: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / partielle Nephrektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Patel et al. 2015	partielle Nephrektomie, minimalinvasiv (n = 1.253)	ja
	partielle Nephrektomie, offen (n = 871)	nein

4.3.11 Fazit

Zusammenfassend zeigte sich also auch für die postoperative Krankenhauswiederaufnahmerate ein recht deutliches Bild. So bestand in 34 der insgesamt 40 zu diesem Thema gefundenen Analysen ein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der Häufigkeit postoperativer Wiederaufnahmen ins Krankenhaus. Keine signifikante Korrelation ermittelten zwei Arbeiten, die sich auf Eingriffe der Wirbelsäule bezogen und eine weitere Untersuchung, in der ambulante Hernienoperationen analysiert worden sind. In weiteren zwei Arbeiten, einer aus dem Feld der Urologie sowie einer zu Gefäßeingriffen, bestand ein Zusammenhang nur teilweise, für bestimmte Eingriffe beziehungsweise Zugangswege.

4.4 Operationszeit und schwere Komplikationen

Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit werden diejenigen Publikationen dargestellt, die zur Beziehung der Operationszeit zu schweren postoperativen Komplikationen gefunden wurden. Eine detailliertere Definition dieser Komplikationen ist Tabelle 199 im Anhang zu entnehmen. Anhand der Literatursuche sind insgesamt n = 40 / 260 Arbeiten (15 %) identifiziert worden, in denen dieser Zusammenhang untersucht worden ist.

4.4.1 Allgemeinchirurgie

Von den 40 Arbeiten, die sich mit dem Zusammenhang zwischen der Operationszeit und schweren postoperativen Komplikationen beschäftigten, bezogen sich n = 11 Untersuchungen auf allgemeinchirurgische Eingriffe. Die häufigsten in dieser Gruppe untersuchten Eingriffe waren kolorektale Operationen (n = 3).

4.4.1.1 Kolorektale Chirurgie

Registeruntersuchungen

In einer bereits in Zusammenhang mit Wundkomplikationen zitierten Arbeit (siehe 4.1.1.2) untersuchten die Autoren nach einer NSQIP-Abfrage für 2005 – 2009 postoperative Komplikationsraten nach Sigmaresektionen (Gawlick und Nirula 2012). Von insgesamt 2.018 Patienten mit einer perforierten Sigmadivertikulitis wurden 340 Patienten mit einem protektiven Ileostoma mit primärer Anastomose versorgt, während die übrigen Patienten klassisch mit einer Operation nach Hartmann versorgt worden sind. Ziel der Arbeit war es, das postoperative Outcome dieser Verfahren zu vergleichen. Dabei ist außerdem die Operationszeit als allgemeiner Risikofaktor für postoperative Komplikationen Kohorten übergreifend untersucht worden. Unter anderem prüften die Autoren auch, ob die Eingriffsdauer einen Einfluss auf das postoperative Auftreten einer Sepsis hatte. In der Auswertung zeigte sich dann, dass eine verlängerte Operationszeit das Risiko, eine Sepsis zu entwickeln, in der untersuchten Kohorte erhöhen zu schien (OR: 1,003, KI: 1,001 – 1,006, $p < 0,05$). Die durchschnittliche OP-Zeit betrug 136 min (± 64,9) nach primärer Anastomosierung und 131 min (± 56,5) nach Operation nach Hartmann. Ein Grenzwert für die Eingriffsdauer wurde nicht angegeben.

Gefunden wurde auch eine weitere Publikation, deren Ziel es war, herauszufinden, ob die positiven Effekte einer laparoskopisch durchgeführten rechtsseitigen Hemikolektomie gegenüber einem offen durchgeführten Eingriff ab einer bestimmten Operationszeit keinen Bestand mehr haben (Bailey et al. 2014). Um dies herauszufinden, werteten die Autoren die Daten von 4.273 Eingriffen (NSQIP 2005 – 2010), von denen 2.141 (50,1 %) laparoskopisch und 2.132 (49,9 %) offen durchgeführt wurden, retrospektiv aus. Dabei fokussierten sich die Autoren auf folgende Outcomes: kardiopulmonale / zerebrovaskuläre Komplikationen, auf die hier näher eingegangen werden soll, die postoperative Mortalitätsrate (siehe 4.8.1.1) und die postoperative Rate an Infektionen (siehe 4.2.2.1). Kardiopulmonale und zerebrovaskuläre Komplikationen definierten Bailey et al. dabei als das Auftreten eines Herzstillstandes, eines Myokardinfarktes, einer Pneumonie, einer Beatmungspflichtigkeit > 48 h, einer ungeplanten Intubation, eines Schlaganfalls mit Defizit oder eines Komas > 24 h. Es zeigte sich jedoch, dass laparoskopische Eingriffe mit einer Dauer > 3 h (> 75. Perzentile) im Vergleich zu offenen Eingriffen > 3 h nicht mit einer erhöhten Rate an kardiopulmonalen / zerebrovaskulären Komplikationen assoziiert waren (9,7 % versus 10,4 %, p = 0,76). Laparoskopische Operationen < 3 h gingen im Vergleich zu offenen OPs mit einem signifikant niedrigeren Risiko für diese Komplikationen einher (5,4 % versus 8,4 %, p < 0,001). Zudem war eine Operationszeit > 3 h für die gesamte Kohorte nur im Trend mit einer erhöhten Rate an kardiopulmonalen oder zerebrovaskulären Komplikationen verbunden, da das Ergebnis der multivariaten Auswertung hierzu statistisch nicht signifikant war (OR: 1,44, KI: 0,95 – 2,30, p > 0,05). Ergebnisse der univariaten Analyse wurden nicht angegeben.

Neben Wundkomplikationen und der postoperativen Krankenhausverweildauer (siehe 4.1.1.2, 4.6.2.4) untersuchten Cellini et al. in ihrer Analyse zusätzlich auch, wie sich die Operationszeit auf die postoperative Rate an septischen und Major-Komplikationen auswirkte (Cellini et al. 2013). Septische Komplikationen umfassten in dieser Arbeit Organraum-Infektionen und das Auftreten einer Sepsis oder eines septischen Schocks und traten im untersuchten Patientenkollektiv in 8,5 % (n = 218) der Fälle auf. Major-Komplikationen entwickelten insgesamt 13,3 % (n = 341) der Patienten. Diese beinhalteten sowohl septische Komplikationen als auch kardiale oder neurologische Ereignisse, Reintubation oder verlängerte Beatmungspflichtigkeit, Pneumonien, venöse Thromboembolien, Nierenversagen oder eine Reoperation. Dabei zeigte sich für beide Komplikationen, dass eine Zunahme der OP-Zeit mit einer Erhöhung des Risikos dafür einherging, sie postoperativ zu entwickeln (septische Komplikationen: OR: 1,02, KI: 1,01 – 1,04, p = 0,002; Major-Komplikation: OR: 1,02, KI: 1,01 – 1,03, p = 0,003). Die durchschnittliche OP-Zeit

betrug dabei nach offenen Eingriffen 189 min (± 86) und nach laparoskopischen Eingriffen 180 min (± 79).

Von den drei Untersuchungen, die sich mit der Beziehung der Operationszeit zu schweren postoperativen Komplikationen beschäftigten und kolorektale Eingriffe auswerteten, bestand in zwei der drei Arbeiten eine positive Korrelation. In einer Arbeit, die sich auf rechtsseitige Hemikolektomien bezog, konnte kein Zusammenhang ermittelt werden. Insgesamt sind in den vorgestellten Arbeiten n = 8.858 Eingriffe ausgewertet worden. Tabelle 86 gibt noch einmal einen Überblick über die Arbeiten. Eine detailliertere Zusammenfassung der Ergebnisse ist Tabelle 281 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 86: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / kolorektale Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion (n = 2.018)	ja
2. Bailey et al. 2014	Hemikolektomie rechts (n = 4.273)	nein
3. Cellini et al. 2013	Hartmann-Rückverlagerung (n = 2.567)	ja

4.4.1.2 Hernienchirurgie

Mit dem Ziel, Risikofaktoren für das Auftreten von Major-Komplikationen nach Bauchwandhernioplastiken zu ermitteln, analysierte eine amerikanische Arbeitsgruppe die Daten von 1.706 Patienten (Fischer et al. 2014b). Die Daten für diese Untersuchung stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2010. Zur Untersuchung einbezogen wurden auch inkarzerierte Hernien. Insgesamt wurden 57,1 % der Patienten mit einem Mesh-Graft versorgt. Als Major-Komplikation definierten die Autoren Komplikationen, die mit einer Inzidenz von mindestens 1% aufgetreten sind: oberflächliche Wundinfektion, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Pneumonie, Reintubation, pulmonale Embolie, verlängerte Ventilation, Harnwegsinfektion, postoperative Bluttransfusion, tiefe Beinvenenthrombose, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, schwere Wundkomplikation, schwere intraoperative Komplikation, schwere medikamentöse Komplikation, venöse Thromboembolie.

Für die Operationsdauer konnte gezeigt werden, dass bereits ab einer Dauer von mehr als einer Standardabweichung über dem Durchschnitt (211,7 min (± 105,0)) mit einer signifikanten Zunahme von Major-Komplikationen zu rechnen war (OR: 2,7, KI: 1,7 – 4,1, $p < 0,001$).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt Tabelle 87. Die Ergebnisse sind zusätzlich noch einmal detaillierter im Anhang dargestellt (siehe Tabelle 282, Anhang).

Tabelle 87: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Hernienchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Fischer et al. 2014b	Bauchwandhernioplastik (n = 1.706)	ja

4.4.1.3 Ileostoma-Rückverlagerung

Nach Anlage eines doppelläufigen Ileostomas zum Schutz aboral gelegener Anastomosen wird normalerweise nach etwa sechs Wochen die Rückverlagerung des Stomas angestrebt. Doch auch dieser Eingriff geht mit signifikanten Komplikationen einher, deren Häufigkeit und Einflussfaktoren von einer britischen Arbeitsgruppe untersucht worden sind (Sharma et al. 2013). Dazu werteten die Autoren Krankendaten von 5.401 Patienten aus, deren Stoma zwischen 2005 und 2010 elektiv rückverlegt wurde. Die Daten stammten dabei aus einer NSQIP-Abfrage für den oben genannten Zeitraum. In ihrer Analyse prüften die Autoren den Einfluss verschiedener Parameter auf verschiedene Komplikationen. So beschäftigten sie sich auch mit der Rolle der Operationszeit. Auf ihren Einfluss auf Lokal- und Wundkomplikationen ist bereits an anderer Stelle eingegangen worden (siehe 4.1.1.5). In der vorgestellten Publikation untersuchten die Verfasser außerdem den Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und dem Auftreten schwerer Komplikationen, zu denen sie respiratorische Komplikationen, Tod, neurologische Komplikationen, kardiale Komplikationen, Nierenversagen, Sepsis, venöse Thromboembolien, Reoperationen und Organraum-Infektionen zählten. Die multivariate Auswertung der Daten hat schließlich gezeigt, dass Eingriffe mit einer Länge > 100 min (> 75. Perzentile) mit deutlich häufiger auftretenden schweren Komplikationen assoziiert waren (OR: 2,4, KI: 2,00 – 2,95, $p < 0,0001$).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 88. Eine ausführlichere Darstellung des Ergebnisses ist in Tabelle 283 im Anhang zu finden.

Tabelle 88: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Ileostoma – Rückverlagerung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Sharma et al. 2013	Ileostoma-Rückverlagerung (n = 5.401)	ja

4.4.1.4 Pankreatikoduodenektomie

Um im Rahmen der chirurgischen Therapie periampullärer Karzinome tumorfreie Resektionsränder zu gewährleisten, kann es notwendig sein, zusätzlich zu einer Pankreatikoduodenektomie eine Kolonresektion durchführen zu müssen. Das Ziel der im Folgenden vorgestellten Publikation war es, anhand der aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2012 stammenden Daten zu klären, ob zeitgleich zu Pankreatikoduodenektomien durchgeführte Kolonresektionen zu einem erhöhten Risiko für schwere Komplikationen führten (Harris et al. 2015). Hierzu werteten die Autoren die Daten von insgesamt 780 Eingriffen aus. Davon waren n = 624 Eingriffe reine Pankreatikoduodenektomien, und n = 156 Eingriffe waren Operationen mit anschließender Kolonresektion. Als schwere Morbidität galt in dieser Arbeit das Auftreten einer der folgenden postoperativen Komplikationen: Pneumonie, Reintubation, Beatmungspflichtigkeit, akutes Nierenversagen, kardiale Ereignisse, neurologische Ereignisse, Sepsis / septischer Schock, Reoperation, Wunddehiszenz, Organraum-Infektion und venöse Thromboembolien.
Die multivariate Auswertung aller zur Untersuchung einbezogenen Fälle (n = 780) zeigte, dass Eingriffe mit einer über dem Median liegenden Dauer (> 370 min) für die jeweiligen Patienten mit einem deutlich erhöhten Risiko assoziiert waren, eine schwere Komplikation zu erleiden (OR: 1,56, KI: 1,05 – 2,34, p = 0,029).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 89. Eine ausführlichere Darstellung des positiven Zusammenhangs ist in Tabelle 284 im Anhang zu finden.

Tabelle 89: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Pankreatikoduodenektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Harris et al. 2015	Pankreatikoduodenektomie (n = 780)	ja

4.4.1.5 Magenchirurgie

An einer koreanischen Klinik sind zwischen 2008 und 2010 590 Patienten mit kurativem Ansatz aufgrund eines Magenkarzinoms operiert worden (Seo et al. 2011). Ziel der Verfasser war es, zu untersuchen, welche Rolle das Alter der Patienten in Bezug auf die postoperative Komplikationsrate spielt. Darüber hinaus analysierten sie jedoch auch andere Parameter, wie zum Beispiel die Operationszeit und ihre Beziehung zum Auftreten schwerer postoperativer Komplikationen nach Gastrektomie. Schwere Komplikationen definierten die Autoren als das Auftreten von Blutungen, Wundinfektionen, pulmonalen Komplikationen, der Entwicklung eines Ileus oder des Versterbens eines Patienten. Dass die Operationsdauer das Auftreten dieser Komplikationen tatsächlich beeinflusste, konnte in der multivariaten Auswertung der Daten deutlich gezeigt werden (OP-Zeit > 180 min: OR: 1,923, KI: 1,184 – 3,123, p = 0,008).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 90. Eine ausführlichere Darstellung des positiven Zusammenhangs ist in Tabelle 285 im Anhang zu finden.

Tabelle 90: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Gastrektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Seo et al. 2011	Gastrektomie (n = 590)	ja

4.4.1.6 Leberresektion

Anhand welcher Faktoren lassen sich postoperative Komplikationen nach Leberteilresektionen vorhersagen? Dieser Frage gingen amerikanische Autoren in ihrer Arbeit nach, indem sie die Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2010 durchsuchten und die Daten von 7.621 Patienten auswerteten, die sich einer Leberteilresektion unterzogen hatten (Tzeng et al. 2014a). Die Auswertung ihrer Daten ergab, dass Eingriffe mit einer Dauer > 240 min mit einem stark erhöhten Risiko für schwere Komplikationen einhergingen (OR: 2,76, KI: 1,82 – 4,18, p = 0,047). Schwere Komplikationen waren dabei definiert als das Auftreten einer der folgenden:
Organraum-Infektion, Dehiszenz, Reintubation, Beatmungspflichtigkeit / verzögertes Weaning > 48 h, akutes Nierenversagen, Pneumonie, Schlaganfall, Koma, Herzstillstand, Myokardinfarkt, venöse Thromboembolie, Sepsis, septischer Schock, Reoperation und Tod.

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine ausführlichere Darstellung des positiven Zusammenhangs ist in Tabelle 286 im Anhang zu finden.

Tabelle 91: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Leberteilresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2014a	Leberteilresektion (n = 7.621)	ja

4.4.1.7 Akute Mesenterialischämie

Welche verschiedenen Faktoren die insgesamt sehr hohe postoperative Morbiditätsrate nach Darmresektion bei akuter Mesenterialischämie beeinflussen, ist von Gupta et al. nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2007 – 2008 für eine Kohorte von 861 Patienten untersucht worden (Gupta et al. 2011). Bei den häufigsten registrierten Komplikationen handelte es sich in der untersuchten Kohorte um Komplikationen pulmonaler und infektiöser Natur. Die Morbiditätsrate betrug dabei 56,6 %. Untersucht wurde unter anderem auch die Beziehung

der Operationszeit zur Major-Komplikationsrate. Definiert waren Major-Komplikationen als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen:
Beatmungspflichtigkeit > 48 h, septischer Schock, Pneumonie, Sepsis, Reintubation, akutes Nierenversagen, Herzstillstand, Organraum-Infektion, TVT, postoperative Bluttransfusion von mindestens vier Erythrozytenkonzentraten, tiefe Wundinfektion, Wunddehiszenz, Niereninsuffizienz, Koma, Schlaganfall, Myokardinfarkt, pulmonale Embolie. Nach Auswertung der Daten konnte gezeigt werden, dass sich das Risiko, eine der oben genannten Komplikationen zu erleiden, mit jeder zusätzlichen Minute OP-Zeit leicht erhöhte (OR pro min: 1,003, KI: 1,001 – 1,006, $p < 0,05$). Die mittlere Operationsdauer betrug in der vorgestellten Publikation 103 min (75 – 143). Ein signifikanter Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalitätsrate bestand laut den Autoren nicht. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung hierzu wurden jedoch nicht veröffentlicht.

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine ausführlichere Darstellung des positiven Zusammenhangs ist in Tabelle 287 im Anhang zu finden.

Tabelle 92: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / akute Mesenterialischämie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2011	Darmresektion bei akuter Mesenterialischämie (n = 861)	ja

4.4.1.8 Sarkomchirurgie

Um onkologisch korrekt zu resezieren, entsteht in der Therapie retroperitoneal gelegener Sarkome häufig die Notwendigkeit, umliegende Organe teilweise oder sogar komplett zu entfernen. Ziel der im Folgenden dargestellten Publikation war es, Faktoren zu ermitteln, die das postoperative Outcome nach solchen Eingriffen beeinflussen (Tseng et al. 2011). Hierzu werteten die Autoren die Daten von 156 NSQIP-Patienten aus, die zwischen 2005 und 2007 operiert worden sind. Die Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt, eine Gruppe mit zusätzlicher Organresektion (n = 58) und eine Gruppe ohne (n = 98). Bei den zusätzlich resezierten Organen handelte es sich in den meisten Fällen um Nieren (16 %)

und Teile des Kolons (12%). Untersuchte Outcomes der Studie waren das Auftreten von allgemeiner Morbidität und schwerer Morbidität. An dieser Stelle wird ausschließlich auf das Auftreten schwerer Morbidität eingegangen. Die Beziehung der Operationszeit zum Auftreten allgemeiner Morbidität wurde in einem anderen Kapitel vorgestellt (siehe 4.2.2.8). Als schwere Morbidität definierten die Autoren das Auftreten von: Organraum-Infektionen, Reoperationen, akutem Nierenversagen mit Dialysepflichtigkeit, septischem Schock oder Tod. In der multivariaten Auswertung der Daten konnten die Autoren zeigen, dass sich das Risiko, eine schwere Komplikation zu erleiden, für Patienten mit jeder zusätzlichen Stunde OP-Zeit deutlich erhöhte (OR pro h: 1,38, KI: 1,05 – 1,81, p = 0,02).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine ausführlichere Darstellung des positiven Zusammenhangs ist in Tabelle 288 im Anhang zu finden.

Tabelle 93: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Resektion retroperitonealer Sarkome

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tseng et al. 2011	Resektion retroperitonealer Sarkome (n = 156)	ja

4.4.1.9 Laparoskopische Myotomie nach Heller

Eine andere Arbeitsgruppe widmete sich der Fragestellung, welche Risikofaktoren das postoperative Outcome für Achalasie-Patienten beeinflussen, die sich einer laparoskopischen Myotomie nach Heller unterzogen hatten (Ross et al. 2015). Für die Jahre 2005 bis 2011 fanden die Autoren Informationen zu insgesamt 1.237 Patienten in der Datenbank NSQIP und werteten diese aus. In der univariaten Datenauswertung zeigte sich eine positive Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem postoperativen Auftreten von Major-Komplikationen (139,9 min (± 59,5) in der Gruppe ohne Komplikation versus 212,8 min (± 136,6) in der Gruppe mit Komplikation, p < 0,001). In der multivariaten Auswertung war dieser Zusammenhang jedoch nicht mehr signifikant. Ergebnisse hierzu wurden jedoch nicht veröffentlicht. Definiert waren Major-Komplikationen (Inzidenz: 2,4 %) als das Auftreten von: akutem Nierenversagen (0,2 %), pulmonaler Embolie (0,4 %),

ungeplanter Intubation (0,7 %), Pneumonie (1,0 %), Myokardinfarkt (0,2 %), zerebrovaskulären Ereignissen (0,1 %), Herzstillstand (0,2 %), Sepsis (0,2 %) und septischem Schock (0,7 %).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine ausführlichere Darstellung des Zusammenhangs ist in Tabelle 289 im Anhang zu finden.

Tabelle 94: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / laparoskopische Myotomie nach Heller

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Ross et al. 2015	laparoskopische Myotomie nach Heller (n = 1.237)	ja

In zehn der insgesamt elf Untersuchungen, die zur Beziehung der Operationszeit zu schweren postoperativen Komplikationen gefunden wurden und sich mit allgemeinchirurgischen Operationen beschäftigten, bestand ein positiver Zusammenhang. In lediglich einer Arbeit, die sich auf rechtsseitige Hemikolektomien bezog, war dies nicht der Fall.

4.4.2 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zum Auftreten schwerer postoperativer Komplikationen gefunden wurden, befanden sich elf Arbeiten zu Eingriffen aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie. Die meisten dieser Arbeiten fokussierten sich dabei auf die Wirbelsäulenchirurgie (n = 3) und die Endoprothetik (n = 3).

4.4.2.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Unter den gefundenen Arbeiten befanden sich drei Studien, die sich mit schweren Komplikationen nach Wirbelsäuleneingriffen beschäftigten. Ziel der Arbeitsgruppe um Gruskay et al. war es, Risikofaktoren für eine verlängerte Krankenhausverweildauer (siehe

4.6.1.1) und Major-Komplikationen nach elektiv durchgeführter anteriorer zervikaler Diskektomie und Spondylodese zu ermitteln (Gruskay et al. 2016). Hierzu durchsuchten die Autoren die Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2010 und bezogen die Daten von insgesamt 2.164 Patienten in ihre Untersuchung ein. An dieser Stelle wird ausschließlich auf die Beziehung der Operationszeit zum Auftreten von Major-Komplikationen eingegangen. Die Definition und das Auftreten von Major-Komplikationen gliederten sich in dieser Publikation wie folgt:
Major-Komplikationen (n = 92): Reoperationen (n = 40), respiratorische Komplikationen (n = 21), venöse Thromboembolien (n = 13), kardiale Komplikationen (n = 6), Tod (n = 5), Sepsis / septischer Schock (n = 4), Organraum-Infektionen (n = 3).
Nach statistischer Auswertung der Daten zeigte sich, dass Patienten mit einer Operationsdauer von > 171 min (> 75. Perzentile) ein doppelt so hohes Risiko für eine Major-Komplikation hatten als Patienten mit einer kürzeren OP-Zeit (OR: 2,095, KI: 1,237 – 3,548, p = 0,006).

In einer weiteren, zuvor bereits verschiedentlich zitierten Registeruntersuchung (siehe zum Beispiel 4.1.2.1, 4.2.1.1), beschäftigten sich die Autoren speziell mit dem Einfluss der Operationsdauer auf verschiedene postoperative Komplikationen nach Spondylodesen bei Wirbelsäulendeformitäten im Erwachsenenalter (Phan et al. 2017). Die untersuchte Kohorte umfasste die Daten von 5.338 Patienten, die zwischen 2010 und 2014 operiert und in der Datenbank NSQIP gelistet worden sind. Untersucht wurde auch, welchen Stellenwert die Operationsdauer als Risikofaktor für das postoperative Auftreten einer Sepsis hatte. Im Rahmen der statistischen Auswertung wurde die Eingriffsdauer in folgende Quartile unterteilt:
1. (n = 1.346, 0 – 154 min), 2. (n = 1.355, 155 – 234 min), 3. (n = 1.320, 235 – 346 min), 4. (n = 1.317, > 346 min). Nach Störfaktoradjustierung zeigte sich, dass das Risiko, postoperativ eine Sepsis zu entwickeln, bereits ab dem dritten Quartil um mehr als das Doppelte erhöht war (OR: 2,44, KI: 1,16 – 5,11, p = 0,019). Ab einer Dauer von > 346 min erhöhte sich das Risiko sogar um mehr als das fünf-fache (OR: 5,27, KI: 2,66 – 10,44, p < 0,001). Operationen mit einer Dauer zwischen 155 – 234 min waren im Vergleich zu unter 154-minütigen Eingriffen hingegen nicht signifikant mit dem Auftreten einer Sepsis assoziiert (OR: 1,14, KI: 0,49 – 2,66, p = 0,755).

Die letzte zu diesem Thema gefundene Arbeit ist im Jahr 2014 von Kim et al. vorgelegt worden und wurde ebenfalls bereits an verschiedenen Stellen zitiert (4.2.1.1, 4.1.2.1, Kim et al. 2014a). Bei dieser Arbeit handelt es sich ebenfalls um eine NSQIP-Untersuchung, in der die Daten von 4.588 zwischen 2006 und 2011 lumbal durchgeführten Spondylodesen

untersucht wurden. Die Besonderheit an dieser Arbeit ist, dass hier – wie auch in der Arbeit von Phan et al. – der Einfluss der Operationszeit als alleiniger Risikofaktor auf verschiedene Outcomes untersucht wurde. So prüften die Autoren unter anderem auch, welchen Einfluss die Operationszeit auf allgemeinmedizinische Komplikationen hatte. Diese waren dabei definiert als das Auftreten einer der folgenden:

Pneumonie, ungeplante Reintubation, pulmonale Embolie, Beatmungspflichtigkeit, akutes Nierenversagen, Niereninsuffizienz, Harnwegsinfektion, Schlaganfall, Koma > 24 h, periphere Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, postoperativ Bluttransfusion, TVT, Sepsis, septischer Schock.

Darüber hinaus ist der Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Entstehung einer Sepsis / eines septischen Schocks noch einmal separat untersucht worden. Hier zeigte sich, ähnlich wie in der Arbeit von Phan et al., ein signifikanter Einfluss der Eingriffsdauer erst ab 5 h OP-Zeit, allerdings mit einem um das Vierfache erhöhten Risiko (OR: 4,41, KI: 1,72 – 11,31, p = 0,002). Die nicht signifikanten Ergebnisse bezüglich kürzerer Eingriffe sind in Tabelle 290 im Anhang dargestellt. Das Risiko, eine der allgemeinmedizinischen Komplikationen zu entwickeln, war bereits ab einer Operationszeit von über 2 h um das Doppelte erhöht (OR: 2,18, KI: 1,34 – 3,54, p = 0,002) und stieg in etwa linear zur Operationsdauer an (> 5 h: OR: 6,21, KI: 3,84 – 10,02, p < 0,001). Weitere Ergebnisse hierzu sind ebenfalls Tabelle 290 des Anhangs zu entnehmen.

In allen drei Arbeiten, die zu Wirbelsäuleneingriffen vorgestellt worden sind, bestand ein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Rate an schweren allgemeinen Komplikationen. Insgesamt untersuchten diese Arbeiten dabei n = 12.090 Patienten. Eine Übersicht hierzu gibt die folgende Tabelle. Details zu den Ergebnissen können Tabelle 290 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 95: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gruskay et al. 2016	Diskektomie und Spondylodese (n = 2.164)	ja
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja
3. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	ja

4.4.2.2 Endoprothetik

Unter den Arbeiten, die anhand der Literatursuche zur Operationszeit und schweren postoperativen Komplikationen gefunden wurden, befanden sich drei Arbeiten, die diesen Zusammenhang für die Implantation von Endoprothesen untersuchten. Davon bezogen sich zwei Arbeiten auf Hüftprothesen und eine Arbeit auf die Implantation von Knieprothesen. Bei allen Arbeiten handelte es sich um Registeruntersuchungen.

Implantation von Hüftprothesen

Die Autoren der folgenden Arbeit durchsuchten für ihre Untersuchung die NSQIP-Datenbank nach Patienten, denen zwischen 2005 und 2008 eine Hüftendoprothese implantiert worden war und werteten diese Daten dann hinsichtlich potentieller Einflussfaktoren auf postoperative Komplikationsraten retrospektiv aus (O'Malley et al. 2012). Insgesamt wurden 4.281 Eingriffe ausgewertet. Nach dieser Analyse zeigte sich, dass Operationen mit einer Dauer > 121 min (> 75. Perzentile) in der untersuchten Kohorte mit einem signifikant erhöhten Risiko für das Auftreten einer Major-Komplikation assoziiert waren (OR: 1,7, KI: 1,194 – 2,395, p = 0,0028). Folgende Komplikationen wurden dabei als Major-Komplikationen definiert: Tod (0,26%), respiratorische Komplikationen (0,72%), kardiale Komplikationen (0,28%), thrombotisches Ereignis (0,68%), Nierenversagen (0,23%), Organraum-Infektion (0,21%), Sepsis (0,79%), Reoperation (2,24%).

Die Autoren untersuchten außerdem noch die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Wundinfektionsrate (siehe 4.1.2.3).

Das eigentliche Ziel der folgenden Untersuchung war es, den Einfluss des Charlson-Comorbidity-Index (CCI) auf die postoperative Komplikationsrate nach Revision einer Hüftendoprothese zu ermitteln (Lakomkin et al. 2017). Dazu durchsuchten die Autoren die Datenbank NSQIP für die Jahre 2006 – 2013 und konnten hiernach insgesamt 6.121 Fälle weiter analysieren. Neben dem Einfluss des CCI wurden auch weitere Parameter untersucht, unter anderem auch die Operationsdauer, die im Durchschnitt 148 min (± 80) betrug. Für sie konnte auch in der multivariaten Datenauswertung ein leichter Einfluss auf das Auftreten von Major-Komplikationen gezeigt werden (OR: 1,002, KI: 1,001 – 1,003, $p < 0,001$). Definiert waren Major-Komplikationen als das Auftreten eines schweren Ereignisses, wie zum Beispiel: Tod, septischem Schock, Koma, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Schlaganfall, akutem Nierenversagen, Beatmung > 48 h, Wundinfektion, pulmonaler Embolie, tiefer Beinvenenthrombose, ungeplanter Intubation oder Reoperation.

Implantation von Knieprothesen

Auch für die Knieprothetik ist eine groß angelegte, auf NSQIP-Daten basierende Arbeit erschienen, deren Ziel es war, die Inzidenz verschiedener Komplikationen sowie deren Risikofaktoren zu ermitteln (Belmont et al. 2014). In ihrer Untersuchung, die bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ zitiert worden ist (siehe 4.1.2.2), werteten die Autoren die Daten von 15.321 Patienten aus, die sich zwischen den Jahren 2006 und 2010 der Implantation einer unilateralen Knieprothese unterzogen hatten. Unter den vielen verschiedenen Komplikationen, die von den Autoren untersucht worden sind, befand sich auch das Auftreten schwerer systemischer Komplikationen, die als eine der folgenden definiert waren: pulmonale Embolie (0,78%), andere systemische Komplikationen (0,46%), postoperative Sepsis (0,44%), septischer Schock (0,13%), zerebrovaskuläres Ereignis (0,11%), akutes Nierenversagen (0,10%), reanimationspflichtiger Herzkreislaufstillstand (0,09%).
Nach Kontrolle von Störfaktoren und weiteren Variablen konnte in der multivariaten Datenauswertung gezeigt werden, dass bereits ab einer Operationszeit > 135 min mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten einer der oben genannten Komplikationen zu rechnen ist (OR: 1,54, KI: 1,11 – 2,14, $p < 0,05$). Die weiteren von den Autoren untersuchten Komplikationen und ihre Beziehung zur Operationsdauer werden in den jeweiligen anderen Kapiteln dargestellt (siehe 4.6.1.2, 4.11.1.4).

Die Operationsdauer war in allen drei vorgestellten Publikationen mit der postoperativen Rate an schweren allgemeinen Komplikationen assoziiert. Untersucht wurden hier insgesamt die Daten von 25.723 Eingriffen. Eine Übersicht hierzu gibt die folgende Tabelle. Details zu den Ergebnissen können Tabelle 291 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 96: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Endoprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. O´Malley et al. 2012	Hüftprothese (n = 4.281)	ja
2. Lakomkin et al. 2017	Hüftrevision (n = 6.121)	ja
3. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	ja

4.4.2.3 Arthroskopie

In zwei weiteren Arbeiten, die sich auf schwere postoperative Komplikationen und ihre Beziehung zur Operationszeit bezogen, sind arthroskopische Eingriffe untersucht worden. Beide Publikationen waren Registeruntersuchungen.

Schulterarthroskopie

Welchen Einfluss haben die Operationszeit und andere perioperative Parameter auf die postoperative Komplikationsrate nach Schulterarthroskopien?
Dieser Frage ist in einer großen Registeruntersuchung aus dem Jahr 2015 nachgegangen worden (Shields et al. 2015). Die Autoren dieser zuvor und auch im weiteren Verlauf mehrfach zitierten Arbeit (siehe „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.1.3) und „leichte Komplikationen“ (4.11.1.1)) werteten nach einer NSQIP-Abfrage insgesamt 10.255 zwischen 2005 und 2011 durchgeführte arthroskopische Eingriffe an der Schulter retrospektiv aus. Endpunkte der Arbeit waren das Auftreten einer Major-, einer Minor- oder irgendeiner postoperativen Komplikation. An dieser Stelle wird lediglich auf das Auftreten von Major-Komplikationen eingegangen. Folgende Komplikationen gehörten in dieser Publikation zu dem Sammelbegriff „Major-Komplikation“:

Reoperation (n = 34), pulmonale Embolie (n = 7), Myokardinfarkt (n = 4), Tod (n = 4), ungeplante Intubation (n = 3), Organraum-Infektionen (n = 2), septischer Schock (n = 2), reanimationspflichtiger Herzkreislaufstillstand (n = 2), zerebrovaskuläres Ereignis (n = 2), Sepsis (n = 1), tiefe Wundinfektion (n = 1), Wundheilungsstörung (n = 1), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (n = 1), akutes Nierenversagen (n = 1).
In der Auswertung der Daten gab es allerdings keinen signifikanten Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationsdauer > 90 min und dem postoperativen Auftreten von Major-Komplikationen (aOR: 1,55, KI: 0,89 – 2,69, p = 0,12).

Kniearthroskopie

Wie bereits zuvor zitiert (siehe „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.1.3)), haben Martin et al. die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Komplikationsrate auch für Kniearthroskopien untersucht (Martin et al. 2013b). Im Rahmen ihrer 12.271 Fälle umfassenden Registeruntersuchung (NSQIP-Abfrage für 2005 – 2010) werteten sie auch den Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Major-Komplikationsrate aus. Major-Komplikationen waren dabei wie folgt definiert:
tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, akutes Nierenversagen, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, pulmonale Embolie, Schlaganfall, Koma > 24 h, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Implantatversagen, Sepsis, septischer Schock, Reoperation, Tod.
Insgesamt entwickelten n = 93 (0,76 %) Patienten eine der oben genannten Komplikationen. Nach Auswertung der Daten konnte gezeigt werden, dass Patienten mit einer Operationsdauer > 1,5 h ein doppelt so hohes Risiko hatten, eine Major-Komplikation zu entwickeln, wie Patienten, deren Eingriff unter 90 min dauerte (aOR: 1,99, KI: 1,07 – 3,71, p < 0,05).

Ein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Rate an schweren allgemeinen Komplikationen bestand somit nur in der Arbeit zu Kniearthroskopien. In der Publikation, die sich mit Schulterarthroskopien beschäftigte, bestand kein Zusammenhang. Eine kurze Übersicht hierzu gibt die folgende Tabelle. Details zu den Ergebnissen können Tabelle 292 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 97: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Arthroskopie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Shields et al. 2015	Schulterarthroskopie (n = 10.255)	nein
2. Martin et al. 2013b	Kniearthroskopie (n = 12.271)	ja

4.4.2.4 Verschiedene orthopädische Eingriffe

Registeruntersuchungen

Auch in einer sehr großen, bereits unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ vorgestellten Untersuchung (siehe 4.2.1.6), in der verschiedene orthopädische Eingriffe betrachtet wurden, bestand kein signifikanter Einfluss einer verlängerten Operationsdauer > 1,5 h auf die postoperative Major-Komplikationsrate (OP-Zeit > 1,5 h versus < 1,5 h: aOR: 1,21, KI: 0,99 – 1,50, p = 0,067, (Molina et al. 2015)). Als Major-Komplikationen wurden in dieser Publikation ähnliche Komplikationen wie in den anderen Arbeiten definiert: Tod (0,83 %), tiefe Wundinfektion (0,27 %), Organraum-Infektion (0,19 %), Myokardinfarkt (0,33 %), tiefe Venenthrombose (0,73 %), pulmonale Embolie (0,4 %), Schlaganfall (0,14 %), Koma (0,02 %), Verletzung eines peripheren Nervens (0,09 %), Sepsis (0,51 %), septischer Schock (0,17 %), Wunddehiszenz (0,15 %). Die multivariate Auswertung wurde allerdings mit nur 5.063 Patienten durchgeführt, von denen vollständige Daten vorlagen.

Eine andere Studie beschäftigte sich speziell mit der Fragestellung, welche Risikofaktoren das Auftreten zerebrovaskulärer Ereignisse nach elektiv durchgeführten orthopädischen Eingriffen beeinflussten (Minhas et al. 2016). Die meisten der dafür ausgewerteten 42.150 Operationen waren Knieprothesen (54 %), dicht gefolgt von Hüftimplantationen (32 %). Die übrigen Eingriffe waren überwiegend Operationen der Wirbelsäule (9 %), doch auch die Daten von Patienten, die mit einer Schulterprothese (4 %) versorgt worden sind, wurden zur Analyse einbezogen. Alle Daten stammten aus einer Abfrage der Datenbank NSQIP für die Jahre 2006 – 2012. Als ein zerebrovaskuläres Ereignis definierten die Autoren das Auftreten eines embolischen, thrombotischen oder hämorrhagischen Ereignisses oder Schlaganfalls mit mindestens 24 Stunden bestehender motorischer, sensorischer oder

kognitiver Dysfunktion (zum Beispiel Hemiplegie, Hemiparese, Aphasie, sensorischem Defizit oder beeinträchtigtem Gedächtnis). Die Ergebnisse der Untersuchung zeigten, dass besonders nach lang dauernden Operationen > 180 min, das Risiko für ein zerebro-vaskuläres Ereignis stark erhöht war (OR: 3,25, KI: 1,60 – 6,60, p = 0,001).

In den beiden vorgestellten Arbeiten zeigte sich also ein geteiltes Bild. So schien in der Arbeit von Molina et al. kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationszeit und schweren postoperativen Komplikationen nach verschiedenen orthopädischen Eingriffen bestanden zu haben. In der deutlich größeren, von Minhas et al. veröffentlichten Arbeit, war eine verlängerte Eingriffsdauer hingegen positiv mit dem postoperativen Auftreten zerebro-vaskulärer Ereignisse assoziiert. Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über die Ergebnisse gibt Tabelle 293 im Anhang.

Tabelle 98: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / verschiedene orthopädische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Molina et al. 2015	verschiedene orthopädische Eingriffe (n = 5.063)	nein
2. Minhas et al. 2016	verschiedene orthopädische Eingriffe (n = 42.150)	ja

4.4.2.5 Proximale Humerusfraktur

Wie schon zuvor unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ erwähnt (siehe 4.2.1.5), widmeten sich Cvetanovich et al. in ihrer Untersuchung auch der Fragestellung, welchen Einfluss die Operationszeit auf die Rate an schweren postoperativen Komplikationen nach operativer Versorgung von proximalen Humerusfrakturen hatte (Cvetanovich et al. 2016). Von den 1.791 Patienten wurden 1.261 Frakturen offen reponiert und intern fixiert, 404 Patienten mit einer Hemiprothese und 125 Patienten mit einer totalen Schulterprothese versorgt. Schwere Komplikationen, die in n = 76 Fällen auftraten, definierten die Autoren dabei wie folgt:

tiefe Wundinfektion, Wunddehiszenz, ungeplante Intubation, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, pulmonale Embolie, akutes Nierenversagen, Schlaganfall, Koma > 24 h, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Sepsis, septischer Schock, Reoperation innerhalb von 30 Tagen, Tod.
Bereits nach univariater Auswertung der Daten zeigte sich jedoch, dass die Operationsdauer zumindest keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Rate an schweren postoperativen Komplikationen hatte. So betrug die durchschnittliche Operationszeit in der Gruppe mit schwerer Komplikation 134 min (± 56), wo hingegen Patienten der Gruppe ohne eine schwere Komplikation eine durchschnittliche OP-Dauer von nur 119 min (± 60) aufwiesen (p = 0,122).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 294 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 99: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / proximale Humerusfraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Cvetanovich et al. 2016	proximale Humerusfraktur (n = 1.791)	nein

Ein positiver Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und der postoperativen Rate an schweren Komplikationen bestand in den Arbeiten, die sich auf Eingriffe aus dem Feld der Orthopädie und Unfallchirurgie bezogen, in insgesamt acht der elf vorgestellten Publikationen – dabei insbesondere in den Arbeiten zur Wirbelsäulenchirurgie und zur Endoprothetik. Bei arthroskopischen und verschiedenen Eingriffen zeigte sich hingegen ein geteiltes Bild. Von jeweils zwei vorgestellten Arbeiten zeigte sich in nur einer der beiden ein positiver Zusammenhang. Ebenso wenig hatte eine verlängerte Eingriffsdauer einen Einfluss auf schwere postoperative Komplikationen in einer Untersuchung zur chirurgischen Versorgung von proximalen Humerusfrakturen.

4.4.3 Gefäßchirurgie

Ein nicht unwesentlicher Anteil der identifizierten Publikationen bezog sich auf die Operationszeit und schwere postoperative Komplikationen auch nach gefäßchirurgischen Eingriffen, insgesamt n = 9 Arbeiten. Von diesen Untersuchungen beschäftigten sich die meisten Autoren (n = 5) mit dem postoperativen Auftreten von Schlaganfällen nach Karotisendarteriektomien (CEA).

4.4.3.1 Karotisendarteriektomie

Registeruntersuchungen

Im Gegensatz zu allen anderen in diesem Kapitel vorgestellten Arbeiten suchte eine Arbeitsgruppe aus North Carolina in ihrer Arbeit nicht danach, welche Faktoren einen Einfluss auf die Schlaganfallrate nach CEA hatten, sondern beschäftigte sich stattdessen mit Risikofaktoren für das Auftreten von Hirnnervenschädigungen nach CEA (Bennett et al. 2015b). Nach einer Abfrage der NSQIP-Datenbank für das Jahr 2012 wurden dazu die Daten von insgesamt 3.762 Patienten ausgewertet, die sich einer CEA unterzogen hatten. Anhand ihrer Daten konnten die Autoren jedoch weder Auskunft darüber geben, welche Hirnnerven betroffen waren, noch ob es sich um einen dauerhaften oder reversiblen Schaden handelte. In Bezug auf die Operationszeit ermittelten sie, dass sich das Risiko, eine Hirnnervenschädigung zu erleiden, ab einer OP-Dauer > 90 min alle weiteren 30 min um 15 % erhöhen zu schien (aOR pro 30 min: 1,15, KI: 1,06 – 2,05, p < 0,001).

In einer weiteren Arbeit untersuchte die gleiche Arbeitsgruppe um Bennett et al. außerdem auch, welche Parameter die postoperative Schlaganfall- / Mortalitätsrate nach CEA beeinflussen könnten (Bennett et al. 2015a). Dazu werteten sie ebenfalls nach einer NSQIP-Abfrage für 2012 die Krankendaten von insgesamt 3.845 Patienten retrospektiv aus. Von den operierten Patienten wurden 58,1 % mit einer asymptomatischen Stenose operiert, während 41,9 % der Patienten an einer symptomatischen Karotisstenose litten. In der statistischen Auswertung betrachteten die Autoren diese beiden Gruppen separat und untersuchten dabei auch jeweils den Einfluss der Operationsdauer auf die postoperative Mortalitäts- und Schlaganfallrate. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem postoperativen Versterben oder Auftreten eines Schlaganfalls bestand in der univariaten Auswertung allerdings nur für asymptomatische Patienten (p = 0,02, Details siehe Tabelle 295, Anhang). Für symptomatische Patienten bestand hingegen kein signifikanter Zusammenhang (p = 0,45, Details siehe Tabelle 295,

Anhang). Eine multivariate Analyse für die Operationsdauer wurde für keine der beiden Gruppen durchgeführt.
Allerdings untersuchten die Autoren zusätzlich noch, welche Einflussfaktoren die postoperative Inzidenz weiterer schwerer, nicht schlaganfallbezogener Komplikationen und Erkrankungen beeinflussten. Diese waren definiert als das Auftreten einer der folgenden: Myokardinfarkt, neu aufgetretene Arrhythmie, Pneumonie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, pulmonale Embolie, tiefe Venenthrombose, akutes Nierenversagen mit Dialysepflichtigkeit, Herzkreislaufstillstand, Blutung, die Transfusion von mindestens vier Erythrozytenkonzentraten in den ersten 72 postoperativen Stunden erfordert oder septischer Schock.
Für das Auftreten dieser Komplikationen hingegen zeigte sich auch in der multivariaten Auswertung ein starker Einfluss von verlängerten Operationszeiten > 150 min im Vergleich zu Operationen mit einer Dauer von < 90 min für das gesamte Kollektiv (aOR: 2,88, KI: 1,83 – 4,54, p < 0,001).

In einer anderen Publikation ging es hauptsächlich darum, den Einfluss intraoperativer Bluttransfusionen auf die postoperative Schlaganfallrate nach elektiv durchgeführter CEA in einer Kohorte von 12.786 Patienten zu ermitteln (Rubinstein et al. 2013). Die hierzu benötigten Patientendaten stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2009. Zusätzlich zu Bluttransfusionen (Ergebnisse hierzu siehe 4.10.5) untersuchten die Autoren jedoch auch eine Reihe weiterer perioperativer Risikofaktoren, so auch die Operationszeit, für die sich in der untersuchten Kohorte jedoch kein signifikanter Einfluss auf die postoperative Schlaganfallrate nachweisen ließ (OP-Zeit > 147 min versus < 80 min: OR: 0,96, KI: 0,61 – 1,51, p = 0,873, weitere Ergebnisse siehe Tabelle 295, Anhang). Angaben zu den Ergebnissen der univariaten Analyse wurden nicht gemacht.

Im Gegensatz dazu konnten Kang et al. in ihrer Arbeitet einen zwar sehr schwachen, aber dennoch signifikanten Einfluss der Narkosezeit auf die postoperative Schlaganfallrate nach CEA nachweisen (Kang et al. 2009). Auch diese Arbeitsgruppe wertete retrospektiv Krankendaten aus. Die Daten von insgesamt 3.949 Eingriffen stammten dabei ebenfalls aus einer NSQIP-Abfrage, in dieser Arbeit für die Jahre 2005 – 2006. Das Erleiden eines Schlaganfalls war dabei definiert als das Auftreten eines embolischen, thrombotischen oder hämorrhagischen Ereignisses innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage mit über mindestens 24 h bestehenden motorischen oder sensorischen Defiziten oder anderen kognitiven Dysfunktionen (z. B. Hemiplegie, Hemiparese, Aphasie). Nach Auswertung der Daten zeigte sich, dass Eingriffe mit einer verlängerten Narkosedauer (durchschnittliche Narkosedauer: 187,3 min (± 61,5)) mit einem leicht erhöhten Risiko einhergingen, postoperativ einen Schlaganfall zu erleiden (OR: 1,02, KI: 1,00 – 1,03, p = 0,008).

Die mit Abstand größte durchgeführte Untersuchung zu diesem Thema ist im Jahr 2017 von Garcia et al. vorgelegt worden und umfasst ein Patientenkollektiv von 53.593 Patienten (Garcia et al. 2017). Alle Patienten wurden zwischen 2008 und 2015 aufgrund einer asymptomatischen Karotisstenose operiert. Auch die Daten dieser Arbeitsgruppe stammten aus einer NSQIP-Abfrage für den oben genannten Zeitraum. Nach multivariater Auswertung kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass Patienten, deren Operationen > 170 min dauerten, ein mehr als 1,5-fach erhöhtes Risiko hatten, einen Schlaganfall innerhalb der ersten 30 Tage nach OP zu erleiden (OR: 1,71, KI: 1,40 – 3,83, $p < 0,001$).

In einer anderen Publikation, in der sich die Autoren speziell dem Einfluss einer verlängerten Operationszeit auf das postoperative Outcome nach Karotisendarteriektomien widmeten, wurde die postoperative Schlaganfallrate, die in der untersuchten Kohorte bei 1,5 % lag, hingegen nicht negativ von verlängerten Eingriffen beeinflusst (Aziz et al. 2016a). Als verlängert galten in dieser Arbeit Operationen mit einer Dauer > 140 min (> 75. Perzentile: OR: 0,99, KI: 0,70 – 1,41, $p = 0,975$). Zu der Untersuchung wurden nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2007 die Daten von n = 10.423 Eingriffen einbezogen. Auf die Ergebnisse hinsichtlich der anderen untersuchten Komplikationen wird in den entsprechenden Kapiteln „Krankenhausverweildauer“ (siehe 4.6.5), „pulmonale Komplikationen“ (siehe 4.7.7), „postoperative Mortalität“ (siehe 4.8.2.2) und „Reoperationen“ (siehe 4.9.2.1) eingegangen.

In vier der sechs vorgestellten Arbeiten bestand eine positive Assoziation zwischen der Operationszeit und der postoperativen Rate an schweren Komplikationen beziehungsweise Schlaganfällen. Untersucht wurde dieser Zusammenhang anhand der Daten von insgesamt n = 88.358 Patienten. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über die Ergebnisse gibt Tabelle 295 im Anhang.

Tabelle 100: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / CEA

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Bennett et al. 2015b	CEA (n = 3.762)	ja
2. Bennett et al. 2015a	CEA (n = 3.845)	ja
3. Rubinstein et al. 2013	CEA (n = 12.786)	nein
4. Kang et al. 2009	CEA (n = 3.949)	ja
5. Garcia et al. 2017	CEA (n = 53.593)	ja
6. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	nein

4.4.3.2 Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen

Registeruntersuchungen

Im Rahmen der Zusammenfassung verschiedener Outcomes zu Gruppen sind renale Komplikationen ebenfalls der Kategorie „schwere Komplikationen“ zugeordnet worden. So war es das Ziel der im Folgenden dargestellten Publikation, Risikofaktoren für das Auftreten von Nierenfunktionsstörungen nach Versorgung nicht rupturierter, infrarenal gelegener abdomineller Aortenaneurysmen zu ermitteln (Zettervall et al. 2017). Die untersuchte Kohorte umfasste insgesamt 4.503 Patienten, von denen 3.869 Patienten mit einem endovaskulären Verfahren versorgt worden sind und 634 offen chirurgisch. Auch Zettervall et al. nutzten für ihre Analyse die Datenbank NSQIP und fragten diese für die Jahre 2011 – 2013 ab. Als renale Funktionsstörung definierten die Autoren einen Kreatininanstieg > 2 mg/dl oder Dialysepflichtigkeit innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. In der untersuchten Kohorte lag die renale Komplikationsrate bei 1 % nach EVAR und bei 5 % nach offener Versorgung. Nach Adjustierung aller Störfaktoren zeigte sich schließlich, dass Eingriffe mit einer verlängerten Operationsdauer mit einem 3-fach erhöhten Risiko für renale Komplikationen assoziiert waren (OR: 3,0, KI: 1,6 – 5,6, $p < 0,01$). Als verlängert galten dabei Eingriffe, die mindestens zwei Standardabweichungen oberhalb der durchschnittlichen Operationsdauer lagen (> 180 min bei EVAR und > 360 min bei offenen Eingriffen).

In einer anderen Arbeit, die zuvor bereits ausführlicher unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ vorgestellt worden ist (siehe 4.2.4.2), untersuchten Gupta et al. auch die Beziehung der Operationszeit zur Rate an schweren postoperativen Komplikationen für n = 598 Patienten, deren paraviszerales abdominelles Aortenaneurysma offen chirurgisch versorgt worden war (Gupta et al. 2012b). Definiert waren diese Komplikationen wie folgt: Herzstillstand (3,0 %), Myokardinfarkt (1,5 %), postoperative Bluttransfusion > 4 Erythrozytenkonzentrate (3,3 %), Prothesenkomplikation (1,3 %), Organraum-Infektion (0,8 %), Sepsis (4,5 %), septischer Schock (6,2 %), Koma (0,2 %), Schlaganfall (1,2 %), akutes Nierenversagen (5,9 %), progrediente Niereninsuffizienz (4,5 %), Pneumonie (8,5 %), Reintubation (10 %), Beatmungspflichtigkeit > 48 h (13,9 %), Reoperation (9,2 %), TVT (1,8 %), pulmonale Embolie (0,3 %), tiefe Wundinfektion (0,5 %) und Wunddehiszenz (1,5 %). Beeinflusst wurde die postoperative Rate dieser Komplikationen dabei unter anderem von der Dauer der Narkose (mittlere Narkosedauer in der Gruppe mit Komplikation: 406 min (311 – 418) versus 340 min (262 – 405) in der Gruppe ohne Komplikation, $p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten, in denen ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und renalen bzw. schweren Komplikationen bestand, noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über die Ergebnisse gibt Tabelle 296 im Anhang.

Tabelle 101: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate renaler sowie schwerer Komplikationen / Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Zettervall et al. 2017	EVAR (n = 3.869), OAAA (n = 634)	ja
2. Gupta et al. 2012b	offen versorgtes abdominelles Aortenaneurysma (n = 598)	ja

4.4.3.3 Infrainguinale Bypassoperationen

Zuletzt sei an dieser Stelle noch eine andere Arbeit dargestellt, in der Risikofaktoren für verschiedene schwere Komplikationen nach infrainguinalen Bypassoperationen untersucht worden sind (LaMuraglia et al. 2009). Von insgesamt 2.404 ausgewerteten Eingriffen

wurden 42 % der Stenosen mit einer infrapoplitealen distalen Anastomose revaskularisiert und 29 % mit einer Prothese versorgt. Alle Patientendaten wurden aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 und 2006 generiert. Unter der Vielzahl der untersuchten Variablen befand sich auch die Operationszeit, die einen schwach positiven Einfluss sowohl auf die Rate an allen Major-Komplikationen (Inzidenz 18,7 %, OR: 1,002, KI: 1,00 – 1,003, p = 0,001) als auch isoliert auf die Rate an schweren OP-Feld bezogenen Komplikationen hatte (Inzidenz 15,1 %, OR: 1,002, KI: 1,00 – 1,003, p < 0,001).
Letztere waren dabei definiert als das Auftreten von: Wunddehiszenzen, Wundinfektionen, Organraum-Infektionen, Sepsis, Blutungen oder Bypassinsuffizienzen.
Zu allen Major-Komplikationen zählte zusätzlich das Auftreten von mindestens einer der folgenden Komplikationen: Beatmungspflichtigkeit > 48 h, ungeplante Reintubation, Pneumonie, akutes Nierenversagen, pulmonale Embolie, Schlaganfall, Herzstillstand, Koma oder tiefe Venenthrombose.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über das Ergebnis gibt Tabelle 297 im Anhang.

Tabelle 102: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Revaskularisierung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. LaMuraglia et al. 2009	infrainguinaler Bypass (n = 2.404)	ja

Von den neun vorgestellten Arbeiten, in denen die Beziehung der Operationszeit zur Rate schwerer postoperativer Komplikationen bei gefäßchirurgischen Eingriffen untersucht wurde, bestand in insgesamt sieben Untersuchungen eine positive Korrelation. In zwei Arbeiten, die sich beide auf Karotisendarteriektomien bezogen, hatte eine verlängerte Operationszeit hingegen keinen Einfluss auf die postoperative Schlaganfallrate.

4.4.4 Neurochirurgie

Unter den Arbeiten, die zu der Beziehung der Operationsdauer zum Auftreten schwerer postoperativer Komplikationen gefunden wurden, befanden sich drei Arbeiten zu Eingriffen aus dem Gebiet der Neurochirurgie. Alle Untersuchungen waren Registerarbeiten.

4.4.4.1 Meningeomresektion

Bei der hier vorgestellten Publikation handelt es sich um eine große Registeruntersuchung, in der die Operationszeit als alleiniger Risikofaktor für verschiedene Komplikationen nach Meningeomresektionen untersucht worden ist. Die Arbeit wird daher an mehreren Stellen der Dissertation zitiert. Wie bereits erwähnt (siehe 4.2.6.1), untersuchten die Autoren nach einer NSQIP-Abfrage für 2006 – 2014 ein Kollektiv von insgesamt 3.743 Patienten (Karhade et al. 2017b). Neben einigen anderen Komplikationen untersuchten die Autoren auch die Beziehung der Operationszeit zur Major-Komplikationsrate. Major-Komplikationen definierten die Autoren dabei als das postoperative Auftreten von:
Tod, intrakraniellen (neues postoperatives Koma oder Schlaganfall), kardialen (Herzstillstand oder Myokardinfarkt), pulmonalen (Reintubation oder verlängerte Beatmungspflichtigkeit) oder renalen (akutes Nierenversagen) Komplikationen, symptomatischen Thromboembolien, von Wundinfektionen, einer Sepsis oder Reoperationen.
Zur multivariaten Datenauswertung wurde die Eingriffsdauer in vier Quartile unterteilt, wobei das niedrigste Quartil (< 145 min) als Referenzwert galt. Für das zweite Quartil (145 – 218 min) zeigte sich noch kein signifikant erhöhtes Risiko dafür, eine Major-Komplikation zu entwickeln (OR: 1,252, KI: 0,615 – 2,546, p = 0,54). Erst Patienten, deren Eingriffe 218 – 318 min dauerten, hatten ein gut doppelt so hohes Risiko, postoperativ eine der oben genannten Komplikationen zu erleiden (OR: 2,017, KI: 1,066 – 3,815, p = 0,03). Eine noch stärkere Risikoerhöhung zeigte sich dann für das 4. Quartil, das Eingriffen mit einer Dauer > 318 min entsprach (OR: 3,220, KI: 1,748 – 5,930, p < 0,001).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über das Ergebnis gibt Tabelle 298 im Anhang.

Tabelle 103: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Meningeomresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Karhade et al. 2017b	Meningeomresektion (n = 3.743)	ja

4.4.4.2 Clipping intrakranieller Aneurysmen

Eine im Jahr 2016 vorgelegte Publikation hat untersucht, welche Parameter die Mortalitäts- und Morbiditätsrate nach Clipping intrakranieller, nicht rupturierter Aneurysmen beeinflussen (Kerezoudis et al. 2016). Die untersuchte Kohorte umfasste, trotz einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2007 – 2013, lediglich 662 Patienten, die den Einschlusskriterien entsprachen. Der Einfluss der Operationsdauer auf die Mortalitätsrate wird im entsprechenden Kapitel „postoperative Mortalität“ besprochen (siehe 4.8.5). An dieser Stelle soll auf die Beziehung der Operationsdauer zur Major-Komplikationsrate eingegangen werden. In der untersuchten Kohorte lag diese bei 16,3 % und umfasste das Auftreten mindestens einer der folgenden Komplikationen:
tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, Reintubation, Pneumonie, Lungenembolie, Beatmungspflichtigkeit > 48 h, Nierenfunktionsstörung / Nierenversagen, Schlaganfall, Koma, Nervenverletzung, Herzstillstand, Myokardinfarkt, Sepsis, septischer Schock oder Reoperation innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage.
Nach multivariater Auswertung der Daten konnten die Autoren zeigen, dass Patienten mit einer verlängerten Operationsdauer (75. Perzentile: 169 min (± 25,53)) ein erhöhtes Risiko hatten, postoperativ eine Major-Komplikation zu entwickeln (OR pro min: 1,004, KI: 1,002 – 1,006, $p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über das Ergebnis gibt Tabelle 299 im Anhang.

Tabelle 104: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Clipping intrakranieller Aneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kerezoudis et al. 2016	Clipping intrakranieller Aneurysmen (n = 662)	ja

4.4.4.3 Spinale Tumorchirurgie

Die bereits in Bezug auf Meningeomchirurgie zitierte Arbeitsgruppe um Karhade et al. hatte schon ein Jahr zuvor eine andere Arbeit vorgelegt, in der ebenfalls Risikofaktoren für verschiedene postoperative Outcomes, unter anderem auch Major-Komplikationen, untersucht worden sind. In dieser hier vorgestellten Publikation untersuchten die Autoren diese Zusammenhänge allerdings nicht für Meningeomresektionen, sondern fokussierten sich auf die Resektion primärer und sekundärer Tumore der Wirbelsäule (Karhade et al. 2016). Die auf NSQIP-Daten der Jahre 2011 – 2014 basierende Untersuchung umfasste ein Kollektiv von insgesamt 2.207 Patienten. Von ihnen wurden 51,4 % wegen eines extradural gelegenen Tumors, 36,4 % aufgrund eines extramedullären Tumors und 12,3 % wegen einer intramedullären Raumforderung operiert. Dabei waren 20,7 % der Läsionen zervikal, 47,4 % thorakal, 29,1 % lumbal und 2,8 % sakral gelegen. Etwa 14,4 % der Patienten entwickelten innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage eine Major-Komplikation, was definiert war als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen:
Tod, intrakranielle (neues postoperatives Koma oder Schlaganfall), kardiale (Herzstillstand oder Myokardinfarkt), pulmonale (Reintubation oder verlängerte Beatmungspflichtigkeit) oder renale (akutes Nierenversagen) Komplikationen, symptomatische Thromboembolie, Wundinfektion, Sepsis oder Reoperation.
Zur Datenauswertung wurde die Operationsdauer dann in Quartile eingeteilt, wobei eine Dauer < 136 min als Referenz galt. Die Wahrscheinlichkeit, eine der oben genannten Major-Komplikationen zu erleiden, erhöhte sich allerdings erst ab dem vierten Quartil, also einer Operationsdauer > 272 min, signifikant (OR: 1,63, KI: 1,14 – 2,32, p = 0,007, weitere Ergebnisse siehe Tabelle 300 im Anhang).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Übersicht über das Ergebnis gibt Tabelle 300 im Anhang.

Tabelle 105: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / spinale Tumorchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Karhade et al. 2016	Resektion spinaler Tumore (n = 2.207)	ja

In allen drei Publikationen, die sich auf neurochirurgische Eingriffe bezogen, ist gezeigt worden, dass die Länge der Operationszeit mit einer erhöhten Rate an schweren post-operativen Komplikationen assoziiert war.

4.4.5 Thoraxchirurgie

Unter den zu der Beziehung der Operationszeit zur Rate an schweren postoperativen Komplikationen gefundenen Arbeiten befanden sich zwei Single-Center-Studien, die sich auf Eingriffe aus dem Gebiet der Thoraxchirurgie bezogen.

Single-Center-Studien

Im Rahmen einer kleinen japanischen Single-Center-Studie am Universitätsklinikum von Hokkaido ist untersucht worden, welche Faktoren das Auftreten von Pulmonalvenen-stumpfthrombosen und damit zusammenhängenden Schlaganfällen nach linksseitiger Lobektomie beeinflussen (Ohtaka et al. 2013). Untersucht wurden die Daten von insgesamt 193 Patienten, die zwischen 2005 und 2011 an der Klinik operiert worden sind. In der unter-suchten Kohorte entwickelten 3,6 % (n = 7) der Patienten eine Thrombose des Pulmonal-venenstumpfes. Nach der univariaten Auswertung der Daten zeigte sich, dass die Eingriffe der Patienten mit Thrombose im Mittel 300 min (195 – 493 min) dauerten, während Patien-ten ohne Thrombose eine mittlere Operationsdauer von lediglich 280 min (133 – 548 min) aufwiesen (p = 0,045). Eine multivariate Analyse wurde nicht durchgeführt. Laut den Autoren erhielt keiner der Patienten eine perioperative Antikoagulation.

Fournel et al. untersuchten Major-Komplikationen und ihre Risikofaktoren in einer weiteren thoraxchirurgischen Publikation, allerdings speziell für thorakoskopische Eingriffe, die zwischen 2007 und 2012 an einer Klinik in Paris durchgeführt worden sind (Fournel et al.

2014). Von den 338 zur Untersuchung einbezogenen Operationen handelte es sich in 68,6 % der Fälle um Lobektomien und in 31,4 % um Segmentresektionen. Alle Eingriffe fanden im Rahmen der Therapie eines Bronchial-Karzinoms statt. Die Rolle der Operationszeit untersuchten sie dabei allerdings ausschließlich für das postoperative Auftreten schwerer Komplikationen, welche nach knapp jedem zehnten Eingriff (8,9 %) auftraten und wie folgt definiert waren: Behandlung auf der Intensivstation (n = 20), Reoperation (n = 10), sonstige (n = 8), Parese des Nervus laryngeus (n = 5) oder pulmonale Embolie (n = 4). Letztendlich zeigte sich allerdings, dass zwar ein numerischer Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Major-Komplikationsrate bestand, dieser jedoch statistisch nicht signifikant war (mittlere OP-Zeit 190 min (159 – 238) mit Komplikation versus 180 min (150 – 212) ohne Komplikation, p = 0,141).

Die Ergebnisse der vorgestellten Arbeiten waren uneinheitlich. So bestand in der Arbeit von Ohtaka et al. ein Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Rate an Pulmonalvenenthrombosen und Schlaganfällen, während schwere allgemeine Komplikationen in der Arbeit von Fournel et al. nicht von der Dauer eines Eingriffs beeinflusst worden waren. Insgesamt sind n = 531 Eingriffe untersucht worden. Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die Arbeiten. Eine detailliertere Zusammenfassung der Ergebnisse kann Tabelle 301 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 106: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Lungenresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Ohtaka et al. 2013	Lungenresektion (n = 193)	ja
2. Fournel et al. 2014	Lungenresektion (n = 338)	nein

4.4.6 Gynäkologie

Für die Beziehung der Operationszeit zur Rate an Major-Komplikationen ergab die Literaturrecherche auch eine Arbeit zu gynäkologischen Eingriffen. Allerdings war diese mit einem untersuchten Patientenkollektiv von 22.214 Patientinnen sehr groß, da Erekson et al. sich in ihrer Arbeit nicht nur auf einen bestimmten gynäkologischen Eingriff beschränkten, sondern die am häufigsten in der NSQIP-Datenbank zwischen 2005 und 2009 aufgeführten

gynäkologischen Operationen untersucht haben (Erekson et al. 2011). Unter den untersuchten Eingriffen befanden sich am häufigsten benigne Hysterektomien (n = 13.033), Prolaps- und Inkontinenzoperationen (n = 3.849), Laparotomien (n = 2.109), gynäkologische Tumoroperationen (n = 1.463) und vaginale Eingriffe (n = 1.212). Die Major-Komplikationsrate über alle Eingriffe lag bei 3,7 %. Definiert waren Major-Komplikationen dabei als das Auftreten einer der folgenden innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage:
Tod, reanimationspflichtiger Herzkreislaufstillstand, Myokardinfarkt, Schlaganfall oder anderes zerebrovaskuläres Ereignis, postoperatives Koma > 24 h, tiefe Wundinfektion, Organraum-Infektion, Wunddehiszenz, venöse Thromboembolie, verlängerte Beatmungspflichtigkeit > 48 h, ungeplante Reintubation, Pneumonie, Sepsis, septischer Schock, akutes Nierenversagen mit Dialysepflichtigkeit, vorbestehende Niereninsuffizienz mit Kreatininanstieg > 2 mg/dl, Reoperation oder Bluttransfusion innerhalb der ersten 72 h nach OP.
Für die gesamte Kohorte zeigte sich schließlich bereits ab einer Operationsdauer > 1 h (< 1h entsprach dem Referenzwert) ein deutlich erhöhtes Risiko für postoperative Major-Komplikationen (OR: 1,28, KI: 1,04 – 1,59, $p < 0,05$). Ab einer Operationszeit > 4 h verdreifachte sich das Risiko für die Patientinnen beinahe (OR: 2,91, KI: 2,18 – 3,89, $p < 0,05$). Weitere Ergebnisse diesbezüglich sind Tabelle 302 im Anhang zu entnehmen. Interessanterweise untersuchten die Autoren diesen Zusammenhang auch jeweils separat für Patientinnen, die wegen eines malignen Tumors (n = 1.463) operiert wurden, und für alle Operationen mit benigner Indikation (n = 20.751). Für Operationen mit maligner Indikation war die Operationsdauer jedoch kein signifikanter Risikofaktor (hierzu wurden jedoch keine weiteren Angaben gemacht), wohingegen sich nach benignen Eingriffen ein ähnlich starker Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Major-Komplikationsrate zeigte wie für die gesamte Kohorte.

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit. Eine detailliertere Zusammenfassung des Ergebnisses kann Tabelle 302 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 107: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / verschiedene gynäkologische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Erekson et al. 2011	verschiedene gynäkologische Eingriffe (n = 22.214)	ja

4.4.7 Verschiedene Eingriffe

Eine besonders umfangreiche und bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.8) zitierte Registeruntersuchung (TSQC) ist im Jahr 2015 von Daley et al. vorgelegt worden. Wie bereits beschrieben, wurde in dieser Arbeit für ein 104.632 allgemein- und gefäßchirurgische Patienten umfassendes Kollektiv die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Komplikationsrate untersucht (Daley et al. 2015). Nach Risikoadjustierung und Analyse aller untersuchten Eingriffe ermittelten die Autoren für 1.000 Fälle eine Rate von 116 Vorkommnissen / Stunde OP-Zeit. Davon entwickelten ab Operationsbeginn mit jeder zusätzlichen Stunde Operationszeit 16,6 / 1.000 Patienten postoperativ eine Sepsis und 3,6 / 1.000 Patienten ein akutes Nierenversagen ($p < 0,001$). Weitere Ergebnisse werden unter „pulmonale Komplikationen“ (siehe 4.7.3) sowie „postoperative Mortalität“ (siehe 4.8.3) besprochen.

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit. Eine detailliertere Zusammenfassung des Ergebnisses kann Tabelle 303 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 108: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / verschiedene allgemein- & gefäßchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Daley et al. 2015	verschiedene allgemein- & gefäßchirurgische Eingriffe (n = 104.632)	ja

4.4.8 Bariatrische Chirurgie

Welche Risikofaktoren beeinflussen das Auftreten einer postoperativen Sepsis? Dieser Frage gingen Blair et al. in ihrer Untersuchung für die laparoskopische Anlage von Magenbypässen nach (Blair et al. 2016). Sie fragten dazu die Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2013 ab und erhielten so die Daten von 66.838 Eingriffen. Von den zur Untersuchung einbezogenen Patienten entwickelten letztlich 546 eine Sepsis, was 0,82 % entspricht. Einer der wichtigsten Risikofaktoren für das Entwickeln einer Sepsis war in der untersuchten Kohorte die Operationszeit, die hier als kontinuierliche Variable ausgewertet worden ist (OR pro min: 1,006, KI: 1,004 – 1,007, $p < 0,0001$). So stieg das Risiko, eine Sepsis zu entwickeln, alle 30 min um 30 % an ($p < 0,0001$).

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit. Eine detailliertere Zusammenfassung des Ergebnisses kann Tabelle 304 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 109: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / laparoskopischer Magenbypass

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Blair et al. 2016	laparoskopischer Magenbypass (n = 66.838)	ja

4.4.9 Herzchirurgie

Einen etwas anderen Endpunkt wählten Benetis et al. in ihrer Arbeit (Benetis et al. 2013). Sie untersuchten nämlich, wovon eine postoperative Wiederaufnahme auf die Intensivstation nach koronararterieller Bypass-Operation beeinflusst wurde. Um dies herauszufinden, werteten sie die Daten von 169 Eingriffen aus, die zwischen den Jahren 2009 und 2010 an einer litauischen Universitätsklinik stattfanden. Von diesen Patienten sind insgesamt n = 54 erneut auf die Intensivstation aufgenommen worden. Ursächlich hierfür waren: Arrhythmien 50 % (n = 27), respiratorische Insuffizienz 29,6 % (n = 16), Reanimation 9,3 % (n = 5), gastrointestinale Komplikationen 3,7 % (n = 2), akutes Nierenversagen 3,7 %

(n = 2), hämodynamische Instabilität 5,6 % (n = 3), Sepsis 1,9 % (n = 1) und nicht näher beschriebene Komplikationen 13 % (n = 7).
Nach statistischer Datenauswertung stellte sich heraus, dass eine verlängerte Operationszeit > 4 h mehr als drei Mal so häufig mit einer Wiederaufnahme einherging als kürzere Eingriffe (OR: 3,44, KI: 1,54 – 7,69, p = 0,04).

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit. Eine detailliertere Zusammenfassung des Ergebnisses kann Tabelle 305 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 110: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / koronararterielle Bypassoperationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Benetis et al. 2013	koronararterieller Bypass (n = 169)	ja

4.4.10 Fazit

Von den insgesamt 40 Arbeiten, die in Bezug auf die Operationszeit und ihre Beziehung zur Rate an schweren postoperativen Komplikationen gefunden wurden, bestand in 33 Arbeiten eine positive Korrelation. In sieben Publikationen konnte hingegen kein Hinweis auf einen Zusammenhang ermittelt werden. Von diesen Arbeiten bezogen sich zwei auf Karotiseingriffe und jeweils eine Arbeit auf verschiedene orthopädische Operationen, proximale Humerusfrakturen, Schulterarthroskopien sowie rechtsseitige Hemikolektomien.

4.5 Operationszeit und venöse Thromboembolien

Ob ein Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und dem postoperativen Auftreten venöser Thromboembolien (VTE) besteht, wurde in 33 der insgesamt 360 untersuchten Arbeiten (9,2 %) geprüft.

4.5.1 Allgemeinchirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate venöser Thromboembolien gefunden wurden, befanden sich zwölf Arbeiten aus dem Gebiet der Allgemein- und Viszeralchirurgie. Davon bezogen sich vier Arbeiten auf Leberresektionen.

4.5.1.1 Leberresektion

Registeruntersuchungen

Ziel der im Folgenden dargestellten Publikation war es, Risikofaktoren für das Auftreten von venösen Thromboembolien nach Leberresektionen zu ermitteln (Tzeng et al. 2013). Dabei unterschieden die Autoren zusätzlich zwischen venösen Thromboembolien, die während des Krankenhausaufenthaltes auftraten und solchen, die sich erst nach Entlassung, jedoch innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage, ereigneten. Die Daten der 7.621 untersuchten Patienten stammten aus einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2010. Von den insgesamt 7.621 Patienten unterzogen sich 4.553 (59,7 %) Patienten einer partiellen Leberresektion, 802 (10,5 %) Patienten einer Linksresektion, 1.494 (19,6 %) Patienten einer Hemihepatektomie rechts und 772 (10,1 %) Patienten einer erweiterten Hemihepatektomie. Als venöse Thromboembolie galt das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose, einer Lungenembolie oder beidem. In der Datenauswertung konnte gezeigt werden, dass eine Operationsdauer > 240 min einen signifikanten Risikofaktor für das Auftreten venöser Thromboembolien sowohl vor Entlassung (OR: 2,28, KI: 1,47 – 3,52, $p < 0,001$) als auch nach Entlassung (OR: 2,35, KI: 1,26 – 4,40, $p = 0,008$) darstellte.

Ein Jahr zuvor hatte dieselbe Arbeitsgruppe bereits untersucht, welchen Einfluss der Umfang einer Leberteilresektion auf das Auftreten venöser Thromboembolien hat (Tzeng et al. 2012). Darüber hinaus untersuchten die Autoren auch, wie intra- und postoperative Blutungskomplikationen und die Reoperationsrate vom Ausmaß der Resektion beeinflusst werden. Hierauf wird in den Kapiteln „perioperative Bluttransfusionen“ (4.10.2.2) sowie

„Reoperationen“ (siehe 4.9.1.2) näher eingegangen. Von den insgesamt 5.651 untersuchten Patienten wurde in 3.376 (59,7 %) Fällen eine partielle Leberresektion durchgeführt, in 585 (10,4 %) Fällen eine Linksresektion vorgenommen, in 1.134 (20,1 %) Fällen der rechte Leberlappen reseziert und in 556 (9,8 %) Fällen eine erweiterte Leberresektion vorgenommen. Die Daten stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2009. Untersucht wurden auch verschiedene andere prä- und postoperative Parameter, so auch die Operationszeit. Auch in dieser Arbeit umfasste eine venöse Thromboembolie das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose, einer pulmonalen Embolie oder beidem. Nach Auswertung der Daten zeigte sich schließlich, dass Patienten mit einer venösen Thromboembolie deutlich häufiger eine Operationsdauer > 222 min hatten als Patienten ohne eine entsprechende Komplikation (77,9 % versus 49,2 %, $p < 0,001$). Dieser Zusammenhang blieb auch nach multivariater Auswertung signifikant (> 222 min: OR: 1,37, KI: 1,01 – 1,86, $p = 0,043$).

Im Rahmen der Debatte darüber, ob eine postoperative Thromboseprophylaxe nach Lebereingriffen sinnvoll ist, erschien eine weitere große Registeruntersuchung, die Stellung zu der Frage genommen hat, welche Risikofaktoren einen Einfluss auf die Inzidenz venöser Thromboembolien nach Leberresektionen haben (Turley et al. 2012). Nach einer Abfrage der Datenbank NSQIP für die Jahre 2005 – 2009 wurden dazu die Daten von 5.706 Patienten untersucht, die sich einer Leberteilresektion unterzogen hatten (partielle Resektion n = 3.409, Linksresektion n = 1.142, Rechtsresektion n = 595, erweiterte Resektion n = 560). Als venöse Thromboembolie galt auch in dieser Arbeit das Auftreten einer pulmonalen Embolie, einer tiefen Venenthrombose oder das Auftreten von beidem. Schließlich ergab die multivariate Datenauswertung auch in dieser Publikation einen signifikanten Einfluss ab einer Operationszeit von 3 – 5 h (aOR: 1,90, KI: 1,17 – 3,07, $p = 0,009$). Bei Operationszeiten > 5 h erhöhte sich das Risiko sogar noch einmal deutlich (aOR: 2,80, KI: 1,71 – 4,60, $p < 0,0001$).

Single-Center-Studie

Eine Arbeitsgruppe einer japanischen Universitätsklinik hat anhand der Daten von 281 Patienten untersucht, ob sich die postoperative Antikoagulation mit Enoxaparin nach Leberteilresektion positiv auf die Entwicklung von Portalvenenthrombosen auswirkt, und welche weiteren Risikofaktoren für ihr Auftreten prädestinieren (Yamashita et al. 2014). Alle Patienten des untersuchten Kollektivs sind aufgrund einer Tumorerkrankung (hepatozelluläres Karzinom (HCC) n = 181, intrahepatisches cholangiozelluläres Karzinom (CCC) n = 25, Zystadenokarzinom n = 2, Lebermetastasen n = 72, Sarkom n = 1) zwischen 2011

und 2013 an derselben Klinik in Japan operiert worden. Nach Auswertung der Daten zeigte sich, dass Eingriffe mit einer Dauer > 360 min mit einem stark erhöhten Risiko für eine Portalvenenthrombose einhergingen (OR: 6,66, KI: nicht angegeben, $p < 0,01$).

In allen vier dargestellten Publikationen, die sich mit der Beziehung der Operationsdauer zum Auftreten venöser Thromboembolien nach Leberteilresektionen beschäftigten, bestand eine positive Korrelation zu einer verlängerten Operationszeit. Tabelle 111 gibt noch einmal einen kurzen Überblick über die dargestellten Arbeiten. Detaillierte Informationen zu den Ergebnissen sind Tabelle 306 im Anhang zu entnehmen. Insgesamt wurde ein Kollektiv von n = 19.259 Patienten untersucht.

Tabelle 111: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Leberteilresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2013	Leberteilresektion (n = 7.621)	ja
2. Tzeng et al. 2012	Leberteilresektion (n = 5.651)	ja
3. Turley et al. 2012	Leberteilresektion (n = 5.706)	ja
4. Yamashita et al. 2014	Leberteilresektion (n = 281)	ja

4.5.1.2 Verschiedene allgemeinchirurgische Tumoroperationen

In weiteren drei der Arbeiten, die einen Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der Inzidenz venöser Thromboembolien untersuchten, ist dies für Patientenkollektive getan worden, in denen nicht alle Patienten den gleichen Eingriff hatten, sondern wegen unterschiedlicher Tumore, hauptsächlich des Gastrointestinaltraktes, operiert worden sind.

Registeruntersuchungen

So konnte in einer auf gastrointestinale Tumoroperationen beschränkten Untersuchung gezeigt werden, dass die Operationsdauer durchaus einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Inzidenz venöser Thromboembolien zu haben schien (Bellini et al. 2016). In ihrer Arbeit ermittelten die Autoren verschiedene Risikofaktoren für venöse Thromboembo-

lien und die postoperative Mortalität (siehe 4.8.1.3), indem sie die Daten von 79.300 Patienten retrospektiv auswerteten. Generiert wurden die Daten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2012 und teilten sich wie folgt auf: Kolektomie / Proktektomie (n = 56.030), Ösophagusresektion (n = 2.729), Gastrektomie (n = 3.735), Hepatektomie (n = 3.690), Pankreatektomie (n = 11.548), Dünndarmresektion (n = 1.568). Die multivariate Auswertung der Daten zeigte schließlich, dass das Risiko, eine venöse Thromboembolie nach OP zu erleiden, ab einer Operationszeit von 168 min deutlich anzusteigen schien (169 – 248 min: aOR: 1,2, KI: 1,0 – 1,4, p = 0,010) und mit zunehmender Operationszeit noch größer wurde (> 248 min: aOR: 1,9, KI: 1,7 – 2,1, p < 0,001). Eingriffe mit einer Dauer < 168 min bildeten dabei den Referenzwert.

In einer anderen Arbeit sind ebenfalls Risikofaktoren für venöse Thromboembolien nach großen Tumoroperationen ermittelt worden (De Martino et al. 2012). Zusätzlich zu Operationen des Magen-Darm-Traktes sind hier allerdings noch einige weitere, häufig durchgeführte Eingriffe untersucht worden. Nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2007 – 2008 analysierten die Autoren die Daten von insgesamt 43.808 Patienten, die sich folgenden Eingriffen unterzogen hatten: Mastektomie (17,7 %), Gastrektomie (5,4 %), Lungenteilresektion (3,2 %), Prostatektomie (6,8 %), Kolektomie (36,7%), Pankreatektomie (12,6 %), Ösophagusresektion (2,5 %), Hysterektomie (3,7 %), Hepatektomie (8,5 %), Zystektomie (0,7 %) und Nephrektomie (2,2 %). Die untersuchten Endpunkte waren das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose, einer Lungenarterienembolie oder beidem innerhalb von 30 Tagen nach OP. Die multivariate Auswertung der Daten zeigte allerdings, dass eine verlängerte Operationsdauer in der untersuchten Kohorte nicht mit dem Auftreten postoperativer Beinvenenthrombosen assoziiert zu sein schien (OR: 1,00, KI: 1,0 – 1,001, p < 0,01). Für venöse Thromboembolien wurde kein signifikantes Ergebnis ermittelt (OR: 1,0, KI: 0,9 – 1,0, p = 0,96). Die Beziehung der OP-Zeit zur Rate an Lungenembolien ist nicht separat untersucht worden.

Single-Center-Studie

Zuletzt sei auch noch eine kleine japanische Arbeit erwähnt, in der anhand von prospektiv gesammelten Patientendaten untersucht wurde, welche Risikofaktoren die Inzidenz venöser Thromboembolien nach laparoskopisch durchgeführten Tumoroperationen des Verdauungstraktes beeinflussten (Kimura et al. 2016). Insgesamt wurden 71 Patienten untersucht, die zwischen 2012 und 2013 gastrektomiert (n = 36) oder kolektomiert (n = 35) worden sind. Es zeigte sich, dass Patienten mit venöser Thromboembolie (n = 13) im Mittel eine Operationsdauer von 332 min (226 – 817) hatten, während die Eingriffe von Patienten

ohne Ereignis (n = 58) im Mittel 301 min (145 – 804) dauerten. Dieser Zusammenhang war jedoch nicht signifikant (p > 0,05).

In den drei Arbeiten, die sich mit viszeralchirurgischen Tumoroperationen beschäftigt haben, bestand ein uneinheitliches Bild für die Beziehung zwischen der Operationsdauer und dem Auftreten postoperativer Thromboembolien. So bestand in der größten der vorgestellten Arbeiten ein deutlicher Einfluss der Eingriffsdauer (Bellini et al.), während in den übrigen beiden Publikationen keine Assoziation bestand. Die Ergebnisse der dazu dargestellten Publikationen sind in Tabelle 307 im Anhang noch einmal zusammengefasst. Einen kürzeren Überblick gibt die folgende Tabelle. Untersucht wurden insgesamt n = 123.179 Eingriffe.

Tabelle 112: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / allgemeinchirurgische Tumor-Operationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Bellini et al. 2016	laparoskopische Tumor-Operationen des Gastrointestinal-Traktes (n = 79.300)	ja
2. De Martino et al. 2012	verschiedene Tumor-Operationen (n = 43.808)	nein
3. Kimura et al. 2016	laparoskopische Kolektomie / Gastrektomie (n = 71)	nein

4.5.1.3 Kolorektale Chirurgie

Registeruntersuchung

Anhand der Daten von 116.029 Patienten, die sich aufgrund eines malignen / benignen Tumors, einer CED oder einer Divertikulose / -itis einer kolorektalen Resektion unterzogen hatten, sind in der dargestellten Arbeit Risikofaktoren für das postoperative Auftreten venöser Thromboembolien nach kolorektaler Resektion untersucht worden (Moghadamyeghaneh et al. 2014). Die Patientendaten dafür stammten aus einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2011. In der Datenauswertung zeigte sich

schließlich, dass eine Narkosedauer > 150 min mit dem Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose (aOR: 1,16, KI: 1,002 – 1,36, p = 0,04) assoziiert zu sein schien. Für das Auftreten pulmonaler Embolien konnte hingegen kein signifikantes Ergebnis für Eingriffe mit einer Narkosezeit > 150 min ermittelt werden (aOR: 1,20, KI: 0,99 – 1,46, p = 0,05).

Multi-Center-Studie, prospektiv

In einer anderen, prospektiv angelegten Arbeit war eine verlängerte Operationszeit laut den Autoren ebenfalls kein signifikanter Risikofaktor für das postoperative Auftreten venöser Thromboembolien (Henke et al. 2012). Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für das Auftreten venöser Thromboembolien und den Einfluss einer postoperativen Thromboseprophylaxe nach Kolonresektion zu ermitteln. Dazu erhoben 15 amerikanische Krankenhäuser die Daten von insgesamt 3.464 Patienten, die zwischen den Jahren 2008 und 2009 offen (n = 2.172) oder laparoskopisch (n = 1.292) partiell kolektomiert worden sind und werteten sie anschließend aus.

In den beiden dargestellten Publikationen bestand somit kein Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der Inzidenz venöser Thromboembolien. Lediglich in der Publikation von Moghadamyeghaneh et al. bestand zumindest ein Zusammenhang zwischen der Narkosedauer und der postoperativen Rate tiefer Beinvenenthrombosen, nicht aber zur Rate an Lungenembolien. Tabelle 113 fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine tiefergehende Vorstellung der Ergebnisse ist Tabelle 308 im Anhang zu entnehmen. Insgesamt wurden hier die Daten von n = 119.493 Patienten untersucht.

Tabelle 113: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Moghadamyeghaneh et al. 2014	kolorektale Resektion (n = 116.029)	ja
		nein
2. Henke et al. 2012	partielle Kolektomie (n = 3.464)	nein

4.5.1.4 Cholezystektomie

Zu der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen einer langen Operationsdauer und dem Auftreten einer venösen Thromboembolie nach Cholezystektomie besteht, wurde in einer Arbeit Stellung genommen (Stromberg et al. 2015). Die Autoren dieser Arbeit haben das „Swedish Register of Gallstone Surgery and Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography“ durchsucht und die Daten aller Patienten analysiert, die zwischen 2006 und 2011 cholezystektomiert worden sind. Für das untersuchte Kollektiv von 62.488 Patienten (88,2 % laparoskopisch, 11,8 % offen) zeigte sich in der multivariaten Auswertung ein signifikanter Einfluss auf das Auftreten venöser Thromboembolien innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage ab einer Operationsdauer > 120 min (OR: 1,66, KI: 1,18 – 2,35, $p < 0,05$). Eine venöse Thromboembolie war in dieser Publikation definiert als das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose und / oder einer Lungenarterienembolie. In den zusätzlich separat durchgeführten isolierten Auswertungen für tiefe Beinvenenthrombosen (OR: 1,56, KI: 0,74 – 3,27, $p < 0,05$) und Lungenembolien (OR: 2,07, KI: 0,88 – 4,91, $p < 0,05$) sei eine Operationsdauer > 120 min laut den Autoren jedoch kein Risikofaktor gewesen. Eine Eingriffsdauer < 120 min galt als Referenzwert.

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 114. Genauere Angaben zum positiven Ergebnis sind Tabelle 309 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 114: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Cholezystektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Stromberg et al. 2015	Cholezystektomie (n = 62.488)	ja

4.5.1.5 Pankreasresektion

Anhand einer NSQIP-Datenbankabfrage für die Jahre 2005 – 2010 werteten die Autoren der im Folgenden dargestellten Arbeit die Daten von 13.771 Patienten aus, die sich einer Pankreasresektion unterzogen hatten (Tzeng et al. 2014b). Zur Untersuchung einbezogen wurden sowohl Pankreatikoduodenektomien als auch Pankreasteilresektionen. Ziel der Arbeit war es, zu untersuchen, welche Faktoren das Auftreten venöser Thromboembolien

auf der einen Seite und postoperative Blutungskomplikationen auf der anderen Seite nach Pankreasresektionen beeinflussen können, und welchen Stellenwert damit die Durchführung einer postoperativen Thromboseprophylaxe hat. Für die Operationszeit konnte gezeigt werden, dass Eingriffe mit einer Dauer > 360 min einen deutlichen Einfluss auf die Inzidenz venöser Thromboembolien hatten (OR: 1,30, KI: 1,02 – 1,65, p = 0,048). Insgesamt entwickelten 1,0 % der Patienten (n = 136) eine venöse Thromboembolie erst nach Entlassung, weitere 2,1 % (n = 290) noch während des Krankenhausaufenthaltes. 96,9 % (n = 13.345) der Patienten entwickelten keine venöse Thromboembolie. Erst nach Entlassung aufgetretene Thromboembolien scheinen in der untersuchten Kohorte allerdings nicht von der Dauer eines Eingriffs beeinflusst worden zu sein. So betrug die mittlere Operationszeit in der Gruppe ohne eine venöse Thromboembolie 313 min (12 – 1.146). Die Patienten mit nach Entlassung aufgetretener Thromboembolie hatten im Mittel sogar eine kürzere Operationszeit von nur 291 min (72 – 872). Allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant (p = 0,160). Die Ergebnisse hinsichtlich der Beziehung der Operationszeit zu weiteren postoperativen Komplikationen sind in folgenden Kapiteln vorgestellt: „Reoperationen“ (siehe 4.9.1.1), „postoperative Mortalität“ (siehe 4.8.1.2) und „perioperative Bluttransfusionen“ (siehe 4.10.2.1).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeit gibt Tabelle 115. Genauere Angaben zum positiven Ergebnis sind Tabelle 310 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 115: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Pankreasresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	ja

In acht der insgesamt elf dargestellten Arbeiten, die sich auf Eingriffe aus dem Gebiet der Allgemeinchirurgie bezogen, zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Dauer eines Eingriffs und der postoperativen Rate venöser Thromboembolien, besonders in Publikationen zu Eingriffen der Leber, Cholezystektomien und Operationen des Pankreas. In Arbeiten zu onkologischen Resektionen des Gastrointestinaltraktes sowie kolorektalen Eingriffen waren die Ergebnisse hingegen nicht so eindeutig. So ermittelten zwei der drei Arbeiten, die sich auf kolorektale Eingriffe bezogen, keinen signifikanten Zusammenhang,

und auch nach onkologischen Magen- und Darmeingriffen schien die Dauer einer Operation in nur einer der beiden Publikationen mit dem Auftreten tiefer Beinvenenthrombosen zusammenzuhängen (Moghadamyeghaneh et al. 2014). Eine Assoziation zu Lungenembolien bestand in keiner der beiden Arbeiten.

4.5.2 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den zur Beziehung der Operationsdauer zur Inzidenz venöser Thromboembolien gefundenen Arbeiten befanden sich acht Publikationen zu Operationen aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie. Hiervon widmeten sich vier Arbeiten der Wirbelsäulenchirurgie.

4.5.2.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Eine große, bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.1) dargestellte Publikation beschäftigte sich speziell mit dem Einfluss der Operationszeit auf unterschiedliche Outcomes nach monosegmentaler lumbaler Spondylodese (Kim et al. 2014a). Nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2006 – 2011 wurden die Daten von insgesamt 4.588 Patienten ausgewertet. In Bezug auf das postoperative Auftreten tiefer Beinvenenthrombosen bestand ein signifikanter Einfluss der Operationszeit erst ab einer Dauer von > 5 h (OR: 17,22, KI: 2,20 – 134,65, p = 0,007). Die Ergebnisse für kürzere Eingriffe sind Tabelle 311 im Anhang zu entnehmen.

In einer anderen Publikation ist ein deutlich größeres Patientenkollektiv (n = 27.730) untersucht worden, das sich allerdings heterogeneren Eingriffen unterzogen hatte (Schoenfeld et al. 2013b). So waren die drei häufigsten durchgeführten Operationen: lumbale Discektomien (30 %), lumbale Laminektomien (15,5 %) und lumbale Spondylodesen (n = 15,5 %). Die Daten für diese retrospektive Analyse, deren Ziel es war, Risikofaktoren für postoperativ auftretende Lungenarterienembolien und tiefe Beinvenenthrombosen zu ermitteln, stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 – 2011. In der multivariaten Datenauswertung konnte gezeigt werden, dass das Risiko, eine tiefe Beinvenenthrombose (OR: 2,23, KI: 1,62 – 3,07, p = 0,0001) beziehungsweise eine Lungenarterienembolie (OR: 2,20, KI: 1,43 – 3,39, p = 0,0003) zu entwickeln, ab einer Operationsdauer > 261 min deutlich erhöht war.

In einer weiteren retrospektiv angelegten Datenanalyse ist ebenfalls speziell der Einfluss der Operationszeit auf postoperative Komplikationsraten nach Wirbelkörperverblockungen bei Wirbelsäulendeformität untersucht worden (Phan et al. 2017). Mit einbezogen wurden sowohl mono- als auch multisegmentale Eingriffe. Das Ergebnis dieser Publikation bezüglich des Einflusses der Operationsdauer auf die postoperative Wundkomplikationsrate ist bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.1) vorgestellt worden. Auf die vielen weiteren in der Arbeit ebenfalls untersuchten Komplikationen wird in den jeweiligen Kapiteln separat eingegangen (siehe 4.6.1.1, 4.7.6.1, 4.9.3.1). An dieser Stelle werden die Ergebnisse hinsichtlich venöser Thromboembolien dargestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2010 – 2014, anhand derer die Autoren die Daten von 5.338 Patienten auswerteten. Die Operationsdauer der verschiedenen Eingriffe wurde dazu in folgende Quartile unterteilt:
1. (n = 1346, 154 min), 2. (n = 1355, 235 min), 3. (n = 1320, 346 min), 4. (n = 1317, 1156 min). Anhand der multivariaten Auswertung der Daten konnte für das untersuchte Patientenkollektiv ein deutlicher, mit zunehmender Dauer ansteigender Effekt der Operationszeit auf die postoperative Rate venöser Thromboembolien gezeigt werden (Q2 vs. Q1: OR: 3,94, KI: 1,10 – 14,9, p = 0,036; Q3 vs. Q1: OR: 12,37, KI: 3,77 – 40,57, p < 0,001; Q4 vs. Q1: OR: 17,09, KI: 5,27 – 55,45, p < 0,001).

Die letzte, in Bezug auf Eingriffe an der Wirbelsäule, vorgestellte Publikation, ist im Jahr 2013 von der Arbeitsgruppe um Schoenfeld et al. vorgelegt worden. Diese Arbeitsgruppe hatte im gleichen Jahr bereits eine weitere, jedoch deutlich größer angelegte Arbeit veröffentlicht (siehe oben). In der nun vorgestellten Arbeit sind nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 bis 2010 die Daten von 5.887 Patienten ausgewertet worden, die sich einer Spondylodese unterzogen hatten (Schoenfeld et al. 2013a). Unter den verschiedenen Outcomes, deren Beziehung zu unterschiedlichen prä- und perioperativen Variablen untersucht wurde, befand sich auch das Auftreten venöser Thromboembolien (Inzidenz in der untersuchten Kohorte: 1 %). Diese waren definiert als das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose oder einer Lungenarterienembolie. Die Auswertung der Daten zeigte, dass Patienten mit einer verlängerten Operationszeit > 310 min (entsprach einer Standardabweichung über der durchschnittlichen Operationszeit) ein mehr als dreifach erhöhtes Risiko hatten, postoperativ eine venöse Thromboembolie zu erleiden (OR: 3,4, KI: 2,1 – 5,6, p < 0,001).

Wie auch noch einmal aus der folgenden Tabelle hervorgeht, bestand in allen vier Publikationen, in denen die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate venöser Thromboembolien bei Wirbelsäuleneingriffen analysiert worden ist, eine positive

Korrelation. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 311 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 116: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	ja
2. Schoenfeld et al. 2013b	verschiedene Wirbelsäuleneingriffe (n = 27.730)	ja
3. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja
4. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	ja

4.5.2.2 Endoprothetik

In zwei weiteren Publikationen, die ebenfalls zur Beziehung der Operationszeit zur Rate venöser Thromboembolien gefunden wurden, bezogen sich die Autoren auf die Implantation von Endoprothesen. Dabei handelte es sich um ein systematisches Review und eine prospektive Beobachtungsstudie.

Systematisches Review

Nach einer Literaturrecherche im Jahr 2013 wurden insgesamt 54 zwischen 2003 – 2013 erschienene Publikationen, die sich mit Risikofaktoren für venöse Thromboembolien nach Knie- oder Hüftendoprothesenimplantation beschäftigten, zur Analyse in diese Übersichtsarbeit mit einbezogen (Zhang et al. 2015). Den Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und der Inzidenz venöser Thromboembolien untersuchten vier der 54 Arbeiten für insgesamt n = 8.472 Patienten. In einer dieser Publikationen war eine Operationsdauer > 2 h ein signifikanter Risikofaktor für das Auftreten venöser Thromboembolien. Dieser Zusammenhang galt sowohl für Knie- als auch für Hüftendoprothesenimplantation. In den

übrigen Arbeiten zeigte sich keine signifikante Assoziation zwischen der Eingriffsdauer und der Inzidenz venöser Thromboembolien.

prospektive Beobachtungsstudie

In einer kleinen prospektiv angelegten Untersuchung sind 109 Patienten, die zwischen den Jahren 2013 und 2014 mit einer unilateralen totalen Knieendoprothese versorgt worden sind, innerhalb einer Woche nach OP mittels pulmonaler CT-Angiographie und Phlebographie hinsichtlich des Vorhandenseins tiefer Beinvenenthrombosen beziehungsweise Lungenarterienembolien untersucht worden (Song et al. 2016). Ziel der Untersuchung war es, Risikofaktoren für das Auftreten venöser Thromboembolien zu ermitteln. In der untersuchten Kohorte bestand für die Operationsdauer allerdings kein signifikanter Zusammenhang (VTE: 124,9 min (± 18,3) versus keine VTE: 124,3 min (± 19,3), p = 0,876).

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 312 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 117: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Endoprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Zhang et al. 2015	Hüft- & Knieprothese (n = 8.472)	ja
2. Song et al. 2016	Knieprothese (n = 109)	nein

4.5.2.3 Unfallchirurgie

Unter den zur Beziehung der Operationszeit zu venösen Thromboembolien gefundenen Arbeiten befanden sich auch zwei Publikationen zu Eingriffen aus dem Gebiet der Unfallchirurgie. Dabei handelte es sich um eine Metaanalyse und eine Single-Center-Studie.

Metaanalyse

In einer Metaanalyse beschäftigten sich die Autoren ebenfalls mit Risikofaktoren für das Auftreten venöser Thromboembolien nach operativer Versorgung von Frakturen, allerdings nur der unteren Extremität (Tan et al. 2016). Nach einer Literaturrecherche schlossen die Autoren insgesamt 23 Arbeiten zur Analyse ein, die zwischen den Jahren 2003 und 2015 erschienen sind und gemeinsam ein Patientenkollektiv von insgesamt 191.294 Patienten untersucht haben. Insgesamt ist in vier der 23 untersuchten Publikationen der Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem postoperativen Auftreten tiefer Beinvenenthrombosen analysiert worden. Die Patientenanzahl betrug in den vier Arbeiten gemeinsam 1.068 Fälle, und alle untersuchten Arbeiten waren von hoher Qualität (Newcastle-Ottawa Skala (NOS Skala) 7 – 8 / 9). Die Auswertung dieser Publikationen ergab, dass Patienten, die postoperativ eine tiefe Beinvenenthrombose entwickelt hatten, im Durchschnitt eine um 1,22 h verlängerte Operationsdauer im Vergleich zu der Gruppe ohne postoperative Thrombose aufwiesen (gewichtete mittlere Differenz (WMD) = 1,22, KI: 0,63 – 1,81, p = 0,000).

Single-Center-Studie

Das eigentliche Ziel der im Folgenden dargestellten Publikation war es, zu untersuchen, welchen Einfluss die Schwere eines Traumas (penetrierend vs. stumpf) auf das Auftreten venöser Thromboembolien hatte (Karcutskie et al. 2017). Die Autoren werteten dazu die Daten von 1.137 Patienten aus, die aufgrund eines Traumas zwischen 2011 – 2015 in einer Klinik in Miami operativ versorgt worden sind. Dabei wurden 813 Patienten mit einem stumpfen Trauma operativ versorgt und 324 Patienten wegen eines penetrierenden Traumas. Genauere Angaben zur Lokalisation der Verletzungen und den daraus folgenden Operationen wurden allerdings nicht gemacht. Die Auswertung der Daten zeigte schließlich, dass die Rate venöser Thromboembolien in beiden Gruppen ähnlich hoch war (geschlossen 9,0 % vs. offen 9,6 %, p = 0,76). In Bezug auf die Operationsdauer zeigte sich in der univariaten Auswertung der Daten in beiden Gruppen eine deutliche Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten venöser Thromboembolien. So hatten in der Gruppe mit stumpfem Trauma 35,6 % der Patienten mit einer venösen Thromboembolie eine Operationsdauer > 2 h, während nur 16,4 % der Patienten ohne venöse Thromboembolie eine Operationsdauer > 2 h vorwiesen (p < 0,001). In der Patientengruppe mit penetrierender Verletzung zeigte sich ein ähnliches Bild, mit der Einschränkung, dass insgesamt über beide Gruppen hinweg ein deutlich größerer Anteil der Patienten eine längere Operationszeit > 2 h hatte. In der Gruppe mit venöser Thromboembolie wiesen hier 74,2 % der Patienten eine Operationszeit > 2 h vor, während nur 50,5 %

der Patienten ohne venöse Thromboembolie eine Operation mit einer Dauer > 2 h hatten ($p < 0,01$). In der multivariaten Datenauswertung waren die Ergebnisse allerdings für keines der beiden Patientenkollektive mehr signifikant.

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 313 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 118: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Trauma

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tan et al. 2016	Fraktur der unteren Extremität (n = 1.068)	ja
2. Karcutskie et al. 2017	stumpfes & penetrierendes Trauma (n = 1.137)	ja

Für die zur Beziehung der Operationszeit zum Auftreten venöser Thromboembolien gefundenen Arbeiten, die sich auf orthopädische und unfallchirurgische Eingriffe bezogen, zeigte sich folgendes Bild: In allen vier Arbeiten, die sich auf die Wirbelsäulenchirurgie bezogen, bestand ein positiver Zusammenhang. Gleiches gilt für die beiden zuvor zitierten Arbeiten, die sich auf Fraktur- beziehungsweise Traumaversorgung bezogen. Bezüglich der Endoprothetik bestand hingegen in nur einer von vier im Rahmen eines Reviews ausgewerteter Arbeiten ein Zusammenhang zwischen der OP-Zeit und dem Auftreten postoperativer Thrombosen. In der zweiten zitierten Arbeit, einer 109 Patienten umfassenden Beobachtungsstudie, bestand kein Zusammenhang.

4.5.3 Gynäkologie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Inzidenz venöser Thromboembolien gefunden wurden, befanden sich auch vier Arbeiten zu Eingriffen aus dem Gebiet der Gynäkologie. Davon beschäftigten sich drei Arbeiten mit Hysterektomien und eine Arbeit mit Mastektomien.

4.5.3.1 Hysterektomie

Registeruntersuchungen

Ziel dieser Publikation war es, mit Hilfe der retrospektiven Auswertung von Krankendaten der NSQIP-Datenbank zu ermitteln, welche postoperativen Komplikationen speziell von einer langen Operationszeit nach minimalinvasiv durchgeführten Hysterektomien beeinflusst wurden (Catanzarite et al. 2015a). An dieser Stelle wird sich auf den Einfluss der Eingriffsdauer auf die Inzidenz venöser Thromboembolien beschränkt. Die übrigen untersuchten Komplikationen werden zum Beispiel in den Kapiteln „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.3.1), „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.3.1), „Reoperationen“ (siehe 4.9.4.1) und „Bluttransfusionen“ (4.10.3.1) behandelt. Zur Untersuchung einbezogen wurden die Daten von 7.630 Patientinnen, die zwischen den Jahren 2006 und 2011 laparoskopisch oder mit Hilfe eines Roboters hysterektomiert worden sind. Bei allen Patientinnen bestand zudem eine benigne Operationsindikation. Die multivariate Auswertung der Daten zeigte, dass jede zusätzliche Stunde OP-Zeit das Risiko, eine venöse Thromboembolie zu entwickeln, deutlich erhöhte (OR pro h: 1,47, KI: 1,12 – 1,92, p = 0,005). Ferner zeigte sich in der untersuchten Kohorte außerdem eine deutliche Korrelation zwischen einer Operationszeit > 240 min und der Rate tiefer Beinvenenthrombosen (0,5 % in der Gruppe > 240 min versus 0,06 % in der Gruppe < 240 min, p = 0,011) und Lungenembolien (0,7 % in der Gruppe > 240 min versus 0,1 % in der Gruppe < 240min, p = 0,012).

Eine andere Untersuchung hat im Gegensatz dazu untersucht, welche verschiedenen potentiellen Risikofaktoren einen Einfluss auf eine spezielle Komplikation, dem Auftreten venöser Thromboembolien, nach Hysterektomie haben (Swenson et al. 2015). Die Autoren durchsuchten dazu die Datenbank der Michigan Surgical Quality Collaborative für die Jahre 2008 – 2014 und werteten anschließend die Daten von insgesamt 20.496 Patientinnen aus. Operationsindikationen waren sowohl benigne als auch maligne. Mit zur Untersuchung einbezogen wurden außerdem abdominelle, vaginale und auch laparoskopisch durchgeführte Hysterektomien. Genaue Angaben zur Verteilung machten die Autoren nicht. Auch in dieser Arbeit zeigte sich eine Assoziation zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten venöser Thromboembolien (2,9 h (2,1 – 3,8) mit VTE versus 2,0 h (1,5 – 2,8) ohne VTE, p < 0,001), die auch nach multivariater Auswertung signifikant blieb. So bestand nämlich auch hier eine deutliche Zunahme des Thromboembolierisikos mit zunehmender OP-Zeit (aOR: 1,55, KI: 1,31 – 1,84, p < 0,001, Referenz: 1 h). Die Rate an venösen Thromboembolien lag in dieser Kohorte bei 0,5 %.

Die Literaturrecherche ergab noch eine weitere Publikation, die sich ebenfalls mit der Fragestellung beschäftigt hat, welche Risikofaktoren das Auftreten venöser Thromboembolien nach Hysterektomie beeinflussen (Barber et al. 2015). Nach einer NSQIP-Datenbankabfrage werteten die Autoren dazu die Daten von 44.167 Patientinnen aus, die zwischen den Jahren 2010 und 2012 hysterektomiert worden sind. Die Indikation zur Operation war in allen Fällen benigne. Insgesamt wurden 12.733 Patientinnen offen operiert, 22.559 Patientinnen laparoskopisch und 8.875 Frauen von vaginal hysterektomiert. Das Risiko, postoperativ eine venöse Thromboembolie zu entwickeln, nahm in der untersuchten Kohorte mit jeder zusätzlichen Minute Operationszeit um 0,4 % zu (OR pro min: 1,004, KI: 1,003 – 1,005, $p < 0,0001$). Die mittlere Operationszeit der gesamten Kohorte betrug dabei 129,3 min (± 68,1).

In allen drei vorgestellten Publikationen konnte gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationsdauer Hysterektomie-Patientinnen unabhängig von der Operationstechnik dafür zu prädisponieren schien, postoperativ vermehrt venöse Thromboembolien zu entwickeln. Die Ergebnisse der drei Publikationen sind in Tabelle 314 im Anhang erneut übersichtlich dargestellt. Einen groben Überblick über die Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Die insgesamt ausgewertete Kohorte umfasste hier n = 72.293 Patientinnen.

Tabelle 119: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Hysterektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie (n = 7.630)	ja
2. Swenson et al. 2015	Hysterektomie (n = 20.496)	ja
3. Barber et al. 2015	Hysterektomie (n = 44.167)	ja

4.5.3.2 Mastektomie

In einer großen Registeruntersuchung ist auch für Mastektomien untersucht worden, welche verschiedenen Risikofaktoren zu einer erhöhten Rate venöser Thromboembolien führen (Fischer et al. 2014a). Nach einer NSQIP-Datenbankabfrage werteten die Autoren dazu die Daten von insgesamt 48.634 Patientinnen aus, die sich zwischen den Jahren 2005

und 2011 einer uni- (79 %) oder bilateralen (21 %) Mastektomie mit ein- (37,4 %) oder zweizeitiger (62,2 %) Rekonstruktion unterzogen hatten. Die Auswertung der Daten zeigte, dass das Risiko, eine venöse Thromboembolie zu erleiden, bei einer durchschnittlichen Operationszeit von 2,2 h (± 1,7) nach unilateralen und 3,9 h (± 2,2) bei bilateralen Eingriffen mit zunehmender Operationsdauer, unabhängig davon, ob die Rekonstruktion direkt oder in einem zweiten Eingriff stattfand, anstieg (OR: 1,13, KI: 1,05 – 1,21, p = 0,001).

Eine kurze Zusammenfassung dieser Arbeit gibt die folgende Tabelle. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 315 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 120: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Mastektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Fischer et al. 2014a	Mastektomie (n = 48.634)	ja

In allen vier Publikationen, die sich auf die Beziehung der Operationszeit zur Rate venöser Thromboembolien bei gynäkologischen Operationen bezogen, bestand ein positiver Zusammenhang. Dabei bezogen sich drei Arbeiten auf Hysterektomien und eine weitere auf Mastektomien.

4.5.4 Neurochirurgie

Die Beziehung der Operationszeit zur Rate venöser Thromboembolien ist in vier der gefundenen Arbeiten auch für Eingriffe aus dem Gebiet der Neurochirurgie untersucht worden. Davon beschäftigten sich drei Arbeiten mit Kraniotomien bei zerebralen Neoplasien im Allgemeinen, während der Fokus in einer Arbeit speziell auf der operativen Entfernung von Meningeomen lag.

4.5.4.1 Kraniotomie

Registeruntersuchungen

In einer der nun vorgestellten Publikationen erhöhte sich das Risiko, nach einer Kraniotomie eine venöse Thromboembolie zu erleiden, beispielsweise schon ab einer Operationsdauer von > 183 min deutlich (OR: 1,462, KI: 1,034 – 2,068, p = 0,032, Cote et al. 2016). Ein noch höheres Risiko zeigte sich für Patienten, deren Eingriffe länger als 271 min dauerten (OR: 1,945, KI: 1,394 – 2,713, p < 0,001). Operationen mit einer Dauer von 123 – 183 min waren nicht mit einer erhöhten VTE-Rate assoziiert (OR: 0,909, KI: 0,615 – 1,343, p = 0,631). Unter 123-minütige Eingriffe bildeten den Referenzwert. Untersucht wurden in dieser Arbeit die Daten von insgesamt 19.409 Patienten, die wegen eines Hirntumors zwischen den Jahren 2006 und 2014 kraniotomiert worden sind. Die Daten stammten aus einer Abfrage der NSQIP-Datenbank.

In einer anderen Publikation zeigte sich ein ähnliches Bild (Kimmell und Walter 2014). Untersucht wurde hier nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2006 – 2010 ein Kollektiv von 3.098 Kraniotomie-Patienten, von denen allerdings nur 56,2 % aufgrund einer Neoplasie operiert worden sind. Die Auswertung der Daten zeigte schließlich, dass Patienten, deren Eingriff länger als 4 h dauerte, eine deutliche Prädisposition hatten, postoperativ eine venöse Thromboembolie zu entwickeln (OR: 1,97, KI: 1,24 – 3,14, p = 0,004).

Dass eine verlängerte Operationsdauer mit einem erhöhten Risiko für venöse Thromboembolien nach Kraniotomien assoziiert zu sein scheint, bestätigten Kimmell und Jahromi in einer im darauffolgenden Jahr publizierten Arbeit erneut (Kimmell und Jahromi 2015). Ziel dieser Publikation war es ebenfalls, Risikofaktoren für venöse Thromboembolien nach Kraniotomie zu ermitteln. Dazu wurden, nach einer Abfrage der NSQIP-Datenbank für die Jahre 2006 – 2010, die Daten von 4.844 Kraniotomien retrospektiv ausgewertet. Zur Analyse wurden Fälle mit sowohl maligner als auch benigner Operationsindikation einbezogen. Die Auswertung der Daten zeigte, ähnlich wie bereits in der vorangegangenen Arbeit, dass Operationen mit einer Dauer > 4 h mit einem deutlich erhöhten Thromboemborisiko assoziiert waren (OR: 1,67, KI: 1,20 – 2,32, p = 0,004).

Abschließend sei noch eine weitere Publikation vorgestellt, in der speziell Patienten untersucht wurden, die wegen eines Meningeoms kraniotomiert worden waren (Karhade et al. 2017b). Die Autoren gingen in ihrer Arbeit der Frage nach, welche verschiedenen Komplikationen nach einer solchen Operation negativ von langen Operationszeiten

beeinflusst werden. Unter anderem untersuchten sie auch den Einfluss der Operationsdauer auf die Rate venöser Thromboembolien. Die Ergebnisse bezüglich der übrigen analysierten Komplikationen sind in den entsprechenden Kapiteln „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.6.1), „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.4.1) sowie „leichte Komplikationen“ (siehe 4.11.2.1) dargestellt. Die Patientendaten für diese Analyse stammten aus einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2006 – 2014, die 3.743 den Einschlusskriterien entsprechende Fälle ergab. Die Eingriffsdauer wurde in vier Quartile eingeteilt, wobei das niedrigste Quartil (< 145 min) als Referenzwert galt. Für das zweite Quartil (145 – 218 min) zeigte sich bereits ein deutlich erhöhtes Risiko, eine venöse Thromboembolie zu erleiden (OR: 2,572, KI: 1,366 – 4,840, p = 0,003). Eine noch stärkere Risikoerhöhung zeigte sich dann jeweils für das dritte (218 – 318 min: OR: 2,646, KI: 1,405 – 4,984, p = 0,003) und vierte (> 318 min: OR: 3,913, KI: 2,128 – 7,195, p < 0,001) Quartil.

Abschließend zeigte sich in allen vier vorgestellten Publikationen, in denen insgesamt 31.094 Patienten untersucht worden sind, ein deutlicher Einfluss der Operationsdauer auf die Inzidenz venöser Thromboembolien nach Kraniotomien. Die einzelnen Ergebnisse sind in Tabelle 316 im Anhang noch einmal zusammengefasst. Einen kürzeren Überblick gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 121: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Kraniotomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Cote et al. 2016	Kraniotomie (n = 19.409)	ja
2. Kimmell und Walter 2014	Kraniotomie (n = 3.098)	ja
3. Kimmell und Jahromi 2015	Kraniotomie (n = 4.844)	ja
4. Karhade et al. 2017b	Kraniotomie (n = 3.743)	ja

4.5.5 Verschiedene Eingriffe

In zwei weiteren, der anhand der Literatursuche identifizierten Arbeiten, ist die Beziehung der Operationszeit zu postoperativ auftretenden venösen Thromboembolien bei Eingriffen verschiedener Fachrichtungen untersucht worden. Bei beiden Arbeiten handelte es sich um Registeruntersuchungen. In einer Publikation bezogen sich die Autoren dabei allerdings speziell auf ambulant durchgeführte Operationen.

4.5.5.1 Verschiedene stationäre Eingriffe

Eine amerikanische Arbeitsgruppe hat versucht, die Frage, ob eine verlängerte Operationsdauer zu einer erhöhten Inzidenz venöser Thromboembolien führt, für die Chirurgie im Allgemeinen zu beantworten und daher eine Vielzahl von Fachrichtungen und Eingriffen in ihrer Arbeit ausgewertet (J. Y. Kim et al. 2015). Wie bereits aus vielen anderen vorgestellten Publikationen bekannt, werteten auch die Autoren dieser Arbeit retrospektiv Registerdaten aus. In diesem Fall sind nach einer NSQIP-Abfrage für die Jahre 2005 bis 2011 insgesamt 1.432.855 Eingriffe aus den folgenden neun Fachrichtungen analysiert worden: Allgemein- und Viszeralchirurgie, Neurochirurgie, Gynäkologie, Orthopädie, Urologie, plastische Chirurgie, Herz- / Thoraxchirurgie, Gefäßchirurgie und Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Um die Daten auswerten zu können, verglichen die Autoren die Dauer der verschiedenen Eingriffe und teilten sie in fünf Quintile ein (**1**. 0. – 20. Perzentile; **2.** 21. – 40. Perzentile **3.** 41. – 60. Perzentile **4.** 61. – 80. Perzentile **5.** 81. – 100. Perzentile). Nach Auswertung der Daten zeigte sich, dass die Rate an venösen Thromboembolien mit zunehmender Operationsdauer in allen neun Fachrichtungen anstieg ($p < 0,05$). Die niedrigsten Thromboembolieraten zeigten sich bei HNO-Eingriffen (0,11 % bei den kürzesten Operationen; 0,67 % bei den längsten Eingriffen). Die höchste Embolierate hatten hingegen Herz- / Thoraxchirurgische und neurochirurgische Eingriffe (1,44 % und 3,49 %; 1,04 % und 2,86 %). Die drei häufigsten aufgeführten Eingriffe waren laparoskopische Cholezystektomien, Appendektomien und Magenbypässe. Für alle drei Eingriffe erhöhte sich das Risiko, eine venöse Thromboembolie zu entwickeln, mit jeder zusätzlichen Stunde OP-Zeit deutlich (OR pro h: 1,18, KI: 1,06 – 1,30; OR pro h: 1,18, KI: 1,08 – 1,29; OR pro h: 1,26, KI: 1,15 – 1,40; bei allen drei Eingriffen war $p < 0,05$). Auch die Auswertung aller Eingriffe ergab eine Risikoerhöhung ab Operationszeiten, die dem vierten beziehungsweise fünften Quintil entsprachen (61. – 80. Perzentile: aOR: 1,10, KI: 1,07 – 1,13, $p < 0,001$; 81. – 100. Perzentile: aOR: 1,27, KI: 1,21 – 1,34, $p < 0,001$). Das dritte Quintil galt dabei als Referenzwert. Die Ergebnisse kürzerer Eingriffe, für die kein positiver Zusammenhang bestand, sind Tabelle 317 im Anhang zu entnehmen.

4.5.5.2 Verschiedene ambulante Eingriffe

In einer weiteren, groß angelegten Untersuchung ist der Frage nachgegangen worden, welche Risikofaktoren das Auftreten venöser Thromboembolien speziell nach ambulanten Operationen begünstigten (Pannucci et al. 2012). Dazu sind von den Autoren insgesamt 173.501 zwischen 2005 und 2009 durchgeführte Eingriffe nach einer NSQIP-Abfrage ausgewertet worden. Zur Untersuchung einbezogen wurden ausschließlich Patienten, die ambulant operiert worden sind oder nach einer 24-stündigen stationären Überwachungsphase entlassen werden konnten. Als venöse Thromboembolie galten dabei behandlungsbedürftige tiefe Beinvenenthrombosen und / oder Lungenarterienembolien. Die drei häufigsten durchgeführten Eingriffe waren Hernioplastiken (33 %), Operationen der Haut (22 %) und hepatobiliäre Eingriffe (13 %). Die höchste Rate venöser Thromboembolien zeigte sich nach Gefäßeingriffen (0,85 %). Die multivariate Auswertung der Daten zeigte, dass Eingriffe ab einer Dauer > 120 min mit einem signifikant erhöhten Risiko assoziiert waren, eine venöse Thromboembolie zu entwickeln (aOR: 1,69, KI: 1,06 – 2,67, p = 0,027). Für Operationszeiten zwischen 60 und 119 min zeigte sich hingegen kein signifikanter Einfluss (aOR: 1,21, KI: 0,92 – 1,60, p = 0,175).

Beide Arbeiten, in denen ein sehr großes Patientenkollektiv untersucht worden ist (n = 1.606.356), konnten einen positiven Zusammenhang zwischen der Länge der Operationsdauer und der postoperativen Rate an venösen Thromboembolien nach ambulant und stationär durchgeführten Eingriffen verschiedener Fachrichtungen ermitteln. Die einzelnen Ergebnisse sind in Tabelle 317 im Anhang noch einmal zusammengefasst. Einen kürzeren Überblick gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 122: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / verschiedene Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. J.Y.Kim et al. 2015	verschiedene Eingriffe (n = 1.432.855)	ja
2. Pannucci et al. 2012	verschiedene ambulante Eingriffe (n = 173.501)	ja

4.5.6 Plastische Chirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate venöser Thromboembolien gefunden wurden, befanden sich zwei Publikationen aus dem Gebiet der plastischen Chirurgie. In einer Publikation, einer Multi-Center-Studie aus Amerika, bezogen sich die Autoren dabei auf verschiedene plastische Operationen. In der anderen Untersuchung, bei der es sich um eine Registerarbeit handelte, widmeten sich die Autoren ausschließlich freien Lappenübertragungen.

4.5.6.1 Verschiedene plastische Eingriffe

Wie bereits unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.10) angemerkt, wird an dieser Stelle erneut Bezug auf eine 1.598 Eingriffe umfassende texanische Multi-Center-Untersuchung genommen (Jeong et al. 2014). Neben dem ursprünglichen Ziel, die Anwendbarkeit des Caprini Risk Assessment Models auf andere Komplikationen als venöse Thromboembolien zu überprüfen, untersuchten die Autoren zusätzlich noch, welche weiteren Risikofaktoren mit dem Auftreten venöser Thromboembolien assoziiert waren. Bei den Operationen des untersuchten Patientenkollektivs handelte es sich um häufig durchgeführte plastische Eingriffe, die alle zwischen 2008 und 2012 stattfanden. Am häufigsten handelte es sich bei den Eingriffen um: Lappenplastiken (n = 491), Mammarekonstruktionen (n = 402), Exzision überschüssiger Haut (n = 271) und Fettabsaugungen (n = 226). Für die Rate venöser Thromboembolien (n = 24) zeigte sich schließlich, dass Eingriffe der Patienten ohne Embolie im Durchschnitt 4,55 h dauerten, während die Operationen von Patienten mit Embolie durchschnittlich 5,95 h dauerten (p = 0,033).

4.5.6.2 Freie Lappenübertragung

Kein signifikanter Einfluss der Operationszeit lag in der besonders umfangreichen Publikation von Offodile et al. vor, die bereits ausführlicher vorgestellt worden ist (siehe „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.6.1)) und auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch häufiger Erwähnung finden wird (siehe zum Beispiel 4.7.4.1, Offodile et al. 2017). In ihrer Arbeit untersuchten die Autoren dabei das postoperative Outcome nach freien Lappenübertragungen. Hierbei zeigte sich allerdings weder für das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose (< 6 h: Referenz; 6 – 12 h: OR: 1,21, KI: 0,38 – 3,88, p = 0,75; > 12 h: OR: 2,20, KI: 0,55 – 8,88, p = 0,27) noch für eine postoperative Lungenembolie (< 6 h: Referenz, 6 – 12 h: OR: 2,43, KI: 0,53 – 11,13, p = 0,25; > 12 h: OR: 2,19, KI: 0,31 – 15,66,

p = 0,43) eine statistisch signifikante Beeinflussung durch eine verlängerte Operationsdauer. Ob aber in der univariaten Analyse ein Zusammenhang bestand, wurde nicht erwähnt.

Eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 318 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 123: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / plastische Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Jeong et al. 2014	verschiedene plastische Eingriffe (n = 1.598)	ja
2. Offodile et al. 2017	freie Lappenübertragung (n = 2.008)	nein

4.5.7 Bariatrische Chirurgie

Da venöse Thromboembolien noch immer zu den häufigsten Todesursachen nach bariatrischen Eingriffen gehören, haben die Autoren der vorgestellten Publikation die NSQIP-Datenbank für die Jahre 2007 – 2012 nach Patienten durchsucht, die sich einem bariatrischen Eingriff unterzogen hatten, und die erfassten Daten hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für das Auftreten venöser Thromboembolien innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage, jedoch nach Entlassung ausgewertet (Aminian et al. 2017). Insgesamt wurden 91.963 Patienten zur Analyse einbezogen, von denen n = 269 eine venöse Thromboembolie entwickelten. Bei den untersuchten Eingriffen handelte es sich sowohl um primäre Operationen als auch um Revisionseingriffe, die sich wie folgt aufteilten: Roux-en-Y-Magenbypass (57,17 %), Magenbandeinlage (26,8 %), Sleeve-Gastrektomie (13,51 %), biliopankreatische Diversion mit Duodenal-Switch (1,43 %), Revisionen (1,08 %). In der Datenauswertung zeigte sich dann für die Operationszeit, dass Operationen mit einer Dauer > 3 h mit einem deutlich erhöhten Risiko einhergingen, eine venöse Thromboembolie nach Entlassung aus dem Krankenhaus zu entwickeln (aOR: 1,57, KI: 1,13 – 2,18, p < 0,05).

Verlängerte Operationen mit einer Dauer > 3 h korrelierten in der vorgestellten Arbeit also positiv mit einer erhöhten postoperativen Thromboembolierate. Einen kurzen Überblick

über die Publikation und ihr Ergebnis geben die folgende Tabelle und Tabelle 319 im Anhang.

Tabelle 124: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / bariatrische Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Aminian et al. 2017	bariatrische Eingriffe (n = 91.963)	ja

4.5.8 Fazit

Von den insgesamt 33 Publikationen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen der Operationszeit und dem postoperativen Auftreten venöser Thromboembolien beschäftigten, konnten 27 Arbeiten einen positiven Zusammenhang ermitteln. Besonders in den Publikationen, die sich mit Eingriffen der Leber und der Wirbelsäule sowie mit gynäkologischen und neurochirurgischen Operationen beschäftigten, bestand eine starke Korrelation. Kein positives Ergebnis zeigte sich hingegen in fünf Publikationen: Insbesondere in den Arbeiten zu Magen- und Darmeingriffen, zur Endoprothetik und zu plastischen Operationen konnte keine Assoziation zwischen verlängerten Eingriffen und dem postoperativen Auftreten venöser Thromboembolien ermittelt werden. Kein eindeutiges Bild zeigte sich außerdem in einer weiteren, zu kolorektalen Eingriffen erschienen Arbeit, in der eine Korrelation nur für tiefe Beinvenenthrombosen, nicht aber für Lungenarterienembolien bestand.

4.6 Operationszeit und Krankenhausverweildauer

Ob die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes mit der Operationszeit zusammenhängt, ist in insgesamt 29 der 260 (11 %) gefundenen Studien untersucht worden. Hiervon bezog sich die Mehrheit der Autoren auf Eingriffe aus Orthopädie und Unfallchirurgie (n = 10), gefolgt von sieben Arbeiten zu allgemeinchirurgischen Eingriffen.

4.6.1 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhausverweildauer gefunden wurden und orthopädische und unfallchirurgische Eingriffe untersuchten (n = 10), beschäftigte sich die größte Gruppe an Arbeiten mit Eingriffen der Wirbelsäule (n = 6).

4.6.1.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Begonnen werden soll an dieser Stelle mit einer großen Publikation, deren Autoren sich speziell der Operationszeit als Risikofaktor für verschiedene Komplikationen nach Wirbelsäuleneingriffen widmeten (Phan et al. 2017). Diese Arbeit ist bereits mehrmalig zitiert und vorgestellt worden (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)), sodass an dieser Stelle lediglich auf die Ergebnisse hinsichtlich der Beziehung der Operationszeit zur Krankenhausverweildauer eingegangen wird. Nach Auswertung der Daten zeigte sich diesbezüglich, dass die Operationszeit bereits ab einer Dauer von > 154 min einen Einfluss darauf hatte, ob Patienten länger als fünf Tage im Krankenhaus blieben (154 – 234 min: OR: 1,60, KI: 1,26 – 2,02, $p < 0,001$). Mit zunehmender Operationsdauer stieg auch das Risiko für einen verlängerten Krankenhausaufenthalt weiter an, und es zeigte sich ein etwa linearer Zusammenhang (235 – 345 min: OR: 2,80, KI: 2,23 – 3,52, $p < 0,001$; 346 – 1.156 min: OR: 5,82, KI: 4,61 – 7,35, $p < 0,001$).

Die Daten von insgesamt 14.598 Patienten, die sich aufgrund einer zervikalen Spondylose einer anterioren zervikalen Diskektomie mit Arthrodese unterzogen hatten, sind von den Autoren der nun vorgestellten Arbeit hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für eine verlängerte Krankenhausverweildauer > 5 d (> 95. Perzentile) und die Entlassung in eine andere medizinische Einrichtung, statt dem eigenen Zuhause, retrospektiv ausgewertet

worden (Di Capua et al. 2017a). Die Informationen zu den Eingriffen stammten aus einer Abfrage der Datenbank NSQIP für die Jahre 2011 – 2014. Nach Auswertung der Daten zeigte sich schließlich, dass Patienten, deren Eingriffe > 4 h dauerten, ein stark erhöhtes Risiko dafür aufwiesen, postoperativ einen verlängerten stationären Aufenthalt > 5 Tage zu haben (OR: 3,83, KI: 3,01 – 4,86, p < 0,001) und in eine andere medizinische Einrichtung, anstatt dem eigenen Zuhause, entlassen zu werden (OR: 2,46, KI: 1,87 – 3,25, p < 0,001).

In einer weiteren Registerarbeit, die bereits unter „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.2.1) zitiert worden ist, untersuchten die Autoren ebenfalls zervikal durchgeführte Diskektomien mit Spondylodese (Gruskay et al. 2016). Die durchschnittliche Krankenhausverweildauer betrug in der untersuchten Kohorte 1,99 Tage (± 3,914) und verlängerte sich nach Eingriffen mit einer Dauer von > 171 min im Durchschnitt um weitere 0,7 Tage (± 0,1; p < 0,001). Somit bestand also eine positive Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und einer Zunahme der postoperativen Verweildauer im Krankenhaus.

Auch speziell für elektiv durchgeführte posteriore Spondylodesen der lumbalen Wirbelsäule ist eine Publikation erschienen, in der die Autoren Stellung zur Beziehung der Operationszeit zur Krankenhausverweildauer nahmen (Basques et al. 2014). Die Daten der 1.861 hierzu ausgewerteten Eingriffe bezogen die Autoren aus dem NSQIP-Register (2005 – 2010). Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer eines Patienten im Krankenhaus lag bei 4,24 Tagen (± 3,3) und galt ab einer Dauer von > 5 Tagen als verlängert (> 75. Perzentile). Auch in dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass verlängerte Operationen mit einer Dauer > 268 min (> 75. Perzentile) zu einer Verlängerung der Krankenhausverweildauer führten, in diesem Fall um 0,97 Tage (p < 0,001).

In einer weiteren, ebenfalls von der Arbeitsgruppe um Basques et al. vorgelegten Publikation, sind Risikofaktoren für perioperative Komplikationen bei jugendlichen Patienten mit idiopathischer Skoliose ermittelt worden (Basques et al. 2015b). Die 733 zwischen elf und 18 Jahre alten Patienten sind alle im Jahr 2012 operiert und ihre Daten der NSQIP-Datenbank übermittelt worden. Eine verlängerte Krankenhausverweildauer > 6 Tage (> 90. Perzentile) ist bei 8,2 % (n = 60) der Patienten registriert worden. Einen signifikanten Risikofaktor für die Notwendigkeit eines so langen stationären Aufenthaltes stellte eine Operationszeit > 365 min dar (eine Standardabweichung über der durchschnittlichen OP-Zeit; OR: 2,57, KI: 1,39 – 4,76, p = 0,003).

Im selben Jahr publizierten Basques et al. noch eine weitere, ganz ähnlich angelegte Untersuchung, in der sie sich allerdings auf Patienten mit neuromuskulärer Skoliose bezogen

(Basques et al. 2015c). Nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 und 2013 bezogen sie hier die Daten von insgesamt 940 Patienten zur weiteren Untersuchung mit ein. In diesem Kollektiv verbrachten 27 % (n = 254) der Patienten postoperativ mehr als eine Woche (> 75. Perzentile) in der Klinik, und es zeigte sich auch in dieser Arbeit, dass eine verlängerte Operationszeit (> 470 min: eine Standardabweichung über der durchschnittlichen OP-Zeit) stark mit langen Krankenhausaufenthalten korrelierte (RR: 1,8, KI: nicht angegeben, $p < 0,001$).

In allen sechs Arbeiten, die sich mit dem Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Krankenhausverweildauer nach Wirbelsäulenoperationen beschäftigten, war eine verlängerte Operationszeit positiv mit einem verlängerten postoperativen Krankenhausaufenthalt assoziiert. Untersucht wurden hier insgesamt n = 25.634 Eingriffe. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 320 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 125: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Phan et al. 2017	Spondylodese (n = 5.338)	ja
2. Di Capua et al. 2017a	Diskektomie & Spondylodese (n = 14.598)	ja
3. Gruskay et al. 2016	Diskektomie & Spondylodese (n = 2.164)	ja
4. Basques et al. 2014	Spondylodese (n = 1.861)	ja
5. Basques et al. 2015b	Spondylodese (n = 733)	ja
6. Basques et al. 2015c	Spondylodese (n = 940)	ja

4.6.1.2 Endoprothetik

Unter den anhand der Literaturrecherche identifizierten Arbeiten befanden sich auch mehrere Studien (n = 3), in denen die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Krankenhausverweildauer nach Implantation von Endoprothesen untersucht worden ist. Dabei bezog sich je eine Arbeit auf die Implantation von Knie-, Hüft- und Schulterprothesen.

Implantation von Knieprothesen

Eine besonders bedeutsame Rolle kam der Operationszeit in einer 2014 erschienen Publikation von Belmont et al. zu, die beispielsweise bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.2) und „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.1.2) zitiert worden ist (Belmont et al. 2014). In dieser Arbeit, in der sich die Autoren speziell mit Knieprothesenimplantationen beschäftigten, verlängerte sich der postoperative stationäre Aufenthalt von 30,1 % (n = 4,573) der Patienten auf > 4 Tage. Das Risiko erhöhte sich hierfür ab einer vorangegangenen Operationsdauer > 135 min (eine Standardabweichung über der durchschnittlichen OP-Zeit) um das Doppelte (OR: 2,08, KI: 1,88 – 2,31, p < 0,05).

Implantation von Hüftprothesen

Einen deutlich schwächeren Zusammenhang zwischen Operationszeit und postoperativer Krankenhausverweildauer ermittelten Lakomkin et al. in ihrer Untersuchung für Hüftprothesen-Revisionen (Lakomkin et al. 2017). So zeigte sich, dass sich das Risiko, postoperativ länger als fünf Tage in der Klinik bleiben zu müssen, mit zunehmender OP-Zeit leicht, aber signifikant erhöhen zu schien (OR: 1,006, KI: 1,006 – 1,007, p < 0,001). Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei 148 min (± 80). In der gesamten Kohorte ist eine verlängerte Krankenhausaufenthaltsdauer bei 1.736 (28,4 %) Patienten registriert worden. Eine detailliertere Vorstellung hinsichtlich des Aufbaus und weiterer Ergebnisse dieser Untersuchung ist unter „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.2.2) zu finden.

Implantation von Schulterprothesen

Die Autoren der nun vorgestellten Arbeit fragten für ihre Untersuchung das NSQIP-Register für die Jahre 2005 – 2011 nach elektiv durchgeführten Schulterprothesenimplantationen ab und werteten so die Daten von 2.004 Patienten retrospektiv hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für einen verlängerten postoperativen Krankenhausaufenthalt aus (Dunn et al. 2015). Von den zur Untersuchung einbezogenen Patienten verlängerte sich der postoperative stationäre Aufenthalt von 9,0 % (n = 181) auf > 4 Tage. Als einen signifikanten Risikofaktor hierfür ermittelten die Autoren nach multivariater Auswertung der Daten eine Operationszeit > 174 min (eine Standardabweichung über der durchschnittlichen OP-Zeit: OR: 1,94, KI: 1,23 – 3,04, p = 0,0041).

Somit bestand in allen drei vorgestellten Arbeiten eine Assoziation zwischen der Länge der Eingriffsdauer und der Länge des postoperativen Krankenhausaufenthaltes. Insgesamt

werteten die Autoren dabei gemeinsam n = 23.446 Eingriffe aus. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 321 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 126: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Endoprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	ja
2. Lakomkin et al. 2017	Hüftrevision (n = 6.121)	ja
3. Dunn et al. 2015	Schulterprothese (n = 2.004)	ja

4.6.1.3 Tibiakopffraktur

Die letzte vorzustellende Publikation, in der sich die Autoren mit der Krankenhausaufenthaltsdauer und ihren Risikofaktoren nach unfallchirurgischen Eingriffen befassten, bezog sich speziell auf Tibiakopffrakturen, die offen reponiert und intern fixiert worden sind (Basques et al. 2015d). Nach einer Abfrage des NSQIP-Registers der Jahre 2009 – 2012 sind insgesamt 519 Eingriffe zur Analyse einbezogen worden. Insgesamt hatten 110 (21,2 %) Patienten einen verlängerten stationären Aufenthalt > 3 Tage (> 75. Perzentile). Einen signifikanten Risikofaktor hierfür stellten besonders lange Operationen mit einer Dauer von > 178 min dar (eine Standardabweichung über der durchschnittlichen OP-Zeit: RR: 1,6, KI: nicht angegeben, p = 0,031).

Die folgende Tabelle fasst die Arbeit noch einmal kurz zusammen. Eine detailliertere Darstellung des Ergebnisses ist Tabelle 322 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 127: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Tibiakopffraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Basques et al. 2015d	Tibiakopffraktur (n = 519)	ja

In allen zehn Publikationen, die sich auf Eingriffe aus dem Feld der Orthopädie und Unfallchirurgie bezogen, bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und der Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes.

4.6.2 Allgemeinchirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur Dauer des postoperativen stationären Aufenthaltes gefunden wurden, befanden sich sieben Arbeiten zu allgemeinchirurgischen Eingriffen. Die Mehrheit dieser Arbeiten untersuchte diesen Zusammenhang für kolorektale Operationen (n = 4).

4.6.2.1 Kolorektale Chirurgie

Von den vier Publikationen, die sich mit der Operationszeit und ihrer Beziehung zur postoperativen Krankenhausaufenthaltsdauer bei allgemeinchirurgischen Operationen beschäftigten, untersuchten zwei Arbeiten diesen Zusammenhang für Appendektomien, und jeweils eine Arbeit bezog sich auf verschiedene kolorektale Eingriffe und Hartmann-Rückverlagerungen.

4.6.2.2 Appendektomie

Registeruntersuchung

Dass eine verlängerte Operationszeit auch nach Appendektomien mit einem deutlich erhöhten Risiko dafür assoziiert war, postoperativ länger in stationärer Behandlung bleiben zu müssen, zeigten auch Gross et al. in ihrer 2016 vorgelegten Registerarbeit (NSQIP 2012 –

2013, Gross et al. 2016). So zeigte sich nach multivariater Datenauswertung, dass sich das Risiko für einen verlängerten Krankenhausaufenthalt > 7 Tage (> 75. Perzentile) ab einer Operationszeit > 73 min etwa verdoppelte (OR: 1,99, KI: 1,63 – 2,44, p < 0,001). Grundlage für diese Untersuchung bildeten die Daten von 2.585 Appendektomien, von denen n = 584 (22,59 %) offen chirurgisch durchgeführt worden waren. Ferner handelte es sich in allen Fällen um eine komplizierte Appendizitis. Von den zwischen zwei und 18 Jahre alten Patienten sind insgesamt n = 835 länger als sieben Tage im Krankenhaus behandelt worden.

Single-Center-Studie

In der 2016 erschienen Veröffentlichung von Jeon et al., deren Ergebnisse beispielsweise bezüglich der Krankenhauswiederaufnahmerate und allgemeiner postoperativer Komplikationen bereits zuvor dargestellt worden sind (siehe 4.3.1.2, 4.2.2.1), ist außerdem auch untersucht worden, ob eine verlängerte Operationsdauer auch die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes nach laparoskopischer Appendektomie beeinflusst (Jeon et al. 2016). So ist diesbezüglich gezeigt worden, dass sich der stationäre Aufenthalt von Patienten mit nicht-perforierter Appendizitis ab einer Operationsdauer von > 90 min im Mittel um 1,74 Tage verlängerte (KI: 1,29 – 2,19, p < 0,001). Für die gesamte Gruppe mit nicht-perforierter Appendizitis (n = 2.277) lag die durchschnittliche Verweildauer bei 5,28 Tagen (± 2,61). Für Patienten mit perforierter Appendizitis (n = 771) zeigte sich hingegen ein etwas schwächerer Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Dauer des stationären Aufenthaltes (OP-Zeit > 90 min: + 1,33 Tage, KI: 0,86 – 1,81, p < 0,001). Die durchschnittliche Dauer lag hier bei 6,37 Tagen (± 2,68) Tagen.

Einen kurzen Überblick über die vorgestellten Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 323 des Anhangs zu entnehmen. Insgesamt werteten die Autoren die Daten von n = 5.634 Eingriffen aus.

Tabelle 128: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Appendektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Gross et al. 2016	Appendektomie (offen & laparoskopisch) (n = 2.585)	ja
2. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie (n = 3.049)	ja

4.6.2.3 Verschiedene kolorektale Eingriffe

Im Rahmen einer kleineren Untersuchung ist eine prospektiv angelegte Datenbank nach elektiven und laparoskopisch assistierten kolorektalen Eingriffen durchsucht worden, die zwischen den Jahren 2009 und 2012 durchgeführt worden sind (Keller et al. 2014). Die aus dieser Abfrage stammenden Daten von insgesamt 548 Patienten sind dann hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für einen verlängerten postoperativen Krankenhausaufenthalt > 4 Tage retrospektiv ausgewertet worden. Die meisten Eingriffe machten dabei segmentale Kolektomien (n = 336), tiefe anteriore Resektionen (n = 92) und Proktektomien (n = 26) aus. Ein verlängerter stationärer Aufenthalt > 4 Tage ist in 273 (49,8 %) Fällen registriert worden und war mit einer durchschnittlichen Operationszeit von 189,1 min (± 75) assoziiert, während Krankenhausaufenthalte ≤ 3 Tagen mit durchschnittlich 156,7 min (± 60,2) langen Eingriffen einhergingen ($p < 0,0001$). Auch nach multivariater Analyse blieb dieser Zusammenhang signifikant, und so zeigte sich eine Risikoerhöhung für eine verlängerte Krankenhausverweildauer um 2,35 % mit jeder Stunde OP-Zeit (OR pro h: 1,0235, Standardfehler (SE): 0,011, $p = 0,0361$).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 324 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 129: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Keller et al. 2014	laparoskopische kolorektale Eingriffe (n = 548)	ja

4.6.2.4 Kolostoma-Rückverlagerung

Auch bei der im Folgenden zitierten Arbeit handelt es sich um eine Publikation, in der die Autoren mehrere Endpunkte untersuchten, weshalb sie bereits an verschiedenen weiteren Stellen in dieser Dissertation vorgestellt worden ist (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.1.2) und „schwere Komplikationen“ (4.4.1.1), Cellini et al. 2013). Von den insgesamt 2.567 Patienten, deren Kolostoma rückverlagert worden ist, sind n = 2.231 Patienten offen und n = 336 Patienten laparoskopisch operiert worden. Die durchschnittliche Operationsdauer in der offen operierten Gruppe betrug 189 (± 86) min und 180 (± 79) min in der laparoskopisch operierten Kohorte (p = 0,061). In Bezug auf die mittlere Krankenhausverweildauer zeigte sich für das offen versorgte Kollektiv eine Dauer von sechs Tagen (5 – 8), während laparoskopisch durchgeführte Eingriffe mit einer kürzeren Liegedauer von nur vier Tagen (3 – 6) einhergingen (p < 0,001). Über alle Eingriffe hinweg konnte schließlich gezeigt werden, dass sich die Dauer des stationären Aufenthaltes von Patienten mit einer verlängerten Operationszeit, die definiert war als eine OP-Zeit oberhalb der durchschnittlichen Dauer, um 0,92 (± 0,21) Tage verzögerte (p < 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 325 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 130: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Hartmann Rückverlagerung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Cellini et al. 2013	Hartmann-Rückverlagerung (n = 2.567)	ja

4.6.2.5 Cholezystektomie

An acht verschiedenen koreanischen Kliniken sind im August 2012 insgesamt 336 laparoskopische Cholezystektomien elektiv durchgeführt und die Daten dieser Eingriffe anschließend hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für einen verlängerten post-operativen Krankenhausaufenthalt ausgewertet worden (Chong et al. 2016). Die mittlere Krankenhausverweildauer lag in der gesamten Kohorte bei zwei Tagen. Ein verlängerter stationärer Aufenthalt > 2 Tage ist bei n = 111 (33 %) Patienten registriert worden. In dieser Gruppe lag die mittlere Operationszeit bei 77 min (16 – 371), während Patienten mit einer kürzeren stationären Liegedauer im Mittel eine Eingriffsdauer von nur 45 min (14 – 190) aufwiesen (p < 0,001). Dieser Zusammenhang blieb auch nach multivariater Datenanalyse signifikant (OR: 1,030, KI: 1,005 – 1,045, p < 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 326 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 131: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Cholezystektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Chong et al. 2016	laparoskopische Cholezystektomie (n = 336)	ja

4.6.2.6 Hernienchirurgie

In einer weiteren Untersuchung wurden die Daten von insgesamt 132 Patienten retrospektiv ausgewertet, die sich zwischen 2006 und 2012 einer laparoskopisch assistierten ventralen Bauchwandhernioplastik unterzogen hatten (Leonard et al. 2016). Die Operationszeit war in dieser Untersuchung signifikant mit einem verlängerten stationären Aufenthalt > 2 Tage assoziiert. So zeigte sich nach multivariater Datenauswertung, dass sich das Risiko für einen Patienten, länger als zwei Tage stationär behandelt werden zu müssen, mit jeder weiteren Viertelstunde OP-Zeit um etwa 20 % erhöhte (OR pro 15 min: 1,2, KI: 1,1 – 1,5, p = 0,005). Darüber hinaus sei erwähnt, dass die Autoren das Kollektiv in zwei Gruppen unterteilten, da sie in der 2. Gruppe die Einführung standardisierter Abläufe zur schnelleren

Erholung der Patienten erprobten. Diese Gruppe umfasste n = 52 Patienten, die zwischen 2011 und 2012 operiert worden sind und bei einer mittleren Operationsdauer von 131 min (36 – 315) eine mittlere Krankenhausverweildauer von 1 Tag (1 – 2) aufwiesen. Zu der ersten Gruppe gehörten die restlichen n = 80 Patienten, die zwischen 2006 und 2011 operiert worden waren und eine mittlere Krankenhausaufenthaltsdauer von noch zwei Tagen (2 – 3) aufwiesen. Die mittlere Eingriffsdauer lag hier bei 135 min (38 – 306).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 327 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 132: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Hernioplastik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Leonard et al. 2016	Hernienoperationen (n = 132)	ja

4.6.2.7 Magenchirurgie

Keinen signifikanten Einfluss auf die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes hatte die Operationszeit hingegen nach 160 Gastrektomien, die an einer türkischen Universitätsklinik durchgeführt worden sind (Vural et al. 2013). In der zuvor bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.1.4) zitierten Publikation zeigte sich, dass 43,1 % der Patienten mit einer Operationszeit > 180 min postoperativ länger als zehn Tage im Krankenhaus blieben, während 56,9 % der Patienten mit verlängerter Operationszeit weniger als zehn Tage lang stationär behandelt werden mussten (p = 0,861).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 328 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 133: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Gastrektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	nein

Von den insgesamt sieben Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Krankenhausverweildauer untersucht haben und sich auf Eingriffe aus dem Gebiet der Allgemeinchirurgie bezogen, konnte in sechs Arbeiten eine positive Assoziation festgestellt werden. Kein Zusammenhang bestand hingegen in einer kleinen Single-Center-Studie, in der sich die Autoren auf Gastektomien bezogen.

4.6.3 Plastische Chirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur Dauer des post-operativen Krankenhausaufenthaltes gefunden wurden, befanden sich drei Arbeiten aus dem Gebiet der plastischen Chirurgie. Davon bezogen sich zwei Publikationen auf Eingriffe in Zusammenhang mit der Resektion von Kopf-Hals-Tumoren und eine Untersuchung mit Defektdeckungen durch freie Lappenübertragungen.

4.6.3.1 Resektion von Kopf-Hals-Tumoren

Registeruntersuchungen

Welche verschiedenen Faktoren eine Rolle für die Dauer des postoperativen stationären Krankenhausaufenthaltes spielen, untersuchten Tadiparthi et al. anhand von 191 aufgrund eines Karzinoms durchgeführten Resektionen im Kopf-Hals-Bereich (Tadiparthi et al. 2014). Die Daten zu den Eingriffen stammten aus einer Abfrage der britischen Datenbank für Kopf-Hals-Tumore (DAHNO) der Jahre 2006 – 2010. Die mittlere Krankenhausverweil-dauer betrug in der gesamten Kohorte zwölf Tage (2 – 112 Tage). Nach einer linearen Regressionsanalyse, welche von den Autoren durchgeführt worden ist, zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen der Operationszeit und der postoperativen Krankenhaus-

verweildauer (p < 0,05). Die mittlere OP-Zeit betrug dabei 410 min (130 – 880). Ein Grenzwert der Operationszeit wurde dabei nicht angegeben.

In einer weiteren Untersuchung zu dieser Thematik fragten die Autoren das NSQIP-Register für die Jahre 2013 und 2014 zu freien fibulären Gewebetransfers für Kopf- und Halsdefekte bei Tumorresektionen ab und erhielten so die Daten von n = 30 Patienten (White et al. 2015). Einen besonders starken Risikofaktor für eine postoperative Krankenhausverweildauer > 10 Tage stellte eine Operationszeit von > 11 h dar (aOR: 7,26, KI: 1,12 – 47,29, p = 0,04). Insgesamt hatten 16 Patienten eine Krankenhausverweildauer < 10 Tage und 14 Patienten einen stationären Aufenthalt > 10 Tage. Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei in der Gruppe mit Krankenhausaufenthalt < 10 Tage 10 h (± 1,2) und 12,4 h (± 2,3) in der Gruppe mit Verweildauer > 10 Tage.

Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Publikationen gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 329 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 134: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Kopf-Hals-Tumore

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Tadiparthi et al. 2014	Resektion von Kopf-Hals-Tumoren (n = 191)	ja
2. White et al. 2015	Rekonstruktion nach Resektion von Kopf-Hals-Tumoren (n = 30)	ja

4.6.3.2 Freie Lappenübertragung

Eine andere Registeruntersuchung (NSQIP 2005 – 2011) beschäftigte sich speziell mit den Risiken für einen verlängerten Krankenhausaufenthalt nach freien Lappenübertragungen (Offodile et al. 2014). Von den insgesamt 2.425 zur Untersuchung einbezogenen Eingriffen fanden 1.302 Operationen im Rahmen von Brustrekonstruktionen statt, und 1.123 Patienten wurden aus anderer Ursache operiert. In der Gruppe mit einer Lappenübertragung, die nicht Mamma-assoziiert stattfand, zeigte sich bereits ein deutlicher Einfluss der Operationszeit auf die Rate an verlängerten Krankenhausaufenthalten > 13 Tage (> 75. Perzentile;

4 – 8 h (OR: 1,97, KI: 1,10 – 3,52, p < 0,0001); 8 – 12 h (OR: 2,48, KI: 1,41 – 4,38, p < 0,0001); > 12 h (OR: 5,65, KI: 3,03 – 10,54, p < 0,0001)). In der anderen Kohorte, in der Lappenübertragungen im Rahmen von Brustrekonstruktionen stattfanden, verstärkte sich dieser Einfluss sogar noch einmal. Als verlängert galt ein stationärer Aufenthalt hier ab einer Dauer > 5 d (> 75. Perzentile; 4 – 8 h (OR: 3,12, KI: 1,88 – 5,18, p < 0,0001); 8 – 12 h (OR: 7,96, KI: 4,82 – 13,16, p < 0,0001); > 12 h (OR: 22,92, KI: 12,86 – 40,85, p < 0,0001)). Eingriffe mit einer Dauer < 4 h bildeten in beiden Gruppen die Referenz.

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 330 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 135: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / freie Lappenübertragung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Offodile et al. 2014	freie Lappenübertragung (n = 2.425)	ja

Alle drei Publikationen, die sich auf Eingriffe aus dem Feld der plastischen Chirurgie bezogen, konnten einen positiven Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und einer Zunahme der Krankenhausverweildauer feststellen.

4.6.4 Kinderchirurgie

Unter den Publikationen, die zum Einfluss der Operationszeit auf die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes gefunden wurden, befanden sich zwei Arbeiten zu kinderchirurgischen Eingriffen. In einer bereits vorgestellten Arbeit bezogen sich die Autoren auf kinderurologische Eingriffe, in einer weiteren Untersuchung ist der Fragestellung nach Pyloromyotomien nachgegangen worden.

4.6.4.1 Pädiatrische Urologie

In der 2016 vorgelegten Publikation von McLeod et al. ist neben weiteren Komplikationen, auf die in anderen Kapiteln eingegangen wird (siehe „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.5.3) und „Reoperationen“ (siehe 4.9.5.2)), auch untersucht worden, welche Parameter die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes in der untersuchten Kohorte beeinflussten (McLeod et al. 2016). Es zeigte sich, dass jede weitere Viertelstunde OP-Zeit mit einer Risikoerhöhung um 14 % dafür einherging, postoperativ länger als einen Tag stationär behandelt werden zu müssen (aOR pro 15 min: 1,14, KI: 1,12 – 1,17, $p < 0,05$). Die mittlere Operationszeit betrug dabei 104 min (106 – 196).

4.6.4.2 Pyloromyotomie

Für das Jahr 2013 durchsuchten die Autoren der im Folgenden vorgestellten Arbeit die NSQIP-Datenbank nach unter einjährigen Patienten, die sich einer Pyloromyotomie aufgrund einer hypertrophen Pylorusstenose unterzogen hatten (Mahida et al. 2016). Hiernach erhielten sie die Daten von 1.143 Fällen, von denen 674 (59 %) laparoskopisch operiert worden waren. Als verlängert galt ein postoperativer Krankenhausaufenthalt von > 1 Tag. Einen signifikanten Risikofaktor hierfür stellte eine verlängerte Operationszeit dar. So zeigte sich, dass sich das Risiko für einen verlängerten stationären Aufenthalt bei einer mittleren Operationszeit von 28 min (22 – 38) nach offenen und 25 min (20 – 35) nach laparoskopischen Eingriffen alle 5 min um 11 % erhöhen zu schien (aOR pro 5 min: 1,11, KI: 1,05 – 1,17, $p < 0,001$).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Publikationen gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 331 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 136: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Kinderchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. McLeod et al. 2016	urogenitale Operationen (n = 2.202)	ja
2. Mahida et al. 2016	Pyloromyotomie (n = 1.143)	ja

4.6.5 Gefäßchirurgie

Von den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Krankenhausverweildauer gefunden wurden, bezogen sich zwei Arbeiten auf Eingriffe aus dem Gebiet der Gefäßchirurgie.

Registeruntersuchungen

David et al. legten im Jahr 2017 eine große Registeruntersuchung vor, in der sie unter anderem die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Krankenhausverweildauer und der pulmonalen Komplikationsrate (siehe 4.7.7) nach gefäßchirurgischen Eingriffen untersuchten (David et al. 2017). Die Grundlage für diese Untersuchung bildeten dabei 7.171 Eingriffe, die zwischen 2010 und 2015 durchgeführt worden sind und in der Datenbank der Society for Vascular Surgery Patient Safety Organization (SVS-PSO) abrufbar waren. Bei diesen Eingriffen handelte es sich in 37,5 % (n = 2.687) der Fälle um elektiv und offen versorgte abdominelle Aortenaneurysmen. Die übrigen Eingriffe bildeten suprainguinale Bypassoperationen bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit (paVK) (62,5 %, n = 4.484). Nach multivariater Datenauswertung konnte schließlich gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationsdauer mit einem deutlich erhöhten Risiko für einen postoperativen Krankenhausaufenthalt > 7 Tage einherging (2:45 h – 3:44 h: OR: 2,03, KI: 1,69 – 2,44, p < 0,001; 3:45 h – 4:59 h: OR: 2,37, KI: 1,95 – 2,87, p < 0,001; > 5 h: OR: 3,37, KI: 2,73 – 4,15, p < 0,001). Operationen mit einer Dauer < 2:45 h stellten dabei den Referenzwert dar.

In der zuvor bereits unter „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.3.1) vorgestellten Publikation von Aziz et al., in der die Daten von 10.423 Karotisendarteriektomien hinsichtlich verschiedener postoperativer Komplikationen und ihren Risikofaktoren ausgewertet worden sind, untersuchten die Autoren auch, welchen Einfluss eine verlängerte Operationszeit auf die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes hatte (Aziz et al. 2016a). Hierzu zeigte sich nach multivariater Auswertung eine deutliche Korrelation zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer > 140 min (> 75. Perzentile) im Vergleich zu kürzeren (vs. < 140 min) Eingriffen und einer Krankenhausverweildauer > 7 d (OR: 1,67, KI: 1,45 – 1,92, p < 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Publikationen gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 332 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 137: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Gefäßchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. David et al. 2017	Bypass & oAAA (n = 7.171)	ja
2. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	ja

4.6.6 Neurochirurgie

Anhand der Daten von 11.510 Patienten ist in einer 2015 erschienenen Publikation untersucht worden, welche verschiedenen Faktoren die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes nach tumorbedingter Kraniotomie beeinflussen (Dasenbrock et al. 2015). Die Daten der zwischen 2007 und 2013 durchgeführten Eingriffe stammten dabei aus einer NSQIP-Abfrage. Insgesamt sind 27,7 % (n = 3.185) der Patienten postoperativ länger als acht Tage im Krankenhaus behandelt worden. Die mittlere Verweildauer in der gesamten Kohorte betrug dabei vier Tage (3 – 8 Tage). Letztlich zeigte sich, dass Operationen ab einer Dauer von > 180 min (< 180 min: Referenz) mit einem signifikant erhöhten Risiko einhergingen, postoperativ länger als acht Tage stationär behandelt werden zu müssen (180 – 300 min: OR: 1,15, KI: 1,02 – 1,29, p = 0,03). Nach Eingriffen mit einer Dauer von > 300 min erhöhte sich dieses Risiko dann sogar noch einmal (> 300 min: OR: 1,77, KI: 1,51 – 2,09, p < 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 333 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 138: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Neurochirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Dasenbrock et al. 2015	Kraniotomie (n = 11.510)	ja

4.6.7 Bariatrische Chirurgie

Die einzige Bezug auf die Krankenhausaufenthaltsdauer nach bariatrischen Eingriffen nehmende Publikation, die sich unter den gefundenen Arbeiten befand, basierte ebenfalls auf einer Abfrage der Datenbank NSQIP, in diesem Fall des Jahres 2011 (Carter et al. 2015). Das Ziel dieser Untersuchung war es, Risikofaktoren für einen verlängerten post-operativen Krankenhausaufenthalt nach laparoskopischer Anlage von Magenbypässen anhand der Daten von insgesamt 9.593 Fällen zu ermitteln. In diesem Patientenkollektiv betrug die mittlere Verweildauer zwei Tage und in 26 % der Fälle ist ein postoperativer stationärer Aufenthalt von > 3 Tagen registriert worden. Einen wichtigen Risikofaktor für einen solchen verlängerten Aufenthalt > 3 Tage stellte eine vorangegangene Operationszeit von > 180 min dar (OR: 1,6, KI: 1,4 – 2,0, p < 0,0001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 334 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 139: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Magenbypass

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Carter et al. 2015	laparoskopischer Magenbypass (n = 9.593)	ja

4.6.8 Urologie

Auch für verschiedene urologische Eingriffe konnte in einer weiteren Registeruntersuchung gezeigt werden, dass die Dauer eines Eingriffs einen wichtigen Risikofaktor für einen verlängerten stationären Aufenthalt darstellt (Wallner et al. 2008). Wie in der Mehrzahl der vorangegangenen Publikationen, werteten auch Wallner et al. aus dem NSQIP-Register stammende Patientendaten retrospektiv aus. Die 1.021 zur Untersuchung einbezogenen Operationen sind alle in den Jahren 2003 – 2005 durchgeführt worden. Als verlängert galt ein Krankenhausaufenthalt ab einer Dauer > 75. Perzentile des jeweiligen Eingriffs. Diese setzten sich wie folgt zusammen: Zystektomie (n = 134, 75. Perzentile: 13 Tage), Nephrek-tomie (n = 249, 75. Perzentile: 6 Tage), Ureteronephrektomie (n = 59, 75. Perzentile:

7 Tage), Prostatektomie (n = 443, 75. Perzentile: 4 Tage), Inkontinenz-Operationen (n = 136, 75. Perzentile: 2 Tage). Ein verlängerter Krankenhausaufenthalt > 75. eingriffsspezifischen Perzentile ist bei insgesamt 7,3 % (n = 74) der Patienten registriert worden. Als einen der stärksten Prädiktoren hierfür ermittelten die Autoren eine verlängerte Operationszeit (5,1 h (± 2,3) in der Gruppe mit verlängertem Aufenthalt versus 3,3 h (± 1,6) in der Kontrollgruppe, p < 0,001; aOR: 1,39, KI: 1,20 – 1,62, p < 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 335 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 140: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Urologie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Wallner et al. 2008	verschiedene urologische Eingriffe (n = 1.021)	ja

4.6.9 Verschiedene Eingriffe

Boltz et al. haben in ihrer zuvor schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.8) vorgestellten Untersuchung zusätzlich auch untersucht, wie sich eine verlängerte Operationszeit auf die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes auswirkte (Boltz et al. 2011). Dabei zeigte sich nach multivariater Auswertung der insgesamt n = 2.250 Eingriffe, dass Operationen mit einer Dauer von 4 – 8 h mit einer Verlängerung des postoperativen Krankenhausaufenthaltes um 2,82 Tage (KI: 1,42 – 4,22, p < 0,0001) assoziiert waren. Für Operationen mit einer Dauer > 8 h konnte hingegen kein signifikantes Ergebnis ermittelt werden (siehe Tabelle 336, Anhang). Operationen mit einer Dauer < 4 h bildeten den Referenzwert.

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 336 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 141: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Boltz et al. 2011	allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe (n = 2.250)	ja

4.6.10 Herzchirurgie

An einer ungarischen Klinik sammelten die Autoren der zuletzt vorgestellten Arbeit zwischen 2006 und 2007 prospektiv die Daten von insgesamt 267 herzchirurgischen Patienten und werteten diese dann hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für einen verlängerten postoperativen Aufenthalt auf der Intensivstation und im Krankenhaus im Allgemeinen aus (Cserép et al. 2014). Insgesamt unterzogen sich 61,4 % (n = 174) der Patienten einer koronaren Bypassoperation, 37,8 % (n = 101) einer Herzklappenoperation und 7,9 % (n = 21) einem kombinierten Eingriff. Von den 267 untersuchten Patienten mussten 38 (14,5 %) länger als drei Tage auf der Intensivstation behandelt werden. Insgesamt 62 (23,2 %) Patienten blieben länger als zehn Tage in stationärer Behandlung. In Bezug auf beide Endpunkte stellte die Operationsdauer nach multivariater Datenauswertung einen wichtigen Einflussfaktor dar. So konnte gezeigt werden, dass sich das Risiko, postoperativ länger als drei Tage intensivmedizinisch behandelt werden zu müssen, mit jeder weiteren halben Stunde OP-Zeit um 41 % erhöhte (aOR: 1,41, KI: 1,14 – 1,75, p = 0,001). Das Risiko, postoperativ länger als zehn Tage stationär behandelt werden zu müssen, erhöhte sich alle 30 min sogar um 45 % (aOR: 1,45, KI: 1,19 – 1,76, p < 0,001). Die mittlere Operationszeit betrug dabei 133 min (110 – 160).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 337 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 142: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Herzchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Verweildauer negativ
1. Cserép et al. 2014	Bypass ± Klappenersatz (n = 267)	ja

4.6.11 Fazit

Eine lange Operationszeit war in 28 der 29 vorgestellten Publikationen positiv mit einer Zunahme der Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes assoziiert. Keine Korrelation bestand in einer recht kleinen Single-Center-Studie, die sich auf Gastrektomien bezog.

4.7 Operationszeit und pulmonale Komplikationen

Zu der Fragestellung, ob die Operationszeit mit der Rate an pulmonalen Komplikationen zusammenhängt, ist in 26 der insgesamt 260 (10 %) identifizierten Publikationen Stellung genommen worden. Welche genauen Komplikationen dabei zu der Gruppe „pulmonale Komplikationen“ hinzugefügt wurden, ist Tabelle 199 im Anhang zu entnehmen.
Die größte Gruppe dieser Arbeiten widmete sich allgemeinchirurgischen Eingriffen (n = 7), setzte sich dabei jedoch aus recht heterogenen Operationen zusammen. Daher soll an dieser Stelle mit thoraxchirurgischen Untersuchungen (n = 5) begonnen werden, da sich hier alle Arbeiten mit Lungenresektionen beschäftigten und damit ein homogeneres Patientenkollektiv untersuchten.

4.7.1 Thoraxchirurgie

In allen fünf hier vorgestellten Arbeiten untersuchten die Autoren die Beziehung der Operationsdauer zur postoperativen Rate an pulmonalen Komplikationen bei tumorbedingten Lungenresektionen. Für ihre Untersuchung nutzte dabei eine Arbeitsgruppe das Register einer großen Datenbank. Die übrigen vier Studien bezogen sich auf die Daten einzelner Kliniken.

4.7.1.1 Lungenresektion

Registeruntersuchung

In der von Paul et al. im Jahr 2015 publizierten Untersuchung, die unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.8) umfassender vorgestellt worden ist, untersuchten die Autoren auch, ob die Operationszeit einen Einfluss auf die postoperative Inzidenz pulmonaler Komplikationen hatte (Paul et al. 2015). Zu den hierbei erfassten Komplikationen zählten: Pneumonien, Reintubationen, pulmonale Embolien und Beatmungspflichtigkeit > 48 h. Die Dauer einer Operation blieb auch nach multivariater Auswertung ein zwar schwacher, jedoch signifikanter Risikofaktor für das postoperative Auftreten einer pulmonalen Komplikation (OR: 1,003, KI: 1,002 – 1,004, $p < 0,0001$). Dabei blieb allerdings unklar, ob hier relative Unterschiede der Operationszeit oder die Eingriffsdauer „pro Minute“ erfasst wurde. Die durchschnittliche Eingriffsdauer variierte je nach Eingriff und betrug nach Keilresektionen 136,5 min, nach Lobektomien 116 min und 180 min nach Pneumektomien.

Single-Center-Studien

In einer japanischen Single-Center-Untersuchung beschäftigten sich die Autoren mit postoperativ neu und akut aufgetretenen interstitiellen Pneumonien nach Operation eines primären nicht-kleinzelligen Bronchialkarzinoms (Ito et al. 2011). Hierzu wurden die Daten von 651 Patienten ausgewertet, die zwischen 2002 und 2005 von den gleichen Chirurgen an einer japanischen Klinik operiert worden sind. Dabei handelte es sich in 21 Fällen um Pneumektomien, in 500 Fällen um Lobektomien, und in 130 Fällen wurden lediglich sublobäre Resektionen durchgeführt. Insgesamt entwickelten n = 7 (1,1 %) Patienten postoperativ eine akute interstitielle Pneumonie. Die Diagnose wurde hierbei unter anderem mit Hilfe der ARDS-Kriterien („Acute Respiratory Distress Syndrome“) gestellt. Patienten mit bakterieller oder Aspirationspneumonie wurden nicht gezählt. Es zeigte sich, dass Patienten mit interstitieller Pneumonie, im Gegensatz zu nicht erkrankten Patienten, eine deutlich verlängerte Operationszeit aufwiesen (301 min (147 – 410) versus 198 min (27 – 555), $p < 0,01$). Auch nach weiterer statistischer Auswertung blieb dieser Zusammenhang signifikant, und es zeigte sich eine starke Korrelation zwischen einer Operationszeit > 4 h und dem postoperativen Auftreten einer interstitiellen Pneumonie (RR: 6,134, KI: 1,047 – 35,939, $p = 0,04$). Dieser Zusammenhang verstärkte sich noch einmal sehr deutlich, wenn sich zusätzlich zu langen Operationen auch Zeichen subpleuraler Fibrosierungen im CT zeigten (RR: 1607,5, KI: 124,65 – 20730, $p < 0,01$).

In einer weiteren Arbeit vom Universitätsklinikum in Seoul sammelten Kim et al. zwischen 2012 und 2014 prospektiv die Daten von insgesamt 343 Patienten, die ebenfalls wegen eines nicht-kleinzelligen Bronchialkarzinoms operiert worden sind (Kim et al. 2016). Von diesen Patienten sind 234 (68,2 %) minimalinvasiv mittels Video-assistierter Thorakoskopie (VATS) operiert worden, und 109 (31,8 %) wurden thorakotomiert. Ein wichtiges Ziel dieser Arbeit war es, neben verschiedenen weiteren Risikofaktoren auch den Einfluss einer vorbestehenden leichtgradigen chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) auf die postoperative Inzidenz pulmonaler Komplikationen zu untersuchen. Eine solche Vorerkrankung bestand bei etwa einem Drittel der untersuchten Patienten (n = 113). Die übrigen 230 Patienten wiesen keine COPD-typischen Veränderungen in der Spirometrie auf. Als pulmonale Komplikationen, die in der gesamten Kohorte mit einer Inzidenz von 16,6 % (n = 57) auftraten, definierten die Autoren das Auftreten einer der folgenden:
Atelektase mit Notwendigkeit einer Bronchoskopie, bakterielle Pneumonie, Empyem, akute interstitielle Pneumonie, Beatmungspflichtigkeit > 3 d, Reintubation innerhalb von 48 h, Tracheotomie, Bronchusstumpfinsuffizienz, Luftfistelpersistenz > 5 d.
Die häufigsten Komplikationen stellten dabei persistierende Fisteln dar, gefolgt von bakteriellen Pneumonien und Atelektasen. Ein gehäuftes Auftreten postoperativer Kompli-

kationen wurde außerdem bei COPD-Patienten registriert (30,1 %, n = 34). Darüber hinaus zeigte sich, dass die Operationszeit, die im Mittel 170,7 min (53 – 410) betrug, in der an COPD-vorerkrankten Gruppe mit einem verstärkten Auftreten von pulmonalen Komplikationen assoziiert war (OR: 1,01, KI: 1,004 – 1,018, p = 0,003). Für die gesamte Kohorte zeigte sich ebenfalls eine signifikante Assoziation (OR: 1,01, KI: 1,002 – 1,012, p = 0,004).

In einer weiteren, chinesischen Arbeit sind ebenfalls Daten von Patienten ausgewertet worden, die wegen eines nicht-kleinzelligen Bronchialkarzinoms operiert worden waren (Mei et al. 2014). In dieser Arbeit handelte es um 78 Patienten, die zwischen 2011 und 2012 an einer chinesischen Universitätsklinik operiert worden sind. Bei der Mehrheit der Operationen handelte es sich um offene Lobektomien (n = 57, 73,1 %). Primärer Endpunkt dieser Arbeit war das Auftreten postoperativer Pneumonien. Zusätzlich wurden jedoch auch Sputumuntersuchungen zu verschiedenen Zeitpunkten (bei Aufnahme, postoperativ und bei Extubation) durchgeführt, um so die bakterielle Kolonisierung der Atemwege weiter zu analysieren. Die Rolle der Operationszeit ist allerdings nur in Bezug auf das Auftreten einer symptomatischen postoperativen Pneumonie untersucht worden, welche in 23,1 % (n = 18) der Fälle auftrat. Hier konnte gezeigt werden, dass vorangegangene Operationen mit einer Dauer > 3 h mit einem deutlich erhöhten Risiko für eine postoperative Pneumonie assoziiert waren (OR: 6,366, KI: 1,349 – 30,033, p = 0,019).

Keinen signifikanten Einfluss hatte die Operationszeit hingegen auf das Auftreten von Atelektasen nach Lobektomien (Stolz et al. 2008). Am Universitätsklinikum in Prag sind die Daten von 412 Patienten retrospektiv ausgewertet worden, die zwischen 2004 und 2007 lobektomiert worden sind. Insgesamt hatten 27 (6,6 %) Patienten postoperative Atelektasen entwickelt. In der Gruppe mit Atelektase betrug die durchschnittliche Operationsdauer 126 min (± 27), während sie in der Gruppe ohne postoperative Atelektase bei nur 117 min (± 35) lag. Dieser Zusammenhang war jedoch nicht signifikant (p > 0,05).

Von den fünf vorgestellten Arbeiten, in denen insgesamt n = 6.700 Patienten untersucht worden sind, bestand in vier Publikationen ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Rate an pulmonalen Komplikationen. Die folgende Tabelle gibt noch einmal eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeiten. Ein detaillierterer Überblick der Ergebnisse ist Tabelle 338 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 143: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Lungenresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Paul et al. 2015	Lungenresektion (n = 5.216)	ja
2. Ito et al. 2011	Lungenresektion (n = 651)	ja
3. Kim et al. 2016	Lungenresektion (n = 343)	ja
4. Mei et al. 2014	Lungenresektion (n = 78)	ja
5. Stolz et al. 2008	Lungenresektion (n = 412)	nein

4.7.2 Allgemeinchirurgie

Weitere sieben Arbeiten untersuchten die Beziehung der Operationszeit zu postoperativen pulmonalen Komplikationen bei allgemeinchirurgischen Eingriffen. Darunter widmeten sich vier Arbeitsgruppen Resektionen des Ösophagus.

4.7.2.1 Ösophaguschirurgie

Registeruntersuchung

Welche verschiedenen Risikofaktoren das Auftreten der drei häufigsten respiratorischen Komplikationen (Pneumonie, ungeplante Intubation und Beatmungspflichtigkeit > 48 h) nach Ösophagusresektion beeinflussten, ist in einer großen Registerarbeit aus dem Jahr 2014 untersucht worden (Molena et al. 2014). Die Datenbank des NSQIP-Registers ist im Rahmen dieser Untersuchung für die Jahre 2005 – 2012 nach elektiv durchgeführten Ösophagusresektionen bei Ösophaguskarzinom durchsucht worden. Von den insgesamt 2.945 Patienten entwickelten 687 (23,3 %) eine der oben genannten Komplikationen. Einen wichtigen Risikofaktor dafür stellte dabei eine verlängerte Operationszeit > 75. Perzentile dar (RR: 1,35, KI: 1,16 – 1,58, p < 0,001). Die 75. Perzentile lag dabei, je nach Operationstechnik, zwischen 351 min und 489 min (Details siehe Tabelle 339, Anhang).

Multi-Center-Studie

An sieben verschiedenen japanischen Universitätskliniken sind zwischen den Jahren 2011 und 2015 die Daten von 539 Ösophagusresektionen erhoben und retrospektiv ausgewertet worden (Soutome et al. 2017). Neben dem eigentlichen Ziel dieser Arbeit, zu untersuchen, ob perioperativ durchgeführte Mundhygienemaßnahmen das Risiko für eine postoperative Pneumonie verringern können, ist auch untersucht worden, welchen Einfluss die Operationszeit auf die Rate an postoperativen Pneumonien hatte. Es konnte gezeigt werden, dass die Operationsdauer durchaus einen Effekt auf die Pneumonierate hatte, welche in der untersuchten Kohorte bei 19,1 % (n = 103) lag. So hatte die Gruppe mit einer Pneumonie eine durchschnittliche Operationszeit von 645 min (± 140), während die durchschnittliche OP-Zeit in der Gruppe ohne Pneumonie bei nur 573 min (± 174) lag (p = 0,002). Dieser Zusammenhang blieb auch nach multivariater Auswertung signifikant, war dabei jedoch recht schwach (OR: 1,003, KI: 1,001 – 1,005, p = 0,000).

An zwei weiteren japanischen Kliniken sind im Jahr 1998 und in den Jahren 2002 und 2003 insgesamt 41 Patienten wegen eines Ösophaguskarzinoms operiert worden, von denen 27 dazu bereit waren, ihre Daten der hier vorgestellten Studie zur weiteren Analyse zur Verfügung zu stellen (Morita et al. 2008). Das primär untersuchte Outcome dieser Publikation war dabei das postoperative Auftreten eines ARDS, welches in der untersuchten Kohorte in elf Fällen auftrat. Die statistische Datenauswertung ergab schließlich, dass die Dauer einer Operation positiv mit dem postoperativen Auftreten eines ARDS korrelierte. So dauerten Eingriffe in der Gruppe mit ARDS im Durchschnitt 10,2 h (± 0,6), während die Eingriffsdauer der Patienten ohne ein ARDS lediglich 7,2 h (± 0,7) betrug (p = 0,047). Nach multivariater Auswertung blieb dieser Zusammenhang jedoch nicht signifikant (OP-Zeit > 10 h: OR: 9,00, KI: 0,79 – 103, p = 0,076).

Single-Center-Studie

In einer weiteren Arbeit ist primär untersucht worden, ob eine vorbestehende Sarkopenie einen Einfluss auf das postoperative Auftreten von respiratorischen Komplikationen nach Ösophagusresektion hatte (Ida et al. 2015). Um dies zu untersuchen, sammelten die Autoren dieser Arbeit im Zeitraum von 2009 – 2014 prospektiv die Daten von insgesamt 138 Patienten, die aufgrund eines Ösophaguskarzinoms an einer japanischen Klinik operiert worden sind. Als respiratorische Komplikation definierten sie dabei das Auftreten einer verlängerten postoperativen Beatmungspflichtigkeit > 48 h, einer erneuten Intubation, einer Pneumonie oder der Notwendigkeit einer Tracheotomie. Im Rahmen der statistischen Aus-

wertung ist zusätzlich auch untersucht worden, ob die Operationszeit einen Einfluss auf die postoperative respiratorische Komplikationsrate hatte. Nach multivariater Auswertung zeigte sich, dass Eingriffe > 511 min mit einem um mehr als das 3-fache erhöhten Risiko für eine solche respiratorische Komplikation assoziiert waren (OR: 3,15, KI: 1,07 – 11,0, p = 0,04).

Somit war eine erhöhte pulmonale Komplikationsrate in allen vier zitierten Arbeiten mit einer verlängerten Operationszeit assoziiert. Untersucht wurden dabei insgesamt n = 3.649 Eingriffe. Die folgende Tabelle gibt noch einmal eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeiten. Ein detaillierterer Überblick der Ergebnisse ist Tabelle 339 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 144: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Ösophagusresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Molena et al. 2014	Ösophagusresektion (n = 2.945)	ja
2. Soutome et al. 2017	Ösophagusresektion (n = 539)	ja
3. Morita et al. 2008	Ösophagusresektion (n = 27)	ja
4. Ida et al. 2015	Ösophagusresektion (n = 138)	ja

4.7.2.2 Kolorektale Chirurgie

Registeruntersuchung

Dass die Operationszeit auch einen Einfluss auf die postoperative Beatmungsdauer nach Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis zu haben scheint, konnten Gawlick und Nirula in ihrer Publikation aus dem Jahr 2012 zeigen (Gawlick und Nirula 2012). Neben einer verlängerten Beatmungspflichtigkeit > 48 h untersuchten die Autoren in ihrer Arbeit auch verschiedene weitere Endpunkte, auf die unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.1.2) sowie „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.1.1) eingegangen worden ist. In Hinblick auf pulmonale Komplikationen zeigte sich nach multivariater Auswertung der Daten, dass sich das Risiko eines Patienten, für einen postoperativen Zeitraum > 48 h

beatmet werden zu müssen, mit zunehmender OP-Zeit erhöhte (OR: 1,002, KI: 1,00 – 1,005, p < 0,05). Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei 136 min (± 64,9) in der Gruppe mit primärer Anastomose und protektivem Ileostoma (n = 340) und 131 min (± 56,5) in der Gruppe mit Hartmann-Operation (n = 1.678). Die Rate der Patienten mit verlängerter Beatmungsdauer lag in der Gruppe mit primärer Anastomose bei 11,8 % und erhöhte sich in der Gruppe mit Hartmann-Operation auf 13,9 %.

Single-Center-Studie

Auch für das Auftreten postoperativer Pneumonien nach kolorektalen Eingriffen zeigte sich in einer chinesischen Single-Center-Untersuchung ein signifikanter Einfluss der Operationsdauer (L. Liu et al. 2016). Im Rahmen ihrer Untersuchung werteten die Autoren dieser Arbeit die Daten von insgesamt 306 Patienten aus, die sich aufgrund eines Rektumkarzinoms zwischen den Jahren 2008 und 2010 einer laparoskopisch assistierten mesorektalen Exzision unterziehen mussten. Postoperative Pneumonien traten dabei mit einer Häufigkeit von 4,5 % auf. Als einen Risikofaktor hierfür identifizierten die Autoren unter anderem eine verlängerte Operationszeit > 210 min (HR: 1,05, KI: 1,001 – 1,101, p < 0,05).

Die folgende Tabelle gibt noch einmal eine kurze Zusammenfassung der vorgestellten Arbeiten, die beide einen negativen Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Rate pulmonaler Komplikationen ermittelt haben. Ein genauerer Überblick der Ergebnisse ist Tabelle 340 im Anhang zu entnehmen. Untersucht wurde hier ein Kollektiv von insgesamt n = 2.324 Patienten.

Tabelle 145: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis (n = 2.018)	ja
2. L. Liu et al. 2016	laparoskopische mesorektale Exzision (n = 306)	ja

4.7.2.3 Verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe

Welche verschiedenen Faktoren beeinflussen das Auftreten von postoperativen pulmonalen Komplikationen nach großen viszeralchirurgischen Eingriffen? Dieser Fragestellung widmeten sich Yang et al. in ihrer 2015 veröffentlichten Registeruntersuchung (Yang et al. 2015). In dieser Arbeit werteten die Autoren die Daten von 165.196 Eingriffen aus, die zwischen den Jahren 2005 und 2012 durchgeführt worden sind und in der Datenbank NSQIP abrufbar waren. Von den untersuchten Patienten entwickelten insgesamt 9.595 (5,8 %) postoperativ eine pulmonale Komplikation. Hierzu zählten Yang et al. das Auftreten einer Pneumonie (3,2 %), einer verlängerten Beatmungsdauer > 48 h (3,0 %) und die Notwendigkeit einer ungeplanten postoperativen Intubation (2,8 %). Bei den untersuchten Eingriffen handelte es sich um Kolonresektionen (n = 117.624), Pankreasresektionen (n = 16.455), Dünndarmresektionen (n = 12.754), Leberresektionen (n = 9.793), Magenresektionen (n = 6.009) und Ösophagusresektionen (n = 2.561), wobei letztgenannte mit der höchsten postoperativen Komplikationsrate einhergingen (25,6 %). Die abschließende statistische Datenauswertung zeigte schließlich, dass die Operationszeit einen bedeutenden Einfluss auf das Auftreten einer postoperativen pulmonalen Komplikation hatte. So erhöhte sich das Risiko dafür, eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln, bereits ab einer OP-Zeit von 169 – 248 min um 30 % (aOR: 1,3, KI: 1,2 – 1,4, p < 0,0001). Eine weitere Erhöhung dieses Risikos zeigte sich nach Eingriffen mit einer Dauer von > 248 min. Im Vergleich zu Eingriffen mit einer Dauer < 169 min waren diese Operationen sogar mit einem mehr als doppelt so hohen Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen assoziiert (aOR: 2,1, KI: 2,0 – 2,2, p < 0,0001). Zusätzlich untersuchten die Autoren den Einfluss der Operationszeit auch noch einmal speziell für jede der oben genannten Komplikationen separat. Auch hier zeigte sich für jede der Komplikationen eine signifikante Korrelation bereits ab einer OP-Dauer > 168 min (Details siehe Tabelle 341, Anhang).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellte Publikation gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 341 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 146: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Yang et al. 2015	verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 165.196)	ja

In allen sieben zitierten Publikationen, die sich auf die Beziehung der Operationszeit zur Rate an pulmonalen Komplikationen bei allgemeinchirurgischen Eingriffen bezogen, bestand ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der Rate pulmonaler Komplikationen.

4.7.3 Verschiedene Eingriffe

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate pulmonaler Komplikationen gefunden wurden, befanden sich zwei Arbeiten zu Eingriffen verschiedener Fachrichtungen.

Registeruntersuchungen

Um anhand eines großen Patientenkollektivs untersuchen zu können, welche Faktoren die Notwendigkeit einer ungeplanten postoperativen Intubation beeinflussten, fragten die Autoren der nun vorgestellten Arbeit die Datenbank des NSQIP-Registers für die Jahre 2005 – 2007 nach großen chirurgischen Eingriffen ab (Hua et al. 2012). Insgesamt erhielten die Autoren so die Daten von 231.548 Eingriffen. Zu diesen Eingriffen zählten alle Operationen, die unter Allgemein-, Spinal-, oder Epiduralanästhesie durchgeführt worden sind. Darüber hinaus wurden folgende Eingriffe auch unabhängig von der Art der Anästhesie mit einbezogen: Karotisendarteriektomien, Leistenhernienoperationen, Parathyreoidektomien, Thyreoidektomien, Lumpektomien und die endovaskuläre Versorgung von abdominellen Aortenaneurysmen. Angaben zur genaueren Verteilung dieser Eingriffe wurden jedoch nicht gemacht. Insgesamt mussten 5.028 (2,2 %) Patienten postoperativ ungeplant intubiert werden. Einen signifikanten Risikofaktor hierfür stellte eine verlängerte Operationszeit dar. Bereits ab einer Dauer von > 2 h erhöhte sich das Risiko, postoperativ intubiert werden zu müssen um das 1,5 – fache (aHR: 1,56, KI: 1,47 – 1,66, $p < 0,05$). Nach Eingriffen mit einer Dauer von > 5 beziehungsweise 6 Stunden erhöhte sich dieses Risiko dann jeweils noch einmal um den Faktor 1 (aHR: 2,52, KI: 2,22 – 2,85, $p < 0,05$; > 360 min: aHR: 3,57, KI: 3,23 – 3,95, $p < 0,05$).

In ihrer zuvor bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.8) sowie „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.7) umfassender vorgestellten Untersuchung, werteten Daley et al. zusätzlich auch aus, welchen Einfluss die Operationszeit auf die postoperative Pneumonierate hatte (Daley et al. 2015). So konnte gezeigt werden, dass jede weitere Stunde OP-Zeit mit einer Zunahme postoperativer Pneumonien um 10,5 / 1.000 Fälle

assoziiert war (p < 0,001). Die Autoren konnten außerdem zeigen, dass Patienten bereits vor Beginn der eigentlichen Operation einem erhöhten Risiko für pulmonale Komplikationen ausgesetzt waren (Risikoerhöhung bereits ab 0,75 h vor OP-Beginn).

Wie der folgenden Tabelle zu entnehmen ist, bestand also auch in den beiden sehr umfangreichen Publikationen (n = 336.180 Eingriffe), die sich auf Eingriffe verschiedener Fachrichtungen bezogen, ein positiver Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und dem Auftreten pulmonaler Komplikationen. Eine genauere Übersicht über die Ergebnisse ist Tabelle 342 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 147: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Eingriffe verschiedener Fachrichtungen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Hua et al. 2012	verschiedene (n = 231.548)	ja
2. Daley et al. 2015	allgemein- & gefäßchirurgische Eingriffe (n = 104.632)	ja

4.7.4 Plastische Chirurgie

Weitere zwei der Arbeiten, die sich auf den Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der Rate pulmonaler Komplikationen bezogen, widmeten sich Eingriffen aus dem Gebiet der plastischen Chirurgie.

4.7.4.1 Freie Lappenübertragung

Einen besonders starken Einfluss auf die postoperative Rate pulmonaler Komplikationen hatte die Operationszeit nach großen rekonstruktiven Eingriffen (Offodile et al. 2017). So bestand nach Eingriffen mit einer Dauer > 6 h ein mehr als 3-fach erhöhtes Risiko dafür, postoperativ eine Pneumonie zu entwickeln (OR: 3,87, KI: 1,52 – 9,87, p = 0,005). Operationen mit einer Dauer < 6 h galten dabei als Referenz. Nach über 12-stündigen OPs erhöhte sich dieses Risiko dann sogar noch einmal um mehr als das Doppelte (OR: 9,38, KI: 3,48 – 25,29, p < 0,001). In dieser umfangreichen Registerarbeit, deren Ergebnisse beispielsweise bezüglich Lokal- und Wundkomplikationen bereits im entsprechenden

Kapitel behandelt worden sind (siehe 4.1.6.1), widmeten sich die Autoren auch noch einer weiteren pulmonalen Komplikation, nämlich einer verlängerten postoperativen Beatmungsdauer > 48 h. Das Auftreten dieser Komplikation ist sogar noch etwas stärker von der Operationszeit beeinflusst worden als die Inzidenz postoperativer Pneumonien. Nach operativen Eingriffen mit einer Dauer > 6 h erhöhte sich das Risiko für eine verlängerte Beatmungspflichtigkeit nämlich um das 4-fache (OR: 4,08, KI: 1,74 – 9,58, p = 0,001), nach > 12 h Operationszeit sogar um mehr als das 9-fache (OR: 9,53, KI: 3,84 – 23,6, p < 0,001).

4.7.4.2 Bauchdeckenplastik

In einer anderen Arbeit, in der sich die Autoren auf plastische Eingriffe bezogen, sind anhand der Daten von 1.706 Patienten Risikofaktoren für eine postoperativ auftretende respiratorische Insuffizienz ermittelt worden (Fischer et al. 2013). Bei den untersuchten Eingriffen handelte es sich um Bauchdeckenplastiken, zu denen auch komplexe Hernien-Operationen zählten, die für die Jahre 2005 – 2010 in der Datenbank des NSQIP-Registers abrufbar waren. Eine respiratorische Insuffizienz definierten die Autoren dabei als eine ungeplante postoperative Intubation oder eine verlängerte Beatmungsdauer > 48 h. In der gesamten Kohorte entwickelten insgesamt 6,1 % (n = 102) der Patienten eine der beiden genannten Komplikationen. Einen der Hauptrisikofaktoren hierfür stellte eine verlängerte Operationszeit > 240 min dar (OR: 3,002, KI: nicht angegeben, p < 0,001).

Einen erneuten Überblick über die vorgestellten Publikationen gibt die folgende Tabelle. Eine umfangreichere Übersicht der Ergebnisse ist Tabelle 343 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 148: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / plastische Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Offodile et al. 2017	freie Lappenübertragung (n = 2.008)	ja
2. Fischer et al. 2013	Abdominoplastik (n = 1.706)	ja

4.7.5 Bariatrische Chirurgie

Unter den zur Operationszeit und pulmonalen Komplikationen gefundenen Arbeiten befanden sich auch zwei Publikationen zu bariatrischen Eingriffen. Dabei handelte es sich um eine Registeruntersuchung und eine Single-Center-Studie.

Registeruntersuchung

Einen wichtigen Risikofaktor für postoperativ auftretende pulmonale Komplikationen stellte die Operationszeit auch in einer sehr großen Registerarbeit dar, in der die Autoren die Daten von 32.889 großen bariatrischen Eingriffen retrospektiv auswerteten (Gupta et al. 2012a). Auch in dieser Publikation sind NSQIP-Daten analysiert worden, in dieser Arbeit fragten die Autoren das Register für die Jahre 2006 – 2008 ab. Die beiden Endpunkte dieser Untersuchung waren das postoperative Auftreten einer Pneumonie (n = 187) sowie einer respiratorischen Insuffizienz (n = 204), welche als die Notwendigkeit einer Reintubation oder einer verlängerten Beatmungsdauer < 48 h definiert war. Die Inzidenz dieser Komplikationen lag in der untersuchten Kohorte bei jeweils 0,6 % (n = 187; n = 204). Die Verteilung der verschiedenen Eingriffe setzte sich wie folgt zusammen: laparoskopische Anlage eines Magenbypasses (57 %), laparoskopische Anlage eines Magenbandes (29 %), offen chirurgische Anlage eines Magenbypasses (10 %), vertikale Gastroplastik (1 %), andere Gastroplastik (2 %), biliopankreatische Diversion mit Duodenal-Switch (1 %). Nach abgeschlossener Auswertung konnte gezeigt werden, dass die Operationszeit positiv mit dem Auftreten postoperativer Pneumonien korrelierte (mittlere OP-Zeit der Gruppe mit Pneumonie: 140 min versus 108 min in der Gruppe ohne Pneumonie, $p < 0,0001$). Auch für das Entwickeln einer postoperativen respiratorischen Insuffizienz zeigte sich ein ähnliches Bild (154,5 min versus 108 min, $p < 0,0001$).

Single-Center-Studie

Am Universitätsklinikum in Helsinki sind zwischen 2008 und 2011 insgesamt 400 adipöse Patienten operiert und ihre Daten später retrospektiv ausgewertet worden (Javanainen et al. 2017). Von diesen Patienten, die sich entweder einer Magenbypass-Operation oder einer Sleeve-Gastrektomie unterzogen hatten, entwickelten n = 48 (12 %) postoperativ eine Pneumonie. Den stärksten Risikofaktor hierfür stellte eine verlängerte Operationszeit > 88 min dar. So hatten Patienten mit einem entsprechend verlängerten Eingriff ein mehr als 3-fach erhöhtes Risiko dafür, postoperativ eine Pneumonie zu entwickeln (OR: 3,65, KI: 2,02 – 6,59, $p < 0,001$).

In beiden zu bariatrischen Eingriffen zitierten Publikationen beeinflusste eine lange Operationszeit die Rate an pulmonalen Komplikationen negativ. Insgesamt wurden n = 33.289 Operationen ausgewertet. Eine kurze Zusammenfassung der Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Übersicht über die Ergebnisse ist Tabelle 344 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 149: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / bariatrische Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2012a	verschiedene bariatrische Eingriffe (n = 32.889)	ja
2. Javanainen et al. 2017	verschiedene bariatrische Eingriffe (n = 400)	ja

4.7.6 Orthopädie & Unfallchirurgie

Von den zwei Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate pulmonaler Komplikationen gefunden wurden und sich auf Eingriffe aus dem Feld der Orthopädie und Unfallchirurgie bezogen, beschäftigen sich beide Studien mit Operationen der Wirbelsäule. Dabei handelte es sich um eine in dieser Arbeit bereits vielfach zitierte Registeruntersuchung und eine Single-Center-Studie.

4.7.6.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchung

In Hinblick auf pulmonale Komplikationen nach orthopädischen beziehungsweise unfallchirurgischen Eingriffen soll an dieser Stelle mit der bereits vielfach zitierten Arbeit von Phan et al. (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)) begonnen werden (Phan et al. 2017). In dieser umfangreichen Registerarbeit ist nämlich zusätzlich zu vielen weiteren Komplikationen auch untersucht worden, ob eine verlängerte Operationszeit einen Einfluss auf die Inzidenz postoperativer pulmonaler Komplikationen hatte. Unter

pulmonalen Komplikationen verstanden Phan et al. das Auftreten einer Pneumonie, einer verlängerten Beatmungspflichtigkeit > 48 h oder einer ungeplanten Reintubation. Es zeigte sich, dass die Rate an pulmonalen Komplikationen mit zunehmender Operationszeit deutlich anstieg. So entwickelten insgesamt 5,8 % der Patienten mit einer besonders langen Eingriffsdauer (4. Quartil) postoperativ eine pulmonale Komplikation, während lediglich 1,1 % der Patienten mit einer kurzen OP-Zeit (1. Quartil) ebenfalls eine solche Komplikation erlitten ($p < 0,001$). Dieses Bild verdeutlichte sich noch einmal nach multivariater Datenanalyse. Diese zeigte nämlich, dass Eingriffe mit einer Dauer > 235 min im Vergleich zu kürzeren Eingriffen < 154 min bereits mit einem knapp doppelt hohen Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen einhergingen (OR: 1,91, KI: 1,03 – 3,55, $p = 0,04$). Nach längeren Eingriffen mit einer Dauer > 346 min erhöhte sich dieses Risiko dann noch einmal deutlich (OR: 2,85, KI: 1,53 – 5,32, $p = 0,001$). Operationen mit einer Dauer zwischen 154 und 234 min schienen die postoperative Rate pulmonaler Komplikationen hingegen nicht zu beeinflussen (Details siehe Tabelle 345, Anhang).

Single-Center-Studie

Die Häufigkeit, mit der postoperative pulmonale Komplikationen auftreten und wodurch ihre Inzidenz beeinflusst wird, ist an einer Pekinger Klinik speziell für pulmonal vorerkrankte (forcierte Vitalkapazität < 65 %) Skoliose-Patienten untersucht worden (Liang et al. 2010). Alle Operationen (Spondylodesen) der mit 88 Patienten recht kleinen Kohorte sind zwischen den Jahren 2002 und 2006 durchgeführt worden. Als pulmonale Komplikation werteten die Autoren das postoperative Auftreten einer Atelektase, von Infiltraten, eines Pneumo- oder Hämatothorax, einer Pneumonie, eines Pleuraergusses, einer Hypoxämie (Sauerstoffsättigung < 90 % über 8 h) oder einer verlängerten Beatmungsdauer über den Aufenthalt im Aufwachraum hinaus. Diese Komplikationen traten bei insgesamt 16 Patienten auf, was einer Rate von 18,2 % entsprach. Es zeigte sich allerdings, dass die Operationszeit in der untersuchten Kohorte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Rate an postoperativen pulmonalen Komplikationen hatte (376,8 min (± 125,6) in der Gruppe mit Komplikation versus 350,4 min (± 97,8) in der Gruppe ohne Komplikation, $p = 0,357$).

Damit zeigte sich in den Arbeiten zu pulmonalen Komplikationen und ihrer Beziehung zur Operationszeit bei Spondylodesen ein uneinheitliches Bild. So konnten Phan et al. in ihrer Arbeit bereits ab einer Eingriffsdauer von etwa 4 h einen Zusammenhang nachweisen. Das Ergebnis in der deutlich kleineren Arbeit (n = 88 Patienten) von Liang et al. war hingegen nicht so eindeutig. Hier zeigte sich zwar ab einer OP-Zeit von etwa 6 h ein numerischer

Zusammenhang, jedoch war dieser statistisch nicht signifikant. Einen kurzen Überblick über die beiden Arbeiten gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 345 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 150: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Phan et al. 2017	Spondylodese (n = 5.338)	ja
2. Liang et al. 2010	Spondylodese (n = 88)	nein

4.7.7 Gefäßchirurgie

Unter den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationszeit zur Rate pulmonaler Komplikationen gefunden wurden, befanden sich zwei Untersuchungen zu gefäßchirurgischen Operationen. Beide waren Registeruntersuchungen.

Registeruntersuchungen

David et al. untersuchten in ihrer umfangreichen Registerarbeit, deren Ergebnisse im vorherigen Kapitel bereits größtenteils vorgestellt worden sind (siehe 4.6.5), auch, welchen Einfluss die Operationszeit auf den Zeitpunkt der postoperativen Extubation und die postoperative Rate an pulmonalen Komplikationen nach suprainguinalen Bypassoperationen und offen versorgten abdominellen Aortenaneurysmen hatte (David et al. 2017). Nach multivariater Auswertung der vorliegenden Daten konnte gezeigt werden, dass eine verlängerte Operationszeit in der untersuchten Kohorte einen starken Risikofaktor für pulmonale Komplikationen darstellte. Definiert waren diese als das Auftreten einer postoperativen Pneumonie oder einer Reintubation. Ein signifikanter Anstieg des Risikos wurde dabei bereits ab einer Eingriffsdauer > 2:45 h beobachtet (2:45 h – 3:44 h: OR: 1,78, KI: 1,27 – 2,49, p = 0,001; 3:45 h – 4:59 h: OR: 2,14, KI: 1,52 – 3,02, p < 0,001; > 5 h: OR: 2,03, KI: 1,41 – 2,92, p < 0,001). Ein ähnliches Bild zeigte sich in Bezug auf den postoperativen Extubationszeitpunkt. Hier verringerte sich mit zunehmender Operationszeit die Wahrscheinlichkeit für eine Extubation noch im OP-Saal deutlich (2:45 h – 3:44 h: OR: 0,77,

KI: 0,62 – 0,96, p = 0,02; 3:45 h – 4:59 h: OR: 0,54, KI: 0,43 – 0,68, p < 0,001; > 5 h: OR: 0,24, KI: 0,19 – 0,31, p < 0,001).

Aziz et al. untersuchten in ihrer Arbeit, die ausführlicher bereits unter „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.3.1) vorgestellt worden ist, anhand der Daten von n = 10.423 Patienten auch, welchen Einfluss die Operationszeit auf pulmonale Komplikationen nach Karotisendarteriektomien hatte (Aziz et al. 2016a). Hier zeigte sich für beide Endpunkte, das Auftreten postoperativer Pneumonien sowie eine verlängerte Beatmungsdauer > 48 h, ein deutlicher Einfluss einer verlängerten Operationszeit > 140 min (> 75. Perzentile: OR: 1,88, KI: 1,28 – 2,75, p = 0,001 (Pneumonien); OR: 3,13, KI: 2,09 – 4,69, p < 0,001 (Beatmungsdauer > 48 h).

Einen kurzen Überblick über die vorgestellten Arbeiten, in denen ebenfalls eine positive Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten pulmonaler post-operativer Komplikationen bestand, gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 346 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 151: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Gefäßchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. David et al. 2017	suprainguinaler Bypass / oAAA (n = 7.171)	ja
2. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	ja

4.7.8 Kinderchirurgie

Das primäre Ziel dieser Publikation war es, anhand der Daten von 87.920 kinder-chirurgischen Eingriffen (NSQIP 2012 – 2013) zu untersuchen, mit welcher Häufigkeit ungeplante postoperative Intubationen durchgeführt und wodurch sie begünstigt wurden (Cheon et al. 2016). Notwendig wurde eine Intubation bei 540 (0,2 %) Patienten innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Hiervon wurden 33 % (n = 178) sogar innerhalb der ersten 72 h intubiert. Einen wichtigen Risikofaktor hierfür stellte unter anderem eine

verlängerte Operationszeit dar (OR: 1,27, KI: 1,15 – 1,41, p < 0,0001). Genauere Angaben zur Verteilung der Eingriffe wurden nicht gemacht.

Einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 347 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 152: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Kinderchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Cheon et al. 2016	kinderchirurgische Eingriffe (n = 87.920)	ja

4.7.9 Neurochirurgie

Auch nach verschiedenen neurochirurgischen Eingriffen, deren genaue Verteilung auch in dieser Arbeit nicht angegeben wurde, spielte die Operationszeit eine wichtige Rolle bei der Vorhersage postoperativer pulmonaler Komplikationen (Shalev und Kamel 2015). In dieser Registeruntersuchung (NSQIP 2005 – 2010) werteten die Autoren die Daten von 17.483 Eingriffen hinsichtlich der postoperativen Rate an Reintubationen und ihren Risikofaktoren retrospektiv aus. Patienten, deren Eingriffe > 3 h dauerten hatten dabei ein beinahe drei Mal so hohes Risiko für eine postoperative Reintubation innerhalb er der ersten 48 h nach OP als Patienten mit kürzeren Eingriffen (OR: 2,9, KI: 1,8 – 4,8, p < 0,001). Die Inzidenz, mit der Reintubationen in der untersuchten Kohorte auftraten, betrug 0,42 % (n = 74). Zusätzlich hierzu untersuchten die Autoren diese Zusammenhänge auch noch einmal ausschließlich für die kranial operierten Patienten dieser Kohorte (n = 4.325). Die Rate an Reintubationen lag hier mit 1,0 % etwas über jener des gesamten Kollektivs. Auch der Einfluss der Operationszeit war hier mit einem OR von 3,6 etwas größer als in der gesamten Kohorte (OR: 3,6, KI: 1,8 – 7,2, p < 0,001).

Einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit, in der ein Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der Notwendigkeit einer ungeplanten postoperativen Reintubation bestand, gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 348 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 153: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Neurochirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Shalev und Kamel 2015	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 17.483)	ja

4.7.10 HNO

Im Rahmen einer chinesischen Single-Center-Untersuchung beschäftigten sich die Autoren damit, welche verschiedenen Faktoren das Auftreten einer postoperativen Pneumonie nach chirurgischer Versorgung von Mundhöhlen- und Oropharynxkarzinomen beeinflussten (Xu et al. 2017). Von 331 Patienten, die zwischen 2014 und 2016 operiert worden waren, entwickelten 15 (4,5 %) postoperativ eine Pneumonie. Einer der anhand der multivariaten Datenauswertung identifizierten Risikofaktoren war dabei eine verlängerte Operationszeit (OR: 1,30, KI: 1,06 – 1,60, p = 0,014; univariate Analyse: durchschnittliche OP-Zeit in der Gruppe mit Pneumonie 7 h (± 2,7) versus 4,6 h (± 3,6) in der Gruppe ohne Pneumonie, p < 0,001).

Einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 349 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 154: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Mundhöhlen- und Oropharynxkarzinom

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Xu et al. 2017	Resektion Mundhöhlen- / Oropharynxkarzinom (n = 331)	ja

4.7.11 Neuroradiologie

Einen schwachen, aber dennoch signifikanten Einfluss hatte die Operationszeit auch auf die postoperative Pneumonierate nach endovaskulärer Versorgung von akuten ischämischen Schlaganfällen (R. Liu et al. 2016). Von den 102 an einer chinesischen Universitätsklinik zwischen 2010 und 2014 prospektiv erfassten Eingriffen entwickelten 21,6 % (n = 22) der Patienten eine Schlaganfall-assoziierte Pneumonie. Die dabei vorhandene Korrelation zwischen einer verlängerten Operationsdauer und dem Auftreten einer postoperativen Pneumonie (149,5 min (137,75 – 159,50) versus 123 min (103,50 – 143), p < 0,0001) blieb auch nach adjustierter statistischer Analyse noch signifikant (aOR: 1,04, KI: 1,009 – 1,071, p = 0,011).

Einen kurzen Überblick über die vorgestellte Arbeit gibt die folgende Tabelle. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 350 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 155: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Neuroradiologie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. R. Liu et al. 2016	endovaskuläre Thrombolyse bei ischämischem Schlaganfall (n = 102)	ja

4.7.12 Fazit

Insgesamt konnte in 24 der 26 vorgestellten Publikationen ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und einer erhöhten Rate postoperativer pulmonaler Komplikationen gezeigt werden. Gleich mehrere Arbeiten mit einem positiven Ergebnis bezogen sich dabei auf Ösophagusresektionen und Lungenresektionen. In zwei Arbeiten, einer kleinen Single-Center-Studie, die Wirbelsäuleneingriffe untersuchte, und einer Arbeit zu thoraxchirurgsichen Eingriffen bestand hingegen kein Zusammenhang.

4.8 Operationszeit und postoperative Mortalität

In der Mehrheit der Publikationen, in denen der Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der Mortalitätsrate innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage untersucht worden ist, wurde die Mortalität häufig zusätzlich als sekundärer Endpunkt untersucht. Daher ist ein Großteil der im Folgenden vorgestellten Arbeiten bereits in anderen Kapiteln ausführlicher dargestellt worden. Insgesamt befassten sich 20 der 260 (7,7 %) gefundenen Arbeiten mit der Mortalitätsrate und ihrer Beziehung zur Operationszeit. Der größte Teil dieser Arbeiten bezog sich auf allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 8).

4.8.1 Allgemeinchirurgie

Von den insgesamt acht Arbeiten, die sich mit der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Mortalität bei allgemeinchirurgischen Operationen beschäftigten, widmeten sich drei Arbeitsgruppen kolorektalen Eingriffen und zwei weitere Pankreasresektionen. Bei allen Publikationen handelte es sich dabei um Registerarbeiten.

4.8.1.1 Kolorektale Chirurgie

Registeruntersuchungen

Im Gegensatz zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen (siehe 4.2.2.1) schien eine verkürzte Operationszeit in Bezug auf die postoperative Sterblichkeitsrate (15,8 %) in der Arbeit von Becher et al. keinen statistisch signifikanten protektiven Faktor darzustellen (Ergebnisse hierzu siehe Tabelle 351, Anhang). Eine verlängerte Operationszeit schien somit also auch kein Risikofaktor dafür zu sein, nach einer notfallmäßig durchgeführten Kolektomie innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage zu versterben (Becher et al. 2012).

Ebenso wenig zeigte sich eine Korrelation zwischen einer verlängerten Operationszeit (durchschnittliche OP-Zeit: Hartmann: 131 min (± 56,5); primäre Anastomose: 136 min (± 64,9)) und der postoperativen Mortalitätsrate in einer weiteren, zuvor schon zitierten Registerarbeit (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.1.2)), die im Jahr 2012 von Gawlick und Nirula veröffentlicht worden ist (Gawlick und Nirula 2012). Primär ging es den Autoren in ihrer Arbeit darum, die Ergebnisse nach Anlage eines protektiven Ileostomas mit denen der klassischen Operation nach Hartmann bei Patienten mit

perforierter Sigmadivertikulitis zu vergleichen. Dabei ermittelten sie auch allgemeine Risikofaktoren für das Auftreten der von ihnen untersuchten Komplikationen. Hier zeigte sich allerdings, dass verlängerte Eingriffe keinen Einfluss auf die postoperative Sterblichkeitsrate in der untersuchten Kohorte hatten (OR: 1,00, KI: 0,99 – 1,00, $p < 0,05$).

Auch in der beispielsweise bereits unter „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.1.1) vorgestellten Arbeit von Bailey et al. zeigte sich keine positive Korrelation zwischen verlängerten Hemikolektomien > 3 h und einer erhöhten postoperativen Mortalitätsrate (OR: 0,84, KI: 0,30 – 2,30, $p > 0,05$). Genauere Angaben zur Studie sind zudem auch unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.2.1) nachzulesen (Bailey et al. 2014).

Es bestand somit in keiner der drei dargestellten Arbeiten ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Mortalitätsrate nach kolorektalen Eingriffen. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 351 im Anhang zu entnehmen. Insgesamt wurden n = 9.596 Eingriffe untersucht.

Tabelle 156: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Becher et al. 2012	notfallmäßige Kolektomie (n = 3.305)	nein
2. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis (n = 2.018)	nein
3. Bailey et al. 2014	Hemikolektomie rechts (n = 4.273)	nein

4.8.1.2 Pankreasresektion

Registeruntersuchungen

In ihrer 2014 veröffentlichten Publikation, auf die unter „venöse Thromboembolien“ (siehe 4.5.1.5) bereits detaillierter eingegangen worden ist, untersuchten Tzeng et al. auch, ob die postoperative Mortalitätsrate nach Pankreasresektionen von einer verlängerten Opera-

tionszeit > 360 min beeinflusst wurde (Tzeng et al. 2014b). Hierzu konnte nach univariater Auswertung gezeigt werden, dass 51,3 % der postoperativ verstorbenen Patienten eine Operationsdauer von > 360 min aufwiesen, während dies lediglich auf 36,4 % der überlebenden Patienten zutraf ($p < 0,001$). Eine verlängerte Eingriffsdauer schien also mit der Höhe der postoperativen Mortalitätsrate assoziiert gewesen zu sein. Ob eine multivariate Analyse nicht signifikant war oder nicht durchgeführt wurde, erklärten die Autoren nicht.

In der zuvor bereits unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.2.2) vorgestellten Publikation, die im Jahr 2010 von Ball et al. vorgelegt wurde, ist zusätzlich zur postoperativen Morbidität auch analysiert worden, ob in der untersuchten Kohorte ein Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Mortalitätsrate bestand (Ball et al. 2010). Ähnlich wie in Bezug auf die Operationszeit und die postoperative Morbiditätsrate, bestand auch zwischen der OP-Zeit und der Mortalitätsrate ein signifikanter linearer Zusammenhang, mit einem nur geringfügig niedrigeren Korrelationskoeffizienten ($r = 0,65$, $p < 0,01$). Im gesamten Kollektiv betrug die 30-Tage Mortalitätsrate dabei 3,0 % (n = 145). Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei 5 – 6 h.

In beiden Publikationen, in denen insgesamt n = 18.588 Eingriffe ausgewertet wurden, gingen Operationen mit einer Dauer > 6 h mit einer erhöhten postoperativen Mortalitätsrate einher. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 352 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 157: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Pankreasresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	ja
2. Ball et al. 2010	Pankreatikoduodenektomie (n = 4.817)	ja

4.8.1.3 Verschiedene allgemeinchirurgische Tumoroperationen

Auch Bellini et al. bezogen sich in ihrer zuvor bereits unter „venöse Thromboembolien“ (siehe 4.5.1.2) vorgestellten Arbeit auf die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Mortalitätsrate (Bellini et al. 2016). In ihrer Untersuchung gingen Eingriffe ab

einer Dauer > 248 min mit einem erhöhten Risiko dafür einher, postoperativ zu versterben (aOR: 1,5, KI: 2,0 – 3,0, p < 0,001). Dabei galten Eingriffe < 169 min als Referenzwert. Für Operationen mit einer Dauer von 169 – 248 min wurde kein signifikantes Ergebnis ermittelt (aOR: 1,1, KI: 0,9 – 1,3, p = 0,238).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 353 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 158: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / allgemeinchirurgische Tumoroperationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Bellini et al. 2016	laparoskopische Tumor-Operationen des Gastrointestinal-Traktes (n = 79.300)	ja

4.8.1.4 Leberresektion

Für 7.621 Patienten untersuchten Tzeng et al. postoperative Morbiditäts- und Mortalitätsraten (siehe „schwere Komplikationen“ (4.4.1.6)) und ihre Beziehung zur Operationszeit nach Leberresektionen, die zwischen 2005 und 2010 durchgeführt worden waren (Tzeng et al. 2014a). Die postoperative Sterblichkeitsrate lag in der untersuchten Kohorte bei 2,0 % und wies eine starke Assoziation zur Operationszeit auf. So gingen Eingriffe mit einer Dauer > 240 min nämlich mit einer Risikoerhöhung um das 4-fache einher, innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage zu versterben (OR: 4,02, KI: 1,60 – 10,06, p = 0,008).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 354 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 159: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Leberresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2014a	Leberteilresektion (n = 7.621)	ja

4.8.1.5 Magenchirurgie

In der Arbeit von Vural et al., auf die in dieser Dissertation bereits mehrmalig Bezug genommen wurde (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.1.4)), analysierten die Autoren auch, ob im untersuchten Patientenkollektiv eine Korrelation zwischen der Operationszeit und der postoperativen Mortalitätsrate bestand (Vural et al. 2013). Insgesamt verstarben 19 der 160 untersuchten Patienten innerhalb der ersten 30 Tage nach OP. Dabei zeigte sich allerdings keine signifikante Assoziation zu einer Operationszeit > 180 min in der multivariaten Analyse (OR: 2,841, KI: nicht angegeben, p = 0,098).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 355 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 160: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Gastrektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	nein

In vier der insgesamt acht zu allgemeinchirurgischen Eingriffen vorgestellten Arbeiten bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und einer erhöhten postoperativen Mortalitätsrate. Diese Arbeiten bezogen sich dabei auf Leberteilresektionen, Pankreasresektionen und verschiedene Eingriffe. Kein Zusammenhang bestand hingegen in allen drei zu kolorektalen Eingriffen dargestellten Arbeiten und der zu Gastrektomien zitierten Publikation.

4.8.2 Gefäßchirurgie

Unter den anhand der Literaturrecherche zur Operationszeit und der postoperativen Mortalität identifizierten Arbeiten befanden sich sieben Publikationen zu gefäßchirurgischen Operationen.

4.8.2.1 Offen versorgte Aortenaneurysmen

Registeruntersuchungen

Wie unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ schon erwähnt (siehe 4.2.4.2), soll an dieser Stelle das Ergebnis bezüglich des in der Arbeit von Gupta et al. primär untersuchten Outcomes, nämlich der postoperativen Mortalitätsrate, vorgestellt werden (Gupta et al. 2012b). Ähnlich wie in Bezug auf die Morbiditätsrate, zeigte sich auch für die postoperative Sterblichkeitsrate, die in diesem Fall 4,5 % (n = 27) betrug, ein schwacher, aber signifikanter Einfluss einer verlängerten Narkosedauer (aOR: 1,004, KI: 1,001 – 1,007, $p < 0,05$). Dabei dauerten die Narkosen in der Gruppe der Überlebenden im Mittel 352 min (270 – 424), während Verstorbene eine mittlere Anästhesiedauer von 417 min (313 – 354) aufwiesen ($p = 0,003$).

Unter den gefundenen Arbeiten befand sich auch eine Publikation zu thorakoabdominellen Aortenaneurysmen, die offen chirurgisch versorgt worden sind (Dayama et al. 2016). Auch für diese Arbeit ist die Datenbank des NSQIP-Registers abgefragt worden, in diesem Fall für die Jahre 2005 – 2010. Von den so identifizierten 682 Patienten verstarben 10 % innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Hierbei die stellte eine verlängerte Operationszeit (durchschnittlich: 359,24 min (± 148,63)) einen ähnlich schwachen, jedoch signifikanten Risikofaktor wie in der vorangegangenen Publikation dar (aOR: 1,004, KI: 1,01 – 1,02, $p < 0,05$; 424,97 min (± 173,42 versus 351,96 min (± 143,93), $p = 0,001$).

Multi-Center-Studie

Bei den n = 72 von Keschenau et al. untersuchten Eingriffen handelte es sich um die Versorgung von n = 65 bindegewebserkrankten Patienten mit besonders komplexen thorakalen und thorakoabdominellen Aortenaneurysmen, deren Operationen zwischen den Jahren 2000 und 2016 am Universitätsklinikum in Aachen beziehungsweise Maastricht durchgeführt worden waren (Keschenau et al. 2018). Die Mehrheit der Eingriffe ist dabei elektiv

(n = 64) durchgeführt worden, in acht weiteren Fällen handelte es sich allerdings um Notfall-OPs. Über die gesamte Kohorte hinweg verstarb postoperativ dennoch jeder vierte Patient (n = 16). Einen Risikofaktor hierfür stellte nach multivariater Datenauswertung unter anderem eine verlängerte Operationsdauer > 7 h dar (OR: 1,016, KI: 1,004 – 1,029, p = 0,006).

In jeder der drei vorgestellten Publikationen bestand somit ein Einfluss von verlängerten Operationen auf die postoperative Mortalitätsrate nach offen versorgten Aortenaneurysmen. Die folgende Tabelle fasst diese Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 356 im Anhang zu entnehmen. Insgesamt sind die Daten von n = 1.352 Patienten ausgewertet worden.

Tabelle 161: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / offen versorgte Aortenaneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gupta et al. 2012b	offen versorgte paraviszerale Aortenaneurysmen (n = 598)	ja
2. Dayama et al. 2016	offen versorgte thorakoabdominelle Aortenaneurysmen (n = 682)	ja
3. Keschenau et al. 2018	offen versorgte thorakoabdominelle Aortenaneurysmen (n = 72)	ja

4.8.2.2 Karotisendarteriektomie

In der zuvor bereits mehrmalig zitierten Publikation von Aziz et al. (siehe zum Beispiel „schwere Komplikationen“ (4.4.3.1)) analysierten die Autoren auch den Einfluss einer verlängerten Operationszeit auf die postoperative Mortalitätsrate, die in der untersuchten Kohorte (n = 10.423) bei 0,9 % lag (Aziz et al. 2016a). Hierzu zeigte sich, dass Operationen mit einer Dauer > 140 min (> 75. Perzentile) mit einem etwa 1,7-fach erhöhten Risiko dafür einhergingen, postoperativ zu versterben (OR: 1,72, KI: 1,12 – 2,62, p = 0,013).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 357 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 162: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / CEA

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	ja

4.8.2.3 Endovaskuläre Aorteneingriffe

Ein deutlicher Anstieg der postoperativen Mortalitätsrate nach verlängerten Operationen (durchschnittlich: 165,7 min (± 103,1) ohne Überstenten der A. subclavia sinistra; 173,6 min (± 100,8) mit Überstenten) zeigte sich hingegen nach endovaskulärer Versorgung thorakaler Aortenaneurysmen (TEVAR) in einer 2011 publizierten Registerarbeit (Chung et al. 2011). So erhöhte sich nämlich das Risiko, postoperativ zu versterben, mit verlängerter Operationszeit um das knapp 1,7-fache (OR: 1,67, KI: 1,28 – 2,18, p = 0,0002). Auch in dieser Arbeit werteten die Autoren NSQIP-Daten (2005 – 2008) aus. Von den insgesamt 845 Patienten verstarben 56 (7,0 %) innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 358 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 163: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / TEVAR

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Chung et al. 2011	TEVAR (n = 845)	ja

4.8.2.4 Infrainguinale Bypassoperationen

Zusätzlich zu schweren postoperativen Komplikationen, auf deren Beziehung zur Operationszeit zuvor unter 4.4.3.3 eingegangen worden ist, untersuchten LaMuraglia et al. in ihrer Arbeit auch, wie sich verlängerte Eingriffe auf die postoperative Mortalitätsrate auswirkten

(LaMuraglia et al. 2009). Diese lag in der untersuchten Kohorte bei 2,4 % (n = 65). Allerdings bestand dabei keine statistisch signifikante Korrelation zu einer verlängerten vorangegangenen Operation (p = 0,079). So hatten verstorbene Patienten eine durchschnittliche Operationszeit von 259,6 min (± 117,1), während die durchschnittliche Operationsdauer unter den Überlebenden bei 236,5 min (± 217,0) lag.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 359 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 164: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Revaskularisierung

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. LaMuraglia et al. 2009	infrainguinaler Bypass (n = 2.404)	nein

4.8.2.5 Amputation bei paVK

In einer weiteren, der letzten in Bezug auf die Gefäßchirurgie vorgestellten Arbeit, untersuchten die Autoren die postoperative Wundkomplikations- und Mortalitätsrate nach Amputationen der unteren Extremität, die aufgrund einer vorbestehenden paVK vorgenommen werden mussten (Hasanadka et al. 2011). Von insgesamt 4.250 Eingriffen, die nach einer NSQIP-Abfrage für 2005 – 2008 identifiziert worden sind, handelte es sich in 1.941 Fällen um Amputationen oberhalb und in 2.309 Fällen um Amputationen unterhalb des Kniegelenks. Der Einfluss der Operationszeit ist dabei ausschließlich auf die postoperative Sterblichkeitsrate nach Amputationen unterhalb des Kniegelenks untersucht worden, die in der untersuchten Kohorte bei 7,6 % lag. Dabei stellte sich heraus, dass eine verlängerte Operationszeit, die durchschnittlich 69,4 min (± 32,4) betrug, keinen Risikofaktor dafür darstellte, postoperativ zu versterben (OR: 0,993, KI: 0,987 – 1,0, p = 0,0352).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 360 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 165: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Amputation bei paVK

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Hasanadka et al. 2011	Amputation bei paVK (n = 2.309)	nein

Eine Korrelation zwischen der Länge der Operationszeit und der postoperativen Mortalitätsrate bestand somit in fünf der sieben zur Gefäßchirurgie dargestellten Arbeiten. Besonders eindeutig war dieser Zusammenhang in drei Arbeiten, die sich auf offen versorgte Aortenaneurysmen bezogen. Ein ebenfalls positives Ergebnis zeigte sich nach TEVAR sowie CEA. Kein Zusammenhang bestand hingegen in den zuletzt vorgestellten Arbeiten, die sich mit Amputationen und infrainguinalen Bypässen beschäftigten.

4.8.3 Verschiedene Eingriffe

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Mortalität gefunden wurden, befanden sich auch zwei Arbeiten, in denen Eingriffe verschiedener Fachrichtungen ausgewertet wurden.

Registeruntersuchungen

Dass die Operationszeit durchaus einen Einfluss auf die postoperative Mortalitätsrate zu haben scheint, konnten Daley et al. anhand einer sehr großen Stichprobe verschiedener Eingriffe (n = 104.632) in ihrer Untersuchung zeigen (Daley et al. 2015). Zwar war die Zunahme der Sterblichkeitsrate mit jeder weiteren Stunde OP-Zeit um 2,77 Verstorbene pro 1.000 Patienten im Vergleich zu den anderen in dieser Arbeit untersuchten Komplikationen am schwächsten (siehe 4.1.8, 4.4.7 und 4.7.3), jedoch erhöhte sich das Risiko bereits 6,5 h vor eigentlichem OP-Beginn (p = 0,001).

Im Gegensatz dazu war die Operationszeit in einer anderen, 2013 erschienen Registerarbeit nach verschiedenen Eingriffen nicht mit einer erhöhten Mortalitätsrate assoziiert (mittlere OP-Zeit: 277 min (156 – 421) für Verstorbene versus 318 min (220 – 442) für nicht-Verstorbene; OR: 0,99, KI: 0,98 – 0,99, p < 0,001; Turan et al. 2013). Als Besonderheit

untersuchten die Autoren postoperative Komplikationsraten und ihre Risikofaktoren speziell für massentransfundierte Patienten (≥ 5 Erythrozytenkonzentrate). So erhielten sie nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2006 – 2009 die Daten von insgesamt 5.134 Patienten, die sich einer allgemeinchirurgischen, gefäßchirurgischen, thoraxchirurgischen, orthopädischen, neurochirurgischen, urologischen, plastischen, pädiatrischen, ophthalmologischen, gynäkologischen oder otolaryngologischen Operation unterzogen hatten. Genauere Angaben zur Eingriffsverteilung wurden dabei nicht gemacht. Die Mortalitätsrate in diesem Patientenkollektiv betrug 17 % (n = 867).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 361 im Anhang zu entnehmen. Insgesamt wurden hier die Daten von n = 109.766 Patienten ausgewertet.

Tabelle 166: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / verschiedene Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Daley et al. 2015	allgemein- & gefäßchirurgische Eingriffe (n = 104.632)	ja
2. Turan et al. 2013	verschiedene Eingriffe (n = 5.134)	nein

4.8.4 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Mortalitätsrate gefunden wurden, befanden sich auch zwei Arbeiten zu Eingriffen aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie.

Registeruntersuchungen

Obwohl in der Arbeit von Pugely et al. eine starke Assoziation zwischen der Operationszeit und allgemeinen postoperativen Komplikationen (siehe 4.2.1.4) nach operativer Versorgung von proximalen Femurfrakturen bestand, blieb die 30-Tage-Mortalität von verlängerten Eingriffen unbeeinflusst (Pugely et al. 2014). So betrug die Rate der Patienten mit einer verlängerten Operationszeit > 120 min in der Gruppe der Überlebenden 7,6 % und lediglich 7,4 % in der Gruppe der verstorbenen Patienten (p = 0,913). Die Mortalitätsrate lag dabei in der gesamten Kohorte bei 5,91 % (n = 256).

Auch Duchman et al., auf deren Arbeit schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.5) sowie „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.1.2) eingegangen wurde, konnten keinen signifikanten Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalitätsrate nach Implantation von Knie- und Hüftprothesen ermitteln (Duchman et al. 2017). So betrug die Sterblichkeitsrate nach unter 60-minütigen Eingriffen 0,2 %, nach 60 – 120 min OP-Zeit 0,1 % und nach Eingriffen von über 120 min 0,2 % (p = 0,211).

Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 362 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 167: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Orthopädie und Unfallchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Pugely et al. 2014	proximale Femurfraktur (n = 4.331)	nein
2. Duchman et al. 2017	Knie- und Hüftprothese (n = 99.444)	nein

4.8.5 Neurochirurgie

Die postoperative Mortalitätsrate lag in der unter „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.4.2) bereits umfassender vorgestellten Publikation von Kerezoudis et al. bei 2,27 % (n = 15) und wurde im untersuchten Patientenkollektiv maßgeblich von der Dauer einer Operation beeinflusst (Kerezoudis et al. 2016). So konnte nämlich gezeigt werden, dass sich das Risiko,

innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage zu versterben, mit jeder OP-Minute um 0,5 % erhöhte (OR pro min: 1,005, KI: 1,002 – 1,008, p = 0,003; 75. Perzentile: 169 min (± 25,53).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 363 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 168: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Clipping intrakranieller Aneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kerezoudis et al. 2016	Clipping intrakranieller Aneurysmen (n = 662)	ja

4.8.6 Fazit

Zu der Fragestellung, ob die Operationsdauer mit der postoperativen Mortalitätsrate zusammenhängt, nahmen insgesamt 20 der gefundenen Publikationen Stellung. Hiervon fanden elf Arbeiten einen positiven Zusammenhang, während in neun Untersuchungen kein Hinweis auf eine Assoziation bestand. Besonders deutlich zeigte sich dies auf der einen Seite bei Arbeiten zu kolorektalen und orthopädischen beziehungsweise unfallchirurgischen Eingriffen, für die in keiner der zitierten Arbeiten ein Zusammenhang bestand, und den Arbeiten zu offen versorgten Aortenaneurysmen sowie Pankreasresektionen auf der anderen Seite, für die jeweils in allen vorgestellten Publikationen mit zunehmender Operationszeit ein signifikanter Anstieg der postoperativen Sterblichkeit verzeichnet werden konnte.

4.9 Operationszeit und Reoperationsrate

Unter den insgesamt 15 mit Hilfe der Literatursuche identifizierten Arbeiten, in denen sich die Autoren mit dem Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Rate an Reoperationen beschäftigten, befanden sich jeweils drei Publikationen aus dem Gebiet der Allgemeinchirurgie und Gefäßchirurgie. Weitere zwei Arbeiten werteten Eingriffe aus Orthopädie und Unfallchirurgie, Gynäkologie, Kinderchirurgie und plastischer Chirurgie aus.

4.9.1 Allgemeinchirurgie

Von den Arbeiten, die zur Beziehung der Operationsdauer zur postoperativen Reoperationsrate gefunden wurden, bezogen sich drei Untersuchungen auf Eingriffe aus dem Feld der Allgemeinchirurgie. Davon bezog sich jeweils eine Arbeit auf Pankreasresektionen, Leberresektionen und verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe.

4.9.1.1 Pankreasresektion

In der Arbeit von Tzeng et al., die zuvor schon ausführlicher unter „venöse Thromboembolien“ vorgestellt wurde (siehe 4.5.1.5), untersuchten die Autoren zusätzlich auch, welchen Einfluss eine verlängerte Operationszeit auf die Rate an postoperativen Reoperationen in Zusammenhang mit einer transfusionspflichtigen Blutung (mindestens 4 Erythrozytenkonzentrate) innerhalb der ersten 72 h nach Indexoperation hatte (Tzeng et al. 2014b). Die Rate dieser Reoperationen lag bei 0,64 % (n = 89 / 13.771). In der univariaten Auswertung zeigte sich hierzu, dass 48,3 % der Patienten mit einer oben beschriebenen Reoperation eine Eingriffsdauer > 360 min aufwiesen. Im Gegensatz dazu traf dies auf lediglich 36,7 % der nicht-reoperierten Patienten zu (p = 0,024). Ob eine multivariate Analyse nicht durchgeführt wurde oder nicht signifikant war, blieb unklar.

4.9.1.2 Leberresektion

In einer weiteren Untersuchung derselben Arbeitsgruppe, die ebenfalls ausführlicher unter „venöse Thromboembolien“ vorgestellt wurde (siehe 4.5.1.1), ist zusätzlich auch untersucht worden, ob eine verlängerte Operationszeit einen Einfluss auf die Rate an postoperativen Reoperationen hatte, die noch während des Krankenhausaufenthaltes in Zusammenhang mit einer transfusionspflichtigen Blutung notwendig wurden (Tzeng et al. 2012). Auch hier

sind nur die Ergebnisse der univariaten Auswertung veröffentlicht worden. Diese zeigte allerdings einen deutlichen Zusammenhang. So hatten 80 % der reoperierten Patienten eine verlängerte Operationsdauer > 222 min, während nur 49,9 % der nicht-Reoperierten ebenfalls einen entsprechend verlängerten Eingriff hatten (p = 0,002). Die Reoperationsrate lag dabei insgesamt bei 0,44 % (n = 25 / 5.626).

4.9.1.3 Verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe

Brakoniecki et al. untersuchten in ihrer Arbeit speziell für terminal niereninsuffiziente Patienten, welche Faktoren das Risiko für eine erneute Operation nach klassischen allgemeinchirurgischen Eingriffen beeinflussten (Brakoniecki et al. 2017). Bei den untersuchten Operationen, deren genaue Verteilung nicht angegeben wurde, handelte es sich jeweils um laparoskopisch und offen durchgeführte Kolektomien, Cholezystektomien, Hernienoperationen und Appendektomien. Nach einer Abfrage des NSQIP-Registers der Jahre 2005 – 2010 sind so insgesamt n = 1.163, zum Zeitpunkt der OP hämodialysepflichtige Patienten zur Untersuchung einbezogen worden. Letztlich zeigte sich, dass reoperierte Patienten (n = 94), im Vergleich zu nicht-Reoperierten im Durchschnitt eine signifikant verlängerte Operationsdauer aufwiesen (130,2 min (± 79,7) versus 98,9 min (± 66,8), p < 0,05).

In den drei dargestellten Publikationen bestand somit ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und der postoperativen Reoperationsrate. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 364 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 169: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Allgemeinchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	ja
2. Tzeng et al. 2012	Leberteilresektion (n = 5.651)	ja
3. Brakoniecki et al. 2017	verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe (n = 1.163)	ja

4.9.2 Gefäßchirurgie

Unter den zur Operationszeit und Reoperationen identifizierten Arbeiten befanden sich auch drei Arbeiten aus dem Gebiet der Gefäßchirurgie. Die Publikationen bezogen sich dabei auf Karotisendarteriektomien, verschiedene große gefäßchirurgische Operationen sowie Dekompressionen bei Thoracic-Outlet-Syndrom. Zwei dieser Publikationen sind zuvor schon zitiert worden. Bei allen Arbeiten handelt es sich um Registerarbeiten.

4.9.2.1 Karotisendarteriektomie

Zusätzlich zu den zuvor bereits dargestellten Ergebnissen, beispielsweise hinsichtlich der postoperativen Mortalitätsrate oder dem Auftreten pulmonaler Komplikationen (siehe 4.8.2.2, 4.7.7), soll an dieser Stelle auf die von Aziz et al. ermittelten Ergebnisse bezüglich der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Reoperationsrate eingegangen werden (Aziz et al. 2016a). Diese lag in der untersuchten Kohorte bei 5,5 %. Nach multivariater Datenauswertung zeigte sich, dass Eingriffe mit einer Dauer > 140 min (> 75. Perzentile) mit einem um etwa 27 % erhöhten Risiko für die Notwendigkeit einer postoperativen Reoperation assoziiert waren (OR: 1,27, KI: 1,06 – 1,52, p = 0,01).

4.9.2.2 Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe

Das eigentliche Ziel der im Folgenden vorgestellten Arbeit war es, die Rate an ungeplanten Reoperationen und ihren Einfluss auf das postoperative Outcome nach großen gefäßchirurgischen Eingriffen zu untersuchen (Kazaure et al. 2016). Die Autoren bezogen sich dabei auf die Daten von 35.106 Eingriffen, die aus einer NSQIP-Abfrage des Jahres 2012 stammten. In dieser Kohorte betrug die Reoperationsrate 10,1 %, also 3.545 Eingriffe an 2.874 Patienten. Die zuvor durchgeführten Indexoperationen gliederten sich dabei wie folgt: Karotiseingriffe (n = 10.290), offen versorgte paVK (n = 7.383), endovaskulär versorgte paVK (n = 4.887), EVAR (n = 4.310), Amputation der unteren Extremität (n = 2.412), offen versorgtes abdominelles Aortenaneurysma (n = 1.915), Anlage eines Dialyseshunts (n = 1.177), Embolektomie (n = 1.136), abdomineller Bypass (n = 1.112), TEVAR (n = 372) und endovaskuläre iliakale Operationen (n = 112).
Die höchsten Reoperationsraten zeigten sich dabei nach Embolektomien (18,2 %), abdominellen Bypassoperationen (14,4 %) und offen durchgeführten Operationen bei paVK (13,8 %). Zusätzlich zu der Frage, welchen Einfluss eine Reoperation auf andere postoperative Komplikationen hatte, beschäftigten sich die Autoren auch damit, von

welchen Faktoren das Auftreten einer Reoperation selbst beeinflusst wird. Unter den analysierten Risikofaktoren befand sich dabei auch die Operationszeit, für die allerdings lediglich eine univariate Auswertung vorlag. Dennoch zeigte sich hier ein deutlicher Zusammenhang zwischen verlängerten Operationszeiten und der Häufigkeit ungeplanter Reoperationen. So lag die Rate der Patienten mit einer OP-Zeit > 75. Perzentile in der Gruppe mit Reoperation bei 42,5 %, während nur 23,2 % der Patienten ohne Reoperation einen entsprechend verlängerten vorangegangenen Eingriff aufwiesen ($p < 0,001$).

4.9.2.3 Thoracic-Outlet-Syndrom

Bei der dritten gefäßchirurgischen Publikation handelte es sich um eine Arbeit, in der das postoperative Auftreten einer Krankenhauswiederaufnahme (siehe 4.3.2.4) oder einer ungeplanten Reoperation als ein gemeinsamer Endpunkt nach chirurgischer Versorgung eines Thoracic-Outlet-Syndroms untersucht worden ist (Rinehardt et al. 2017). Der Einfluss der Operationszeit auf diesen Endpunkt ist in der Untersuchung allerdings nur graphisch, in Form eines Forest-Plots dargestellt worden und lag bei einem Odds Ratio von etwa 1,05 ($p < 0,05$). Hierbei betrug die Rate an postoperativ durchgeführten Reoperationen 6,0 % ($n = 86$).

In allen drei vorgestellten Untersuchungen bestand ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und der postoperativen Reoperationsrate. Die folgende Tabelle fasst die Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 365 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 170: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Gefäßchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	ja
2. Kazaure et al. 2016	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 35.106)	ja
3. Rinehardt et al. 2017	Thoracic-Outlet-Syndrom (n = 1.431)	ja

4.9.3 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den zur Operationszeit und Reoperationen identifizierten Arbeiten befanden sich weitere zwei Arbeiten aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie. Beide widmeten sich Eingriffen der Wirbelsäule und wurden in dieser Untersuchung an anderer Stelle bereits ausführlicher dargestellt.

4.9.3.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Ein hohes Risiko dafür, innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage erneut operiert werden zu müssen, hatten in der zuvor schon mehrmals vorgestellten Arbeit (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)) von Kim et al. Patienten mit besonders langen Eingriffen mit einer Dauer > 5 h (Kim et al. 2014a). Im Vergleich zu Patienten mit einer Operationsdauer von < 2 h verdoppelte sich ihr Risiko für eine Reoperation sogar (OR: 2,17, KI: 1,25 – 3,79, p = 0,006). So lag die Reoperationsrate in der Gruppe mit einem Eingriff < 2 h mit 2,7 % deutlich unter der Gruppe mit einem Eingriff > 5 h (7,5 %, p < 0,001). Operationen mit einer Dauer zwischen 2 h und 5 h gingen mit keiner signifikanten Risikoerhöhung einher (siehe Tabelle 366, Anhang).

Eine noch früher beginnende Risikoerhöhung für eine postoperative Reoperation bestand in der ebenfalls zuvor schon umfassender dargestellten (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)) Registerarbeit von Phan et al. (Phan et al. 2017). Hier fand eine Verdopplung des Risikos bereits ab einer OP-Zeit von > 235 min statt (OR: 1,94, KI: 1,23 – 3,08, p = 0,005) und stieg mit zunehmender Eingriffsdauer sogar noch weiter an (346 min – 1156 min: OR: 2,35, KI: 1,48 – 3,74, p < 0,001). Dabei betrug die Reoperationsrate nach Eingriffen < 154 min lediglich 2,1 % und erhöhte sich nach Operationen, die > 235 min beziehungsweise > 346 min dauerten, auf 4,6 % beziehungsweise 6,2 % (p < 0,001).

In beiden Publikationen, die sich auf Wirbelsäuleneingriffe bezogen, bestand ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Reoperationsrate. Insgesamt sind hier die Daten von n = 9.926 Eingriffen ausgewertet worden. Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 366 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 171: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kim et al. 2014a	monosegmentale Spondylodese (n = 4.588)	ja
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja

4.9.4 Gynäkologie

Unter den Publikationen, die zur Operationszeit und ihrer Beziehung zur Reoperationsrate gefunden wurden, befanden sich zwei Arbeiten, die sich auf gynäkologische Eingriffe bezogen und Hysterektomien untersuchten. Dabei handelte es sich auch in beiden Fällen um Registeruntersuchungen.

4.9.4.1 Hysterektomie

Registeruntersuchungen

Von den 7.630 Patientinnen, die aufgrund einer benignen Ursache hysterektomiert worden waren (für ausführliche Darstellung siehe „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.3.1)), sind insgesamt 1,3 % (n = 97) innerhalb der ersten 30 Tage nach Index-OP reoperiert worden (Catanzarite et al. 2015a). Dabei hatten 2,7 % der reoperierten Patientinnen eine Operationszeit > 240 min, während nur 1,2 % der nicht-Reoperierten eine entsprechend verlängerte OP-Zeit aufwiesen. Auch die multivariate Auswertung der Daten ergab eine stündliche Zunahme des Risikos für eine postoperative Reoperation um 25 % (OR pro h: 1,25, KI: 1,08 – 1,45, p = 0,003).

Ein ganz ähnliches Bild zeigte sich auch in der von Hanwright et al. im Jahr 2013 veröffentlichten und zuvor schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.3.1) zitierten Untersuchung (Hanwright et al. 2013). So betrug die Reoperationsrate in dieser Arbeit 1,45 % (n = 90) und wurde auch hier deutlich von der Operationsdauer beeinflusst.

Eine Zunahme der Operationszeit ging nämlich bei einer durchschnittlichen OP-Zeit von: LAVH: 2,2 h (± 1,14); TLH: 2,66 h (± 1,25) mit jeder weiteren Stunde mit einer Risikoerhöhung um 23 % dafür einher, postoperativ erneut operiert werden zu müssen (OR pro h: 1,232, KI: 1,069 – 1,420, p = 0,004).

Somit bestand auch in beiden Publikationen, die Bezug auf Hysterektomien nahmen, eine Korrelation zwischen einer verlängerten Operationsdauer und der postoperativen Reoperationsrate. Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten, in denen insgesamt n = 13.820 Patientinnen untersucht wurden, noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 367 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 172: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Hysterektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie (n = 7.630)	ja
2. Hanwright et al. 2013	Hysterektomie (n = 6.190)	ja

4.9.5 Kinderchirurgie

Bei den beiden Publikationen, in denen die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Reoperationsrate bei kinderchirurgischen Operationen analysiert worden ist, handelte es sich um zwei recht verschiedene Patientenkollektive. So bezogen sich Jubbal et al. in ihrer Arbeit auf verschiedene plastische Eingriffe minderjähriger Patienten, während sich McLeod et al., auf deren Arbeit zuvor schon umfassender unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ eingegangen worden ist (siehe 4.2.5.3), speziell mit kinderurologischen Eingriffen beschäftigten.

4.9.5.1 Verschiedene plastische Eingriffe bei Kindern

In dem 18.106 Patienten umfassenden Kollektiv, das nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 – 2014 hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für die Notwendigkeit einer Reopera-

tion nach einer primären plastischen Operation im Kindesalter untersucht worden ist, hatten reoperierte Patienten eine signifikant längere durchschnittliche Operationszeit als nicht-Reoperierte (175,5 min (± 134,5) versus 90,7 min (± 81,4), p < 0,001, Jubbal et al. 2017). Dieser Zusammenhang blieb auch nach multivariater Auswertung signifikant (OR: 1,01, KI: 1,00 – 1,01, p < 0,001). Die höchste Reoperationsrate bestand dabei nach Exzision von Haut und subkutanem Gewebe bei Hidradenitis suppurativa (10,3 %) sowie der Rekonstruktion der Stirnregion mit einem allogenen Transplantat oder einer Prothese (6,1 %).

4.9.5.2 Kinderurologie

Die multivariate Auswertung einer schon unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.5.3) zitierten Arbeit ergab ebenfalls einen signifikanten Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate (McLeod et al. 2016). So erhöhte sich das Risiko für eine erneute Operation bei einer mittleren Operationszeit von 104 min (106 – 196) mit jeder zusätzlichen Viertelstunde OP-Zeit um etwa 8 % (aOR pro 15 min: 1,08, KI: 1,04 – 1,12, p < 0,05). Die Rate an ungeplanten Reoperationen betrug dabei 1 % (n = 23).

Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 368 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 173: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Kinderchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Jubbal et al. 2017	verschiedene plastische Eingriffe (n = 18.106)	ja
2. McLeod et al. 2016	urogenitale Operationen (n = 2.202)	ja

4.9.6 Plastische Chirurgie

Unter den Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zu Reoperationen gefunden wurden, befanden sich zwei Studien aus dem Gebiet der plastischen Chirurgie. Beide bezogen sich auf freie Lappenübertragungen.

4.9.6.1 Freie Lappenübertragung

Registeruntersuchungen

Begonnen werden soll an dieser Stelle mit der Arbeit von Kwok und Agarwal (Kwok und Agarwal 2017). Sie untersuchten nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2012 und 2013 anhand der Daten von 2.244 Fällen Häufigkeit und Risikofaktoren von postoperativen Reoperationen nach mikrochirurgischer freier Lappenübertragung. Insgesamt sind in der untersuchten Kohorte 290 Patienten reoperiert worden (12,92 %). Dabei hatten Fälle mit einer Operationszeit > 604 min (> 75. Perzentile) im Vergleich zu Eingriffen mit einer Dauer < 372 min (< 25. Perzentile) eine etwa doppelt so hohe Reoperationsrate (17,08 % versus 8,85 %, p = 0,0002). Auch nach multivariater Analyse blieb dieser Zusammenhang signifikant, und es konnte gezeigt werden, dass Operationszeiten > 604 min (> 75. Perzentile) einen Risikofaktor für postoperative Reoperationen darstellten (OR: 1,597, KI: 1,221 – 2,089, p = 0,0006).

Im Gegensatz hierzu konnten Offodile et al. in ihrer Arbeit keinen signifikanten Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Reoperationsrate in der multivariaten Analyse nachweisen (Offodile et al. 2017). In ihrer Untersuchung, die auch beispielsweise schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.6.1) erwähnt wurde, bestand weder nach 6 – 12 h Operationszeit noch nach über 12-stündigen Eingriffen eine signifikante Erhöhung der postoperativen Rate an ungeplanten Reoperationen innerhalb der ersten 30 Tage (OR: 1,02, KI: 0,67 – 1,54, p = 0,94; OR: 1,67, KI: 0,92 – 3,02, p = 0,09). Die Ergebnisse der univariaten Auswertung wurden nicht veröffentlicht.

Somit war die Höhe der postoperativen Reoperationsrate nur in der Arbeit von Kwok und Agarwal signifikant mit einer verlängerten Operationszeit assoziiert. Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten, in denen insgesamt n = 4.252 Patienten untersucht wurden, noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 369 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 174: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / plastische Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kwok und Agarwal 2017	freier mikrovaskulärer Gewebetransfer (n = 2.244)	ja
2. Offodile et al. 2017	freie Lappenübertragung (n = 2.008)	nein

4.9.7 HNO

Eine weitere, sehr große Registeruntersuchung ist zu diesem Thema auch für die Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde erschienen (Chen et al. 2013). In dieser Arbeit untersuchten die Autoren zwei Endpunkte. Primär sind Risikofaktoren für allgemeine Komplikationen untersucht worden, die erst nach der Entlassung aus dem Krankenhaus auftraten. Die Ergebnisse hierzu sind unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ nachzulesen (siehe 4.2.12). An dieser Stelle soll auf die postoperative Reoperationsrate und ihre Risikofaktoren eingegangen werden. Die Grundlage hierfür bildete eine NSQIP-Abfrage des Jahres 2011, anhand derer die Daten von 10.667 Eingriffen identifiziert worden sind. Für Komplikationen nach Entlassung ist hingegen eine größere Zeitspanne abgefragt worden (2005 – 2011), weshalb es sich hierbei auch um ein größeres Patientenkollektiv handelte. Bei den bezüglich der Reoperationsrate untersuchten Eingriffen handelte es sich in den meisten Fällen um Eingriffe der Schilddüse (n = 8.297), Neck-Dissections (n = 719) und Speicheldrüsenoperationen (n = 660). Über alle Eingriffe hinweg betrug die Rate an postoperativen Reoperationen 12,2 % (n = 1.301). Im Rahmen der statistischen Auswertung konnte dabei gezeigt werden, dass verlängerte Operationen (> 75. eingriffsspezifischen Perzentile) signifikant mit einer erhöhten Reoperationsrate korrelierten. So hatten 35,6 % der reoperierten Patienten eine verlängerte vorangegangene Operation, wohingegen lediglich 24,0 % der nicht-reoperierten Patienten einen verlängerten Eingriff hatten ($p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die Arbeit von Chen et al. noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 370 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 175: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / HNO

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Chen et al. 2013	verschiedene HNO-Eingriffe (n = 10.667)	ja

4.9.8 Fazit

Die postoperative Reoperationsrate war letztlich in insgesamt 14 der 15 hierzu gefundenen Publikationen mit einer verlängerten Operationszeit assoziiert. Ein geteiltes Bild zeigte sich nur in Bezug auf die Arbeiten aus dem Gebiet der plastischen Chirurgie. Hier bestand in einer Publikation ein deutlicher Zusammenhang, wohingegen Offodile et al. in ihrer Arbeit keine statistisch signifikante Assoziation zwischen einer verlängerten Eingriffsdauer und der postoperativen Rate an Reoperationen ermitteln konnten.

4.10 Operationszeit und perioperative Bluttransfusionen

Zu der Fragestellung, inwieweit eine verlängerte Operationszeit mit der Notwendigkeit einer perioperativen Bluttransfusion zusammenhängt, nahmen insgesamt 14 der 260 gefundenen Arbeiten Stellung. Der größte Teil dieser Publikationen bezog sich dabei auf orthopädische beziehungsweise unfallchirurgische Eingriffe (n = 5).

4.10.1 Orthopädie & Unfallchirurgie

Unter den Untersuchungen, die zur Beziehung der Operationszeit zur perioperativen Bluttransfusionsrate gefunden wurden, befanden sich fünf Arbeiten aus dem Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie. Alle diese Arbeiten bezogen sich dabei auf Wirbelsäuleneingriffe.

4.10.1.1 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Begonnen werden soll an dieser Stelle mit einer Publikation, in der die Autoren den Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate (OP-Beginn bis 72 h postoperativ) sowohl für lumbale als auch für thorakal durchgeführte Spondylodesen untersuchten (Aoude et al. 2016). Von den insgesamt 13.695 Eingriffen, deren Daten aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2010 – 2013 stammten, sind 13.170 Patienten an der lumbalen und 525 Patienten an der thorakalen Wirbelsäule operiert worden. Von den lumbal operierten Patienten benötigten insgesamt 2.240 (17,0 %) Patienten perioperativ eine Bluttransfusion. Das Risiko hierfür stieg ab einer Operationsdauer > 259 min (> 75. Perzentile) um das 4-fache an (OR: 4,03, KI: 3,64 – 4,46, p < 0,001). Nach thorakalen Eingriffen betrug die Rate an transfundierten Patienten sogar 31,8 % (n = 167), und das Risiko für eine Transfusion erhöhte sich ab einer Eingriffsdauer von > 327 min (> 75. Perzentile) um mehr als das 5-fache (OR: 5,34, KI: 3,40 – 8,40, p < 0,001).

Auch die schon mehrfach zitierte Arbeitsgruppe um Phan et al. (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)) untersuchte in ihrer Arbeit die Beziehung der Operationszeit zur Rate an perioperativen Bluttransfusionen (Phan et al. 2017). Die Rate intra- oder postoperativer Bluttransfusionen lag hier nach kurzen Eingriffen mit einer Dauer < 154 min bei 5,1 %, während sie nach besonders langen Eingriffen von über 346-minütiger Dauer bei 62,3 % lag (p < 0,001). Dieses Bild verdeutlichte sich noch einmal nach

multivariater Datenauswertung. Hier zeigte sich, dass bereits Eingriffe mit einer Dauer > 154 min mit einer knappen Verdopplung des Risikos für eine Bluttransfusion einhergingen (OR: 1,91, KI: 1,43 – 2,55, p < 0,001). Nach Operationen mit einer Länge von über 235 min erhöhte sich dieses Risiko dann noch einmal deutlich auf mehr als das Dreifache (OR: 3,67, KI: 2,78 – 4,85, p < 0,001). Ein noch stärkerer Anstieg zeigte sich dann nach OP-Zeiten > 346 min (OR: 12,77, KI: 9,64 – 16,92, p < 0,001).

Mit einer sehr starken Erhöhung des Risikos für eine perioperative Bluttransfusion (> 4 Erythrozytenkonzentrate bis 72 h postoperativ) war eine zunehmende Operationszeit zum Beispiel auch in der Arbeit von Kim et al. assoziiert (Kim et al. 2014a). In dieser ebenfalls schon mehrfach zitierten Publikation (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)) ist der Einfluss der Operationsdauer in mehreren Intervallen untersucht worden. So ergab die multivariate Auswertung der Patientendaten, dass sich das Risiko für eine postoperative Transfusion bereits ab einer OP-Dauer von 2 h mehr als verdreifachte und mit zunehmender OP-Zeit immer weiter anstieg (2 – 3 h: OR: 3,25, KI: 1,39 – 7,63, p = 0,007; 3 – 4 h: OR: 4,36, KI: 1,87 – 10,19, p = 0,001; 4 – 5 h: OR: 5,37, KI: 2,25 – 12,8, p < 0,001; > 5 h: OR: 12,19, KI: 5,33 – 27,87, p < 0,001). Insgesamt bestand bei 13,5 % (n = 86) der Patienten mit einer Eingriffsdauer > 5 h die Notwendigkeit für eine Transfusion, während lediglich 1,7 % (n = 18) der Patienten mit einer OP-Zeit von > 2 h eine Transfusion benötigten.

Eine weitere Veröffentlichung wurde zu diesem Thema von der schon häufig zitierten Arbeitsgruppe um Basques et al. im Jahr 2015 vorgelegt (Basques et al. 2015a). In ihrer Untersuchung beschränkten sich die Autoren allerdings ausschließlich auf posteriore lumbale Spondylodesen. Von den 4.223 Patienten sind 704 (16,7 %) intra- oder post-operativ innerhalb der ersten 72 h transfundiert worden. Auch in diesem Fall erhielten die Autoren die Daten für ihre Analyse aus einer NSQIP-Abfrage (2011 – 2013). Für Patienten mit einer Operationsdauer von > 310 min (entsprach einer Standardabweichung über der durchschnittlichen Operationszeit) bestand nach multivariater Analyse ein relatives Risiko von 2,9 dafür, im intra- oder postoperativen Verlauf eine Bluttransfusion zu benötigen (KI: nicht angegeben, p < 0,001).

Zuletzt sei an dieser Stelle noch eine Arbeit erwähnt, die sich speziell jugendlichen (11- – 18-Jährige) Patienten mit idiopathisch aufgetretener Skoliose widmete (Minhas et al. 2015). Auch hier bezogen sich Minhas et al. auf die NSQIP-Daten (2012 und 2013) von insgesamt 1.691 posterioren Spondylodeseoperationen. Innerhalb der ersten 72 h nach OP-Beginn erhielten 1.143 Patienten mindestens eine Blutkonserve, was einer Transfusionsrate von

67,7 % entsprach. Nach Auswertung aller Daten konnte letztlich gezeigt werden, dass Patienten mit einer OP-Dauer von > 300 min einem knapp doppelt so hohen Risiko einer postoperativen Bluttransfusion ausgesetzt waren (OR: 1,83, KI: 1,43 – 2,33, p < 0,001).

Die folgende Tabelle fasst die fünf Arbeiten, die alle einen positiven Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der perioperativen Bluttransfusionsrate nach Wirbelsäuleneingriffen ermittelt haben, noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 371 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 176: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Aoude et al. 2016	thorakale & lumbale Spondylodese (n = 13.695)	ja
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	ja
3. Kim et al. 2014a	monosegmentale Spondylodese (n = 4.588)	ja
4. Basques et al. 2015a	posteriore lumbale Spondylodese (n = 4.223)	ja
5. Minhas et al. 2015	posteriore Spondylodese bei idiopathischer Skoliose bei Jugendlichen (n = 1.691)	ja

4.10.2 Allgemeinchirurgie

Vier weitere der gefundenen Arbeiten widmeten sich Operationen aus dem Feld der Allgemeinchirurgie. Dabei bezogen sich die Autoren zweier Publikationen auf Pankreasresektionen. Jeweils eine weitere Arbeitsgruppe untersuchte Leberresektionen beziehungsweise Adrenalektomien. Bei allen Untersuchungen handelte es sich dabei um Registerarbeiten.

4.10.2.1 Pankreasresektion

Registeruntersuchungen

Die zuletzt unter „Reoperationen“ (siehe 4.9.1.1) zitierte Arbeit von Tzeng et al., in der 13.771 Pankreasresektionen ausgewertet wurden, bezog sich auch auf transfusionspflichtige Blutungen (Transfusion > 4 Erythrozytenkonzentrate) innerhalb der ersten 72 h nach OP (Tzeng et al. 2014b). Ihr Auftreten zeigte eine deutliche Korrelation zu verlängerten vorangegangenen Eingriffen. So hatten lediglich 36,7 % der Patienten ohne eine Transfusion eine verlängerte Operationszeit > 360 min, wohingegen 46,6 % der Patienten, die eine transfusionspflichtige Blutung erlitten, ebenfalls einen > 360-minütgen Eingriff hatten (p = 0,013).

Ball et al. fanden in ihrer Arbeit hingegen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der perioperativen Rate an Bluttransfusionen innerhalb der ersten 72 h nach Pankreatikoduodenektomie (Korrelationskoeffizient r = 0,001, p = 0,87). Ganz im Gegensatz zur Morbiditäts- und Mortalitätsrate, für die jeweils ein linearer Zusammenhang bestand (siehe 4.2.2.2 und 4.8.1.2, Ball et al. 2010). Eine Transfusion erhielten in dieser Untersuchung dabei insgesamt 1.559 (32 %) Patienten.

Die folgende Tabelle fasst beide Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 372 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 177: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Pankreasresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	ja
2. Ball et al. 2010	Pankreatikoduodenektomie (n = 4.817)	nein

4.10.2.2 Leberresektion

Tzeng et al., deren für Leberresektionen erschienene Arbeit ebenfalls schon mehrmals in dieser Dissertation zitiert worden ist (siehe zum Beispiel „Reoperationen“ (4.9.1.2)), untersuchten ebenfalls, ob die Operationsdauer einen Einfluss auf die perioperative Bluttransfusionsrate innerhalb der ersten 72 h nach OP-Beginn hatte (Tzeng et al. 2012). Von den insgesamt n = 5.651 Patienten benötigten 0,8 % eine Bluttransfusion. Nach statistischer Auswertung der Daten zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der perioperativen Rate an Bluttransfusionen. So hatten 81,4 % der Patienten mit einer Transfusion eine verlängerte Eingriffsdauer > 222 min, wohingegen dies nur auf 49,8 % der nicht-transfundierten Patienten zutraf ($p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 373 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 178: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Leberresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tzeng et al. 2012	Leberresektion (n = 5.651)	ja

4.10.2.3 Adrenalektomie

Zuletzt soll an dieser Stelle die Publikation von Venkat und Guerrero vorgestellt werden, deren Ziel es war, Risikofaktoren für die perioperative Notwendigkeit einer Bluttransfusion nach Adrenalektomie zu ermitteln (Venkat und Guerrero 2015). Von den hierzu untersuchten 4.735 Eingriffen sind 3.664 laparoskopisch und 1.071 offen chirurgisch durchgeführt worden. Die Daten dieser Eingriffe erhielten Venkat und Guerrero dabei aus einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2012. Wie auch in den anderen Arbeiten zuvor war eine perioperative Bluttransfusion dabei als die Transfusion mindestens eines Erythrozytenkonzentrates innerhalb der ersten 72 h nach Beginn des Eingriffs definiert. Es zeigte sich schließlich, dass die Mehrheit (80,2 %) der 303 (6,4 %) transfundierten Patienten offen operiert worden war. Ferner zeigte sich auch, dass 50,8 % der Patienten mit Bluttransfusion eine maligne Läsion der Nebenniere aufwiesen. Hiermit korrespondiere laut den Autoren

auch ein weiteres Ergebnis dieser Analyse, nämlich die Tatsache, dass Patienten mit Bluttransfusion eine deutlich längere Operationszeit aufwiesen als Patienten ohne Transfusion ($p < 0,001$). Dies zeigte sich auch in der multivariaten Auswertung der Daten, wonach eine OP-Zeit > 150 min mit einem um mehr als das 3-fache erhöhten Risiko für eine perioperative Transfusion assoziiert war (OR: 3,69, KI: 2,62 – 5,20, $p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 374 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 179: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Adrenalektomie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Venkat und Guerrero 2015	Adrenalektomie (n = 4.735)	ja

Insgesamt bestand in drei der vier Publikationen, in denen die Beziehung der Operationszeit zur perioperativen Bluttransfusionsrate bei allgemeinchirurgischen Operationen untersucht wurde, eine positive Korrelation. Kein Zusammenhang bestand in einer der beiden Arbeiten, in denen Pankreasresektionen untersucht wurden.

4.10.3 Gynäkologie

Unter den gefundenen Veröffentlichungen, die sich mit der Beziehung der Operationszeit zur Bluttransfusionsrate beschäftigt haben, befanden sich zwei Arbeiten zu Eingriffen aus dem Feld der Gynäkologie. Dabei handelte es sich in einem Fall um eine Registeruntersuchung, in der sich die Autoren auf Hysterektomien bezogen, während die Autoren der anderen Arbeit ihre Daten aus einer einzelnen Klinik bezogen und Patientinnen mit Ovarial-Karzinom untersuchten.

4.10.3.1 Hysterektomie

In der schon in zahlreichen Kapiteln vorgestellten Registeruntersuchung (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.3.1)), die im Jahr 2015 von Catanzarite et al. vorgelegt wurde, ist zusätzlich auch untersucht worden, welchen Einfluss die Operationszeit auf die Notwendigkeit einer perioperativen Bluttransfusion hatte (Catanzarite et al. 2015a). Insgesamt ist 1,0 % der Patientinnen innerhalb der ersten 72 h Stunden nach Beginn der Operation transfusionspflichtig geworden. Die statistische Auswertung ergab schließlich, dass sich das Risiko, perioperativ ein Erythrozytenkonzentrat zu benötigen, mit jeder zusätzlichen Stunde OP-Zeit um etwa 40 % erhöhte (OR pro h: 1,42, KI: 1,18 – 1,71, $p < 0,001$).

4.10.3.2 Ovarial-Karzinom

Ähnlich stark wurde die perioperative Transfusionsrate von der Eingriffsdauer auch nach primären Eingriffen zur Zytoreduktion beeinflusst, die aufgrund eines Ovarial-Karzinoms zwischen den Jahren 2003 und 2008 an der Mayo-Klinik in Rochester durchgeführt worden waren (Warner et al. 2013). Von den 587 Patientinnen, deren Daten die Autoren retrospektiv auswerteten, benötigten insgesamt 77,0 % (n = 452) eine perioperative Bluttransfusion. Ein wesentlicher Risikofaktor hierfür war die Operationszeit. So zeigte sich, dass sich das Risiko dafür, ein Erythrozytenkonzentrat zu benötigen, alle 60 min um knapp 60 % erhöhte (OR pro h: 1,58, KI: 1,36 – 1,83, $p < 0,001$). Die durchschnittliche Operationszeit betrug dabei 208,1 min (± 81,4) in der Gruppe der nicht-transfundierten Patientinnen versus 266,2 min (± 95,9) in der Gruppe der Patientinnen mit Bluttransfusion ($p < 0,001$).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 375 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 180: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Gynäkologie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie (n = 7.630)	ja
2. Warner et al. 2013	Zytoreduktion bei Ovarial-Karzinom (n = 587)	ja

4.10.4 Plastische Chirurgie

Auch in der Arbeit von Offodile et al. bestand ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der perioperativen Bluttransfusionsrate nach freien Lappenübertragungen (ausführliche Darstellung siehe „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.6.1), Offodile et al. 2017). Für Eingriffe mit einer Dauer > 6 h ergab die multivariate Auswertung der Daten ein Odds Ratio von 3,51 (< 6 h: Referenz; 6 – 12 h: OR: 3,51, KI: 2,50 – 4,91, p < 0,001) und verdoppelte sich beinahe nach über 12-stündigen Eingriffen (> 12 h: OR: 6,09, KI: 4,08 – 9,10, p < 0,001). Die Rate an perioperativen Transfusionen, die auch hier als Transfusion innerhalb der ersten 72 h ab OP-Beginn definiert waren, war mit 0,9 % (n = 18) dabei relativ niedrig.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 376 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 181: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / plastische Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Offodile et al. 2017	freie Lappenübertragung (n = 2.008)	ja

4.10.5 Gefäßchirurgie

In der zuvor schon unter „schwere Komplikationen“ vorgestellten Arbeit von Rubinstein et al. (siehe 4.4.3.1) untersuchten die Autoren zusätzlich zur Schlaganfallrate nach CEA auch die Beziehung der Operationszeit zur perioperativen Bluttransfusionsrate (Rubinstein et al. 2013). Allerdings werteten sie diesen Zusammenhang für eine deutlich kleinere Kohorte von 240 Patienten aus, von denen 80 Patienten 1 – 2 Erythrozytenkonzentrate erhielten und 160 ohne eine Transfusion auskamen. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zeigte sich hier ab einer Operationszeit von > 147 min. So hatten nämlich 46,3 % der transfundierten Patienten eine entsprechend verlängerte Operation, während dies nur auf 44,4 % der nicht-Transfundierten zutraf (p = 0,04).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 377 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 182: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Gefäßchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Rubinstein et al. 2013	CEA (n = 240)	ja

4.10.6 Kinderchirurgie

Mit einem seltenen Eingriff, der plastischen Rekonstruktion von Kindern mit angeborener Kraniosynostose, beschäftigten sich die Verfasser einer 2016 erschienen Registerarbeit (Lam et al. 2016). Die Autoren durchsuchten die NSQIP-Datenbank nach entsprechenden Eingriffen für das Jahr 2012 und erhielten so die Daten von 572 Patienten, die sie dann hinsichtlich Häufigkeit und Risikofaktoren von perioperativen Bluttransfusionen auswerteten. Laut den Autoren variiere die in der Literatur angegebene Rate an Bluttransfusionen sehr stark und habe in der hier untersuchten Kohorte mit 67,66 % (n = 387) etwa im mittleren Bereich gelegen. Schließlich zeigte sich, dass transfundierte Patienten, im Vergleich zu Patienten ohne Transfusion, im Durchschnitt eine deutlich längere Operationszeit aufwiesen (221,4 min (± 114,7) versus 145,4, min (± 91,8), p < 0,001). Für die multivariate

Analyse wählten die Autoren hingegen „keine Transfusion“ als Endpunkt. Hierbei zeigte sich dann, dass die Operationszeit einen protektiven Faktor darstellte, somit also ein Risikofaktor für die Notwendigkeit einer Bluttransfusion war (OR: 0,995, KI: 0,993 – 0,998, p = 0,0003).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 378 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 183: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Kinderchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Lam et al. 2016	Korrektur von Kraniosynostosen (n = 572)	ja

4.10.7 Fazit

Insgesamt bestand in 13 der 14 vorgestellten Publikationen, in denen die Beziehung der Operationszeit zur perioperativen Bluttransfusionsrate untersucht worden ist, ein positiver Zusammenhang. Besonders hervorzuheben sind hier die fünf Untersuchungen, die sich auf Eingriffe der Wirbelsäule bezogen. Hier ermittelten alle Arbeiten ein positives Ergebnis. Weniger einheitlich waren die Ergebnisse in den Arbeiten zu Pankreasresektionen. So konnten Tzeng et al. eine deutliche Assoziation für Eingriffe mit einer Dauer > 360 min ermitteln, wohingegen in der Arbeit von Ball et al. kein Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate bestand.

4.11 Operationszeit und leichte Komplikationen

Die Beziehung der Operationszeit zur Rate an leichten postoperativen Komplikationen ist in insgesamt elf der 260 gefundenen Arbeiten untersucht worden. Welche Endpunkte dieser Gruppe im Detail hinzugefügt wurden, ist Tabelle 199 im Anhang zu entnehmen. In diesem Abschnitt bezog sich die Mehrheit der gefundenen Arbeiten (n = 9) auf Eingriffe aus der Orthopädie und Unfallchirurgie. Zwei weitere Publikationen beschäftigten sich mit neurochirurgischen Veröffentlichungen. Auch in diesem Kapitel handelt es sich bei vielen Arbeiten um zuvor zitierte und ausführlicher vorgestellte Untersuchungen, sodass an dieser Stelle häufig nur auf die Ergebnisse hinsichtlich der Operationszeit und leichter postoperativer Komplikationen eingegangen wird.

4.11.1 Orthopädie & Unfallchirurgie

Von den neun Publikationen, die anhand der Literatursuche zur Operationszeit und leichten Komplikationen identifiziert worden sind und sich auf Operationen aus Orthopädie und Unfallchirurgie bezogen, untersuchten je zwei Arbeiten Schulterarthroskopien und Wirbelsäuleneingriffe. Darüber hinaus widmete sich auch jeweils eine Arbeitsgruppe der Implantation von Schulter- und Knieprothesen beziehungsweise der operativen Versorgung von proximalen Humerus- und Femurfrakturen sowie Arthroskopien des Knies.

4.11.1.1 Schulterarthroskopie

Registeruntersuchungen

In ihrer umfangreichen, über 9.000 Patienten umfassenden Registerarbeit (siehe auch „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.1.3)) untersuchten Martin et al. zusätzlich auch, welche verschiedenen Parameter einen Einfluss auf die postoperative Rate an leichten Komplikationen hatten, die im untersuchten Kollektiv mit einer Inzidenz von 0,44 % (n = 42) auftraten (Martin et al. 2013a). Definiert waren leichte Komplikationen dabei als das Auftreten einer der folgenden:
oberflächliche Wundinfektion (0,16 %), Pneumonie (0,07 %), Harnwegsinfektion (0,16 %), TVT / Thrombophlebitis (0,09 %), transfusionspflichtige Blutung (0,05 %) und periphere Nervenverletzung (0,01 %).
Zu den analysierten Risikofaktoren zählte unter anderem auch eine verlängerte Operationszeit. Hierzu zeigte sich, dass Eingriffe mit einer Dauer > 90 min mit einem beinahe 3-fach

erhöhten Risiko für eine leichte postoperative Komplikation assoziiert waren (aOR: 2,82, KI: 1,39 – 5,72, p < 0,05).

Ganz ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in der Arbeit von Shields et al., die unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ schon gemeinsam mit der Untersuchung von Martin et al. vorgestellt worden ist (siehe 4.2.1.3, Shields et al. 2015). In dem etwas größeren Patientenkollektiv lag die Rate an leichten postoperativen Komplikationen mit 0,53 % (n = 54) geringfügig über jener, in der Arbeit von Martin et al. Auch die Definition leichter postoperativer Komplikationen stimmte weitgehend überein:
oberflächliche Wundinfektion (n = 17), Harnwegsinfektion (n = 15), TVT (n = 8), Pneumonie (n = 7), transfusionspflichtige Blutung (n = 5) und periphere Nervenverletzung (n = 2). Auch hier zeigte sich ein deutlich erhöhtes Risiko für eine leichte Komplikation nach verlängerten Eingriffen mit einer Dauer > 90 min (aOR: 2,16, KI: 1,09 – 4,29, p = 0,03).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten, in denen insgesamt n = 19.665 Patienten untersucht wurden, noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 379 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 184: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Schulterarthroskopie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Martin et al. 2013a	Schulterarthroskopie (n = 9.410)	ja
2. Shields et al. 2015	Schulterarthroskopie (n = 10.255)	ja

4.11.1.2 Wirbelsäulenchirurgie

Registeruntersuchungen

Einen ebenfalls sehr starken Einfluss hatte die Operationszeit auf das postoperative Auftreten von leichten Komplikationen nach Eingriffen an der Wirbelsäule (Schoenfeld et al. 2013a). Auch bei dieser Publikation handelt es sich um eine zuvor ausführlicher dargestellte Arbeit (siehe „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.2.1)), in der die Autoren mehrere End-

punkte untersuchten. Hinsichtlich leichter postoperativer Komplikationen konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass sich die Wahrscheinlichkeit, mit der sie in der untersuchten Kohorte auftraten, nach Eingriffen mit einer Länge > 310 min mehr als verdoppelte (OR: 2,5, KI: 1,9 – 3,4, p < 0,001). Die Bezeichnung „leichte Komplikationen“ umfasste hierbei das Auftreten von oberflächlichen Wundinfektionen, Wunddehiszenzen, Pneumonien und Harnwegsinfektionen. Insgesamt traten diese Komplikationen bei n = 270 (4,6 %) Patienten auf.

Mit einem relativen Risiko von 2,2 (KI: nicht angegeben, p = 0,027) spielte eine verlängerte OP-Zeit > 310 min auch nach Revisionseingriffen der Wirbelsäule offenbar eine wichtige Rolle bei der Vorhersage von leichten postoperativen Komplikationen (Basques et al. 2017). Die in dieser Dissertation schon häufig zitierte Arbeitsgruppe um Basques et al. untersuchte auch in der hier vorgestellten Arbeit mehrere Outcomes (siehe zum Beispiel „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.1.1)). Insgesamt traten leichte Komplikationen bei 3,2 % (n = 41) der Patienten auf und umfassten oberflächliche Wundinfektionen (0,9 %), Harnwegsinfektionen (1,8 %), Pneumonien (0,4 %) und eine progrediente Niereninsuffizienz (0,1 %). Angaben zum Konfidenzintervall des Ergebnisses wurden nicht gemacht.

Die folgende Tabelle fasst die dargestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 380 im Anhang zu entnehmen. Insgesamt sind hier n = 7.174 Patienten zu den Untersuchungen einbezogen worden.

Tabelle 185: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	ja
2. Basques et al. 2017	Revision posteriorer Spondylodese (n = 1.287)	ja

4.11.1.3 Kniearthroskopie

In ihrer 2013 publizierten Registeruntersuchung beschäftigten sich Martin et al. neben allgemeinen und schweren postoperativen Komplikationen nach Kniearthroskopien (siehe 4.4.2.3, 4.2.1.3) auch mit leichten postoperativen Komplikationen und ihren Risikofaktoren (Martin et al. 2013b). Im untersuchten Patientenkollektiv traten dabei n = 116 (0,95 %) leichte Komplikationen auf, die von den Autoren wie folgt definiert worden sind:
oberflächliche Wundinfektion (0,27 %), Pneumonie (0,04 %), Harnwegsinfektion (0,07 %), TVT / Thrombophlebitis (0,46 %), transfusionspflichtige Blutung (0,07 %) und periphere Nervenverletzung (0,02 %).
Als einen bedeutsamen Faktor dafür, eine der genannten Komplikationen zu entwickeln, identifizierten Martin et al. unter anderem auch Eingriffe von besonders langer Dauer (> 90 min; aOR: 1,78, KI: 1,04 – 3,05, p < 0,05).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 381 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 186: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Kniearthroskopie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Martin et al. 2013b	Kniearthroskopie (n = 12.271)	ja

4.11.1.4 Implantation von Knieprothesen

Leichte postoperative Komplikationen sind auch noch einmal separat in der Arbeit von Belmont et al. nach Implantation von primären Knieprothesen untersucht worden (Belmont et al. 2014). Ausführlicher vorgestellt wurde diese Arbeit beispielsweise bereits unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.2.2) sowie „schwere Komplikationen“ (siehe 4.4.2.2). Definiert wurden leichte Komplikationen (n = 491 (3,2 %)) wie folgt: Harnwegsinfekt (n = 228 (1,49 %)), TVT (n = 206 (1,34 %)), Pneumonie (n = 56 (0,37 %)), Niereninsuffizienz (n = 19 (0,12 %)).

Nach multivariater Datenauswertung zeigte sich, dass Patienten ab einer Operationsdauer > 135 min ein deutlich erhöhtes Risiko hatten, eine der genannten Komplikationen zu entwickeln (OR: 1,64, KI: 1,28 – 2,09, p < 0,05).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 382 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 187: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Knieprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	ja

4.11.1.5 Proximale Femurfraktur

Auch Pugely et al., die sich in ihrer Arbeit mit dem postoperativen Outcome nach chirurgischer Versorgung von 4.331 Patienten mit proximaler Femurfraktur beschäftigten, wählten das Auftreten leichter postoperativer Komplikationen als einen zusätzlichen Endpunkt (siehe zum Beispiel 4.2.1.4, Pugely et al. 2014). Auch in dieser Arbeit glichen die hierzu gezählten Komplikationen im Wesentlichen denen der anderen Arbeiten (oberflächliche Wundinfektion, Pneumonie, TVT, progrediente Niereninsuffizienz oder Harnwegsinfektion).
Nach multivariater Datenauswertung konnte dann schließlich gezeigt werden, dass sich das Risiko dafür, postoperativ eine der oben genannten Komplikationen zu entwickeln, ab einer Eingriffsdauer von > 2 h mehr als verdoppelte (OR: 2,41, KI: nicht angegeben, p < 0,05). Die Rate an leichten postoperativen Komplikationen lag bei 22,0 % (n = 951).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 383 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 188: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / proximale Femurfraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Pugely et al. 2014	proximale Femurfraktur (n = 4.331)	ja

4.11.1.6 Implantation von Schulterprothesen

Die Beziehung der Dauer einer Operation zur Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen in der hier vorgestellten Arbeit ist zuvor bereits beschrieben worden (siehe 4.2.1.2, Anthony et al. 2015). Wie im entsprechenden Kapitel schon erwähnt, widmeten sich die Autoren auch der Beziehung der Operationszeit zur Rate an leichten postoperativen Komplikationen. Es zeigte sich auch hierfür, dass Eingriffe mit einer Dauer > 2 h mit einem doppelt so hohen Risiko für eine leichte postoperative Komplikation einhergingen (OR: 2,0, KI: 1,0 – 3,0, $p < 0,05$). In der untersuchten Kohorte traten diese Komplikationen mit einer Häufigkeit von 7 % (n = 136) auf und waren wie folgt definiert:
oberflächliche Wundinfektion (0,1 %), Pneumonie (0,52 %), Harnwegsinfektion (1,4 %), TVT / Thrombophlebitis (0,31 %), transfusionspflichtige Blutung (4,26 %) und periphere Nervenverletzung (0,47 %).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 384 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 189: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Schulterprothetik

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Anthony et al. 2015	Schulterprothese (n = 1.922)	ja

4.11.1.7 Proximale Humerusfraktur

In der bereits unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ vorgestellten Publikation (siehe 4.2.1.5) verglichen die Autoren nach einer NSQIP-Abfrage (2006 – 2013) postoperative Komplikationsraten in Abhängigkeit von der Versorgungsart nach proximaler Humerusfraktur (Cvetanovich et al. 2016). Von den insgesamt 1.791 Patienten wurden 1.261 Frakturen offen reponiert und intern fixiert, 404 Fälle mit einer Hemiprothese versorgt und 125 Patienten mit einer totalen Schulterprothese. An dieser Stelle soll näher auf den Einfluss der Operationszeit auf die Rate an leichten postoperativen Komplikationen eingegangen werden. Diese waren definiert als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen und traten in n = 228 Fällen auf:
oberflächliche Wundinfektion, Pneumonie, Harnwegsinfektion, TVT, transfusionspflichtige Blutung, periphere Nervenverletzung, Niereninsuffizienz.
Nach Auswertung der Daten zeigte sich, dass Patienten bereits ab einer OP-Dauer von > 90 min ein signifikant erhöhtes Risiko hatten, postoperativ eine leichte Komplikation zu entwickeln (OR: 1,740, KI: 1,186 – 2,553, p = 0,005).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 385 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 190: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / proximale Humerusfraktur

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Cvetanovich et al. 2016	proximale Humerusfraktur (n = 1.791)	ja

Zusammenfassend bestand in allen neun Publikationen, die zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an leichten Komplikationen bei Eingriffen aus Orthopädie und Unfallchirurgie vorgestellt wurden, ein positiver Zusammenhang.

4.11.2 Neurochirurgie

In weiteren zwei der gefundenen Arbeiten, die sich auf die Beziehung der Operationszeit zur Rate an leichten postoperativen Komplikationen bezogen, sind Operationen aus dem Gebiet der Neurochirurgie untersucht worden. Dabei handelte es sich bei beiden Arbeiten um Registeruntersuchungen, in denen die Autoren mehrere Endpunkte untersuchten. Daher sind auch beide Arbeiten bereits an anderer Stelle zitiert und ausführlicher vorgestellt worden.

4.11.2.1 Meningeomresektion

Die Häufigkeit, mit der leichte postoperative Komplikationen nach Meningeomresektionen auftraten, hing auch in der beispielsweise schon unter „allgemeine postoperative Komplikationen“ (siehe 4.2.6.1) vorgestellten Untersuchung von Karhade et al. signifikant mit der Dauer eines Eingriffs zusammen (Karhade et al. 2017b). Dabei steigerte sich das Risiko mit zunehmender OP-Zeit in exponentieller Weise. So lag das Odds Ratio nach Eingriffen mit einer Dauer zwischen 145 und 218 min bei 2,66 (KI: 1,712 – 4,133, $p < 0,001$) und erhöhte sich nach Operationen, die zwischen 218 und 318 min dauerten, auf 5,091 (KI: 3,344 – 7,752, $p < 0,001$). Nach Eingriffen von > 318-minütiger Dauer zeigte sich dann sogar ein Odds Ratio von 11,68 (KI: 7,749 – 17,59, $p < 0,001$). Leichte postoperative Komplikationen umfassten hierbei Pneumonien, Harnwegsinfektionen, progrediente Niereninsuffizienz, periphere Nervenverletzungen und transfusionspflichtige Blutungen, deren Inzidenz jedoch nicht angegeben wurde.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 386 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 191: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Meningeomresektion

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Karhade et al. 2017b	Meningeomresektion (n = 3.743)	ja

4.11.2.2 Clipping intrakranieller Aneurysmen

Ähnlich wie auch in Bezug auf schwere postoperative Komplikationen schon dargelegt (siehe 4.4.4.2), erhöhte sich das Risiko für eine leichte postoperative Komplikation in der Arbeit von Kerezoudis et al. ebenfalls mit zunehmender Operationszeit (Kerezoudis et al. 2016). So führte jede OP-Minute (75. Perzentile: 169 min (± 25,53)) zu einer Risikoerhöhung um 0,3 % (OR pro min: 1,003, KI: 1,0 – 1,005, p = 0,035). Als leichte Komplikationen (5,14 %, n = 34) werteten die Autoren dabei oberflächliche Wundinfektionen (1,06 %), Harnwegsinfektionen (3,17 %) und TVTs (0,91 %).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 387 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 192: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Clipping intrakranieller Aneurysmen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Kerezoudis et al. 2016	Clipping intrakranieller Aneurysmen (n = 662)	ja

4.11.3 Fazit

Eine Zunahme der Operationszeit war letztlich in allen elf vorgestellten Untersuchungen mit einer erhöhten Rate an leichten postoperativen Komplikationen assoziiert.

4.12 Operationszeit und postoperative Harnwegsinfektionen

Der Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Rate an Harnwegsinfektionen ist in acht der 260 gefundenen Publikationen untersucht worden. Die häufigsten ausgewerteten Eingriffe stellten hiervon mit jeweils drei Arbeiten gynäkologische und allgemeinchirurgische Operationen dar. Dabei untersuchten Gehrich et al. in ihrer Publikation drei verschiedene Patientenkollektive, die sich jeweils unterschiedlichen urogynäkologischen Operationen unterzogen hatten. Somit sind in insgesamt acht Publikationen also zehn separate Analysen durchgeführt worden.

4.12.1 Gynäkologie

In allen drei Publikationen, die sich unter den zur Operationszeit und Harnwegsinfektionen gefundenen Arbeiten mit Eingriffen aus dem Gebiet der Gynäkologie beschäftigten, bezogen sich die Autoren auf Hysterektomien. Ebenso handelte es sich bei all diesen Arbeiten um Registeruntersuchungen.

4.12.1.1 Hysterektomie

Registeruntersuchungen

In der von Gehrich et al. veröffentlichten Publikation untersuchten die Autoren, wie sich die im Rahmen einer Hysterektomie häufig zusätzlich durchgeführte Einlage einer miturethralen Schlinge zur Inkontinenzbehandlung auf die postoperative Rate an Harnwegsinfektionen auswirkte (Gehrich et al. 2016). Nach einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2006 – 2012 werteten die Autoren hierbei insgesamt 71.006 Eingriffe aus. Bei diesen Eingriffen handelte es sich um 57.398 (81 %) Hysterektomien, 9.851 (14 %) isolierte Schlingeneinlagen und 3.757 (5 %) kombinierte Eingriffe. Die Rate an postoperativen Harnwegsinfekten lag bei 5,3 % nach kombinierten Eingriffen, 3,4 % nach Schlingeneinlage und 2,5 % nach Hysterektomie ($p < 0,001$). Es zeigte sich, dass eine verlängerte Operationszeit sowohl nach isolierter Hysterektomie als auch nach isolierter Schlingeneinlage mit einem vermehrten Auftreten von Harnwegsinfektionen assoziiert war ($p < 0,001$). So entwickelten nach isolierter Schlingeneinlage lediglich 2,9 % der Patientinnen mit einer OP-Zeit < 60 min eine Harnwegsinfektion, wohingegen 5,3 % der Patientinnen mit einer Eingriffsdauer > 180 min einen Harnwegsinfekt erlitten ($p < 0,001$). Nach Hysterektomie zeigte sich ein ähnliches Bild: 2,1 % der Patientinnen mit einem < 60-minütigen Eingriff entwickelten eine Infektion,

während 3,4 % der Patientinnen mit einer OP-Zeit > 180 min ebenfalls eine Infektion aufwiesen ($p < 0,001$). Eine multivariate Analyse wurde für diesen Zusammenhang nicht durchgeführt. Nach kombinierten Eingriffen zeigte sich hingegen kein signifikanter Zusammenhang (3,6 % der Patientinnen mit OP-Zeit < 60 min entwickelten eine Infektion versus 5,8 % mit OP-Zeit > 180 min, $p = 0,273$).

In einer anderen Arbeit, die schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ zitiert wurde (siehe 4.1.3.1), betrug die Inzidenz postoperativer Harnwegsinfektionen nach Hysterektomie innerhalb der ersten 30 Tage nach OP 3,0 % (n = 402, Lake et al. 2013). Die multivariate Analyse potentieller Risikofaktoren zeigte, dass Operationen mit einer Dauer > 149 min (> 75. Perzentile) im Vergleich zu kürzeren Eingriffen mit einem beinahe doppelt so hohen Risiko für postoperative Harnwegsinfekte einhergingen (aOR: 1,86, KI: 1,52 – 2,29, $p < 0,001$).

Zuletzt sei noch eine weitere, bereits vielfach zitierte (siehe zum Beispiel „Lokal- und Wundkomplikationen“ (4.1.3.1) und „allgemeine postoperative Komplikationen“ (4.2.3.1)) Arbeit erwähnt, in der nach einer NSQIP-Abfrage ebenfalls für Hysterektomien untersucht worden ist, ob die Operationszeit einen Einfluss auf das postoperative Auftreten von Harnwegsinfektionen hatte (Catanzarite et al. 2015a). Hierbei konnte gezeigt werden, dass Harnwegsinfekte, die in der untersuchten Kohorte mit einer Häufigkeit von 2,1 % auftraten, auch in dieser Arbeit signifikant von verlängerten Eingriffen begünstigt worden sind. So erhöhte sich das Risiko, eine solche Infektion zu entwickeln, mit jeder zusätzlichen Stunde OP-Zeit um etwa 20 % (OR pro h: 1,20, KI: 1,05 – 1,36, $p = 0,006$).

Außer in Bezug auf kombinierte urogynäkologische Eingriffe (Hysterektomie + Schlingeneinlage) war die Operationszeit in allen drei Publikationen mit dem Auftreten postoperativer Harnwegsinfektionen nach Hysterektomien assoziiert. Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten, in denen insgesamt n = 92.458 Eingriffe untersucht wurden, noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 388 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 193: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / Gynäkologie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Gehrich et al. 2016	Hysterektomie (n = 57.398)	ja
	Schlingeneinlage (n = 9.851)	ja
	Hysterektomie + Schlingeneinlage (n = 3.757)	nein
2. Lake et al. 2013	Hysterektomie (n = 13.822)	ja
3. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie (n = 7.630)	ja

4.12.2 Allgemeinchirurgie

In insgesamt drei der gefundenen Arbeiten, in denen Stellung zur Beziehung der Operationszeit zur Rate postoperativer Harnwegsinfektionen genommen wurde, bezogen sich die Autoren auf Eingriffe aus dem Gebiet der Allgemeinchirurgie. Hiervon untersuchten zwei Arbeiten kolorektale Eingriffe. Eine weitere Untersuchung ist zu verschiedenen allgemeinchirurgischen Operationen vorgelegt worden.

4.12.2.1 Kolorektale Chirurgie

Registeruntersuchungen

Im Rahmen ihrer sehr umfangreichen Untersuchung werteten Sheka et al. die Daten von 47.781 kolorektalen Resektionen, die aufgrund einer Tumorerkrankung durchgeführt worden sind, hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren für postoperativ auftretende Harnwegsinfekte aus (Sheka et al. 2016). Zur Untersuchung einbezogen wurden dabei sowohl offene als auch minimalinvasive Operationen, die alle im Zeitraum zwischen 2005 und 2012 stattfanden (aus dem NSQIP-Register). Die Inzidenz postoperativer Harnwegsinfektionen lag in der untersuchten Kohorte bei 3,7 % (n = 1.764). Maßgeblich begünstigt wurde das Auftreten solcher Infektionen dabei unter anderem auch von der Operationsdauer. Hier

zeigte sich eine Risikoerhöhung um etwa 0,2 % mit jeder Minute OP-Zeit (OR pro min: 1,002, KI: 1,002 – 1,003, p < 0,001). Dabei betrug die durchschnittliche Eingriffsdauer in der Gruppe mit Infektion 204,7 min (± 117,7), wohingegen die Gruppe ohne eine Infektion eine Operationszeit von durchschnittlich nur 177,1 min (± 98,3) aufwies (p < 0,001).

Kein signifikanter Einfluss der Operationszeit fand sich hingegen in der schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ (siehe 4.1.1.1) vorgestellten Registerarbeit von Wilson et al., die sich in ihrer Arbeit jedoch auf offen und minimalinvasiv durchgeführte partielle Kolektomien beschränkten (Wilson et al. 2016). Untersucht wurde hier, ob eine verlängerte Operationsdauer (> 75. Perzentile; offen: 179 min, laparoskopisch: 190 min) die Rate an postoperativen Harnwegsinfekten während und nach dem Krankenhausaufenthalt beeinflusste. Für keinen der beiden Endpunkte konnte jedoch ein signifikantes Ergebnis ermittelt werden (vor Entlassung: OR: 1,23, KI: 0,95 – 1,58, p = 0,112; nach Entlassung: OR: 0,97, KI: 0,63 – 1,49, p = 0,899). Insgesamt lag die Infektionsrate in dieser Untersuchung bei 3,1 % (n = 1.490), wovon 65,9 % der Infekte während des Krankenhausaufenthaltes auftraten und 34,1 % erst nach Entlassung.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellten Arbeiten noch einmal kurz zusammen. Insgesamt wurden hier n = 95.649 Patienten untersucht. Ein detaillierterer Überblick über die Ergebnisse ist Tabelle 389 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 194: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / kolorektale Chirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Sheka et al. 2016	kolorektale Tumorresektionen (n = 47.781)	ja
2. Wilson et al. 2016	partielle Kolektomie (n = 47.868)	nein

4.12.2.2 Verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe

Das Ziel einer weiteren Registeruntersuchung (NSQIP) war es, Risikofaktoren für Harnwegsinfektionen speziell für ältere Patienten (> 65 Jahre) nach abdominellen Notfalloperationen zu ermitteln (Zielinski et al. 2014). Von den zwischen 2005 und 2012 operierten

Patienten (n = 53.879) entwickelten letztlich 3,5 % (n = 1.881) postoperativ eine Harnwegsinfektion. Bei den häufigsten operierten Organen handelte es sich um Eingriffe am Kolon (n = 17.734), Dünndarmeingriffe (n = 9.774), Appendektomien (n = 7.189) und Cholezystektomien (n = 4.507). Hiervon hatten Kolon- und Dünndarmeingriffe die höchsten Infektionsraten (4,2 %, 4,5 %). Das Risiko, eine Harnwegsinfektion während des Krankenhausaufenthaltes innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage zu entwickeln, erhöhte sich dabei bereits ab einer OP-Zeit von > 120 min (120 – 179 min: OR: 1,34, KI: 1,15 – 1,57, p < 0,001). Mit zunehmender Operationszeit erhöhte sich auch das Infektionsrisiko bis auf das etwa 1,5-fache nach Eingriffen mit einer Dauer > 180 min im Vergleich zu Operationen von < 60 min (> 180 min: OR: 1,56, KI: 1,32 – 1,84, p < 0,001). Das Ergebnis für Eingriffe mit einer Dauer zwischen 60 und 119 min war hingegen nicht signifikant (60 – 119 min: OR: 1,13, KI: 0,99 – 1,29, p = 0,07).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 390 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 195: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / abdominelle Notfalloperationen

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Zielinski et al. 2014	verschiedene abdominelle Notfall-operationen (n = 53.879)	ja

In zwei der drei vorgestellten Publikationen, die sich auf allgemeinchirurgische Eingriffe bezogen, bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der Rate an postoperativen Harnwegsinfektionen. Lediglich in der Arbeit von Wilson et al., die sich auf partielle Kolektomien bezogen, konnte kein signifikantes Ergebnis ermittelt werden.

4.12.3 Verschiedene Eingriffe

Im Rahmen ihrer 2015 publizierten Arbeit durchsuchten Qin et al. die NSQIP-Datenbank für die Jahre 2005 – 2012 nach Eingriffen, unabhängig von der Fachrichtung, die unter Vollnarkose durchgeführt worden sind (Qin et al. 2015a). Nicht mit einbezogen wurden Patienten mit anderen Narkoseformen oder einer vorbestehenden systemischen Entzün-

dung. Die Autoren erhielten so die Daten von insgesamt 1.452.615 Patienten, von denen insgesamt 22.305 (1,5 %) postoperativ eine Harnwegsinfektion entwickelten. In dieser Arbeit definierten die Autoren eine Harnwegsinfektion lediglich mit den klassischen Symptomen (plötzlicher Harndrang, erhöhte Miktionsfrequenz, Dysurie, Fieber) und einer positiven Urinkultur. Im Vergleich zu den anderen in diesem Kapitel vorgestellten Untersuchungen also weniger genau. Die meisten Eingriffe machten in der untersuchten Kohorte allgemeinchirurgische Eingriffe aus (n = 984.733), deren Rate an Harnwegsinfektionen im Vergleich zu den übrigen Fachrichtungen mit 1,42 % etwa im Durchschnitt lag. Das Risiko für einen Harnwegsinfekt erhöhte sich nach diesen Eingriffen mit jeder weiteren Stunde OP-Zeit um etwa 15 % (OR pro h: 1,149, KI: 1,139 – 1,159, p < 0,001). Einen ähnlich starken Einfluss hatte die Operationsdauer in der Gynäkologie (OR pro h: 1,122, KI: 1,088 – 1,157, p < 0,001), in der Orthopädie (OR pro h: 1,142, KI: 1,103 – 1,183, p < 0,001) und in der Thoraxchirurgie (OR pro h: 1,160, KI: 1,079 – 1,247, p < 0,001). Die höchsten Infektionsraten hatten urologische (2,95 %) und gynäkologische (2,89 %) Eingriffe. Die niedrigsten Raten bestanden nach Eingriffen in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde (0,42 %) und nach plastischen Eingriffen (0,56 %). Dies waren auch die einzigen Fachrichtungen, in denen kein signifikanter Einfluss der Operationszeit bestand (p = 0,189; p = 0,42). Für die Gesamtheit aller Eingriffe unterteilten die Autoren die Operationsdauer in 5 Quintile, wobei das 3. Quintil als Referenzwert galt. Auch hier zeigte sich eine eindeutige Erhöhung des Risikos für eine postoperative Harnwegsinfektion nach verlängerten Eingriffen (4. Quintil: aOR: 1,156, KI: 1,104 – 1,21, p < 0,0001; 5. Quintil: aOR: 1,758, KI: 1,682 – 1,838, p < 0,0001). Protektiv schienen sich hingegen kürzere Eingriffe des ersten Quintils auszuwirken (1. Quintil: aOR: 0,928, KI: 0,873 – 0,987, p = 0,017). Das Ergebnis für das 2. Quintil war nicht signifikant (2. Quintil: aOR: 0,955, KI: 0,906 – 1,007, p = 0,089).

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 391 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 196: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / verschiedene Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Qin et al. 2015a	Eingriffe verschiedener Fachrichtungen (n = 1.452.615)	ja

4.12.4 Orthopädie & Unfallchirurgie

Abschließend sei an dieser Stelle noch eine zuvor schon unter „Lokal- und Wundkomplikationen“ zitierte Single-Center-Studie erwähnt (siehe 4.1.2.1), in der neben Wundinfektionen auch die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an Harnwegsinfektionen nach Wirbelsäuleneingriffen untersucht worden ist (Tominaga et al. 2016a). Von den 825 Patienten entwickelten insgesamt n = 20 (2,4 %) postoperativ einen Harnwegsinfekt. Hierbei stellte auch die Operationszeit einen Risikofaktor dar. So erhöhte sich das Risiko für einen solchen Infekt mit zunehmender Operationsdauer um etwa 0,4 % (OR: 1,0042, KI: 1,0008 – 1,0076, p = 0,0162). Im Gegensatz zur Wundinfektionsrate gingen die Autoren auf das Ergebnis in Hinblick auf Harnwegsinfektionen abschließend nicht noch einmal ein.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 392 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 197: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / Wirbelsäulenchirurgie

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Tominaga et al. 2016a	verschiedene Wirbelsäuleneingriffe (n = 825)	ja

4.12.5 Fazit

Von den insgesamt acht Arbeiten, in denen untersucht worden ist, ob die Operationszeit einen Einfluss auf die postoperative Rate an Harnwegsinfektionen hatte, war dies in sieben Publikationen der Fall. Besonders häufig ist dieser Zusammenhang nach Hysterektomien untersucht worden und war hier in allen Arbeiten vorhanden. Demgegenüber konnten Wilson et al. keinen Zusammenhang zwischen verlängerten Eingriffen und dem Auftreten von Harnwegsinfekten nach partieller Kolektomie nachweisen. Hervorzuheben ist zudem die Publikation von Qin et al., in der die Daten von knapp 1,5 Millionen Eingriffen ausgewertet worden sind. Hier hing das Auftreten postoperativer Harnwegsinfektionen ebenfalls positiv mit verlängerten Eingriffen zusammen.

4.13 Operationszeit und periphere Nervenschäden

Al-Temimi et al. haben sich in ihrer Arbeit speziell damit beschäftigt, welche Risikofaktoren einen Einfluss auf Verletzungen peripherer Nerven hatten. Anhand einer NSQIP-Abfrage der Jahre 2005 – 2013 wurden dazu die Daten von 186.936 Patienten ausgewertet. Davon erlitten 122 (0,068 %) Patienten eine Verletzung eines peripheren Nervs. Definiert wurde eine solche Verletzung als ein neu aufgetretenes motorisches Defizit des Plexus cervicalis, Plexus brachialis, Nervus ulnaris, Plexus lumbosacralis, Nervus peroneus und / oder Nervus femoralis innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Die untersuchten Eingriffe beinhalteten sowohl Operationen maligner (Kolon- und Rektumkarzinom) als auch benigner (Divertikulitis, CED) Ursache und wurden in 27 % (n = 50.470) der Fälle laparoskopisch durchgeführt. Nach Auswertung der Daten konnten die Autoren zeigen, dass die Operationszeit die Schädigung peripherer Nerven stärker als alle anderen untersuchten Risikofaktoren beeinflusste. So dauerten die Eingriffe von Patienten mit einer Schädigung im Durchschnitt 277,0 min (± 169,7), während die Eingriffe von Patienten ohne Defizit durchschnittlich nur 176,7 min (± 104,8) dauerten ($p < 0,001$). Nach multivariater Auswertung der Daten zeigte sich, dass Eingriffe ab einer Dauer des 4. Quartils mit einem signifikant erhöhten Risiko für eine postoperative Schädigung einhergingen (OR: 3,88, KI: 2,16 – 6,96, $p < 0,0001$, weitere Ergebnisse siehe Tabelle 393, Anhang). Darüber hinaus wurde die Operationszeit auch als kontinuierliche Variable in 10-minütigen Intervallen analysiert (OR pro 10 min: 1,04, KI: 1,03 – 1,05, $p < 0,05$). Das bedeutet also, dass eine Verlängerung der Operationsdauer um 10 min mit einem um 4 % erhöhten Risiko für eine periphere Nervenschädigung einherging.

Die folgende Tabelle fasst die vorgestellte Arbeit noch einmal kurz zusammen. Ein detaillierterer Überblick über das Ergebnis ist Tabelle 393 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 198: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf periphere Nervenschäden / kolorektale Eingriffe

Autor	Eingriff	Operationszeit beeinflusst Komplikationsrate negativ
1. Al-Temimi et al. 2017	kolorektale Eingriffe (n = 186.936)	ja

4.14 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die folgende Abbildung stellt abschließend noch einmal dar, in wie vielen Publikationen ein positiver Zusammenhang zwischen einer Zunahme der Operationszeit und einer erhöhten Rate an postoperativen Komplikationen bestand und in wie vielen Untersuchungen dies nicht der Fall war. Dargestellt sind die fünf häufigsten untersuchten Komplikationen, einschließlich der Mortalität, jedoch unabhängig vom untersuchten Eingriff:

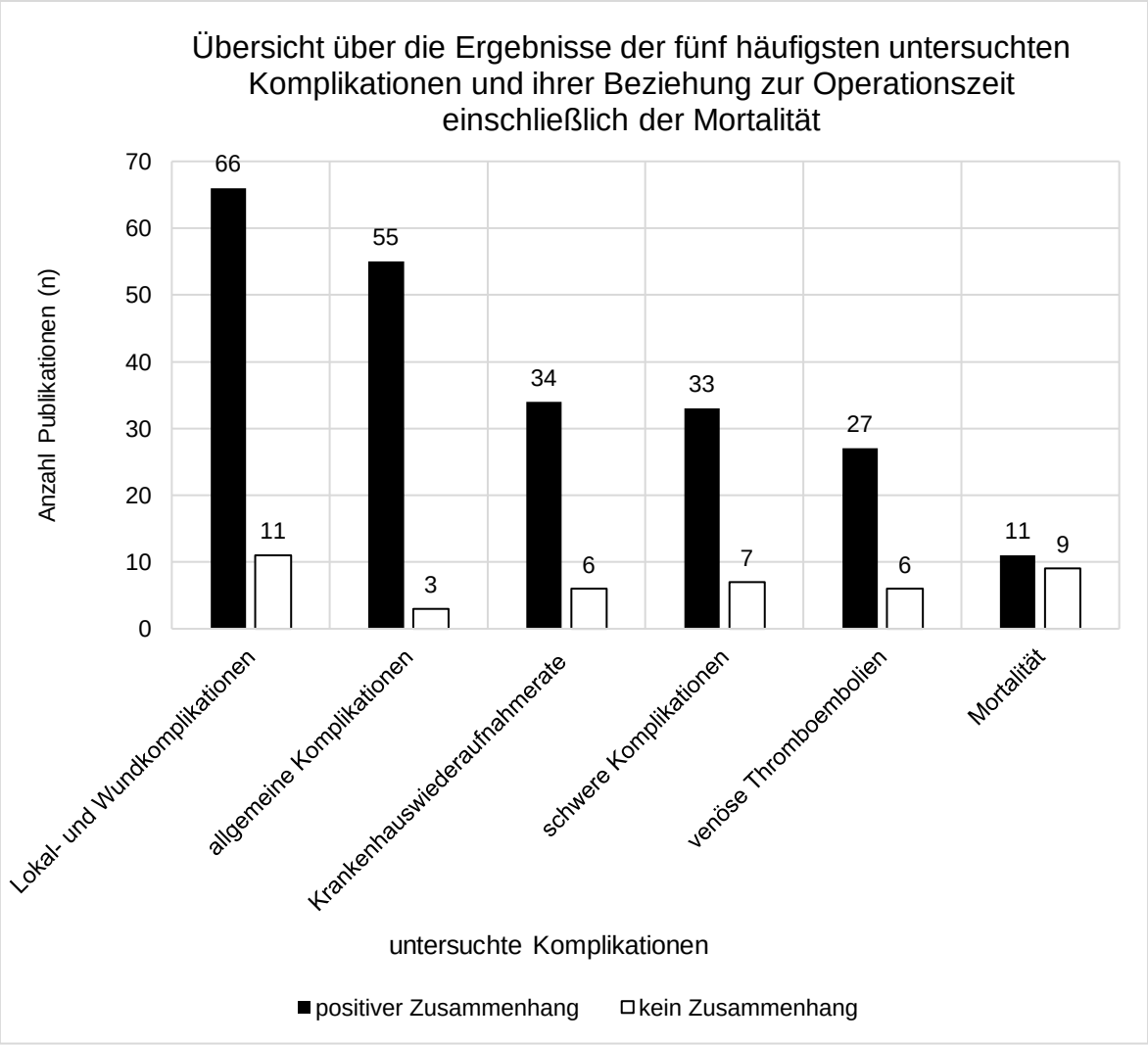

Abbildung 3: Übersicht über die Ergebnisse der fünf häufigsten untersuchten Komplikationen einschließlich der Mortalität.

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde anhand einer Literaturrecherche überprüft, inwieweit die Operationszeit mit postoperativen Komplikationen assoziiert ist. Als Komplikationen wurden Lokal- und Wundkomplikationen, allgemeine postoperative Komplikationen, die Krankenhauswiederaufnahmerate, schwere postoperative Komplikationen, venöse Thromboembolien, die Krankenhausverweildauer, pulmonale Komplikationen, die postoperative Mortalität, Reoperationen, perioperative Bluttransfusionen, leichte postoperative Komplikationen, Harnwegsinfektionen und periphere Nervenschäden definiert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die verschiedenen Komplikationen im Folgenden separat diskutiert.

5.1 Beziehung der Operationszeit zu Lokal- und Wundkomplikationen

Ein Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Rate an Lokal- und Wundkomplikationen hat in 66 der insgesamt 77 dargestellten Analysen bestanden. Je länger die Operationszeit dauerte, desto höher war in 66 Arbeiten die Lokal- und Wundkomplikationsrate (siehe Abbildung 3). Vier Autoren vertraten dabei die Ansicht, dass eine erhöhte Wundinfektionsrate bei längerer Operationszeit darauf beruhe, dass die Wunde der Umgebungsluft mit zunehmender Operationszeit länger ausgesetzt ist (Chen et al. 2013, Tu et al. 2016, Lim et al. 2018, Vieira et al. 2017). Dies soll zu einem stärkeren Austrocknen der Wundränder und erhöhter Keimexposition des OP-Feldes und der Instrumente führen (Iqbal et al. 2017, Nguyen et al. 2012). Es könnte daher von Vorteil sein, Bereiche des OP-Feldes, in denen zeitweise nicht operiert wird, sowie zwischenzeitlich unbenutzte Instrumente mit einem sterilen Tuch abzudecken (Shen et al. 2014). Auch kommt es während langer Eingriffe zum Beispiel durch Hakeneinsatz zu einer erhöhten mechanischen Belastung der Wunde mit entsprechendem Gewebetrauma, was ebenfalls zu einer erhöhten Wundinfektionsrate beitragen kann (Greenblatt et al. 2011). Die dadurch beeinträchtigte Perfusion der Wundränder kann mit einem zusätzlichen Risiko für Nekrosen einhergehen (Tominaga et al. 2016a, Greenblatt et al. 2011). All diese Gegebenheiten begünstigen möglicherweise die Entstehung von Wundinfektionen, -dehiszenzen sowie -heilungsstörungen und verstärken sich mit zunehmender Operationszeit. Tominaga et al. forderten daher zum Beispiel, für Wirbelsäuleneingriffe mit einer OP-Dauer über 5 h ein zweizeitiges Vorgehen in Betracht zu ziehen, wenn dies möglich ist (Tominaga et al. 2016a). Konkrete Beispiele gaben sie aber nicht an.

Laut Greenblatt et al. könnten Eingriffe von besonders langer Dauer zusätzlich auch mit vermehrten Fehlern hinsichtlich der Einhaltung der Sterilität des OP-Teams einhergehen, was ebenfalls zu einer erhöhten Wundinfektionsrate führen würde (Greenblatt et al. 2011). Diese Vorstellung erscheint logisch, harte Daten dazu wurden aber nicht präsentiert. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Gewebekonzentration prophylaktisch gegebener Antibiotika mit der Dauer der Operationszeit sinkt, und die Antibiotikakonzentrationen im Gewebe damit die minimale Hemmkonzentration unterschreiten (Burke 1977).

Den gleichen Effekt hat ein hoher Blutverlust, der ebenfalls zu einem Absinken des Antibiotikaspiegels beitragen kann (Swoboda et al. 1996, Chen et al. 2013, Tu et al. 2016, Park et al. 2015). Gemäß den amerikanischen Empfehlungen zur perioperativen Antibiotikaprophylaxe wird deshalb gefordert, die Gabe einer präoperativ begonnenen Prophylaxe nach einer Operationszeit von mehr als der doppelten Halbwertszeit des verwendeten Antibiotikums oder einem starken Blutverlust von mehr als 1,5 Litern zu wiederholen (Bratzler et al. 2013, Alavi et al. 2010, Jeon et al. 2016). Ob dies bei Patienten mit erhöhten Wundinfektionsraten in allen Fällen tatsächlich umgesetzt worden ist, konnte aufgrund des retrospektiven Charakters der untersuchten Studien jedoch nicht überprüft werden (Lim et al. 2018, Davis et al. 2013, Nguyen et al. 2012, Greenblatt et al. 2011).

Diskutiert wurde darüber hinaus auch, ob die Operationszeit vor allem mit der Komplexität eines Eingriffs assoziiert ist (Chipko et al. 2017). Mit Zunahme des Schwierigkeitsgrades des Eingriffs, zum Beispiel bei Verwachsungen, Tumorinfiltration oder lokalen Abszessen, verlängert sich zwangsläufig die Operationszeit, die dann mit den postoperativen Komplikationen in Zusammenhang steht. Lange Operationen korrelieren dann mit dem Lokalbefund, die Operationszeit per se sagt aber noch nichts über ein erhöhtes Infektionsrisiko aus (Wilson et al. 2014, Sharma et al. 2013, Pan et al. 2015).

Unter den zu Lokal- und Wundkomplikationen vorgestellten Untersuchungen bildeten Arbeiten zu kolorektalen Resektionen die größte Gruppe. Hier waren in fünf Studien Eingriffe mit einer Dauer von mehr als 3 h mit einer signifikant erhöhten Wundkomplikationsrate assoziiert (Moghadamyeghaneh et al. 2015, Kiran et al. 2010, Midura et al. 2015, Park et al. 2015, Lim et al. 2013, siehe Tabelle 201, Anhang), zwei Autoren fanden diesen Zusammenhang hingegen nicht (Nakamura et al. 2008, Wilson et al. 2016, siehe Tabelle 201, Anhang). Ob demnach eine Operationszeit von mehr als 3 h bei kolorektalen Eingriffen tatsächlich das Wundinfektionsrisiko erhöht, muss offenbleiben.

Für Gastrektomien kann lediglich festgestellt werden, dass sich das Risiko für postoperative Organraum- und Wundinfektionen erst nach einer deutlich längeren OP-Dauer als 3 h zu erhöhen scheint. So waren Eingriffe mit einer Dauer von mehr als 3 h in zwei Arbeiten nicht signifikant mit einer erhöhten Wundinfektionsrate assoziiert (Vural et al. 2013, Lee et al. 2010, siehe Tabelle 202, Anhang). Eine Zunahme postoperativer Organraum- und Wundin-

fektionen zeigte sich hingegen in vier Arbeiten erst nach Operationszeiten von mindestens 4 h oder mehr (Tu et al. 2016, Jeong et al. 2013, Kosuga et al. 2017, Lo et al. 2008, siehe Tabelle 202, Anhang).

Den größten Teil der zu Orthopädie und Unfallchirurgie untersuchten Eingriffe machten Wirbelsäulenoperationen aus (siehe Tabelle 210, Anhang). Hier traten Wundkomplikationen in drei Arbeiten nach mehr als 2 – 3 h OP-Zeit deutlich häufiger auf (Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, J. H. Kim et al. 2015). In zwei anderen Publikationen war dies hingegen nicht der Fall (Lim et al. 2018, Watanabe et al. 2010). Ob eine Operationsdauer also bereits nach mehr als 2 – 3 h das Auftreten postoperativer Wundinfektionen nach Wirbelsäuleneingriffen begünstigt, kann anhand dieser Daten nicht klar beantwortet werden. Eher deutet Vieles darauf hin, dass sich das Risiko für Wundinfektionen auch in der Wirbelsäulenchirurgie erst nach deutlich längeren Operationen erhöht. Ein entsprechendes Ergebnis ist in sechs Arbeiten ermittelt worden (Jalai et al. 2016, Sebastian et al. 2016, Lim et al. 2018, Schoenfeld et al. 2013a, Tominaga et al. 2016a, Shen et al. 2014, siehe Tabelle 210, Anhang). Dabei variierten die angegebenen Grenzwerte jedoch zwischen 197 min und 6 h, sodass auch hier keine klare Schwelle definiert werden kann.

In der Endoprothetik zeigte sich sowohl für Knie- als auch für Hüftprothesen ein erhöhtes Risiko für postoperative Wundkomplikationen nach Eingriffen mit einer Dauer von über 2 h (Duchman et al. 2017, O'Malley et al. 2012, Belmont et al. 2014, siehe Tabellen 211 – 214, Anhang). Somit scheint eine Eingriffsdauer von etwa 2 h also eine kritische Grenze bei der Entstehung von Wundkomplikationen in der Endoprothetik darzustellen.

Eine klare Grenze konnte auch in der Gynäkologie nach Sectiones definiert werden. Hier markierte eine Operationszeit von 60 min in beiden vorgestellten Arbeiten die Grenze, ab der sich das Risiko für Wundinfektionen deutlich erhöhte (Ezechi et al. 2009, Jido und Garba 2012, siehe Tabelle 218, Anhang). Diese Dauer stellt einen gut nachvollziehbaren und realistischen Grenzwert dar.

Zur Neurochirurgie sind Wundinfektionen unter anderem speziell nach Kranioplastiken untersucht worden. Dabei bestand allerdings in keiner der beiden Untersuchungen ein signifikanter Einfluss einer verlängerten Operationszeit (Kim et al. 2017, Wui et al. 2016, siehe Tabelle 219, Anhang). Kein Zusammenhang zu Wundinfektionen bestand außerdem in einer Publikation zur Resektion von Meningomyelozelen (Demir et al. 2015, siehe Tabelle 222, Anhang). In zwei weiteren Arbeiten zu neurochirurgischen Eingriffen bestand hingegen ein positiver Zusammenhang (Karhade et al. 2017a, Won et al. 2016, siehe Tabellen 220, 221, Anhang). Es bleibt also unklar, ob die Operationszeit bei der Entstehung von Wundkomplikationen nach Kranioplastiken im Speziellen und der Neurochirurgie insgesamt überhaupt von Bedeutung ist.

Sowohl zu gefäßchirurgischen Operationen (siehe Tabellen 223 und 224, Anhang) als auch zu freien Lappenübertragungen (Offodile et al. 2017, Wong et al. 2015, siehe Tabelle 225, Anhang) variierten die von den Autoren ermittelten Grenzwerte der Operationszeit zu stark, um einen klaren Schwellenwert angeben zu können.
Bei den übrigen Arbeiten, die sich mit der Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an Lokal- und Wundkomplikationen beschäftigten, handelte es sich um Untersuchungen zu einzelnen Eingriffen, auf die hier nicht erneut eingegangen wird.

Letztlich können kritische Operationszeiten, ab denen das Wundkomplikationsrisiko nach bestimmten Eingriffen ansteigt, nur für wenige Operationen angegeben werden. Es kann somit nur festgestellt werden, dass in der Mehrheit der untersuchten Arbeiten ein positiver Zusammenhang zwischen einer zunehmenden Operationsdauer und der Zunahme postoperativer Wundkomplikationen bestand. Nach Diskussion der Mechanismen, die diesem Zusammenhang zugrunde liegen könnten, scheint die Operationszeit zum großen Teil auch einen direkten Einfluss auf die Entstehung postoperativer Wundkomplikationen zu haben.

5.2 Beziehung der Operationszeit zu Komplikationen im Allgemeinen

Neben der Beziehung der Operationszeit zum Auftreten spezieller postoperativer Komplikationen bezog sich ein Großteil der Untersuchungen auch auf das Auftreten allgemeiner Komplikationen, die in den verschiedenen Studien als ein gemeinsamer Endpunkt untersucht worden sind. Es handelt sich dabei um folgende drei Gruppen, die im Ergebnisteil separat behandelt wurden, an dieser Stelle aber gemeinsam diskutiert werden sollen. In Klammern wird dabei mit einem „+“ angegeben, in wie vielen Arbeiten ein positiver Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der postoperativen Komplikationsrate bestand, und mit einem „-“, in wie vielen dies nicht der Fall war:

- **allgemeine postoperative Komplikationen (55 + / 3 -)**
  umfassen:
  - Major- und Minor-Komplikationen als gemeinsamer Endpunkt (46 + / 2 -)
  - Komplikationen innerhalb von 30 Tagen, aber nach Entlassung (5 + / 0 -)
  - postoperative Infektionen (4 + / 1 -)

- **schwere postoperative Komplikationen (33 + / 7 -)**
  umfassen ausschließlich Major-Komplikationen

- **leichte postoperative Komplikationen (11 + / 0 -)**
  umfassen ausschließlich Minor-Komplikationen

Eine Übersicht darüber, welche Endpunkte zur Gruppe der allgemeinen, schweren beziehungsweise leichten postoperativen Komplikationen zusammengefasst wurden, gibt Tabelle 199 im Anhang. Um welche speziellen Komplikationen es sich dabei in den einzelnen Untersuchungen handelt, ist in der Zusammenfassung der Publikationen im Ergebnisteil nachzulesen.

Auch hier stellt sich die Frage, inwieweit die Operationszeit dabei selbst die Ursache für eine Komplikation darstellt. Insgesamt 29 Autoren vertraten hierzu die schon zu Wundkomplikationen beschriebene Ansicht, eine verlängerte Operationszeit gebe vor allem einen Hinweis auf einen besonders komplexen oder invasiven Eingriff, der ohnehin mit dem vermehrten Auftreten postoperativer Komplikationen assoziiert sei (Schoenfeld et al. 2013a, Basques et al. 2017, Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, Di Capua et al., Saleh et al. 2017, Anthony et al. 2015, Oh et al. 2016, Ball et al. 2010, Qin et al. 2015b, Telem et al. 2014, Hanwright et al. 2013, Gupta et al. 2012b, Kuo et al. 2017, Karhade et al. 2017b, Martin et al. 2013a, Martin et al. 2013b, Evans et al. 2012, Fischer et al. 2014b, Sharma et al. 2013, Gruskay et al. 2016, O´Malley et al. 2012, Bennett et al. 2015b, Bennett et al. 2015a, Rubinstein et al. 2013, Kang et al. 2009, Kerezoudis et al. 2016, Daley et al. 2015, Blair et al. 2016).

Denkbar ist laut zehn Autoren außerdem auch, dass die Operationszeit einen Marker für die Qualität und die Effizienz des Operateurs darstellt (Hanwright et al. 2013, Belmont et al. 2014, Fischer et al. 2014b, Sharma et al. 2013, Gruskay et al. 2016, Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, O´Malley et al. 2012, Bennett et al. 2015b, Bennett et al. 2015a). In der Tat konnte beispielsweise für Karotiseingriffe gezeigt werden, dass diese von erfahrenen Operateuren schneller und komplikationsärmer durchgeführt worden sind (Aziz et al. 2016a, Cowan et al. 2002). In diesem Zusammenhang ist es allerdings wichtig zu erwähnen, dass zu schnelles Operieren unter Umständen auch zu Nachlässigkeiten und somit erhöhten Komplikationen führen kann. So könnte beispielsweise eine zu kurze Blutstillung zu postoperativen Nachblutungen führen, oder sich eine im Rahmen von Tumorresektionen nicht sorgfältig durchgeführte Lymphadenektomie negativ auf das längerfristige Outcome auswirken. In der Literatur mangelt es hierzu allerdings an aussagekräftigen Untersuchungen.

Von Bedeutung könnte darüber hinaus auch eine sich mit zunehmender Operationszeit einstellende Erschöpfung des Operateurs sein. So konnten Slack et al. auch bei erfahrenen

Chirurgen anhand von elektromyographischen Untersuchungen eine deutliche muskuläre Erschöpfung mit zunehmender Operationszeit messen (Slack et al. 2008). Ob diese allerdings tatsächlich einen negativen Einfluss auf das postoperative Outcome hat, ist umstritten. Erst kürzlich ist hierzu eine Metaanalyse vorgelegt worden, in der kein relevanter Einfluss chirurgischer Erschöpfung auf die postoperative Komplikationsrate ermittelt wurde (Koda et al. 2020). Die Autoren wiesen jedoch darauf hin, dass der Erschöpfungsgrad schwer zu objektivieren und in den untersuchten Publikationen auch nicht einheitlich definiert war. Auf der anderen Seite konnte in einer kleinen experimentellen Arbeit die Fehlerrate in einem laparoskopischen Trainingsmodell durch den Einsatz von Armstützen signifikant gesenkt werden (Galleano et al. 2006). Wie man, von Armstützen abgesehen, der muskulären Ermüdung während einer Operation noch entgegenwirken könnte, wird aktuell in einer Studie der Universitätsklinik in Tübingen untersucht. Die Probanden sollen hier in bestimmten Zeitabständen aktive oder passive Pausen von 2,5 min einlegen (Luger et al. 2020).

Insbesondere in Bezug auf leichte postoperative Komplikationen sowie Komplikationen, die erst nach der Entlassung aus dem Krankenhaus auftraten, zeigt sich zudem bei genauerer Betrachtung der aufgetretenen Komplikationen, dass Wundinfektionen, Harnwegsinfektionen oder perioperative Bluttransfusionen in zwölf der insgesamt 17 untersuchten Arbeiten den mit Abstand größten Anteil an den erfassten Komplikationen hatten (Martin et al. 2013a, Shields et al. 2015, Basques et al. 2017, Martin et al. 2013b, Anthony et al. 2015, Cvetanovich et al. 2016, Kerezoudis et al. 2016, Belmont et al. 2014, Chen et al. 2013, Chen et al. 2015, Chen et al. 2016, Oyetunji et al. 2013). Dass eine Zunahme der Operationszeit mit einem erhöhten Risiko für diese Komplikationen einhergeht, ist in den entsprechenden Kapiteln der vorliegenden Arbeit bereits gezeigt worden. Eine Korrelation zwischen der Operationsdauer und dem Auftreten leichter Komplikationen sowie Komplikationen nach Entlassung erscheint daher zusätzlich plausibel.

Bei dem Zusammenhang zwischen der Operationszeit und postoperativen Komplikationen im Allgemeinen könnten darüber hinaus aber auch generelle Belastungen, die eine Operation für den Patienten darstellt, eine Rolle spielen (Greenblatt et al. 2011, Morita et al. 2008, Boltz et al. 2011). Eine gute Evidenz besteht beispielsweise hinsichtlich der intraoperativen Thermoregulation. So ist bekannt, dass es während operativer Eingriffe häufig zum Absinken der Körperkerntemperatur kommt (Ruetzler und Kurz 2018), und das Risiko hierfür mit zunehmender Operationszeit weiter ansteigt (Flores-Maldonado et al. 1997). In zahlreichen Publikationen konnte eine intraoperative Hypothermie zudem mit einem negativen postoperativen Outcome in Verbindung gebracht werden (Akers et al. 2019, Kurz et al. 1996, Ruetzler und Kurz 2018). Um das Risiko für postoperative Kompli-

kationen durch eine mit der Dauer zunehmende Hypothermie zu minimieren, zeigte sich, dass Systeme zur aktiven Hauterwärmung, zum Beispiel adhäsive Wassermatten, bei OP-Ende eine Körperkerntemperatur > 36 °C gewährleisten können und somit eine effektive Methode zum Erreichen einer intraoperativen Normothermie darstellen (Madrid et al. 2016, Bräuer 2018). Die aktuelle S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin zur „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ verweist zudem auf wietere Maßnahmen und empfiehlt, Patienten ab einer Anästhesiedauer von mehr als 30 min während der intraoperativen Phase aktiv zu wärmen (Torossian et al. 2014).
Neben dem Ziel, eine intraoperative Normothermie des Patienten zu erreichen, formulierten einige Autoren auch noch weitere praktische Konsequenzen aus den Ergebnissen. Falls eine Operation zum Beispiel ursprünglich ambulant geplant wurde, sollten Patienten nach besonders langer Operationszeit stationär aufgenommen werden. So sprachen sich die Autoren einer amerikanischen Arbeit, in der die Risiken ambulant durchgeführter zervikaler Diskektomien untersucht wurden, beispielsweise für eine stationäre Aufnahme nach über 120-minütigen Operationen aus (Martin et al. 2014). Dass es bei Eingriffen, die in der Regel ambulant durchgeführt werden, dadurch auch zu Ausnahmen kommen kann, hat allerdings auch Auswirkungen auf das Belegungsmanagement der Kliniken und Verhandlungen mit den Krankenkassen.
Zwei weitere Autoren plädierten in ihrer Arbeit generell für eine engmaschigere postoperative Betreuung von Risikopatienten mit besonders langen Eingriffen (Hu et al. 2016, Harris et al. 2015). Zuletzt könnte es außerdem hilfreich sein, Fälle, bei denen bereits präoperativ mit einer überdurchschnittlich langen Operationsdauer gerechnet wird, gezielt von erfahrenen Chirurgen durchführen zu lassen (Jeon et al. 2016, Bernatz und Anderson 2015).

Von den verschiedenen Publikationen, die untersuchten, ob es einen Zusammenhang zwischen der Operationszeit und allgemeinen postoperativen Komplikationen gibt, sind Arbeiten, in denen Wirbelsäuleneingriffe untersucht wurden, quantitativ besonders hervorzuheben. In Hinblick auf die Bestimmung eines Grenzwertes für die Operationszeit zeigte sich hier allerdings ein eher uneinheitliches Bild. So erhöhte sich das Risiko dafür, eine Major- oder Minor-Komplikation zu entwickeln, in drei Arbeiten bereits nach einer Operationszeit von über 2 h (Kim et al. 2014a, Saleh et al. 2017, Martin et al. 2014, siehe Tabelle 233, Anhang). Anzumerken ist hierbei, dass in diesen Arbeiten kleinere monosegmentale Eingriffe und Diskektomien die Mehrheit der untersuchten Operationen bildeten. In sieben weiteren Arbeiten stieg das Risiko hingegen erst nach einer deutlich längeren Eingriffsdauer an (Pugely et al. 2013b, Phan et al. 2017, Veeravagu et al. 2009, Di Capua et al. 2017b, Schoenfeld et al. 2013a, Basques et al. 2017, Lim et al. 2018). Die ermittelten Grenzwerte

variierten dabei zwischen einer Operationszeit von mindestens 2,5 h und 6 h (siehe Tabelle 233, Anhang). Es ist also davon auszugehen, dass es zu einem relevanten Anstieg postoperativer Komplikationen nach Wirbelsäulenoperationen erst nach deutlich mehr als 2 h OP-Zeit kommt. Speziell das Risiko dafür, postoperativ eine Sepsis zu entwickeln, erhöhte sich in zwei weiteren Arbeiten zum Beispiel erst ab etwa 5 h OP-Zeit (Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, siehe Tabelle 290, Anhang).

Darüber hinaus ist auffällig, dass leichte postoperative Komplikationen deutlich stärker von der Operationszeit beeinflusst werden zu scheinen als schwerere Komplikationen. So ermittelten zwei Autoren ab einer Operationsdauer von über 310 min ein Odds Ratio von 2,5 beziehungsweise ein relatives Risiko von 2,2 für leichte Komplikationen (Schoenfeld et al. 2013a, Basques et al. 2017, siehe Tabelle 380, Anhang). Das Risiko dafür, nach der gleichen Operationsdauer auch schwerere Komplikationen zu erleiden, verringerte sich hingegen auf ein Odds Ratio von 2,2 beziehungsweise ein relatives Risiko von nur 1,6 (Schoenfeld et al. 2013a, Basques et al. 2017, siehe Tabelle 233, Anhang). Aufgrund der insgesamt recht heterogenen Ergebnisse kann also keine einheitliche kritische Grenze für zunehmende postoperative Komplikationen nach Wirbelsäuleneingriffen angegeben werden. Unstrittig scheint jedoch zu sein, dass eine Zunahme der Operationsdauer grundsätzlich mit einer erhöhten postoperativen Komplikationsrate nach Wirbelsäuleneingriffen einhergeht.

In der Endoprothetik markierte eine Operationsdauer von mehr als 2 h eine kritische Grenze sowohl bei der Entstehung von leichten als auch bei schweren postoperativen Komplikationen (O´Malley et al. 2012, Anthony et al. 2015, Duchman et al. 2017, Belmont et al. 2014, siehe Tabellen 234, 291, 382 sowie 384, Anhang). Dieser Grenzwert korrespondiert auch mit den Ergebnissen zu Lokal- und Wundkomplikationen (siehe Tabellen 211 – 214, Anhang). Belmont et al. untersuchten dabei leichte und schwere postoperative Komplikationen getrennt voneinander und konnten, ähnlich zu Wirbelsäulenoperationen, feststellen, dass leichte Komplikationen deutlich stärker von der Operationszeit beeinflusst worden sind als schwere (Odds Ratio 1,64 versus 1,54, Belmont et al. 2014).

Ein recht klarer Cut-Off-Wert ist außerdem für Schulter- beziehungsweise Kniearthroskopien ableitbar. Hier waren Operationen ab einer Eingriffsdauer von über 90 min in den drei vorgestellten Untersuchungen mit einem deutlich erhöhten Risiko für postoperative Major- und Minor-Komplikationen assoziiert (Martin et al. 2013a, Shields et al. 2015, Martin et al. 2013b, siehe Tabellen 235, 292, 379 sowie 381, Anhang). In zwei dieser Arbeiten setzte sich die Tendenz eines verstärkten Einflusses der Operationsdauer auf leichte postoperative Komplikationen fort (Shields et al. 2015, Martin et al. 2013a, siehe Tabellen 379 und 235, Anhang). Dabei hatte die Operationszeit in der Arbeit von Shields et al. sogar überhaupt keinen signifikanten Einfluss auf schwere Komplikationen (Shields et al. 2015,

siehe Tabelle 292, Anhang). Einzig in einer der Publikationen von Martin et al. zeigte sich ein umgekehrtes Bild. Hier wurden Major-Komplikationen minimal stärker von einer Operationszeit über 90 min beeinflusst als dies für Minor-Komplikationen der Fall war (adjustiertes Odds Ratio 1,99 versus 1,78, Martin et al. 2013b, siehe Tabellen 292 sowie 381, Anhang).

In Bezug auf Pankreasresektionen zeigte sich sowohl für Major-Komplikationen (Harris et al. 2015, siehe Tabelle 284, Anhang) als auch für die postoperative Morbidität im Allgemeinen ein deutlich erhöhtes Risiko ab einer Operationslänge von mehr als etwa 6 h (Ball et al. 2010, Kelly et al. 2011, siehe Tabelle 240, Anhang). Dieser Grenzwert erscheint durchaus realistisch und ist auch für weitere Komplikationen in der Pankreaschirurgie, auf die im Verlauf noch eingegangen wird, ermittelt worden.

Sehr verschieden waren die Ergebnisse in Bezug auf die postoperative Schlaganfallrate nach Karotiseingriffen. In drei Publikationen konnten die Autoren hier einen Einfluss der Operationszeit nachweisen (Garcia et al. 2017, Kang et al. 2009, Bennett et al. 2015a), wohingegen in drei anderen Arbeiten kein Zusammenhang bestand (Aziz et al. 2016a, Rubinstein et al. 2013, Bennett et al. 2015a, siehe Tabelle 295, Anhang). Es bleibt somit offen, ob die Operationszeit überhaupt einen Einfluss auf die postoperative Schlaganfallrate nach Karotisendarteriektomien hat.

Bei den übrigen Publikationen, die in den entsprechenden Kapiteln vorgestellt wurden, handelt es sich um Arbeiten, die aufgrund der Verschiedenheit der untersuchten Eingriffe nicht miteinander vergleichbar sind. Auf sie wird an dieser Stelle nicht erneut eingegangen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass eine verlängerte Operationszeit mit einer erhöhten Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen assoziiert ist. Wie zuvor beschrieben, handelt es sich dabei aber wahrscheinlich vor allem um eine indirekte und keine kausale Beziehung. Darüber hinaus deutet vieles darauf hin, dass leichte postoperative Komplikationen deutlich stärker von einer verlängerten Operationszeit beeinflusst werden, als dies für schwere Komplikationen der Fall ist. Ähnlich wie in Bezug auf Lokal- und Wundkomplikationen konnten jedoch kaum eingriffsspezifische Grenzwerte aus den Ergebnissen der untersuchten Arbeiten abgeleitet werden.

5.3 Beziehung der Operationszeit zur Krankenhauswiederaufnahmerate, Verweildauer und Reoperationen

Bei einem weiteren großen Teil der von den Autoren untersuchten Komplikationen handelt es sich um Endpunkte, die vor allem aus dem Auftreten postoperativer Komplikationen

resultieren und in der Literatur daher häufig als Marker für einen komplizierten perioperativen Verlauf genutzt werden (Wiegering et al. 2017, Slankamenac et al. 2017, Glance et al. 2014). In der folgenden Aufzählung sind diese Komplikationen aufgelistet und sollen hier gemeinsam diskutiert werden. In Klammern wird mit einem „+“ angegeben, in wie vielen Arbeiten ein Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Komplikationsrate bestand und mit einem „-“, in wie vielen dies nicht der Fall war:

- Krankenhauswiederaufnahme (34 + / 6 -)
- Krankenhausverweildauer (28 + / 1 -)
- Reoperationsrate (14 + / 1 -)

Auch hier konnte also in der Mehrheit der untersuchten Publikationen eine Assoziation zwischen einer verlängerten Operationszeit und dem Auftreten der untersuchten Endpunkte nachgewiesen werden. Bei der Beantwortung der Frage nach einem kausalen Einfluss der Operationszeit schlossen sich 23 Autoren den zuvor schon diskutierten Aspekten an, wonach die Eingriffsdauer vor allem als Indikator für andere komplikationsbehaftete Faktoren wie eine technisch anspruchsvolle Anatomie des Patienten, eine starke Krankheitsprogression, andere Komorbiditäten oder die Expertise des Operateurs zu sehen ist (Kelly et al. 2014b, Esemuede et al. 2015, Aziz et al. 2016b, Webb et al. 2017, Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, Garcia et al. 2016, Hill et al. 2017, Polites et al. 2017, Sherrod et al. 2016, Khorgami et al. 2016, Gruskay et al. 2016, Basques et al. 2014, Basques et al. 2015b, Basques et al. 2015c, Dunn et al. 2015, Basques et al. 2015d, Gross et al. 2016, Jeon et al. 2016, Keller et al. 2014, Leonard et al. 2016, Tadiparthi et al. 2014, Offodile et al. 2014, Jubbal et al. 2017).
Einige Autoren erklärten den Zusammenhang außerdem damit, dass postoperative Komplikationen im Allgemeinen die Ursache für eine Wiederaufnahme, eine Reoperation oder einen verlängerten Krankenhausaufenthalt darstellen (Gruskay et al. 2016, Sherrod et al. 2016, Carter et al. 2015, Davenport et al. 2014, Vieira et al. 2017). Aufgrund der in der in der vorliegenden Arbeit schon zahlreich beschriebenen Korrelation zwischen verlängerten Eingriffen und der Zunahme postoperativer Komplikationen, stellt die Assoziation zwischen Eingriffsdauer und den hier behandelten Endpunkten somit also ein logisches Ergebnis dar. Als eine Möglichkeit zur Reduktion der Operationszeit verwiesen zwei Autoren auf den Einsatz von zwei simultan operierenden Teams (White et al. 2015, Kwok und Agarwal 2017). Natürlich ist dies bei nur wenigen Eingriffen tatsächlich umsetzbar. Eine wesentliche Voraussetzung stellt eine räumliche Trennung der OP-Gebiete dar. Denkbar wäre diese Methode also beispielsweise in der plastischen Chirurgie oder bei Gefäßeingriffen. Operationen im Bauchraum erscheinen hingegen ungeeignet. Wong et al. konnten in ihrer Arbeit

zum Beispiel eine Zeitersparnis von 3 h 15 min durch zeitgleiches Operieren während onkologischer Resektionen und Rekonstruktionen mit freien Lappenplastiken im Kopf-Hals-Bereich nachweisen (Wong et al. 2011).
Des Weiteren können rechtzeitige und engmaschige ambulante Kontrollen nach Entlassung des Patienten aus stationärer Behandlung unter Umständen, bei frühzeitigem Erkennen von Komplikationen, die stationäre Wiederaufnahme verhindern (Patel et al. 2015, Wiseman et al. 2015).

Wie bereits in Bezug auf die vorherigen Komplikationen gab es auch hier nach Wirbelsäuleneingriffen eine kleine Gruppe an Arbeiten, die ein Ansteigen der Verweildauer (Phan et al. 2017, Gruskay et al. 2016) und postoperativer Wiederaufnahmen (Webb et al. 2017, Kim et al. 2014b) bereits nach einer Operationszeit von etwa 2 – 3 h ermittelten und insgesamt fünf Arbeiten, in denen diese Komplikationen erst nach deutlich längerer Operationszeit von mindestens 4 – 6 h vermehrt auftraten (Phan et al. 2017, DiCapua et al. 2017a, Basques et al. 2014, Basques et al. 2015b, Basques et al. 2015c, siehe Tabellen 272 und 320, Anhang). Eine klare Aussage lässt sich hieraus also nicht ableiten. Lediglich das Risiko für Reoperationen stieg in beiden hierzu vorgestellten Arbeiten erst ab einer Dauer von mindestens 4 – 5 h signifikant an (Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, siehe Tabelle 366, Anhang).
Den im vorherigen Kapitel für allgemeine Komplikationen nach Arthroskopien definierten Grenzwert von 90 min (siehe 5.2) konnten auch Hill et al. in ihrer Arbeit für die Notwendigkeit postoperativer Wiederaufnahmen ins Krankenhaus ermitteln, was durchaus plausibel erscheint (Hill et al. 2017, siehe Tabelle 273, Anhang).
Ein komplikationsübergreifender Schwellenwert konnte ebenso für Krankenhauswiederaufnahmen, Reoperationen und die im vorherigen Kapitel schon besprochenen allgemeinen Komplikationen (siehe 5.2) für Pankreasresektionen ab einer OP-Dauer von mehr als 6 h definiert werden (Tevis et al. 2015, Tzeng et al. 2014b, siehe Tabellen 264, 364, Anhang). Dieser Grenzwert scheint somit eine wichtige Rolle bei der Vorhersage postoperativer Komplikationen nach Pankreasresektionen zu spielen.
Einen mit Wundinfektionen übereinstimmenden Grenzwert bildeten Operationszeiten von über 3 h nach kolorektalen Resektionen in jeweils einer Arbeit für postoperative Wiederaufnahmen und einen verlängerten postoperativen Krankenhausaufenthalt (Esemuede et al. 2015, Keller et al. 2014, siehe Tabellen 265, 324, Anhang). In Anbetracht der zuvor beschriebenen Tatsache, dass Wundinfektionen häufig die Ursache für Wiederaufnahmen und verlängerte stationäre Aufenthalte darstellen, erscheint ein Grenzwert von 3 h hier ebenfalls schlüssig.

Onkologische Resektionen sind darüber hinaus in der Gynäkologie in zwei Arbeiten ab einer Eingriffsdauer von etwa 3 h mit einer erhöhten Wiederaufnahmerate assoziiert gewesen, was ebenfalls einen durchaus realistischen Grenzwert darstellt (Uppal et al. 2016, Cory et al. 2017, siehe Tabelle 274, Anhang).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die postoperative Wiederaufnahmerate, die Länge der stationären Verweildauer und die Reoperationsrate eng mit postoperativen Komplikationen im Allgemeinen verknüpft sind, was aber noch nicht bedeutet, dass sie direkt von der Operationszeit abhängen.

5.4 Beziehung der Operationszeit zu venösen Thromboembolien

Eine lange Operationszeit begünstigte das postoperative Auftreten venöser Thromboembolien in 27 der insgesamt 33 zu diesem Thema vorgestellten Untersuchungen. Die Ursache für diesen Zusammenhang liegt darin begründet, dass eine Operation grundsätzlich zu einer thrombogenen Situation führt, die anhand der Virchow-Trias erklärt werden kann. So kommt es während jedes Eingriffs unweigerlich zu einer Endothelschädigung (Zhang et al. 2015, Yamashita et al. 2014), einer Stase des Blutflusses durch Immobilität und einer Hyperkoagulabilität aufgrund der prothrombotischen Wirkung der in das Blut eingebrachten Instrumente und Mikropartikel (J. Y. Kim et al. 2015). Es kommt also zu einem Missverhältnis zwischen thrombotischer und fibrinolytischer Aktivität (Kim et al. 2014a) und somit zu einem erhöhten Risiko für Thrombosen und Embolien. Aufgrund der Verlängerung des beschriebenen Zustandes steigt dieses Risiko mit zunehmender Operationsdauer weiter an.

Von besonderer Bedeutung scheint die Operationszeit dabei unter anderem auch bei Eingriffen zu sein, die in Trendelenburg- oder Steinschnittlagerung durchgeführt werden, da diese aufgrund der angewinkelten und auf Stützen gelagerten Unterschenkel die Entstehung von Thrombosen weiter begünstigen (Tollefson et al. 2009). Zu nennen sind hier beispielsweise Hysterektomien, nach denen das Risiko für venöse Thromboembolien in allen drei hierzu vorgestellten Publikationen mit zunehmender Operationsdauer deutlich anstieg (Catanzarite et al. 2015a, Swenson et al. 2015, Barber et al. 2015, siehe Tabelle 314, Anhang).

Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass auch die umgekehrte Trendelenburgposition sowie die Kompression der Vena cava durch das Pneumoperitoneum während laparoskopischer Eingriffe den venösen Blutfluss verlangsamen und sich so auf die Entstehung von Thrombosen auswirken (Kiudelis et al. 2002). Inwieweit sich dies aber tatsächlich auf das Risiko für venöse Thromboembolien auswirkt, bleibt in der Literatur letztlich umstritten

(Arvizo et al. 2018). Dennoch wird in der aktuellen S3-Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) zur perioperativen „Prophylaxe der venösen Thromboembolie“ gerade während langer laparoskopischer Eingriffe der Einsatz intermittierender pneumatischer Kompression der Unterschenkel und die Einhaltung eines intraabdominellen Drucks von maximal 12 – 14 mmHg empfohlen (AWMF 2018, Böhm et al. 2013).

Überdies ist in Hinblick auf Leberresektionen lange Zeit davon ausgegangen worden, dass es perioperativ zu einer transienten Leberinsuffizienz mit autoantikoagulatorischen Effekten kommt (Tzeng et al. 2012). Diese Annahme scheint aber in keiner der vier Publikationen zu venösen Thromboembolien in der Leberchirurgie von Bedeutung gewesen zu sein. Ganz im Gegenteil kam es in allen Untersuchungen zu postoperativen Thromboembolien, deren Auftreten auch insbesondere mit zunehmender Operationszeit deutlich anstieg (Tzeng et al. 2013, Tzeng et al. 2012, Turley et al. 2012, Yamashita et al. 2014, siehe Tabelle 306, Anhang). In drei dieser Publikationen markierte eine Operationszeit von etwa 3,5 – 4 h dabei einen kritischen Grenzwert (Tzeng et al. 2013, Tzeng et al. 2012, Turley et al. 2012). Neben den zuvor beschriebenen allgemeinen Risiken, die eine Operation birgt, kann außerdem davon ausgegangen werden, dass Thrombosen durch das Abklemmen der Vena portae und aufgrund der Manipulation an der Vena cava während langer Lebereingriffe zusätzlich begünstigt werden (Yamashita et al. 2014, Tzeng et al. 2012).

Eine Eingriffsdauer von 3,5 – 4 h bildete auch in allen vier Arbeiten, die sich auf Kraniotomien bezogen, eine kritische Grenze, ab der mit einem Anstieg postoperativer Thrombosen und Embolien zu rechnen war (Cote et al. 2016, Kimmell und Walter 2014, Kimmell und Jahromi 2015, Karhade et al. 2017b, siehe Tabelle 316, Anhang).

Für die Wirbelsäulenchirurgie konnte in drei Arbeiten ab einer Operationsdauer von mehr als 4,5 – 5 h ein signifikanter Anstieg venöser Thromboembolien ermittelt werden (Schoenfeld et al. 2013a, Kim et al. 2014a, Schoenfeld et al. 2013b, siehe Tabelle 311, Anhang).

Es besteht abschließend also kein Zweifel daran, dass sich die Operationszeit negativ auf die postoperative Rate venöser Thromboembolien auswirkt, und es sich dabei um einen direkten Einfluss handelt. Für den klinischen Alltag ist es daher von großer Bedeutung, die Handlungsempfehlungen der zuvor schon zitierten AWMF-Leitlinie zur perioperativen „Prophylaxe der venösen Thromboembolie“ zu befolgen (AWMF, 2018). Da davon ausgegangen werden kann, dass die Mehrheit der untersuchten Patienten postoperativ eine Thromboseprophylaxe erhielt, ist zudem durchaus denkbar, dass der tatsächliche Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Rate venöser Thromboembolien dadurch maskiert wurde und in Wahrheit noch sehr viel stärker ist (J. Y. Kim et al. 2015).

5.5 Beziehung der Operationszeit zu pulmonalen Komplikationen

Postoperativ auftretende pulmonale Komplikationen sind in 24 Arbeiten negativ von einer zunehmenden Operationsdauer beeinflusst worden. In zwei Arbeiten bestand kein Zusammenhang. Welche Endpunkte zur Gruppe der pulmonalen Komplikationen zusammengefasst wurden, ist Tabelle 199 im Anhang zu entnehmen. Noch genauer sind diese Endpunkte zudem in den Zusammenfassungen der einzelnen Publikationen im Ergebnisteil definiert.

Einen wichtigen Aspekt bei der Erklärung dieses Zusammenhanges stellt das intraoperative Flüssigkeitsmanagement dar. Hier konnte in mehreren Untersuchungen gezeigt werden, dass die Höhe des intraoperativ substituierten Flüssigkeitsvolumens sowohl mit dem postoperativen Auftreten pulmonaler Komplikationen, wie zum Beispiel eines Lungenödems, als auch mit der Dauer eines Eingriffs korrelierte (Brandstrup et al. 2003, Siemionow et al. 2012a). So erhöhte sich das Risiko für respiratorische Komplikationen nach Wirbelsäuleneingriffen in einer Untersuchung mit jedem weiteren infundierten Liter kristalloider Flüssigkeit um etwa 30 % (Siemionow et al. 2012b). Umgekehrt kann eine zu restriktive Volumentherapie aber auch zu renalen Komplikationen führen (Shin et al. 2018). Als Konsequenz daraus ergibt sich somit ein zielgerichtetes Flüssigkeitsmanagement, auch bekannt als „Goal-directed fluid therapy“ (Ripollés et al. 2016).

Ursächlich ist zum anderen auch der mit langer Operationsdauer zunehmende negative Einfluss einer invasiven Beatmung auf das postoperative pulmonale Outcome. So konnte in mehreren Untersuchungen gezeigt werden, dass eine maschinelle intraoperative Beatmung mit hohen Tidalvolumina mit zunehmender Dauer zu postoperativen Atelektasen führt und so weitere pulmonale Komplikationen wie Pneumonien begünstigt (Lellouche et al. 2012, Tusman et al. 2012, Futier et al. 2013). Um das Risiko hierfür zu minimieren, ist eine lungenprotektive Beatmung mit einem moderaten positiven endexspiratorischen Druck (PEEP) und niedrigem Tidalvolumen anzustreben (Pereira et al. 2018, Brismar et al. 1985).

Darüber hinaus gehen Operationen zusätzlich mit einer deutlichen Zytokinerhöhung wie beispielsweise Interleukin 6 und 8 sowie einer Erhöhung des c-reaktiven Proteins einher, was Ausdruck einer Entzündungsreaktion ist. Der Spiegel dieser Proteine erhöht sich dabei proportional zur Operationszeit (Cruickshank et al. 1990). In verschiedenen Arbeiten konnte zudem gezeigt werden, dass dieser Zytokinanstieg im Blut während chirurgischer Eingriffe mit dem postoperativen Auftreten pulmonaler Komplikationen, wie zum Beispiel postoperativer Pneumonien, assoziiert ist (Tsukada et al. 2001, Sakamoto et al. 1994).

Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Senkung der perioperativen pulmonalen Morbidität forderten Cheon et al. in ihrer Arbeit außerdem eine Abkehr von der

Praxis, mehrere Eingriffe hintereinander unter einer Narkose durchzuführen (Cheon et al. 2016). Hierdurch werde die Operationszeit unnötig verlängert. Dabei gingen die Autoren noch weiter und regten an, zu lange Eingriffe unter Umständen sogar zu unterbrechen (Cheon et al. 2016). Wie und bei welchen Eingriffen dies in der Praxis umgesetzt werden soll, ließen die Autoren allerdings offen. Dies ist somit eher ein theoretischer als praktischer Ansatz.

Einen Schwerpunkt zu diesem Thema bildeten in der vorliegenden Arbeit thoraxchirurgische Untersuchungen, in denen sich ein deutlicher Einfluss der Operationszeit auf postoperative pulmonale Komplikationen nach Lungenresektionen in vier Publikationen zeigte (Paul et al. 2015, Ito et al. 2011, Kim et al. 2016, Mei et al. 2014). In einer Arbeit war der Zusammenhang statistisch nicht signifikant (Stolz et al. 2008). Die kritische Eingriffsdauer variierte, je nach Ausmaß der Resektion und Zugangsweg, zwischen 2 und 4 h (siehe Tabelle 338, Anhang). Ein einheitlicher Grenzwert lässt sich aus diesen Ergebnissen für die Thoraxchirurgie nicht ableiten. Es kann aber festgehalten werden, dass die pulmonale Morbidität nach Lungenresektionen negativ von der Operationszeit beeinflusst wird.
Die zweite große Gruppe machten Arbeiten aus, die sich auf Ösophagusresektionen bezogen (siehe Tabelle 339, Anhang). Hier bestand in allen vier untersuchten Arbeiten ein signifikanter Zusammenhang (Molena et al. 2014, Soutome et al. 2017, Morita et al. 2008, Ida et al. 2015). Grenzwerte wurden allerdings nur in drei dieser Publikationen angegeben und schwankten in Abhängigkeit vom Zugangsweg zwischen Operationszeiten von etwa 6 – 8 h, was in Anbetracht der schweren Grunderkrankung der Patienten allerdings relativ spät erscheint.
Für andere Eingriffe reichte die Studienanzahl zu vergleichbaren Operationen nicht aus, um eine Aussage zu Cut-Off-Werten treffen zu können (siehe Tabellen 340 – 350, Anhang). Zusammenfassend lässt sich dennoch festhalten, dass die Dauer einer Operation bei großen Eingriffen einen starken Einfluss auf das pulmonale Outcome hat. Dies konnten beispielweise auch zwei weitere Autoren zeigen, die diesen Zusammenhang für Eingriffe verschiedener Fachrichtungen anhand eines sehr großen Kollektivs von insgesamt mehr als 330.000 Patienten untersuchten (Hua et al. 2012, Daley et al. 2015, siehe Tabelle 342, Anhang). Wie zuvor beschrieben, ist die Operationszeit dabei direkt an der Entstehung pulmonaler Komplikationen beteiligt.

5.6 Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Mortalität

Die postoperative Mortalitätsrate ist in den untersuchten Publikationen in elf Arbeiten negativ von einer zunehmenden Operationszeit beeinflusst worden. In neun Arbeiten bestand dieser Zusammenhang hingegen nicht.

Verglichen mit den übrigen untersuchten Komplikationen, bestand hier im Verhältnis somit in deutlich weniger Arbeiten ein Einfluss der Operationszeit. Die vorgestellten Untersuchungen weisen demnach darauf hin, dass eine Zunahme der Operationszeit in der Chirurgie nicht generell mit einem erhöhten Risiko dafür einhergeht, postoperativ innerhalb der ersten 30 Tage zu versterben.

Vielmehr scheint die Operationszeit speziell bei großen Eingriffen einen negativen Effekt auf die postoperative Letalität zu haben. So zeigte sich ein Zusammenhang beispielsweise in beiden Arbeiten, die zu Pankreasresektionen vorgestellt wurden, ab einer Operationszeit von über 360 min (Tzeng et al. 2014b, Ball et al. 2010, siehe Tabelle 352, Anhang). Passend hierzu bestand auch nach verschiedenen großen Tumorresektionen des Gastrointestinaltraktes und Leberresektionen ein negativer Einfluss einer langen Operationsdauer (Bellini et al. 2016, Tzeng et al. 2014a, siehe Tabellen 353, 354, Anhang).

Doch nicht nur nach allgemeinchirurgischen Operationen, sondern auch nach großen gefäßchirurgischen Eingriffen war die OP-Dauer von Bedeutung. So konnte in allen drei Arbeiten zu offen versorgten thorakoabdominellen und paraviszeralen Aortenaneurysmen ebenfalls ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der postoperativen Sterblichkeitsrate ermittelt werden (Gupta et al. 2012b, Dayama et al. 2016, Keschenau et al. 2018, siehe Tabelle 356, Anhang). Eine kritische Grenze scheinen hier Operationen mit einer Dauer von etwa 6 – 7 h darzustellen. Sofern die Möglichkeit besteht, forderten Keschenau et al. daher, Eingriffe von besonders langer Dauer zweizeitig zu planen und so die Operationszeit zu reduzieren (Keschenau et al. 2018).

Von der Operationszeit unbeeinflusst blieb die Mortalität hingegen nach Eingriffen, die normalerweise mit einer deutlich niedrigeren Sterblichkeitsrate einhergehen als die zuvor beschriebenen Eingriffe. Zu nennen ist hier zum Beispiel eine Arbeit, die sich auf die elektive Implantation von Knie- und Hüftprothesen bezog (Duchman et al. 2017, siehe Tabelle 362, Anhang). Dies kann als weiterer Hinweis für die Annahme gesehen werden, dass die Operationszeit hauptsächlich nach schweren, komplikationsreichen und weniger nach leichten, komplikationsärmeren Eingriffen von Bedeutung für die postoperative Mortalitätsrate ist, und es so zu den uneinheitlichen Ergebnissen der hierzu vorgestellten Untersuchungen kommt.

Auf der anderen Seite gab es allerdings auch einige Publikationen, die zwar sehr schwere Eingriffe mit hoher Sterblichkeit untersuchten, aber dennoch keinen Anstieg der Mortalität

nach verlängerter Operationszeit ermitteln konnten. Im Detail handelt es sich dabei zum Beispiel um Notfallkolektomien, Sigmaresektionen bei perforierter Sigmadivertikulitis und Amputationen bei pAVK (Becher et al. 2012, Gawlick und Nirula 2012, Hasanadka et al. 2011, siehe Tabellen 351, 360, Anhang). Diese Eingriffe haben allerdings auch häufig schwere Komplikationen, wie zum Beispiel Anastomoseninsuffizienzen, zur Folge, die sich wahrscheinlich stärker als die Operationszeit auf die postoperative Mortalitätsrate auswirken. Insbesondere in kleinen Kohorten könnte die Operationszeit so von Komplikationen überlagert worden sein, die den Einfluss der OP-Dauer maskierten.

Letztlich scheint die Operationszeit vor allem nach schweren Eingriffen von Bedeutung für die postoperative Letalität zu sein, die insgesamt aber wahrscheinlich deutlich stärker von schweren Komplikationen als von der Operationszeit beeinflusst wird.

5.7 Beziehung der Operationszeit zur Bluttransfusionsrate

Einen Zusammenhang zwischen einer Zunahme der Operationszeit und der Notwendigkeit perioperativer Bluttransfusionen fanden 13 Autoren in ihrer Arbeit. In lediglich einer Publikation bestand dieser Zusammenhang nicht.
Von Bedeutung ist hier wahrscheinlich ein Aspekt, auf den zuvor schon mehrmals kurz Bezug genommen wurde und der im abschließenden Teil dieser Arbeit noch einmal detailliert behandelt wird (siehe 5.10). So ist nämlich vorstellbar, dass die Operationszeit einen Marker für einen komplexen Eingriff oder bestimme Patientenfaktoren, wie zum Beispiel anatomische Besonderheiten, darstellt. Diese bergen möglicherweise selbst ein Risiko für intraoperative Blutungskomplikationen und können dadurch eine erhöhte Transfusionsrate nach sich ziehen.
Der größte Teil der Arbeiten, die zu diesem Thema vorgestellt wurden, bezog sich auf Operationen der Wirbelsäule. Dabei ist in allen fünf Untersuchungen ein positiver Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und der postoperativen Transfusionsrate nachgewiesen worden (Aoude et al. 2016, Phan et al. 2017, Kim et al. 2014a, Basques et al. 2015a, Minhas et al. 2015, siehe Tabelle 371, Anhang). In drei dieser Studien wurde zudem untersucht, inwieweit sich die Anzahl der verblockten Segmente sowohl auf die Operationszeit als auch auf die Transfusionsrate auswirkte. Dabei zeigte sich in allen Arbeiten, dass die Versteifung mehrerer Segmente auch mit einer Zunahme der Eingriffsdauer sowie der Rate an Bluttransfusionen einherging (Aoude et al. 2016, Basques et al. 2015a, Minhas et al. 2015).

Wahrscheinlich hat die Operationszeit aber zumindest auch teilweise einen direkten Einfluss auf die postoperative Transfusionsrate, da ein mit zunehmender Operationszeit insgesamt immer größer werdender Blutverlust ab einem gewissen Punkt eine Transfusion erfordert. Auch zu diesem Aspekt sind einige Untersuchungen für die Wirbelsäulenchirurgie erschienen, die zeigen konnten, dass die Höhe des perioperativen Blutverlustes direkt proportional zur Operationslänge ist (Zou et al. 2015, Böstman et al. 1990, Zheng et al. 2002).

Abschließend scheint die postoperative Bluttransfusionsrate insbesondere nach großen Eingriffen wie Wirbelsäulenoperationen eher vom Befund des Eingriffs und weniger von der Operationszeit selbst abzuhängen. Sie ist in diesen Beispielen also ein Parameter für den Lokalbefund. Die in der vorliegenden Arbeit zu diesem Thema außerdem vorgestellten Publikationen geben zumindest einen Hinweis darauf, dass diese Zusammenhänge auch nach anderen Eingriffen eine Rolle spielen könnten (siehe Tabellen 372 – 378, Anhang).

5.8 Beziehung der Operationszeit zu postoperativen Harnwegsinfektionen

Die Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Rate an Harnwegsinfektionen ist in insgesamt acht Arbeiten untersucht worden. In sieben dieser Arbeiten traten Harnwegsinfektionen nach verlängerten Eingriffen vermehrt auf. In einer Untersuchung war dies hingegen nicht der Fall.
Auch in diesem Zusammenhang kann die Operationszeit als ein Marker für die Schwere des Eingriffs und die Morbidität des Patienten gesehen werden. Denn je invasiver eine Operation ist und je kränker der Patient, desto länger dauert sie und desto länger ist womöglich auch die Phase der postoperativen Immobilität eines Patienten. Da diese Zeit in der Regel mit der Versorgung durch einen Blasenkatheter überbrückt wird, erhöht sich somit dessen Liegedauer, wodurch das Auftreten postoperativer Harnwegsinfektionen begünstigt wird (Zielinski et al. 2014, Kranz et al. 2020, Stamm 1991, Gehrich et al. 2016). In einer sehr großen Arbeit zu Operationen verschiedener Fachrichtungen zeigte sich zum Beispiel für ein Kollektiv von knapp 1,5 Millionen Patienten eingriffsübergreifend eine starke Assoziation zwischen der Operationszeit und dem Auftreten postoperativer Harnwegsinfekte. Lediglich für plastische Eingriffe bestand in dieser Arbeit keine Korrelation (Qin et al. 2015a, siehe Tabelle 391, Anhang). Des Weiteren bestand in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit nur für kolorektale Eingriffe kein eindeutiges Ergebnis. So ist von zwei sehr umfangreichen Arbeiten in nur einer Untersuchung ein positiver Zusammenhang ermittelt worden (Sheka et al. 2016, Wilson et al. 2016, siehe Tabelle 389, Anhang).

Eine Korrelation zwischen der Länge der Operationszeit und postoperativen Harnwegsinfekten bestand insbesondere auch in allen Arbeiten, die sich auf Hysterektomien bezogen (Gehrich et al. 2016, Lake et al. 2013, Catanzarite et al. 2015a, siehe Tabelle 388, Anhang). Dabei könnte die Operationszeit auch gerade deshalb mit einer erhöhten Rate an Harnwegsinfekten zusammenhängen, da die meisten Patientinnen vor einer Hysterektomie, abgesehen vom vaginalen Zugang, präoperativ ohnehin mit einem Katheter versorgt werden. Möglicherweise beeinflusst die Operationszeit das Auftreten von Harnwegsinfektionen also in Teilen auch direkt über eine zunehmende intraoperative Katheterliegedauer während verlängerter Operationen. Dass die Operationszeit auch nach vaginalen Hysterektomien mit einer Zunahme von Harnwegsinfektionen einhergeht, ist auf die mit der Dauer zunehmende Schädigung des Vaginalepithels und die dadurch begünstigte Keimbesiedelung zurückzuführen (Klumpp et al. 2002).

Um die postoperative Harnwegsinfektionsrate zu senken, gibt es verschiedene Ansätze. Vorgeschlagen werden zum Beispiel antimikrobielle Blasenspülungen bei langen Eingriffen und der Einsatz Antibiotika imprägnierter Katheter (Qin et al. 2015a, Kranz et al. 2020). Die Daten hierzu sind allerdings nicht eindeutig, wobei für imprägnierte Katheter ein leichter Vorteil bestehen zu scheint (Kranz et al. 2020, Qin et al.2015a). Unstrittig ist, dass Blasenkatheter postoperativ so schnell wie möglich, spätestens aber nach 48 – 72 h, entfernt werden sollten (Kranz et al. 2020). Überdies zeigt die postoperative Fortführung einer perioperativen Antibiotikaprophylaxe keinen Vorteil bei der Prävention postoperativer Infektionen und ist daher nach wie vor nicht indiziert (Hüppe und Kleinschmidt 2019).

Letztlich scheint die Operationszeit bei der Entstehung postoperativer Harnwegsinfektionen vor allem Eigenschaften eines Surrogat-Markers zu haben. Insbesondere bei Eingriffen, die ohnehin mit einem Katheter durchgeführt werden, könnte zusätzlich auch ein direkter Einfluss bestehen.

5.9 Beziehung der Operationszeit zu peripheren Nervenschäden

In einer der vorgestellten Publikationen ist gesondert untersucht worden, ob eine verlängerte Operationszeit mit einer Zunahme lagerungsbedingter Nervenschäden einhergeht (Al-Temimi et al. 2017). Die Autoren bezogen sich dabei speziell auf Nervenschädigungen nach kolorektalen Resektionen und konnten in ihrer Arbeit zeigen, dass sich das Risiko für entsprechende Schäden mit zunehmender Operationszeit deutlich erhöhte (siehe Tabelle 393, Anhang). Dass eine Zunahme der Eingriffsdauer aufgrund von anhaltender Druck- und Zugbelastung sowie Minderperfusion peripherer Nerven mit post-

operativer Neurapraxie einhergehen kann, ist in der Literatur bereits beschrieben worden (Schmidt-Bräkling et al. 2016, Ellebrecht et al. 2015). Aus anatomischen Gründen sind der Armplexus, der Nervus ulnaris sowie der Nervus peroneus besonders gefährdet (Mueller-Vahl 2010). In Hinblick auf kolorektale Eingriffe sind insbesondere die Trendelenburg- und Steinschnittlagerung mit Schädigungen des Nervus peroneus assoziiert (Schmidt-Bräkling et al. 2016, Ellebrecht et al. 2015). In seltenen Fällen kann es sogar zu einem lagerungsbedingten Kompartmentsyndrom mit Notwendigkeit einer Dermatofasziotomie und der Gefahr gravierender Folgeschäden kommen (Szalay et al. 2010). Als eine kritische Grenze nach Operationen in Steinschnittlagerung definierten Szalay et al. Eingriffe mit einer Dauer von mehr als 3 h (Szalay et al. 2010). Diese Schwelle liegt damit leicht unter den von Al-Temimi et al. ermittelten Werten (siehe Tabelle 393, Anhang).
Die Operationszeit wirkt sich somit also in direkter Art und Weise aufgrund von anhaltender Druck- oder Zugbelastung auf die Entstehung lagerungsbedingter Nervenschädigungen aus.

5.10 Einflussfaktoren der Operationszeit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Operationszeit bei einem Großteil der untersuchten Komplikationen womöglich als Maß für die Schwere des Lokalbefundes, den präoperativen Patientenstatus und die Qualität des Operateurs dient. Es ergibt sich daher also die Fragestellung, inwieweit die Dauer eines Eingriffs von diesen Faktoren beeinflusst wird.

Hierzu ist ein großes systematisches Review vorgelegt worden, in dem die Autoren mehr als 50 Studien zu verschiedenen Eingriffen auswerteten. Es konnte gezeigt werden, dass Eingriffe, die von erfahrenen Chirurgen durchgeführt wurden, sowohl eine deutlich niedrigere Operationszeit als auch weniger intra- und postoperative Komplikationen aufwiesen (Maruthappu et al. 2015b). In einer weiteren Beobachtungsstudie zu diesem Thema ist die Entwicklung der durchschnittlichen Operationszeit von 30 Chirurgen für drei verschiedene Eingriffe über einen Zeitraum von 15 Jahren (1996 – 2010) untersucht worden. Die Operationszeit reduzierte sich dabei um 69,8 min (38,3 %) nach Reduktions-Mammoplastik, um 17,5 min (7,8 %) nach koronararterieller Bypassoperation und um 94,4 min (48,4 %) nach Knieprothesenimplantation (Maruthappu et al. 2015a). Wie sich die Komplikationsraten über diesen Zeitraum entwickelten, wurde dabei allerdings nicht untersucht. Weitere Arbeiten, die zeigen, dass erfahrene Operateure deutlich kürzere Eingriffszeiten aufweisen, sind insbesondere auch für laparoskopische Cholezystektomien veröffentlicht worden (Zdichavsky et al. 2012, Sato et al. 2014).

Dass sich die Erfahrung des Operateurs auch positiv auf intraoperative Komplikationen und sogar die postoperative Mortalität auswirkt, konnte zum Beispiel in zwei sehr umfangreichen Arbeiten zu Cholezystektomien und Karotiseingriffen gezeigt werden (Giger et al. 2006, Cowan et al. 2002).

Ein häufig untersuchter Patientenfaktor, der sich negativ auf die Operationszeit auswirkt, ist ein erhöhter BMI. So war ein BMI > 39 kg/m² bei Operationen der zervikalen Wirbelsäule mit einer durchschnittlichen Zunahme der Operationszeit um 17 min assoziiert (Horn et al. 2019). Ein deutlicher Einfluss auf die Dauer eines Eingriffs zeigte sich außerdem auch in der Endoprothetik und für Cholezystektomien (Acuña et al. 2020, Duchman et al. 2017, Zdichavsky et al. 2012, Sato et al. 2014). Dass Übergewicht auch mit einer erhöhten postoperativen Morbidität assoziiert ist, konnte in verschiedenen Metaanalysen ebenfalls gezeigt werden (Fei et al. 2016, Korol et al. 2013).

Problematischer ist es hingegen, den Einfluss der individuellen Komplexität einer Operation durch einen schweren Lokalbefund oder eine herausfordernde Anatomie des Patienten anhand einer Literaturrecherche zu erfassen. Wie schon zu „perioperativen Bluttransfusionen“ erwähnt (siehe 5.7), gibt es gerade in der Wirbelsäulenchirurgie Ansätze, die Schwere eines Eingriffs über die Anzahl der versteiften Segmente zu erfassen. Dabei konnten multisegmentale Eingriffe sowohl mit einer erhöhten Komplikationsrate als auch mit einer verlängerten Operationszeit in Verbindung gebracht werden (Aoude et al. 2016, Basques et al. 2015a, Minhas et al. 2015). Darüber hinaus gibt es jedoch noch weitere und individuellere Faktoren, die den Lokalbefund besonders anspruchsvoll machen können und sich so auf die Eingriffsdauer auswirken. Für Cholezystektomien sind beispielsweise Voroperationen sowie das Vorhandensein einer akuten Zystitis mit einer Zunahme der OP-Zeit assoziiert gewesen (Zdichavsky et al. 2012, Sato et al. 2014). Vorangegangene Operationen waren auch in einer anderen Untersuchung zu Operationen der Halswirbelsäule ein Risikofaktor für einen verlängerten Eingriff (Horn et al. 2019).
Weitere Möglichkeiten, um die Schwere des Lokalbefundes abzubilden, fanden zum Beispiel auch Jeon et al. in ihrer Arbeit zu laparoskopischen Appendektomien (Jeon et al. 2016). Sie konnten zeigen, dass präoperativ im CT erkennbare Abszesse und ein großer Appendix-Durchmesser > 10 mm ebenfalls Risikofaktoren für einen verlängerten Eingriff darstellten. Überdies zeigte sich außerdem eine Risikoerhöhung für postoperative Komplikationen und eine Zunahme der OP-Zeit bei Vorliegen einer perforierten Appendizitis.

Es konnte somit gezeigt werden, dass die Dauer einer Operation von unterschiedlichen Faktoren abhängig ist und somit durchaus auch als ein Marker für diese gesehen werden

kann. Eine wesentliche Schwierigkeit ist allerdings, den Einfluss der einzelnen Faktoren zu differenzieren und dabei insbesondere die Schwere des Lokalbefundes zu erfassen.

5.11 Kritik

Ein entscheidender Kritikpunkt an den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit besteht darin, dass in den analysierten Publikationen, die die Beziehung der Operationszeit zu den Komplikationen darstellten, so gut wie nie zum Lokalbefund und den Komorbiditäten des Patienten Stellung genommen wurde. Die Autoren haben lediglich überprüft, ob eine Beziehung zwischen Komplikationen und Operationszeit besteht, was bestätigt werden konnte. Ob dies bedeutete, dass die Operationszeit zu beeinflussen war, ist aber nicht untersucht worden. Theoretisch kann ein unerfahrener Chirurg für einen definierten Eingriff länger als der erfahrene benötigen, was zu mehr Komplikationen führen könnte. Andererseits hängt aber die Dauer des Eingriffs vom Lokalbefund und möglicherweise den Komorbiditäten des Patienten ab. Auch diese Faktoren beeinflussen vice versa die Operationszeit. Diese Zusammenhänge konnten in der vorliegenden Arbeit aufgrund mangelnder Literaturdaten nicht abgeklärt werden.
Eine Ursache für den Mangel an Daten ist sicherlich auch das retrospektive Studiendesign der vorgestellten Arbeiten. So bezog sich die Mehrheit der zitierten Autoren auf die Daten großer Register. Aufgrund von ungenauer oder unvollständiger Dokumentation fehlen in diesen Datenbanken allerdings häufig wichtige Informationen zu potentiellen Störfaktoren wie Komorbidität, Operateur und Lokalbefund, Dauer und Durchführung einer perioperativen Antibiotika- sowie Thromboseprophylaxe oder der Medikation eines Patienten. Auch sind aus diesen Daten häufig nicht genügend Informationen zu postoperativ aufgetretenen Komplikationen ersichtlich. Vorstellbar ist hier beispielsweise ein Underreporting leichter Wundinfektionen. Alle diese Punkte sorgen für eine Verzerrung der Ergebnisse.

Ein anderer Aspekt ist, dass sich die in der Literaturrecherche verwendeten Schlagworte auf den Titel und den Abstract der Publikationen beschränkten (siehe Tabelle 1). Anhand der gewählten Suchbegriffe konnten Arbeiten, in denen die Operationszeit nicht gesondert untersucht und nur nebenbei erwähnt worden ist oder keinen Einfluss auf die Rate postoperativer Komplikationen hatte, nicht ausreichend erfasst werden, da ein negatives Ergebnis in Titel und Abstract seltener erscheint. Die vorliegende Untersuchung, in der in 87 % der untersuchten Analysen ein positiver Zusammenhang zwischen einer verlängerten Operationszeit und der Zunahme postoperativer Komplikationen bestand, hat demnach einen Bias und muss unter Vorbehalt betrachtet werden.

Darüber hinaus war es trotz der insgesamt sehr großen Anzahl untersuchter Studien kaum möglich, eine kritische Grenze der Operationszeit für bestimmte Eingriffe anzugeben. Dies liegt zu einem großen Teil am Suchmodus der Literaturrecherche. Hierbei wurde nach spezifischen Komplikationen (siehe Tabelle 1) und ihrer Beziehung zur Operationszeit, nicht aber nach spezifischen Eingriffen gefahndet. Ob der umgekehrte Weg, primär die Eingriffe zu definieren und lediglich nach Untersuchungen zu fahnden, bei denen die Operationszeit analysiert wurde, zu einer größeren Anzahl recherchierter Studien geführt hätte, muss offenbleiben. Eine Überprüfung zu spezifischen Eingriffen wäre also durchaus eine weitere Untersuchung wert. Die Selektion der Eingriffe ergab sich somit aus den Ergebnissen der Recherche hinsichtlich der Komplikationsraten. Daraus resultierten insgesamt viele verschiedene und schwer miteinander vergleichbare Operationen, sodass die Fallzahlen für spezifische Eingriffe relativ klein wurden (siehe Tabelle 200, Anhang).

Eine weitere Schwierigkeit bestand in der Darstellung der Grenzwerte, ab denen mit ansteigender Operationszeit mit einer Zunahme an Komplikationen zu rechnen war. So nutzten die Autoren in ihren Arbeiten häufig unterschiedliche Methoden, um die Beziehung zwischen der Operationsdauer und der Komplikationsrate darzustellen. Veranschaulichen lässt sich dies anhand der Publikationen, in denen die Wundinfektionsrate nach Wirbelsäuleneingriffen untersucht worden ist (siehe Tabelle 210, Anhang): Jalai et al. bestimmten in ihrer Arbeit eine Grenze der OP-Zeit anhand der 75. Perzentile (Jalai et al. 2016). Schoenfeld et al. ermittelten wiederum eine Grenze, indem sie zu der durchschnittlichen Operationsdauer des gesamten Kollektivs eine Standardabweichung addierten (Schoenfeld et al. 2013a). Wieder andere Autoren unterteilten die Operationszeit in Quintile (Kim et al. 2014a). Alle diese Darstellungen führten dazu, dass nicht definitiv gesagt wurde, ab welcher Operationszeit für den spezifischen Eingriff mit einer erhöhten Komplikationsrate zu rechnen war.
Hinzu kommen Untersuchungen, die überhaupt keine Grenzwerte ermittelten, sondern eine relative Zunahme der Operationszeit im Cox-Regressionsmodell darstellten (Tominaga et al. 2016a). In anderen Arbeiten ist darüber hinaus auch die Zunahme bestimmter Komplikationen mit jeder zusätzlichen Stunde OP-Zeit ermittelt worden (Hanwright et al. 2013, Catanzarite et al. 2015a, siehe Tabelle 216, Anhang).
Bei den zuletzt beschriebenen Methoden handelt es sich grundsätzlich um sehr gute und realitätsnahe Vorgehensweisen. Für den Ansatz der vorliegenden Arbeit, Grenzwerte für bestimmte Eingriffe zu bestimmen, waren sie jedoch ungeeignet.

5.12 Fazit

In der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass es eine eindeutige Beziehung zwischen der Länge der Operationszeit und den recherchierten Komplikationen gibt. Wie zuvor erläutert, scheinen postoperative Wundkomplikationen, venöse Thromboembolien, pulmonale Komplikationen sowie lagerungsbedingte Nervenschäden dabei zu großen Teilen direkt von der Dauer eines Eingriffs beeinflusst zu werden.
Bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse fanden sich zudem Hinweise darauf, dass leichte postoperative Komplikationen wie Harnwegsinfektionen oder perioperative Bluttransfusionen stärker mit der Operationszeit assoziiert sind als dies für schwere postoperative Komplikationen der Fall zu sein scheint. Ein direkter Einfluss der Operationszeit scheint bei diesen Komplikationen ebenfalls vorhanden zu sein, spielt aber wahrscheinlich eher eine untergeordnete Rolle. Vieles deutet darauf hin, dass diese Komplikationen hauptsächlich von der Schwere des Befunds abhängen.
In Bezug auf Major-Komplikationen und die postoperative Mortalität ist die Operationszeit wahrscheinlich vor allem nach schweren Eingriffen von Bedeutung, die ohnehin mit einer höheren Komplikations- und Mortalitätsrate einhergehen. Daher ist davon auszugehen, dass auch diese Komplikationen insbesondere von der Schwere des Befunds abhängen. Weitere Faktoren, die einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Operationszeit und das postoperative Outcome haben, sind vorbestehende Patientenfaktoren sowie die Erfahrung des Operateurs.
Auch in Bezug auf allgemeine postoperative Komplikationen und Marker für ein kritisches Outcome im Allgemeinen, wie beispielsweise die Wiederaufnahmerate, die Reoperationsrate und die Krankenhausverweildauer, hat die Operationszeit wohl vor allem die Eigenschaft eines Surrogat-Markers für die Schwere des Befunds, den Patientenstatus und die Erfahrung des Operateurs. Sie beeinflusst das Auftreten dieser Komplikationen also indirekt und dient in gewisser Weise als Maß für einen komplikationsträchtigen Eingriff im Allgemeinen.

Als Konsequenz aus dieser Untersuchung ergibt sich, dass die Operationszeit in Qualitätsregistern zusätzlich angegeben werden sollte. Nur so lassen sich in Zukunft eindeutige Korrelationen erstellen. Untersuchungen, die eine Korrelation zwischen Fallaufkommen von Krankenhaus und Chirurgen (Untersuchungen von Zentren) demonstrieren, sollten auch angeben, ob aufgrund der größeren Erfahrung und Übung auch die Operationszeiten im Vergleich zu Kliniken, in denen die Eingriffe vergleichsweise selten durchgeführt werden, niedriger sind.

Die geforderten Maßnahmen, wie beispielsweise ein zweizeitiges Vorgehen oder das simultane Operieren mehrerer Teams, sind eher theoretische als praktische Ansätze. Bei der Reduktion postoperativer Komplikationsraten liegt bisher ein deutlich stärkerer Fokus auf der Optimierung des perioperativen Managements, die vorliegende Untersuchung demonstriert jedoch, dass auch der Operationszeit vermehrt Beachtung geschenkt werden sollte.

6 Summary und Zusammenfassung

Background: In the last years, many different factors were shown to be associated with a higher rate of postoperative complications. Only a few studies focused on the role of the operation time. Based on a literature search, the aim of this investigation was to examine whether longer operation times are related to an increased postoperative complication rate.

Methods: PubMed was systematically searched to identify studies that were published between 2007 and 2017 and focused on the relationship between operative duration and postoperative complications. Complications that were searched for were wound infections, venous thromboembolism, and pulmonary complications. Besides, hospital readmission rate, postoperative length of stay and redo surgeries were analyzed. There were no limitations with respect to the surgical specialties.

Results: 260 studies that examined a total of 13 different complications met the inclusion criteria. The studies referred to 13 different surgical specialties. The majority found a positive correlation between longer operation time and an increase of postoperative complications. The 5 most frequently analyzed complications and their association with the operation time were: wound complications (66 studies found a positive correlation (+) / 11 studies found no correlation (-)), general complications (55 + / 3 -), hospital readmission (34 + / 6 -), major complications (33 + / 7 -) and venous thromboembolism (27 + / 6 -). A longer operation time was associated with a higher mortality rate in 11 studies, whereas 9 publications found no correlation.

Conclusions: It could be demonstrated that a longer operation time is significantly associated with a higher incidence of wound infections, venous thromboembolism, pneumonia, blood transfusions and a longer hospital stay. However, it is not clear whether the operative duration directly causes postoperative complications or whether it is rather an indicator for the complexity of an operation. Most of the examined complications seem to be influenced indirectly by the operation time. Thus, operation time can be seen as a marker for operative complexity, patient´s comorbidities and surgeon´s experience. Nevertheless, wound complications, venous thromboembolism, pulmonary complications and nerve injuries are in a remarkable percentage affected by the procedure´s length.

Hintergrund: In der Literatur konnten in den letzten Jahren verschiedene Faktoren mit einer erhöhten postoperativen Komplikationsrate in Verbindung gebracht werden. Nur wenige Arbeiten fokussierten sich jedoch speziell auf die Bedeutung der Operationszeit. In der vorliegenden Arbeit sollte daher anhand einer Literatursuche geprüft werden, ob eine lange Operationsdauer mit einer Zunahme postoperativer Komplikationen assoziiert ist.

Methode: Es erfolgte eine systematische Literaturrecherche zur Beziehung der Operationszeit zur postoperativen Komplikationsrate in PubMed. Berücksichtigt wurden Publikationen, die im Zeitraum zwischen 2007 und 2017 erschienen sind. Gezielt erfasst werden sollte der Zusammenhang zwischen der Operationszeit und Wundinfektionen, venösen Thromboembolien, pulmonalen Komplikationen, der Krankenhauswiederaufnahmerate, der Krankenhausverweildauer sowie der Reoperationsrate. Eine Eingrenzung der untersuchten Eingriffe wurde nicht vorgenommen.

Ergebnisse: Es konnten insgesamt 260 Arbeiten zu 13 verschiedenen Komplikationen identifiziert werden, bezogen auf 13 chirurgische Spezialitäten. Dabei zeigte sich in der Mehrheit der untersuchten Arbeiten eine positive Korrelation zwischen einer langen Operationszeit und dem vermehrten Auftreten postoperativer Komplikationen. Die fünf Komplikationen, deren Beziehung zur Operationszeit am häufigsten untersucht wurde, waren: Wundkomplikationen (66 Arbeiten mit positivem Zusammenhang (+) / 11 Arbeiten ohne einen Zusammenhang (-)), allgemeine Komplikationen (55 + / 3 -), die Krankenhauswiederaufnahmerate (34 + / 6 -), schwere postoperative Komplikationen (33 + / 7 -) sowie venöse Thromboembolien (27 + / 6 -). Eine erhöhte Mortalitätsrate war in elf Arbeiten positiv mit einer verlängerten Operationsdauer assoziiert. In neun Untersuchungen bestand hierzu kein Zusammenhang.

Schlussfolgerung: Es besteht eine eindeutige Beziehung zwischen der Länge der Operationszeit und den recherchierten Komplikationen. Inwieweit allerdings die Dauer der Operationszeit direkt die Komplikationsrate beeinflusst oder eher ein Marker für die Schwere des Lokalbefundes ist, muss offenbleiben. Ein Großteil der untersuchten Komplikationen scheint nur indirekt mit der Eingriffsdauer zusammenzuhängen. Die Operationszeit ist hier vor allem ein Marker für den Lokalbefund, die Komorbidität des Patienten und den Operateur. Speziell postoperative Wundkomplikationen, venöse Thromboembolien, pulmonale Komplikationen und lagerungsbedingte Nervenschäden werden aber auch direkt von der Dauer eines Eingriffs beeinflusst.

7 Abkürzungsverzeichnis

AAA	Abdominelles Aortenaneurysma
ACS	American College of Surgeons
aOR	adjustiertes Odds Ratio
ARDS	Akutes Respiratorisches Distress Syndrom
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.
BMI	Body-Mass-Index
CCC	Cholangiozelluläres Karzinom
CCI	Charlson Komorbiditäts-Index
CEA	Karotisendarteriektomie
CED	Chronisch entzündliche Darmerkrankungen
COPD	Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung
DAHNO	Data Audit for Head and Neck Oncology
ERP	Enhanced Recovery Program
EVAR	Endovaskuläre Aortenreparatur
FIGO	Fédération Internationale de Gynécologie et d'Obstétrique
GDT	Zielgerichtete Therapie
GERD	Gastroösophageale Refluxkrankheit
HAC	Hospital-Acquired Condition
HCC	Hepatozelluläres Karzinom
HNO	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
HR	Hazard Ratio
KI	95 % Konfidenzintervall
LAE	Lungenarterienembolie
LAVH	Laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomie
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
NNIS	National Nosocomial Infections Surveillance System
NOS	Newcastle-Ottawa Skala
NSQIP	National Surgical Quality Improvement Program
oAAA	Offene Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen
OPCAB	Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass
OR	Odds Ratio
paVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PEEP	Positiver endexspiratorischer Druck
RR	relatives Risiko

RVU	Relative Value Units
SE	Standardfehler
SIRS	Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom
SVS-PSO	Society for Vascular Surgery Patient Safety Organization
TEVAR	Endovaskuläre Reparatur thorakaler Aortenaneurysmen
TLH	Totale laparoskopische Hysterektomie
TOS	Thoracic-Outlet-Syndrom
TSQC	Tennessee Surgical Quality Collaborative
TVT	Tiefe Venenthrombose
VATS	Video assistierte Thorakoskopie
vs.	versus
VTE	Venöse Thromboembolie
WMD	Gewichtete mittlere Differenz
ZVK	Zentralvenöser Katheter

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PRISMA-Diagramm der Artikelselektion..... 14

Abbildung 2: Übersicht über die Studienanzahl der fünf häufigsten untersuchten Komplikationen einschließlich der Mortalität..... 15

Abbildung 3: Übersicht über die Ergebnisse der fünf häufigsten untersuchten Komplikationen einschließlich der Mortalität..... 297

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über Suchbegriffe, Datum der Abfrage und Trefferanzahl bei den überprüften Schlagworten 13

Tabelle 2: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / kolorektale Eingriffe 24

Tabelle 3: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Magenchirurgie 27

Tabelle 4: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Ileostoma-Rückverlagerung 29

Tabelle 5: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Hernienoperationen 30

Tabelle 6: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Appendektomie 32

Tabelle 7: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Cholezystektomie 32

Tabelle 8: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Leberresektion 33

Tabelle 9: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / mediane Laparotomie 34

Tabelle 10: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Thyreoidektomie 35

Tabelle 11: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Wirbelsäulenchirurgie 40

Tabelle 12: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Knieprothetik 42

Tabelle 13: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Hüftprothetik 43

Tabelle 14: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Schulterprothetik 43
Tabelle 15: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Knie- und Hüftprothetik 44
Tabelle 16: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Osteosynthese bei Acetabulumfraktur 45
Tabelle 17: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Hysterektomie 48
Tabelle 18: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Mastektomie 50
Tabelle 19: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Sectio 51
Tabelle 20: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Kranioplastik 53
Tabelle 21: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / verschiedene neurochirurgische Eingriffe 54
Tabelle 22: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Resektion intraduraler Spinaltumore 54
Tabelle 23: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Resektion von Meningomyelozelen 55
Tabelle 24: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Revaskularisierungen 56
Tabelle 25: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / verschiedene gefäßchirurgische Operationen . 58
Tabelle 26: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / freie Lappenübertragung 60
Tabelle 27: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate nach verschiedenen plastischen Eingriffen 61

Tabelle 28: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / pädiatrische Herzchirurgie 62
Tabelle 29: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Stoma – Rückverlagerung bei Kindern 62
Tabelle 30: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / verschiedene allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe 64
Tabelle 31: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / Resektion von Oropharynxkarzinomen 65
Tabelle 32: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Lokal- und Wundkomplikationsrate / koronararterieller Bypassoperation 66
Tabelle 33: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate lokaler Infektionen / perineale Seedimplantation zur Brachytherapie 67
Tabelle 34: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie 74
Tabelle 35: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Endoprothetik 78
Tabelle 36: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Arthroskopie 80
Tabelle 37: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / proximale Femurfraktur 82
Tabelle 38: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / proximale Humerusfraktur 83
Tabelle 39: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene orthopädische Eingriffe ... 84
Tabelle 40: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / kolorektale Chirurgie 89

Tabelle 41: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Pankreasresektion 91
Tabelle 42: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Gastrektomie 92
Tabelle 43: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Bauchwandhernioplastik 93
Tabelle 44: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Fundoplicatio 94
Tabelle 45: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / laparoskopische Myotomie nach Heller 95
Tabelle 46: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Ösophagusresektion 96
Tabelle 47: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Sarkomresektion 97
Tabelle 48: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Hysterektomie 99
Tabelle 49: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Resektion gynäkologischer Tumore 100
Tabelle 50: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Zytoreduktion bei Ovarial-Karzinom 101
Tabelle 51: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / rupturierte Bauchaortenaneurysmen .. 102
Tabelle 52: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / offen versorgte paraviszerale Aortenaneurysmen 103
Tabelle 53: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / EVAR 104

Tabelle 54: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe 105
Tabelle 55: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / pädiatrische Neurochirurgie 107
Tabelle 56: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / pädiatrische Urologie..... 108
Tabelle 57: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Meningeomresektion 110
Tabelle 58: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / periphere Nervenchirurgie..... 111
Tabelle 59: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene neurochirurgische Eingriffe 112
Tabelle 60: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Nephroureterektomie..... 113
Tabelle 61: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / Lungenresektion..... 114
Tabelle 62: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene ambulante Eingriffe..... 115
Tabelle 63: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / verschiedene plastische Eingriffe 116
Tabelle 64: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / bariatrische Chirurgie 117
Tabelle 65: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate allgemeiner postoperativer Komplikationen / HNO..... 118

Tabelle 66: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe 121
Tabelle 67: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / kolorektale Eingriffe 123
Tabelle 68: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Hernienoperationen 124
Tabelle 69: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / distale Ösophaguseingriffe 125
Tabelle 70: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Gastrektomie 126
Tabelle 71: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Revaskularisierung 129
Tabelle 72: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / EVAR 130
Tabelle 73: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe 130
Tabelle 74: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Dekompression bei TOS 131
Tabelle 75: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / CEA 132
Tabelle 76: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / oAAA 132
Tabelle 77: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Wirbelsäulenchirurgie 136
Tabelle 78: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / Schulterarthroskopie 137

Tabelle 79: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene gynäkologische Eingriffe 140
Tabelle 80: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene kinderchirurgische Eingriffe 141
Tabelle 81: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / ästhetische Eingriffe 143
Tabelle 82: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / bariatrische Eingriffe 144
Tabelle 83: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene ambulante Eingriffe. 145
Tabelle 84: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / verschiedene herzchirurgische Eingriffe 146
Tabelle 85: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhauswiederaufnahmerate / partielle Nephrektomie..... 147
Tabelle 86: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / kolorektale Chirurgie..... 150
Tabelle 87: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Hernienchirurgie 151
Tabelle 88: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Ileostoma – Rückverlagerung..... 152
Tabelle 89: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Pankreatikoduodenektomie..... 153
Tabelle 90: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Gastrektomie..... 153

Tabelle 91: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Leberteilresektion 154
Tabelle 92: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / akute Mesenterialischämie 155
Tabelle 93: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Resektion retroperitonealer Sarkome 156
Tabelle 94: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / laparoskopische Myotomie nach Heller 157
Tabelle 95: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie 160
Tabelle 96: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Endoprothetik 162
Tabelle 97: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Arthroskopie 164
Tabelle 98: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / verschiedene orthopädische Eingriffe 165
Tabelle 99: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / proximale Humerusfraktur 166
Tabelle 100: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / CEA 170
Tabelle 101: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate renaler sowie schwerer Komplikationen / Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen 171
Tabelle 102: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Revaskularisierung 172
Tabelle 103: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Meningeomresektion 174

Tabelle 104: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Clipping intrakranieller Aneurysmen 175
Tabelle 105: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / spinale Tumorchirurgie 176
Tabelle 106: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / Lungenresektion 177
Tabelle 107: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / verschiedene gynäkologische Eingriffe 179
Tabelle 108: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / verschiedene allgemein- & gefäßchirurgische Eingriffe 179
Tabelle 109: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / laparoskopischer Magenbypass 180
Tabelle 110: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate schwerer Komplikationen / koronararterielle Bypassoperationen 181
Tabelle 111: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Leberteilresektion 184
Tabelle 112: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / allgemeinchirurgische Tumor-Operationen 186
Tabelle 113: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / kolorektale Eingriffe 187
Tabelle 114: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Cholezystektomie 188
Tabelle 115: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Pankreasresektion 189
Tabelle 116: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Wirbelsäulenchirurgie 192

Tabelle 117: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Endoprothetik 193
Tabelle 118: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Trauma 195
Tabelle 119: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Hysterektomie 197
Tabelle 120: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Mastektomie 198
Tabelle 121: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / Kraniotomie 200
Tabelle 122: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / verschiedene Eingriffe 202
Tabelle 123: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / plastische Chirurgie 204
Tabelle 124: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf venöse Thromboembolien / bariatrische Chirurgie 205
Tabelle 125: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Wirbelsäulenchirurgie 208
Tabelle 126: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Endoprothetik 210
Tabelle 127: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Tibiakopffraktur 211
Tabelle 128: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Appendektomie 213
Tabelle 129: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / kolorektale Eingriffe 214
Tabelle 130: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Hartmann Rückverlagerung 214

Tabelle 131: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Cholezystektomie 215
Tabelle 132: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Hernioplastik 216
Tabelle 133: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Gastrektomie 217
Tabelle 134: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Kopf-Hals-Tumore 218
Tabelle 135: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / freie Lappenübertragung 219
Tabelle 136: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Kinderchirurgie 220
Tabelle 137: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Gefäßchirurgie 222
Tabelle 138: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Neurochirurgie 222
Tabelle 139: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Magenbypass 223
Tabelle 140: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Urologie 224
Tabelle 141: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe 225
Tabelle 142: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Krankenhausverweildauer / Herzchirurgie 226
Tabelle 143: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Lungenresektion 230
Tabelle 144: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Ösophagusresektion 232

Tabelle 145: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / kolorektale Eingriffe 233
Tabelle 146: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe 234
Tabelle 147: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Eingriffe verschiedener Fachrichtungen 236
Tabelle 148: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / plastische Eingriffe 237
Tabelle 149: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / bariatrische Chirurgie 239
Tabelle 150: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie 241
Tabelle 151: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Gefäßchirurgie 242
Tabelle 152: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Kinderchirurgie 243
Tabelle 153: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Neurochirurgie 244
Tabelle 154: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Mundhöhlen- und Oropharynxkarzinom 244
Tabelle 155: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf pulmonale Komplikationen / Neuroradiologie 245
Tabelle 156: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / kolorektale Eingriffe 247
Tabelle 157: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Pankreasresektion 248
Tabelle 158: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / allgemeinchirurgische Tumoroperationen 249

Tabelle 159: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Leberresektion 250
Tabelle 160: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Gastrektomie 250
Tabelle 161: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / offen versorgte Aortenaneurysmen 252
Tabelle 162: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / CEA 253
Tabelle 163: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / TEVAR 253
Tabelle 164: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Revaskularisierung 254
Tabelle 165: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Amputation bei paVK 255
Tabelle 166: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / verschiedene Eingriffe 256
Tabelle 167: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Orthopädie und Unfallchirurgie 257
Tabelle 168: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Mortalität / Clipping intrakranieller Aneurysmen 258
Tabelle 169: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Allgemeinchirurgie 260
Tabelle 170: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Gefäßchirurgie 262
Tabelle 171: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Wirbelsäulenchirurgie 264
Tabelle 172: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Hysterektomie 265

Tabelle 173: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / Kinderchirurgie 266
Tabelle 174: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / plastische Chirurgie 268
Tabelle 175: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die postoperative Reoperationsrate / HNO 269
Tabelle 176: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Wirbelsäulenchirurgie 272
Tabelle 177: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Pankreasresektion 273
Tabelle 178: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Leberresektion 274
Tabelle 179: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Adrenalektomie 275
Tabelle 180: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Gynäkologie 277
Tabelle 181: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / plastische Chirurgie 277
Tabelle 182: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Gefäßchirurgie 278
Tabelle 183: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die perioperative Bluttransfusionsrate / Kinderchirurgie 279
Tabelle 184: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Schulterarthroskopie 281
Tabelle 185: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Wirbelsäulenchirurgie 282
Tabelle 186: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Kniearthroskopie 283

Tabelle 187: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Knieprothetik 284
Tabelle 188: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / proximale Femurfraktur 285
Tabelle 189: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Schulterprothetik 285
Tabelle 190: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / proximale Humerusfraktur 286
Tabelle 191: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Meningeomresektion 287
Tabelle 192: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf die Rate leichter Komplikationen / Clipping intrakranieller Aneurysmen 288
Tabelle 193: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / Gynäkologie 291
Tabelle 194: Publikationen zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / kolorektale Chirurgie 292
Tabelle 195: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / abdominelle Notfalloperationen 293
Tabelle 196: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / verschiedene Eingriffe 294
Tabelle 197: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf Harnwegsinfektionen / Wirbelsäulenchirurgie 295
Tabelle 198: Publikation zum Einfluss der Operationszeit auf periphere Nervenschäden / kolorektale Eingriffe 296

10 Literaturverzeichnis

Acher, A. W., Squires, M. H., Fields, R. C., Poultsides, G. A., Schmidt, C., Votanopoulos, K. I., Pawlik, T. M., Jin, L. X., Ejaz, A., Kooby, D. A., Bloomston, M., Worhunsky, D., Levine, E. A., Saunders, N., Winslow, E., Cho, C. S., Leverson, G., Maithel, S. K. and Weber, S. M. (2016) 'Readmission Following Gastric Cancer Resection: Risk Factors and Survival', *J Gastrointest Surg,* 20(7), 1284-94.

Acuña, A. J., Samuel, L. T., Karnuta, J. M., Sultan, A. A., Swiergosz, A. M. and Kamath, A. F. (2020) 'What Factors Influence Operative Time in Total Knee Arthroplasty? A 10-Year Analysis in a National Sample', *J Arthroplasty,* 35(3), 621-627.

Akers, J. L., Dupnick, A. C., Hillman, E. L., Bauer, A. G., Kinker, L. M. and Hagedorn Wonder, A. (2019) 'Inadvertent Perioperative Hypothermia Risks and Postoperative Complications: A Retrospective Study', *Aorn j,* 109(6), 741-747.

Al-Temimi, M. H., Chandrasekaran, B., Phelan, M. J., Pigazzi, A., Mills, S. D., Stamos, M. J. and Carmichael, J. C. (2017) 'Incidence, Risk Factors, and Trends of Motor Peripheral Nerve Injury After Colorectal Surgery: Analysis of the National Surgical Quality Improvement Program Database', *Dis Colon Rectum,* 60(3), 318-325.

Alavi, K., Sturrock, P. R., Sweeney, W. B., Maykel, J. A., Cervera-Servin, J. A., Tseng, J. and Cook, E. F. (2010) 'A simple risk score for predicting surgical site infections in inflammatory bowel disease', *Dis Colon Rectum,* 53(11), 1480-6.

Aminian, A., Andalib, A., Khorgami, Z., Cetin, D., Burguera, B., Bartholomew, J., Brethauer, S. A. and Schauer, P. R. (2017) 'Who Should Get Extended Thromboprophylaxis After Bariatric Surgery?: A Risk Assessment Tool to Guide Indications for Post-discharge Pharmacoprophylaxis', *Ann Surg,* 265(1), 143-150.

Anthony, C. A., Westermann, R. W., Gao, Y., Pugely, A. J., Wolf, B. R. and Hettrich, C. M. (2015) 'What Are Risk Factors for 30-day Morbidity and Transfusion in Total Shoulder Arthroplasty? A Review of 1922 Cases', *Clin Orthop Relat Res,* 473(6), 2099-105.

Aoude, A., Nooh, A., Fortin, M., Aldebeyan, S., Jarzem, P., Ouellet, J. and Weber, M. H. (2016) 'Incidence, Predictors, and Postoperative Complications of Blood Transfusion in Thoracic and Lumbar Fusion Surgery: An Analysis of 13,695 Patients from the American

College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database', *Global Spine J,* 6(8), 756-764.

Arvizo, C., Mehta, S. T. and Yunker, A. (2018) 'Adverse events related to Trendelenburg position during laparoscopic surgery: recommendations and review of the literature', *Curr Opin Obstet Gynecol,* 30(4), 272-278.

AWMF, A. d. W. M. F. (2018) 'Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE)',

Aziz, F., Bohr, T. and Lehman, E. B. (2017) 'Wound Disruption after Lower Extremity Bypass Surgery is a Predictor of Subsequent Development of Wound Infection', *Ann Vasc Surg,* 43, 176-187.

Aziz, F., Lehman, E. B. and Reed, A. B. (2016a) 'Increased Duration of Operating Time for Carotid Endarterectomy Is Associated with Increased Mortality', *Ann Vasc Surg,* 36, 166-174.

Aziz, F., Lehman, E. B. and Reed, A. B. (2016b) 'Unplanned return to operating room after lower extremity arterial bypass is an independent predictor for hospital readmission', *J Vasc Surg,* 63(3), 678-87.e2.

Bailey, M. B., Davenport, D. L., Vargas, H. D., Evers, B. M. and McKenzie, S. P. (2014) 'Longer operative time: deterioration of clinical outcomes of laparoscopic colectomy versus open colectomy', *Dis Colon Rectum,* 57(5), 616-22.

Ball, C. G., Pitt, H. A., Kilbane, M. E., Dixon, E., Sutherland, F. R. and Lillemoe, K. D. (2010) 'Peri-operative blood transfusion and operative time are quality indicators for pancreatoduodenectomy', *HPB (Oxford),* 12(7), 465-71.

Baltodano, P. A., Webb-Vargas, Y., Soares, K. C., Hicks, C. W., Cooney, C. M., Cornell, P., Burce, K. K., Pawlik, T. M. and Eckhauser, F. E. (2016) 'A validated, risk assessment tool for predicting readmission after open ventral hernia repair', *Hernia,* 20(1), 119-29.

Barber, E. L., Neubauer, N. L. and Gossett, D. R. (2015) 'Risk of venous thromboembolism in abdominal versus minimally invasive hysterectomy for benign conditions', *Am J Obstet Gynecol,* 212(5), 609.e1-7.

Basques, B. A., Anandasivam, N. S., Webb, M. L., Samuel, A. M., Lukasiewicz, A. M., Bohl, D. D. and Grauer, J. N. (2015a) 'Risk Factors for Blood Transfusion With Primary Posterior Lumbar Fusion', *Spine (Phila Pa 1976),* 40(22), 1792-7.

Basques, B. A., Bohl, D. D., Golinvaux, N. S., Smith, B. G. and Grauer, J. N. (2015b) 'Patient factors are associated with poor short-term outcomes after posterior fusion for adolescent idiopathic scoliosis', *Clin Orthop Relat Res,* 473(1), 286-94.

Basques, B. A., Chung, S. H., Lukasiewicz, A. M., Webb, M. L., Samuel, A. M., Bohl, D. D., Smith, B. G. and Grauer, J. N. (2015c) 'Predicting Short-term Morbidity in Patients Undergoing Posterior Spinal Fusion for Neuromuscular Scoliosis', *Spine (Phila Pa 1976),* 40(24), 1910-7.

Basques, B. A., Fu, M. C., Buerba, R. A., Bohl, D. D., Golinvaux, N. S. and Grauer, J. N. (2014) 'Using the ACS-NSQIP to identify factors affecting hospital length of stay after elective posterior lumbar fusion', *Spine (Phila Pa 1976),* 39(6), 497-502.

Basques, B. A., Ibe, I., Samuel, A. M., Lukasiewicz, A. M., Webb, M. L., Bohl, D. D. and Grauer, J. N. (2017) 'Predicting Postoperative Morbidity and Readmission for Revision Posterior Lumbar Fusion', *Clin Spine Surg,* 30(6), E770-e775.

Basques, B. A., Webb, M. L., Bohl, D. D., Golinvaux, N. S. and Grauer, J. N. (2015d) 'Adverse events, length of stay, and readmission after surgery for tibial plateau fractures', *J Orthop Trauma,* 29(3), e121-6.

Bastiampillai, R., Lavallée, L. T., Cnossen, S., Witiuk, K., Mallick, R., Fergusson, D., Schramm, D., Morash, C., Cagiannos, I. and Breau, R. H. (2016) 'Laparoscopic nephroureterectomy is associated with higher risk of adverse events compared to laparoscopic radical nephrectomy', *Can Urol Assoc J,* 10(3-4), 126-31.

Becher, R. D., Hoth, J. J., Miller, P. R., Meredith, J. W. and Chang, M. C. (2012) 'Systemic inflammation worsens outcomes in emergency surgical patients', *J Trauma Acute Care Surg,* 72(5), 1140-9.

Bellini, G., Teng, A., Kotecha, N., Sutton, E., Yang, C. K., Passeri, M., Lee, D. Y. and Rose, K. (2016) 'The identification of risk factors for venous thromboembolism in gastrointestinal oncologic surgery', *J Surg Res,* 205(2), 279-285.

Belmont, P. J., Jr., Goodman, G. P., Waterman, B. R., Bader, J. O. and Schoenfeld, A. J. (2014) 'Thirty-day postoperative complications and mortality following total knee arthroplasty: incidence and risk factors among a national sample of 15,321 patients', *J Bone Joint Surg Am,* 96(1), 20-6.

Benetis, R., Sirvinskas, E., Kumpaitiene, B. and Kinduris, S. (2013) 'A case-control study of readmission to the intensive care unit after cardiac surgery', *Med Sci Monit,* 19, 148-52.

Bennett, K. M., Scarborough, J. E. and Shortell, C. K. (2015a) 'Predictors of 30-day postoperative stroke or death after carotid endarterectomy using the 2012 carotid endarterectomy-targeted American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program database', *J Vasc Surg,* 61(1), 103-11.

Bennett, K. M., Scarborough, J. E. and Shortell, C. K. (2015b) 'Risk factors for cranial nerve injury after carotid endarterectomy', *J Vasc Surg,* 62(2), 363-8.

Bernatz, J. T. and Anderson, P. A. (2015) 'Thirty-day readmission rates in spine surgery: systematic review and meta-analysis', *Neurosurg Focus,* 39(4), E7.

Blair, L. J., Huntington, C. R., Cox, T. C., Prasad, T., Lincourt, A. E., Gersin, K. S., Heniford, B. T. and Augenstein, V. A. (2016) 'Risk factors for postoperative sepsis in laparoscopic gastric bypass', *Surg Endosc,* 30(4), 1287-93.

Bodewes, T. C., Soden, P. A., Ultee, K. H., Zettervall, S. L., Pothof, A. B., Deery, S. E., Moll, F. L. and Schermerhorn, M. L. (2017) 'Risk factors for 30-day unplanned readmission following infrainguinal endovascular interventions', *J Vasc Surg,* 65(2), 484-494.e3.

Böhm, B., Schwenk, W. and Junghans, T. (2013) *Das Pneumoperitoneum: Auswirkungen der Laparoskopie auf die Organsysteme,* Springer-Verlag.

Boltz, M. M., Hollenbeak, C. S., Julian, K. G., Ortenzi, G. and Dillon, P. W. (2011) 'Hospital costs associated with surgical site infections in general and vascular surgery patients', *Surgery,* 150(5), 934-42.

Böstman, O., Hyrkäs, J., Hirvensalo, E. and Kallio, E. (1990) 'Blood loss, operating time, and positioning of the patient in lumbar disc surgery', *Spine (Phila Pa 1976),* 15(5), 360-3.

Brahmbhatt, R., Gander, J., Duwayri, Y., Rajani, R. R., Veeraswamy, R., Salam, A., Dodson, T. F. and Arya, S. (2016) 'Improved trends in patient survival and decreased major complications after emergency ruptured abdominal aortic aneurysm repair', *J Vasc Surg,* 63(1), 39-47.

Brakoniecki, K., Tam, S., Chung, P., Smith, M., Alfonso, A. and Sugiyama, G. (2017) 'Mortality in patients with end-stage renal disease and the risk of returning to the operating room after common General Surgery procedures', *Am J Surg,* 213(2), 395-398.

Brandstrup, B., Tønnesen, H., Beier-Holgersen, R., Hjortsø, E., Ørding, H., Lindorff-Larsen, K., Rasmussen, M. S., Lanng, C., Wallin, L., Iversen, L. H., Gramkow, C. S., Okholm, M., Blemmer, T., Svendsen, P. E., Rottensten, H. H., Thage, B., Riis, J., Jeppesen, I. S., Teilum, D., Christensen, A. M., Graungaard, B. and Pott, F. (2003) 'Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial', *Ann Surg,* 238(5), 641-8.

Bratzler, D. W., Dellinger, E. P., Olsen, K. M., Perl, T. M., Auwaerter, P. G., Bolon, M. K., Fish, D. N., Napolitano, L. M., Sawyer, R. G., Slain, D., Steinberg, J. P. and Weinstein, R. A. (2013) 'Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery', *Surg Infect (Larchmt),* 14(1), 73-156.

Bräuer, A. (2018) 'Perioperative temperature management', *ANASTHESIOLOGIE & INTENSIVMEDIZIN,* 59, 587-596.

Brismar, B., Hedenstierna, G., Lundquist, H., Strandberg, A., Svensson, L. and Tokics, L. (1985) 'Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation--a proposal of atelectasis', *Anesthesiology,* 62(4), 422-8.

Burke, J. F. (1977) 'Preventing bacterial infection by coordinating antibiotic and host activity: a time-dependent relationship', *South Med J,* 70 Suppl 1, 24-6.

Carter, J., Elliott, S., Kaplan, J., Lin, M., Posselt, A. and Rogers, S. (2015) 'Predictors of hospital stay following laparoscopic gastric bypass: analysis of 9,593 patients from the National Surgical Quality Improvement Program', *Surg Obes Relat Dis,* 11(2), 288-94.

Catanzarite, T., Saha, S., Pilecki, M. A., Kim, J. Y. and Milad, M. P. (2015a) 'Longer Operative Time During Benign Laparoscopic and Robotic Hysterectomy Is Associated With Increased 30-Day Perioperative Complications', *J Minim Invasive Gynecol,* 22(6), 1049-58.

Catanzarite, T., Vieira, B., Qin, C. and Milad, M. P. (2015b) 'Risk Factors for Unscheduled 30-day Readmission after Benign Hysterectomy', *South Med J,* 108(9), 524-30.

Cellini, C., Deeb, A. P., Sharma, A., Monson, J. R. and Fleming, F. J. (2013) 'Association between operative approach and complications in patients undergoing Hartmann's reversal', *Br J Surg,* 100(8), 1094-9.

Chen, M. M., Roman, S. A., Sosa, J. A. and Judson, B. L. (2013) 'Postdischarge complications predict reoperation and mortality after otolaryngologic surgery', *Otolaryngol Head Neck Surg,* 149(6), 865-72.

Chen, S. Y., Molena, D., Stem, M., Mungo, B. and Lidor, A. O. (2016) 'Post-discharge complications after esophagectomy account for high readmission rates', *World J Gastroenterol,* 22(22), 5246-53.

Chen, S. Y., Stem, M., Schweitzer, M. A., Magnuson, T. H. and Lidor, A. O. (2015) 'Assessment of postdischarge complications after bariatric surgery: A National Surgical Quality Improvement Program analysis', *Surgery,* 158(3), 777-86.

Cheon, E. C., Palac, H. L., Paik, K. H., Hajduk, J., De Oliveira, G. S., Jagannathan, N. and Suresh, S. (2016) 'Unplanned, Postoperative Intubation in Pediatric Surgical Patients: Development and Validation of a Multivariable Prediction Model', *Anesthesiology,* 125(5), 914-928.

Chipko, J., DeSantis, A., Quinn, E. and Velanovich, V. (2017) 'Effects of modifiable, non-modifiable and clinical process factors in ventral hernia repair surgical site infections: A retrospective study', *Am J Surg,* 214(5), 838-843.

Chong, J. U., Lee, J. H., Yoon, Y. C., Kwon, K. H., Cho, J. Y., Kim, S. J., Kim, J. K., Kim, S. H., Choi, S. B. and Kim, K. S. (2016) 'Influencing factors on postoperative hospital stay after laparoscopic cholecystectomy', *Korean J Hepatobiliary Pancreat Surg,* 20(1), 12-6.

Chow, I., Hanwright, P. J., Hansen, N. M., Leilabadi, S. N. and Kim, J. Y. (2015) 'Predictors of 30-day readmission after mastectomy: A multi-institutional analysis of 21,271 patients', *Breast Dis,* 35(4), 221-31.

Chung, J., Kasirajan, K., Veeraswamy, R. K., Dodson, T. F., Salam, A. A., Chaikof, E. L. and Corriere, M. A. (2011) 'Left subclavian artery coverage during thoracic endovascular aortic repair and risk of perioperative stroke or death', *J Vasc Surg,* 54(4), 979-84.

Cory, L., Latif, N., Brensinger, C., Zhang, X., Giuntoli, R. L., 2nd, Burger, R. A., Morgan, M. and Ko, E. (2017) 'Readmission After Gynecologic Surgery: A Comparison of Procedures for Benign and Malignant Indications', *Obstet Gynecol,* 130(2), 285-295.

Cote, D. J., Dubois, H. M., Karhade, A. V. and Smith, T. R. (2016) 'Venous Thromboembolism in Patients Undergoing Craniotomy for Brain Tumors: A U.S. Nationwide Analysis', *Semin Thromb Hemost,* 42(8), 870-876.

Cowan, J. A., Jr., Dimick, J. B., Thompson, B. G., Stanley, J. C. and Upchurch, G. R., Jr. (2002) 'Surgeon volume as an indicator of outcomes after carotid endarterectomy: an effect independent of specialty practice and hospital volume', *J Am Coll Surg,* 195(6), 814-21.

Cruickshank, A. M., Fraser, W. D., Burns, H. J., Van Damme, J. and Shenkin, A. (1990) 'Response of serum interleukin-6 in patients undergoing elective surgery of varying severity', *Clin Sci (Lond),* 79(2), 161-5.

Cserép, Z., Losoncz, E., Tóth, R., Tóth, A., Juhász, B., Balog, P., Vargha, P., Gál, J., Contrada, R. J., Falger, P. R. and Székely, A. (2014) 'Self-rated health is associated with the length of stay at the intensive care unit and hospital following cardiac surgery', *BMC Cardiovasc Disord,* 14, 171.

Cvetanovich, G. L., Chalmers, P. N., Verma, N. N., Nicholson, G. P. and Romeo, A. A. (2016) 'Open reduction internal fixation has fewer short-term complications than shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures', *J Shoulder Elbow Surg,* 25(4), 624-631.e3.

Daley, B. J., Cecil, W., Clarke, P. C., Cofer, J. B. and Guillamondegui, O. D. (2015) 'How slow is too slow? Correlation of operative time to complications: an analysis from the Tennessee Surgical Quality Collaborative', *J Am Coll Surg,* 220(4), 550-8.

Dasenbrock, H. H., Liu, K. X., Devine, C. A., Chavakula, V., Smith, T. R., Gormley, W. B. and Dunn, I. F. (2015) 'Length of hospital stay after craniotomy for tumor: a National Surgical Quality Improvement Program analysis', *Neurosurg Focus,* 39(6), E12.

Davenport, D. L., Zwischenberger, B. A. and Xenos, E. S. (2014) 'Analysis of 30-day readmission after aortoiliac and infrainguinal revascularization using the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program data set', *J Vasc Surg,* 60(5), 1266-1274.

David, R. A., Brooke, B. S., Hanson, K. T., Goodney, P. P., Genovese, E. A., Baril, D. T., Gloviczki, P. and DeMartino, R. R. (2017) 'Early extubation is associated with reduced length of stay and improved outcomes after elective aortic surgery in the Vascular Quality Initiative', *J Vasc Surg,* 66(1), 79-94.e14.

Davis, G. B., Peric, M., Chan, L. S., Wong, A. K. and Sener, S. F. (2013) 'Identifying risk factors for surgical site infections in mastectomy patients using the National Surgical Quality Improvement Program database', *Am J Surg,* 205(2), 194-9.

Dayama, A., Sugano, D., Reeves, J. G., Rivera, A. and Tsilimparis, N. (2016) 'Early outcomes and perioperative risk assessment in elective open thoracoabdominal aortic aneurysm repair: An analysis of national data over a five-year period', *Vascular,* 24(1), 3-8.

De la Garza-Ramos, R., Abt, N. B., Kerezoudis, P., McCutcheon, B. A., Bydon, A., Gokaslan, Z. and Bydon, M. (2016) 'Deep-wound and organ-space infection after surgery for degenerative spine disease: an analysis from 2006 to 2012', *Neurol Res,* 38(2), 117-23.

De Martino, R. R., Goodney, P. P., Spangler, E. L., Wallaert, J. B., Corriere, M. A., Rzucidlo, E. M., Walsh, D. B. and Stone, D. H. (2012) 'Variation in thromboembolic complications among patients undergoing commonly performed cancer operations', *J Vasc Surg,* 55(4), 1035-1040.e4.

Demir, N., Peker, E., Gulsen, I., Agengin, K. and Tuncer, O. (2015) 'Factors affecting infection development after meningomyelocele repair in newborns and the efficacy of antibiotic prophylaxis', *Childs Nerv Syst,* 31(8), 1355-9.

Di Capua, J., Somani, S., Kim, J. S., Lee, N. J., Kothari, P., Phan, K., Lugo-Fagundo, N. and Cho, S. K. (2017a) 'Predictors for Patient Discharge Destination After Elective Anterior Cervical Discectomy and Fusion', *Spine (Phila Pa 1976),* 42(20), 1538-1544.

Di Capua, J., Somani, S., Kim, J. S., Leven, D. M., Lee, N. J., Kothari, P. and Cho, S. K. (2017b) 'Hospital-Acquired Conditions in Adult Spinal Deformity Surgery: Predictors for Hospital-Acquired Conditions and Other 30-Day Postoperative Outcomes', *Spine (Phila Pa 1976),* 42(8), 595-602.

Dieterich, J. D. and Divino, C. M. (2017) 'Postoperative Complications Predict 30-Day Readmission in Geriatric General Surgery Patients', *Am Surg,* 83(4), 365-370.

Duchman, K. R., Pugely, A. J., Martin, C. T., Gao, Y., Bedard, N. A. and Callaghan, J. J. (2017) 'Operative Time Affects Short-Term Complications in Total Joint Arthroplasty', *J Arthroplasty,* 32(4), 1285-1291.

Dunn, J. C., Lanzi, J., Kusnezov, N., Bader, J., Waterman, B. R. and Belmont, P. J., Jr. (2015) 'Predictors of length of stay after elective total shoulder arthroplasty in the United States', *J Shoulder Elbow Surg,* 24(5), 754-9.

Elfenbein, D. M., Schneider, D. F., Chen, H. and Sippel, R. S. (2014) 'Surgical site infection after thyroidectomy: a rare but significant complication', *J Surg Res,* 190(1), 170-6.

Ellebrecht, D., Wolken, H., Ellebrecht, C., Bruch, H.-P. and Kleemann, M. (2015) 'Lagerungsbedingte Nervenläsionen in der laparoskopischen kolorektalen Chirurgie', *Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax-und Gefäßchirurgie,* 140(06), 610-616.

Erekson, E. A., Yip, S. O., Ciarleglio, M. M. and Fried, T. R. (2011) 'Postoperative complications after gynecologic surgery', *Obstet Gynecol,* 118(4), 785-93.

Esemuede, I. O., Gabre-Kidan, A., Fowler, D. L. and Kiran, R. P. (2015) 'Risk of readmission after laparoscopic vs. open colorectal surgery', *Int J Colorectal Dis,* 30(11), 1489-94.

Evans, C., Lim, J., Gatzen, C. and Huang, A. (2012) 'Factors influencing laparoscopic colorectal operative duration and its effect on clinical outcome', *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech,* 22(5), 437-42.

Ezechi, O. C., Edet, A., Akinlade, H., Gab-Okafor, C. V. and Herbertson, E. (2009) 'Incidence and risk factors for caesarean wound infection in Lagos Nigeria', *BMC Res Notes,* 2, 186.

Fahrner, R., Malinka, T., Klasen, J., Candinas, D. and Beldi, G. (2014) 'Additional surgical procedure is a risk factor for surgical site infections after laparoscopic cholecystectomy', *Langenbecks Arch Surg,* 399(5), 595-9.

Fei, Q., Li, J., Lin, J., Li, D., Wang, B., Meng, H., Wang, Q., Su, N. and Yang, Y. (2016) 'Risk Factors for Surgical Site Infection After Spinal Surgery: A Meta-Analysis', *World Neurosurg,* 95, 507-515.

Fields, A. C., Dieterich, J. D., Buterbaugh, K. and Moucha, C. S. (2015) 'Short-term complications in hip fracture surgery using spinal versus general anaesthesia', *Injury,* 46(4), 719-23.

Fischer, J. P., Shang, E. K., Butler, C. E., Nelson, J. A., Braslow, B. M., Serletti, J. M. and Kovach, S. J. (2013) 'Validated model for predicting postoperative respiratory failure: analysis of 1706 abdominal wall reconstructions', *Plast Reconstr Surg,* 132(5), 826e-835e.

Fischer, J. P., Wes, A. M., Tuggle, C. T. and Wu, L. C. (2014a) 'Venous thromboembolism risk in mastectomy and immediate breast reconstruction: analysis of the 2005 to 2011 American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program data sets', *Plast Reconstr Surg,* 133(3), 263e-273e.

Fischer, J. P., Wink, J. D., Nelson, J. A. and Kovach, S. J., 3rd (2014b) 'Among 1,706 cases of abdominal wall reconstruction, what factors influence the occurrence of major operative complications?', *Surgery,* 155(2), 311-9.

Flores-Maldonado, A., Guzmán-Llanez, Y., Castañeda-Zarate, S., Pech-Colli, J., Alvarez-Nemegyei, J., Cervera-Saenz, M., Canto-Rubio, A. and Terrazas-Olguin, M. A. (1997) 'Risk factors for mild intraoperative hypothermia', *Arch Med Res,* 28(4), 587-90.

Fournel, L., Zaimi, R., Grigoroiu, M., Stern, J. B. and Gossot, D. (2014) 'Totally thoracoscopic major pulmonary resections: an analysis of perioperative complications', *Ann Thorac Surg,* 97(2), 419-24.

Futier, E., Constantin, J. M., Paugam-Burtz, C., Pascal, J., Eurin, M., Neuschwander, A., Marret, E., Beaussier, M., Gutton, C., Lefrant, J. Y., Allaouchiche, B., Verzilli, D., Leone, M., De Jong, A., Bazin, J. E., Pereira, B. and Jaber, S. (2013) 'A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery', *N Engl J Med,* 369(5), 428-37.

Galleano, R., Carter, F., Brown, S., Frank, T. and Cuschieri, A. (2006) 'Can armrests improve comfort and task performance in laparoscopic surgery?', *Ann Surg,* 243(3), 329-33.

Garcia, R. M., Choy, W., DiDomenico, J. D., Barrington, N., Dahdaleh, N. S., Rodriguez, H. E., Lam, S. and Smith, Z. A. (2016) 'Thirty-day readmission rate and risk factors for patients undergoing single level elective anterior lumbar interbody fusion (ALIF)', *J Clin Neurosci,* 32, 104-8.

Garcia, R. M., Yoon, S., Cage, T., Potts, M. B. and Lawton, M. T. (2017) 'Ethnicity, Race, and Postoperative Stroke Risk Among 53,593 Patients with Asymptomatic Carotid Stenosis Undergoing Revascularization', *World Neurosurg,* 108, 246-253.

Garg, T., Rosas, U., Rivas, H., Azagury, D. and Morton, J. M. (2016) 'National prevalence, causes, and risk factors for bariatric surgery readmissions', *Am J Surg,* 212(1), 76-80.

Gawlick, U. and Nirula, R. (2012) 'Resection and primary anastomosis with proximal diversion instead of Hartmann's: evolving the management of diverticulitis using NSQIP data', *J Trauma Acute Care Surg,* 72(4), 807-14; quiz 1124.

Gehrich, A. P., Lustik, M. B., Mehr, A. A. and Patzwald, J. R. (2016) 'Risk of postoperative urinary tract infections following midurethral sling operations in women undergoing hysterectomy', *Int Urogynecol J,* 27(3), 483-90.

Gerestein, C. G., Nieuwenhuyzen-de Boer, G. M., Eijkemans, M. J., Kooi, G. S. and Burger, C. W. (2010) 'Prediction of 30-day morbidity after primary cytoreductive surgery for advanced stage ovarian cancer', *Eur J Cancer,* 46(1), 102-9.

Giger, U. F., Michel, J. M., Opitz, I., Th Inderbitzin, D., Kocher, T. and Krähenbühl, L. (2006) 'Risk factors for perioperative complications in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: analysis of 22,953 consecutive cases from the Swiss Association of Laparoscopic and Thoracoscopic Surgery database', *J Am Coll Surg,* 203(5), 723-8.

Glance, L. G., Kellermann, A. L., Osler, T. M., Li, Y., Mukamel, D. B., Lustik, S. J., Eaton, M. P. and Dick, A. W. (2014) 'Hospital readmission after noncardiac surgery: the role of major complications', *JAMA Surg,* 149(5), 439-45.

Glebova, N. O., Bronsert, M., Hammermeister, K. E., Nehler, M. R., Gibula, D. R., Malas, M. B., Black, J. H. and Henderson, W. G. (2016) 'Drivers of readmissions in vascular surgery patients', *J Vasc Surg,* 64(1), 185-194.e3.

Gonzalez, D. O., Ambeba, E., Minneci, P. C., Deans, K. J. and Nwomeh, B. C. (2017) 'Surgical site infection after stoma closure in children: outcomes and predictors', *J Surg Res,* 209, 234-241.

Greenblatt, D. Y., Rajamanickam, V. and Mell, M. W. (2011) 'Predictors of surgical site infection after open lower extremity revascularization', *J Vasc Surg,* 54(2), 433-9.

Gross, T. S., McCracken, C., Heiss, K. F., Wulkan, M. L. and Raval, M. V. (2016) 'The contribution of practice variation to length of stay for children with perforated appendicitis', *J Pediatr Surg,* 51(8), 1292-7.

Gruskay, J. A., Fu, M., Basques, B. A., Bohl, D. D., Buerba, R. A., Webb, M. L. and Grauer, J. N. (2016) 'Factors Affecting Length of Stay and Complications After Elective Anterior Cervical Discectomy and Fusion: A Study of 2164 Patients From The American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Project Database (ACS NSQIP)', *Clin Spine Surg,* 29(1), E34-42.

Gupta, P. K., Engelbert, T. L., Ramanan, B., Fang, X., Yamanouchi, D., Hoch, J. R. and Acher, C. W. (2014a) 'Postdischarge outcomes after endovascular abdominal aortic aneurysm repair', *J Vasc Surg,* 59(4), 903-8.

Gupta, P. K., Fernandes-Taylor, S., Ramanan, B., Engelbert, T. L. and Kent, K. C. (2014b) 'Unplanned readmissions after vascular surgery', *J Vasc Surg,* 59(2), 473-82.

Gupta, P. K., Gupta, H., Kaushik, M., Fang, X., Miller, W. J., Morrow, L. E. and Armour-Forse, R. (2012a) 'Predictors of pulmonary complications after bariatric surgery', *Surg Obes Relat Dis,* 8(5), 574-81.

Gupta, P. K., Mactaggart, J. N., Natarajan, B., Lynch, T. G., Arya, S., Gupta, H., Fang, X. and Pipinos, II (2012b) 'Predictive factors for mortality after open repair of paravisceral abdominal aortic aneurysm', *J Vasc Surg,* 55(3), 666-73.

Gupta, P. K., Natarajan, B., Gupta, H., Fang, X. and Fitzgibbons, R. J., Jr. (2011) 'Morbidity and mortality after bowel resection for acute mesenteric ischemia', *Surgery,* 150(4), 779-87.

Han, H. S. and Kang, S. B. (2013) 'Relations between long-term glycemic control and postoperative wound and infectious complications after total knee arthroplasty in type 2 diabetics', *Clin Orthop Surg,* 5(2), 118-23.

Hanwright, P. J., Mioton, L. M., Thomassee, M. S., Bilimoria, K. Y., Van Arsdale, J., Brill, E. and Kim, J. Y. (2013) 'Risk profiles and outcomes of total laparoscopic hysterectomy compared with laparoscopically assisted vaginal hysterectomy', *Obstet Gynecol,* 121(4), 781-7.

Harris, J. W., Martin, J. T., Maynard, E. C., McGrath, P. C. and Tzeng, C. W. (2015) 'Increased morbidity and mortality of a concomitant colectomy during a pancreaticoduodenectomy: an NSQIP propensity-score matched analysis', *HPB (Oxford),* 17(9), 846-54.

Hasanadka, R., McLafferty, R. B., Moore, C. J., Hood, D. B., Ramsey, D. E. and Hodgson, K. J. (2011) 'Predictors of wound complications following major amputation for critical limb ischemia', *J Vasc Surg,* 54(5), 1374-82.

Haughom, B. D., Schairer, W. W., Hellman, M. D., Yi, P. H. and Levine, B. R. (2014) 'Resident involvement does not influence complication after total hip arthroplasty: an analysis of 13,109 cases', *J Arthroplasty,* 29(10), 1919-24.

Henke, P. K., Arya, S., Pannucci, C., Kubus, J., Hendren, S., Engelsbe, M. and Campbell, D. (2012) 'Procedure-specific venous thromboembolism prophylaxis: a paradigm from colectomy surgery', *Surgery,* 152(4), 528-34; discussion 534-6.

Henke, P. K., Kubus, J., Englesbe, M. J., Harbaugh, C. and Campbell, D. A. (2010) 'A statewide consortium of surgical care: a longitudinal investigation of vascular operative procedures at 16 hospitals', *Surgery,* 148(4), 883-89; discussion 889-92.

Hill, J. R., McKnight, B., Pannell, W. C., Heckmann, N., Sivasundaram, L., Mostofi, A., Omid, R. and Rick Hatch, G. F., 3rd (2017) 'Risk Factors for 30-Day Readmission Following Shoulder Arthroscopy', *Arthroscopy,* 33(1), 55-61.

Horn, S. R., Passias, P. G., Bortz, C. A., Pierce, K. E., Lafage, V., Lafage, R., Brown, A. E., Alas, H., Smith, J. S., Line, B., Deviren, V., Mundis, G. M., Kelly, M. P., Kim, H. J., Protopsaltis, T., Daniels, A. H., Klineberg, E. O., Burton, D. C., Hart, R. A., Schwab, F. J., Bess, S., Shaffrey, C. I. and Ames, C. P. (2019) 'Predicting extended operative time and length of inpatient stay in cervical deformity corrective surgery', *J Clin Neurosci,* 69, 206-213.

Hu, K., Zhang, T., Hutter, M., Xu, W. and Williams, Z. (2016) 'Thirty-Day Perioperative Adverse Outcomes After Peripheral Nerve Surgery: An Analysis of 2351 Patients in the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database', *World Neurosurg,* 94, 409-417.

Hua, M., Brady, J. E. and Li, G. (2012) 'A scoring system to predict unplanned intubation in patients having undergone major surgical procedures', *Anesth Analg,* 115(1), 88-94.

Hüppe, T. and Kleinschmidt, S. (2019) 'Perioperative Antibiotikaprophylaxe' in *Die Anästhesiologie*, Springer, 659-663.

Ida, S., Watanabe, M., Yoshida, N., Baba, Y., Umezaki, N., Harada, K., Karashima, R., Imamura, Y., Iwagami, S. and Baba, H. (2015) 'Sarcopenia is a Predictor of Postoperative Respiratory Complications in Patients with Esophageal Cancer', *Ann Surg Oncol,* 22(13), 4432-7.

Iqbal, F., Younus, S., Asmatullah, Zia, O. B. and Khan, N. (2017) 'Surgical Site Infection Following Fixation of Acetabular Fractures', *Hip Pelvis,* 29(3), 176-181.

Iribarne, A., Chang, H., Alexander, J. H., Gillinov, A. M., Moquete, E., Puskas, J. D., Bagiella, E., Acker, M. A., Mayer, M. L., Ferguson, T. B., Burks, S., Perrault, L. P., Welsh, S., Johnston, K. C., Murphy, M., DeRose, J. J., Neill, A., Dobrev, E., Baio, K. T., Taddei-Peters, W., Moskowitz, A. J. and O'Gara, P. T. (2014) 'Readmissions after cardiac surgery: experience of the National Institutes of Health/Canadian Institutes of Health research cardiothoracic surgical trials network', *Ann Thorac Surg,* 98(4), 1274-80.

Ito, H., Nakayama, H., Tsuboi, M., Kameda, Y., Yokose, T., Hasegawa, C. and Yamada, K. (2011) 'Subpleural honeycombing on high resolution computed tomography is risk factor for fatal pneumonitis', *Ann Thorac Surg,* 91(3), 874-8.

Jalai, C. M., Worley, N., Poorman, G. W., Cruz, D. L., Vira, S. and Passias, P. G. (2016) 'Surgical site infections following operative management of cervical spondylotic myelopathy: prevalence, predictors of occurence, and influence on peri-operative outcomes', *Eur Spine J,* 25(6), 1891-6.

Javanainen, M. H., Scheinin, T., Mustonen, H. and Leivonen, M. (2017) 'Do Changes in Perioperative and Postoperative Treatment Protocol Influence the Frequency of Pulmonary Complications? A Retrospective Analysis of Four Different Bariatric Groups', *Obes Surg,* 27(1), 64-69.

Jeon, B. G., Kim, H. J., Jung, K. H., Kim, S. W., Park, J. S., Kim, K. H., Kim, I. D. and Lee, S. J. (2016) 'Prolonged operative time in laparoscopic appendectomy: Predictive factors and outcomes', *Int J Surg,* 36(Pt A), 225-232.

Jeong, H. S., Miller, T. J., Davis, K., Matthew, A., Lysikowski, J., Lazcano, E., Reed, G. and Kenkel, J. M. (2014) 'Application of the Caprini risk assessment model in evaluation of non-venous thromboembolism complications in plastic and reconstructive surgery patients', *Aesthet Surg J,* 34(1), 87-95.

Jeong, S. J., Ann, H. W., Kim, J. K., Choi, H., Kim, C. O., Han, S. H., Choi, J. Y., Peck, K. R., Kang, C. I., Yeom, J. S., Choi, Y. H., Lim, S. K., Song, Y. G., Choi, H. J., Yoon, H. J., Kim, H. Y., Kim, Y. K., Kim, M. J., Park, Y. S. and Kim, J. M. (2013) 'Incidence and risk factors for surgical site infection after gastric surgery: a multicenter prospective cohort study', *Infect Chemother,* 45(4), 422-30.

Jido, T. and Garba, I. (2012) 'Surgical-site Infection Following Cesarean Section in Kano, Nigeria', *Ann Med Health Sci Res,* 2(1), 33-6.

Jubbal, K. T., Zavlin, D., Buchanan, E. P. and Hollier, L. H., Jr. (2017) 'Analysis of risk factors associated with unplanned reoperations following pediatric plastic surgery', *J Plast Reconstr Aesthet Surg,* 70(10), 1440-1446.

Kang, J. L., Chung, T. K., Lancaster, R. T., Lamuraglia, G. M., Conrad, M. F. and Cambria, R. P. (2009) 'Outcomes after carotid endarterectomy: is there a high-risk population? A National Surgical Quality Improvement Program report', *J Vasc Surg,* 49(2), 331-8, 339.e1; discussion 338-9.

Karcutskie, C. A., Meizoso, J. P., Ray, J. J., Horkan, D., Ruiz, X. D., Schulman, C. I., Namias, N. and Proctor, K. G. (2017) 'Association of Mechanism of Injury With Risk for Venous Thromboembolism After Trauma', *JAMA Surg,* 152(1), 35-40.

Karhade, A. V., Cote, D. J., Larsen, A. M. and Smith, T. R. (2017a) 'Neurosurgical Infection Rates and Risk Factors: A National Surgical Quality Improvement Program Analysis of 132,000 Patients, 2006-2014', *World Neurosurg,* 97, 205-212.

Karhade, A. V., Fandino, L., Gupta, S., Cote, D. J., Iorgulescu, J. B., Broekman, M. L., Aglio, L. S., Dunn, I. F. and Smith, T. R. (2017b) 'Impact of operative length on post-operative complications in meningioma surgery: a NSQIP analysis', *J Neurooncol,* 131(1), 59-67.

Karhade, A. V., Vasudeva, V. S., Dasenbrock, H. H., Lu, Y., Gormley, W. B., Groff, M. W., Chi, J. H. and Smith, T. R. (2016) 'Thirty-day readmission and reoperation after surgery for spinal tumors: a National Surgical Quality Improvement Program analysis', *Neurosurg Focus,* 41(2), E5.

Katayanagi, T. (2015) 'Nasal methicillin-resistant S. aureus is a major risk for mediastinitis in pediatric cardiac surgery', *Ann Thorac Cardiovasc Surg,* 21(1), 37-44.

Kazaure, H. S., Chandra, V. and Mell, M. W. (2016) 'Unplanned reoperations after vascular surgery', *J Vasc Surg,* 63(3), 730-6.

Keller, D. S., Bankwitz, B., Woconish, D., Champagne, B. J., Reynolds, H. L., Jr., Stein, S. L. and Delaney, C. P. (2014) 'Predicting who will fail early discharge after laparoscopic colorectal surgery with an established enhanced recovery pathway', *Surg Endosc,* 28(1), 74-9.

Kelly, K. J., Greenblatt, D. Y., Wan, Y., Rettammel, R. J., Winslow, E., Cho, C. S. and Weber, S. M. (2011) 'Risk stratification for distal pancreatectomy utilizing ACS-NSQIP: preoperative factors predict morbidity and mortality', *J Gastrointest Surg,* 15(2), 250-9, discussion 259-61.

Kelly, K. N., Fleming, F. J., Aquina, C. T., Probst, C. P., Noyes, K., Pegoli, W. and Monson, J. R. (2014a) 'Disease severity, not operative approach, drives organ space infection after pediatric appendectomy', *Ann Surg,* 260(3), 466-71; discussion 472-3.

Kelly, K. N., Iannuzzi, J. C., Rickles, A. S., Monson, J. R. and Fleming, F. J. (2014b) 'Risk factors associated with 30-day postoperative readmissions in major gastrointestinal resections', *J Gastrointest Surg,* 18(1), 35-43; discussion 43-4.

Kerezoudis, P., McCutcheon, B. A., Murphy, M., Rayan, T., Gilder, H., Rinaldo, L., Shepherd, D., Maloney, P. R., Hirshman, B. R., Carter, B. S., Bydon, M., Meyer, F. and Lanzino, G. (2016) 'Predictors of 30-day perioperative morbidity and mortality of unruptured intracranial aneurysm surgery', *Clin Neurol Neurosurg,* 149, 75-80.

Keschenau, P. R., Ketting, S., Mees, B., Barbati, M. E., Grommes, J., Gombert, A., Schurink, G. W. H., Kotelis, D. and Jacobs, M. J. (2018) 'Editor's Choice - Open Thoracic and Thoraco-abdominal Aortic Repair After Prior Endovascular Therapy', *Eur J Vasc Endovasc Surg,* 56(1), 57-67.

Khorgami, Z., Andalib, A., Aminian, A., Kroh, M. D., Schauer, P. R. and Brethauer, S. A. (2016) 'Predictors of readmission after laparoscopic gastric bypass and sleeve gastrectomy: a comparative analysis of ACS-NSQIP database', *Surg Endosc,* 30(6), 2342-50.

Kim, B. D., Hsu, W. K., De Oliveira, G. S., Jr., Saha, S. and Kim, J. Y. (2014a) 'Operative duration as an independent risk factor for postoperative complications in single-level lumbar fusion: an analysis of 4588 surgical cases', *Spine (Phila Pa 1976),* 39(6), 510-20.

Kim, B. D., Smith, T. R., Lim, S., Cybulski, G. R. and Kim, J. Y. (2014b) 'Predictors of unplanned readmission in patients undergoing lumbar decompression: multi-institutional analysis of 7016 patients', *J Neurosurg Spine,* 20(6), 606-16.

Kim, E. S., Kim, H. B., Song, K. H., Kim, Y. K., Kim, H. H., Jin, H. Y., Jeong, S. Y., Sung, J., Cho, Y. K., Lee, Y. S., Oh, H. B., Kim, E. C., Kim, J. M., Choi, T. Y., Choi, H. J. and Kim, H. Y. (2012) 'Prospective nationwide surveillance of surgical site infections after gastric surgery and risk factor analysis in the Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS)', *Infect Control Hosp Epidemiol,* 33(6), 572-80.

Kim, E. S., Kim, Y. T., Kang, C. H., Park, I. K., Bae, W., Choi, S. M., Lee, J., Park, Y. S., Lee, C. H., Lee, S. M., Yim, J. J., Kim, Y. W., Han, S. K. and Yoo, C. G. (2016) 'Prevalence of and risk factors for postoperative pulmonary complications after lung cancer surgery in patients with early-stage COPD', *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis,* 11, 1317-26.

Kim, J. H., Ahn, D. K., Kim, J. W. and Kim, G. W. (2015) 'Particular Features of Surgical Site Infection in Posterior Lumbar Interbody Fusion', *Clin Orthop Surg,* 7(3), 337-43.

Kim, J. Y., Khavanin, N., Rambachan, A., McCarthy, R. J., Mlodinow, A. S., De Oliveria, G. S., Jr., Stock, M. C., Gust, M. J. and Mahvi, D. M. (2015) 'Surgical duration and risk of venous thromboembolism', *JAMA Surg,* 150(2), 110-7.

Kim, S. H., Kang, D. S., Cheong, J. H., Kim, J. H., Song, K. Y. and Kong, M. H. (2017) 'Comparison of Complications Following Cranioplasty Using a Sterilized Autologous Bone Flap or Polymethyl Methacrylate', *Korean J Neurotrauma,* 13(1), 15-23.

Kimmell, K. T. and Jahromi, B. S. (2015) 'Clinical factors associated with venous thromboembolism risk in patients undergoing craniotomy', *J Neurosurg,* 122(5), 1004-11.

Kimmell, K. T. and Walter, K. A. (2014) 'Risk factors for venous thromboembolism in patients undergoing craniotomy for neoplastic disease', *J Neurooncol,* 120(3), 567-73.

Kimura, Y., Oki, E., Ando, K., Saeki, H., Kusumoto, T. and Maehara, Y. (2016) 'Incidence of Venous Thromboembolism Following Laparoscopic Surgery for Gastrointestinal Cancer: A Single-Center, Prospective Cohort Study', *World J Surg,* 40(2), 309-14.

Kiran, R. P., El-Gazzaz, G. H., Vogel, J. D. and Remzi, F. H. (2010) 'Laparoscopic approach significantly reduces surgical site infections after colorectal surgery: data from national surgical quality improvement program', *J Am Coll Surg,* 211(2), 232-8.

Kiudelis, M., Endzinas, Z., Mickevicius, A. and Pundzius, J. (2002) '[Venous stasis and deep vein thrombosis prophylaxis during laparoscopic fundoplication]', *Zentralbl Chir,* 127(11), 944-9.

Klumpp, D. J., Forrestal, S. G., Karr, J. E., Mudge, C. S., Anderson, B. E. and Schaeffer, A. J. (2002) 'Epithelial differentiation promotes the adherence of type 1-piliated Escherichia coli to human vaginal cells', *J Infect Dis,* 186(11), 1631-8.

Koda, N., Oshima, Y., Koda, K. and Shimada, H. (2020) 'Surgeon fatigue does not affect surgical outcomes: a systematic review and meta-analysis', *Surg Today*.

Kohlnhofer, B. M., Tevis, S. E., Weber, S. M. and Kennedy, G. D. (2014) 'Multiple complications and short length of stay are associated with postoperative readmissions', *Am J Surg,* 207(4), 449-56.

Korol, E., Johnston, K., Waser, N., Sifakis, F., Jafri, H. S., Lo, M. and Kyaw, M. H. (2013) 'A systematic review of risk factors associated with surgical site infections among surgical patients', *PLoS One,* 8(12), e83743.

Kosuga, T., Ichikawa, D., Komatsu, S., Kubota, T., Okamoto, K., Konishi, H., Shiozaki, A., Fujiwara, H. and Otsuji, E. (2017) 'Clinical and surgical factors associated with organ/space surgical site infection after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer', *Surg Endosc,* 31(4), 1667-1674.

Kranz, J., Schmidt, S., Wagenlehner, F. and Schneidewind, L. (2020) 'Catheter-Associated Urinary Tract Infections in Adult Patients', *Dtsch Arztebl Int,* 117(6), 83-88.

Kuo, B. J., Vissoci, J. R., Egger, J. R., Smith, E. R., Grant, G. A., Haglund, M. M. and Rice, H. E. (2017) 'Perioperative outcomes for pediatric neurosurgical procedures: analysis of the National Surgical Quality Improvement Program-Pediatrics', *J Neurosurg Pediatr,* 19(3), 361-371.

Kurmann, A., Vorburger, S. A., Candinas, D. and Beldi, G. (2011) 'Operation time and body mass index are significant risk factors for surgical site infection in laparoscopic sigmoid resection: a multicenter study', *Surg Endosc,* 25(11), 3531-4.

Kurz, A., Sessler, D. I. and Lenhardt, R. (1996) 'Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group', *N Engl J Med,* 334(19), 1209-15.

Kwok, A. C. and Agarwal, J. P. (2017) 'Unplanned reoperations after microvascular free tissue transfer: An analysis of 2,244 patients using the american college of surgeons national surgical quality improvement program database', *Microsurgery,* 37(3), 184-189.

Lake, A. G., McPencow, A. M., Dick-Biascoechea, M. A., Martin, D. K. and Erekson, E. A. (2013) 'Surgical site infection after hysterectomy', *Am J Obstet Gynecol,* 209(5), 490.e1-9.

Lakomkin, N., Goz, V., Lajam, C. M., Iorio, R. and Bosco, J. A., 3rd (2017) 'Higher Modified Charlson Index Scores Are Associated With Increased Incidence of Complications, Transfusion Events, and Length of Stay Following Revision Hip Arthroplasty', *J Arthroplasty,* 32(4), 1121-1124.

Lam, S., Fridley, J., Desai, V. R., Srinivasan, V. M., Jea, A., Luerssen, T. G. and Pan, I. W. (2016) 'Pediatric National Surgical Quality Improvement Program: Useful for Quality Improvement in Craniosynostosis Surgery?', *J Craniofac Surg,* 27(3), 605-11.

LaMuraglia, G. M., Conrad, M. F., Chung, T., Hutter, M., Watkins, M. T. and Cambria, R. P. (2009) 'Significant perioperative morbidity accompanies contemporary infrainguinal bypass surgery: an NSQIP report', *J Vasc Surg,* 50(2), 299-304, 304.e1-4.

Lee, J. S., Lee, H. H., Song, K. Y., Park, C. H. and Jeon, H. M. (2010) 'The feasibility of short term prophylactic antibiotics in gastric cancer surgery', *J Gastric Cancer,* 10(4), 206-11.

Lee, J. S., Terjimanian, M. N., Tishberg, L. M., Alawieh, A. Z., Harbaugh, C. M., Sheetz, K. H., Holcombe, S. A., Wang, S. C., Sonnenday, C. J. and Englesbe, M. J. (2011) 'Surgical site infection and analytic morphometric assessment of body composition in patients undergoing midline laparotomy', *J Am Coll Surg,* 213(2), 236-44.

Lellouche, F., Dionne, S., Simard, S., Bussières, J. and Dagenais, F. (2012) 'High tidal volumes in mechanically ventilated patients increase organ dysfunction after cardiac surgery', *Anesthesiology,* 116(5), 1072-82.

Leonard, J., Hieken, T. J., Hussein, M., Harmsen, W. S., Sawyer, M., Osborn, J. and Bingener, J. (2016) 'Delineation of factors associated with prolonged length of stay after laparoscopic ventral hernia repair leads to a clinical pathway and improves quality of care', *Surg Endosc,* 30(4), 1614-8.

Liang, J., Qiu, G., Shen, J., Zhang, J., Wang, Y., Li, S. and Zhao, H. (2010) 'Predictive factors of postoperative pulmonary complications in scoliotic patients with moderate or severe pulmonary dysfunction', *J Spinal Disord Tech,* 23(6), 388-92.

Lim, S., Edelstein, A. I., Patel, A. A., Kim, B. D. and Kim, J. Y. S. (2018) 'Risk Factors for Postoperative Infections After Single-Level Lumbar Fusion Surgery', *Spine (Phila Pa 1976),* 43(3), 215-222.

Lim, S. W., Huh, J. W., Kim, Y. J. and Kim, H. R. (2013) 'Vertical transumbilical incision versus left lower transverse incision for specimen retrieval during laparoscopic colorectal surgery', *Tech Coloproctol,* 17(1), 59-65.

Liu, L., Wang, T., Zhang, G., Dai, R., Liang, H. and Tang, L. (2016) 'Risk factors for early complications after laparoscopic total mesorectal excision for locally advanced rectal cancer: A single center experience', *J Cancer Res Ther,* 12(1), 350-4.

Liu, R., Li, W., Li, Y., Han, Y., Ma, M., Zhu, W., Li, M., Dai, Q., Cao, Y., Xu, G. and Liu, X. (2016) 'Total time of operation is a risk factor of stroke-associated pneumonia in acute ischemic stroke patients with intra-arterial treatment', *Medicine (Baltimore),* 95(29), e3958.

Lo, C. H., Chen, J. H., Wu, C. W., Lo, S. S., Hsieh, M. C. and Lui, W. Y. (2008) 'Risk factors and management of intra-abdominal infection after extended radical gastrectomy', *Am J Surg,* 196(5), 741-5.

Luger, T., Rieger, M. A., Bonsch, R., Krämer, B., Seibt, R. and Steinhilber, B. (2020) 'Active and passive work breaks during simulated laparoscopy among laparoscopic surgeons: study protocol for a controlled, randomised cross-over laboratory trial', *BMJ Open,* 10(11), e038952.

Madrid, E., Urrútia, G., Roqué i Figuls, M., Pardo-Hernandez, H., Campos, J. M., Paniagua, P., Maestre, L. and Alonso-Coello, P. (2016) 'Active body surface warming systems for preventing complications caused by inadvertent perioperative hypothermia in adults', *Cochrane Database Syst Rev,* 4, Cd009016.

Mahida, J. B., Asti, L., Deans, K. J., Minneci, P. C. and Groner, J. I. (2016) 'Laparoscopic pyloromyotomy decreases postoperative length of stay in children with hypertrophic pyloric stenosis', *J Pediatr Surg,* 51(9), 1436-9.

Martin, C. T., Gao, Y., Pugely, A. J. and Wolf, B. R. (2013a) '30-day morbidity and mortality after elective shoulder arthroscopy: a review of 9410 cases', *J Shoulder Elbow Surg,* 22(12), 1667-1675.e1.

Martin, C. T., Pugely, A. J., Gao, Y. and Mendoza-Lattes, S. (2014) 'Thirty-Day Morbidity After Single-Level Anterior Cervical Discectomy and Fusion: Identification of Risk Factors and Emphasis on the Safety of Outpatient Procedures', *J Bone Joint Surg Am,* 96(15), 1288-1294.

Martin, C. T., Pugely, A. J., Gao, Y. and Wolf, B. R. (2013b) 'Risk factors for thirty-day morbidity and mortality following knee arthroscopy: a review of 12,271 patients from the national surgical quality improvement program database', *J Bone Joint Surg Am,* 95(14), e98 1-10.

Maruthappu, M., Duclos, A., Lipsitz, S. R., Orgill, D. and Carty, M. J. (2015a) 'Surgical learning curves and operative efficiency: a cross-specialty observational study', *BMJ Open,* 5(3), e006679.

Maruthappu, M., Gilbert, B. J., El-Harasis, M. A., Nagendran, M., McCulloch, P., Duclos, A. and Carty, M. J. (2015b) 'The influence of volume and experience on individual surgical performance: a systematic review', *Ann Surg,* 261(4), 642-7.

Mathis, M. R., Naughton, N. N., Shanks, A. M., Freundlich, R. E., Pannucci, C. J., Chu, Y., Haus, J., Morris, M. and Kheterpal, S. (2013) 'Patient selection for day case-eligible surgery: identifying those at high risk for major complications', *Anesthesiology,* 119(6), 1310-21.

Matsuda, K., Hotta, T., Takifuji, K., Yokoyama, S., Higashiguchi, T., Tominaga, T., Oku, Y., Nasu, T., Tamura, K. and Yamaue, H. (2009) 'Long-term comorbidity of diabetes mellitus is a risk factor for perineal wound complications after an abdominoperineal resection', *Langenbecks Arch Surg,* 394(1), 65-70.

McLeod, D. J., Asti, L., Mahida, J. B., Deans, K. J. and Minneci, P. C. (2016) 'Preoperative risk assessment in children undergoing major urologic surgery', *J Pediatr Urol,* 12(1), 26.e1-7.

Mei, J., Liu, L., Tang, M., Xu, N., Pu, Q., Liu, C., Ma, L., Shi, H. and Che, G. (2014) 'Airway bacterial colonization in patients with non-small cell lung cancer and the alterations during the perioperative period', *J Thorac Dis,* 6(9), 1200-8.

Midura, E. F., Hanseman, D., Davis, B. R., Atkinson, S. J., Abbott, D. E., Shah, S. A. and Paquette, I. M. (2015) 'Risk factors and consequences of anastomotic leak after colectomy: a national analysis', *Dis Colon Rectum,* 58(3), 333-8.

Miller, T. J., Jeong, H. S., Davis, K., Matthew, A., Lysikowski, J., Cho, M. J., Reed, G. and Kenkel, J. M. (2014) 'Evaluation of the American Society of Anesthesiologists Physical Status classification system in risk assessment for plastic and reconstructive surgery patients', *Aesthet Surg J,* 34(3), 448-56.

Minhas, S. V., Chow, I., Bosco, J. and Otsuka, N. Y. (2015) 'Assessing the Rates, Predictors, and Complications of Blood Transfusion Volume in Posterior Arthrodesis for Adolescent Idiopathic Scoliosis', *Spine (Phila Pa 1976),* 40(18), 1422-30.

Minhas, S. V., Goyal, P. and Patel, A. A. (2016) 'What are the Risk Factors for Cerebrovascular Accidents After Elective Orthopaedic Surgery?', *Clin Orthop Relat Res,* 474(3), 611-8.

Mioton, L. M., Alghoul, M. S. and Kim, J. Y. (2014) 'A comparative analysis of readmission rates after outpatient cosmetic surgery', *Aesthet Surg J,* 34(2), 317-23.

Moghadamyeghaneh, Z., Hanna, M. H., Carmichael, J. C., Mills, S., Pigazzi, A., Nguyen, N. T. and Stamos, M. J. (2015) 'Wound Disruption Following Colorectal Operations', *World J Surg,* 39(12), 2999-3007.

Moghadamyeghaneh, Z., Hanna, M. H., Carmichael, J. C., Nguyen, N. T. and Stamos, M. J. (2014) 'A nationwide analysis of postoperative deep vein thrombosis and pulmonary embolism in colon and rectal surgery', *J Gastrointest Surg,* 18(12), 2169-77.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. and Group, P. (2009) 'Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement', *BMJ,* 339, b2535.

Molena, D., Mungo, B., Stem, M. and Lidor, A. O. (2014) 'Incidence and risk factors for respiratory complications in patients undergoing esophagectomy for malignancy: a NSQIP analysis', *Semin Thorac Cardiovasc Surg,* 26(4), 287-94.

Molina, C. S., Thakore, R. V., Blumer, A., Obremskey, W. T. and Sethi, M. K. (2015) 'Use of the National Surgical Quality Improvement Program in orthopaedic surgery', *Clin Orthop Relat Res,* 473(5), 1574-81.

Moreno Elola-Olaso, A., Davenport, D. L., Hundley, J. C., Daily, M. F. and Gedaly, R. (2012) 'Predictors of surgical site infection after liver resection: a multicentre analysis using National Surgical Quality Improvement Program data', *HPB (Oxford),* 14(2), 136-41.

Morita, M., Yoshida, R., Ikeda, K., Egashira, A., Oki, E., Sadanaga, N., Kakeji, Y., Ichiki, Y., Sugio, K., Yasumoto, K. and Maehara, Y. (2008) 'Acute lung injury following an esophagectomy for esophageal cancer, with special reference to the clinical factors and cytokine levels of peripheral blood and pleural drainage fluid', *Dis Esophagus,* 21(1), 30-6.

Mueller-Vahl, H. (2010) 'Positioning injuries to peripheral nerves-Pathogenesis, clinical presentation, differential diagnosis and medicolegal aspects', *ANASTHESIOLOGIE & INTENSIVMEDIZIN,* 51, 664-+.

Nakamura, T., Mitomi, H., Ihara, A., Onozato, W., Sato, T., Ozawa, H., Hatade, K. and Watanabe, M. (2008) 'Risk factors for wound infection after surgery for colorectal cancer', *World J Surg,* 32(6), 1138-41.

Nakamura, T., Sato, T., Hayakawa, K., Takayama, Y., Naito, M., Yamanashi, T., Tsutsui, A., Miura, H. and Watanabe, M. (2017a) 'Risk factors for perineal wound infection after abdominoperineal resection of advanced lower rectal cancer', *Ann Med Surg (Lond),* 15, 14-18.

Nakamura, T., Sato, T., Naito, M., Yamanashi, T., Miura, H., Tsutsui, A. and Watanabe, M. (2017b) 'Risk factors for complications after diverting ileostomy closure in patients who have undergone rectal cancer surgery', *Surg Today,* 47(10), 1238-1242.

Nakano, J., Okabayashi, H., Hanyu, M., Soga, Y., Nomoto, T., Arai, Y., Matsuo, T., Kai, M. and Kawatou, M. (2008) 'Risk factors for wound infection after off-pump coronary artery bypass grafting: should bilateral internal thoracic arteries be harvested in patients with diabetes?', *J Thorac Cardiovasc Surg,* 135(3), 540-5.

Nguyen, T. J., Costa, M. A., Vidar, E. N., Shahabi, A., Peric, M., Hernandez, A. M., Chan, L. S., Sener, S. F. and Wong, A. K. (2012) 'Effect of immediate reconstruction on postmastectomy surgical site infection', *Ann Surg,* 256(2), 326-33.

O'Malley, N. T., Fleming, F. J., Gunzler, D. D., Messing, S. P. and Kates, S. L. (2012) 'Factors independently associated with complications and length of stay after hip arthroplasty: analysis of the National Surgical Quality Improvement Program', *J Arthroplasty,* 27(10), 1832-7.

Offodile, A. C., 2nd, Aherrera, A. and Guo, L. (2014) 'Risk factors associated with prolonged postoperative stay following free tissue transfer: an analysis of 2425 patients from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program database', *Plast Reconstr Surg,* 134(6), 1323-32.

Offodile, A. C., 2nd, Aherrera, A., Wenger, J., Rajab, T. K. and Guo, L. (2017) 'Impact of increasing operative time on the incidence of early failure and complications following free tissue transfer? A risk factor analysis of 2,008 patients from the ACS-NSQIP database', *Microsurgery,* 37(1), 12-20.

Oh, H. K., Ihn, M. H., Son, I. T., Park, J. T., Lee, J., Kim, D. W. and Kang, S. B. (2016) 'Factors associated with failure of enhanced recovery programs after laparoscopic colon cancer surgery: a single-center retrospective study', *Surg Endosc,* 30(3), 1086-93.

Ohtaka, K., Hida, Y., Kaga, K., Kato, T., Muto, J., Nakada-Kubota, R., Sasaki, T. and Matsui, Y. (2013) 'Thrombosis in the pulmonary vein stump after left upper lobectomy as a possible cause of cerebral infarction', *Ann Thorac Surg,* 95(6), 1924-8.

Oyetunji, T. A., Turner, P. L., Onguti, S. K., Ehanire, I. D., Dorsett, F. O., Fullum, T. M., Cornwell, E. E., 3rd and Haider, A. H. (2013) 'Predictors of postdischarge complications: role of in-hospital length of stay', *Am J Surg,* 205(1), 71-6.

Pan, H. D., Wang, L., Peng, Y. F., Li, M., Yao, Y. F., Zhao, J., Zhan, T. C., Du, C. Z. and Gu, J. (2015) 'Subcutaneous vacuum drains reduce surgical site infection after primary closure of defunctioning ileostomy', *Int J Colorectal Dis,* 30(7), 977-82.

Pannucci, C. J., Shanks, A., Moote, M. J., Bahl, V., Cederna, P. S., Naughton, N. N., Wakefield, T. W., Henke, P. K., Campbell, D. A. and Kheterpal, S. (2012) 'Identifying

patients at high risk for venous thromboembolism requiring treatment after outpatient surgery', *Ann Surg,* 255(6), 1093-9.

Park, Y. Y., Kim, C. W., Park, S. J., Lee, K. Y., Lee, J. J., Lee, H. O. and Lee, S. H. (2015) 'Influence of Shorter Duration of Prophylactic Antibiotic Use on the Incidence of Surgical Site Infection Following Colorectal Cancer Surgery', *Ann Coloproctol,* 31(6), 235-42.

Patel, N. B., Monn, M. F., Bahler, C. D. and Sundaram, C. P. (2015) 'Risk factors associated with 30 day hospital readmission following partial nephrectomy', *Can J Urol,* 22(1), 7640-6.

Paul, S., Andrews, W., Osakwe, N. C., Port, J. L., Lee, P. C., Stiles, B. M. and Altorki, N. K. (2015) 'Perioperative Outcomes after Lung Resection in Obese Patients', *Thorac Cardiovasc Surg,* 63(7), 544-50.

Pereira, S. M., Tucci, M. R., Morais, C. C. A., Simões, C. M., Tonelotto, B. F. F., Pompeo, M. S., Kay, F. U., Pelosi, P., Vieira, J. E. and Amato, M. B. P. (2018) 'Individual Positive End-expiratory Pressure Settings Optimize Intraoperative Mechanical Ventilation and Reduce Postoperative Atelectasis', *Anesthesiology,* 129(6), 1070-1081.

Phan, K., Kim, J. S., Capua, J. D., Lee, N. J., Kothari, P., Dowdell, J., Overley, S. C., Guzman, J. Z. and Cho, S. K. (2017) 'Impact of Operation Time on 30-Day Complications After Adult Spinal Deformity Surgery', *Global Spine J,* 7(7), 664-671.

Polites, S. F., Potter, D. D., Glasgow, A. E., Klinkner, D. B., Moir, C. R., Ishitani, M. B. and Habermann, E. B. (2017) 'Rates and risk factors of unplanned 30-day readmission following general and thoracic pediatric surgical procedures', *J Pediatr Surg,* 52(8), 1239-1244.

Poupore, A. K., Stem, M., Molena, D. and Lidor, A. O. (2016) 'Incidence, reasons, and risk factors for readmission after surgery for benign distal esophageal disease', *Surgery,* 160(3), 599-606.

Pugely, A. J., Martin, C. T., Gao, Y., Klocke, N. F., Callaghan, J. J. and Marsh, J. L. (2014) 'A risk calculator for short-term morbidity and mortality after hip fracture surgery', *J Orthop Trauma,* 28(2), 63-9.

Pugely, A. J., Martin, C. T., Gao, Y., Mendoza-Lattes, S. and Callaghan, J. J. (2013a) 'Differences in short-term complications between spinal and general anesthesia for primary total knee arthroplasty', *J Bone Joint Surg Am,* 95(3), 193-9.

Pugely, A. J., Martin, C. T., Gao, Y. and Mendoza-Lattes, S. A. (2013b) 'Outpatient surgery reduces short-term complications in lumbar discectomy: an analysis of 4310 patients from the ACS-NSQIP database', *Spine (Phila Pa 1976),* 38(3), 264-71.

Qin, C., de Oliveira, G., Hackett, N. and Kim, J. Y. (2015a) 'Surgical duration and risk of Urinary Tract Infection: An analysis of 1,452,369 patients using the National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP)', *Int J Surg,* 20, 107-12.

Qin, C., Hackett, N. J. and Kim, J. Y. (2015b) 'Assessing the safety of outpatient ventral hernia repair: a NSQIP analysis of 7666 patients', *Hernia,* 19(6), 919-26.

Rinehardt, E. K., Scarborough, J. E. and Bennett, K. M. (2017) 'Current practice of thoracic outlet decompression surgery in the United States', *J Vasc Surg,* 66(3), 858-865.

Ripollés, J., Espinosa, A., Martínez-Hurtado, E., Abad-Gurumeta, A., Casans-Francés, R., Fernández-Pérez, C., López-Timoneda, F. and Calvo-Vecino, J. M. (2016) 'Intraoperative goal directed hemodynamic therapy in noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis', *Braz J Anesthesiol,* 66(5), 513-28.

Ross, S. W., Oommen, B., Wormer, B. A., Walters, A. L., Matthews, B. D., Heniford, B. T. and Augenstein, V. A. (2015) 'National outcomes of laparoscopic Heller myotomy: operative complications and risk factors for adverse events', *Surg Endosc,* 29(11), 3097-105.

Rubinstein, C., Davenport, D. L., Dunnagan, R., Saha, S. P., Ferraris, V. A. and Xenos, E. S. (2013) 'Intraoperative blood transfusion of one or two units of packed red blood cells is associated with a fivefold risk of stroke in patients undergoing elective carotid endarterectomy', *J Vasc Surg,* 57(2 Suppl), 53s-7s.

Ruetzler, K. and Kurz, A. (2018) 'Consequences of perioperative hypothermia', *Handb Clin Neurol,* 157, 687-697.

Sakamoto, K., Arakawa, H., Mita, S., Ishiko, T., Ikei, S., Egami, H., Hisano, S. and Ogawa, M. (1994) 'Elevation of circulating interleukin 6 after surgery: factors influencing the serum level', *Cytokine,* 6(2), 181-6.

Saleh, A., Thirukumaran, C., Mesfin, A. and Molinari, R. W. (2017) 'Complications and readmission after lumbar spine surgery in elderly patients: an analysis of 2,320 patients', *Spine J,* 17(8), 1106-1112.

Sato, J., Goto, J., Harahashi, A., Murata, T., Hata, H., Yamazaki, Y., Satoh, A., Notani, K. and Kitagawa, Y. (2011) 'Oral health care reduces the risk of postoperative surgical site infection in inpatients with oral squamous cell carcinoma', *Support Care Cancer,* 19(3), 409-16.

Sato, N., Yabuki, K., Shibao, K., Mori, Y., Tamura, T., Higure, A. and Yamaguchi, K. (2014) 'Risk factors for a prolonged operative time in a single-incision laparoscopic cholecystectomy', *HPB (Oxford),* 16(2), 177-82.

Schmidt-Bräkling, T., Pohl, U., Gosheger, G. and Van Aken, H. K. (2016) *Patientenlagerung im OP,* Georg Thieme Verlag.

Schoenfeld, A. J., Carey, P. A., Cleveland, A. W., 3rd, Bader, J. O. and Bono, C. M. (2013a) 'Patient factors, comorbidities, and surgical characteristics that increase mortality and complication risk after spinal arthrodesis: a prognostic study based on 5,887 patients', *Spine J,* 13(10), 1171-9.

Schoenfeld, A. J., Herzog, J. P., Dunn, J. C., Bader, J. O. and Belmont, P. J., Jr. (2013b) 'Patient-based and surgical characteristics associated with the acute development of deep venous thrombosis and pulmonary embolism after spine surgery', *Spine (Phila Pa 1976),* 38(21), 1892-8.

Sebastian, A., Huddleston, P., 3rd, Kakar, S., Habermann, E., Wagie, A. and Nassr, A. (2016) 'Risk factors for surgical site infection after posterior cervical spine surgery: an analysis of 5,441 patients from the ACS NSQIP 2005-2012', *Spine J,* 16(4), 504-9.

Seo, H. J., Kim, H. J., Ro, Y. J. and Yang, H. S. (2013) 'Non-neurologic complications following surgery for scoliosis', *Korean J Anesthesiol,* 64(1), 40-6.

Seo, S. H., Hur, H., An, C. W., Yi, X., Kim, J. Y., Han, S. U. and Cho, Y. K. (2011) 'Operative risk factors in gastric cancer surgery for elderly patients', *J Gastric Cancer,* 11(2), 116-21.

Shalev, D. and Kamel, H. (2015) 'Risk of reintubation in neurosurgical patients', *Neurocrit Care,* 22(1), 15-9.

Sharma, A., Deeb, A. P., Rickles, A. S., Iannuzzi, J. C., Monson, J. R. and Fleming, F. J. (2013) 'Closure of defunctioning loop ileostomy is associated with considerable morbidity', *Colorectal Dis,* 15(4), 458-62.

Sheka, A. C., Tevis, S. and Kennedy, G. D. (2016) 'Urinary tract infection after surgery for colorectal malignancy: risk factors and complications', *Am J Surg,* 211(1), 31-9.

Shen, J., Liang, J., Yu, H., Qiu, G., Xue, X. and Li, Z. (2014) 'Risk factors for delayed infections after spinal fusion and instrumentation in patients with scoliosis. Clinical article', *J Neurosurg Spine,* 21(4), 648-52.

Sherrod, B. A., Johnston, J. M. and Rocque, B. G. (2016) 'Risk factors for unplanned readmission within 30 days after pediatric neurosurgery: a nationwide analysis of 9799 procedures from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program', *J Neurosurg Pediatr,* 18(3), 350-62.

Shields, E., Thirukumaran, C., Thorsness, R., Noyes, K. and Voloshin, I. (2015) 'An analysis of adult patient risk factors and complications within 30 days after arthroscopic shoulder surgery', *Arthroscopy,* 31(5), 807-15.

Shin, C. H., Long, D. R., McLean, D., Grabitz, S. D., Ladha, K., Timm, F. P., Thevathasan, T., Pieretti, A., Ferrone, C., Hoeft, A., Scheeren, T. W. L., Thompson, B. T., Kurth, T. and Eikermann, M. (2018) 'Effects of Intraoperative Fluid Management on Postoperative Outcomes: A Hospital Registry Study', *Ann Surg,* 267(6), 1084-1092.

Siemionow, K., Cywinski, J., Kusza, K. and Lieberman, I. (2012a) 'Intraoperative fluid therapy and pulmonary complications', *Orthopedics,* 35(2), e184-91.

Siemionow, K., Pelton, M. A., Hoskins, J. A. and Singh, K. (2012b) 'Predictive factors of hospital stay in patients undergoing minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and instrumentation', *Spine (Phila Pa 1976),* 37(24), 2046-54.

Slack, P. S., Coulson, C. J., Ma, X., Webster, K. and Proops, D. W. (2008) 'The effect of operating time on surgeons' muscular fatigue', *Ann R Coll Surg Engl,* 90(8), 651-7.

Slankamenac, K., Slankamenac, M., Schlegel, A., Nocito, A., Rickenbacher, A., Clavien, P.-A. and Turina, M. (2017) 'Impact of postoperative complications on readmission and long-term survival in patients following surgery for colorectal cancer', *Int J Colorectal Dis,* 32(6), 805-811.

Song, K., Xu, Z., Rong, Z., Yang, X., Yao, Y., Shen, Y., Shi, D., Chen, D., Zheng, M. and Jiang, Q. (2016) 'The incidence of venous thromboembolism following total knee arthroplasty: a prospective study by using computed tomographic pulmonary angiography in combination with bilateral lower limb venography', *Blood Coagul Fibrinolysis,* 27(3), 266-9.

Soutome, S., Yanamoto, S., Funahara, M., Hasegawa, T., Komori, T., Yamada, S. I., Kurita, H., Yamauchi, C., Shibuya, Y., Kojima, Y., Nakahara, H., Oho, T. and Umeda, M. (2017) 'Effect of perioperative oral care on prevention of postoperative pneumonia associated with esophageal cancer surgery: A multicenter case-control study with propensity score matching analysis', *Medicine (Baltimore),* 96(33), e7436.

Stamm, W. E. (1991) 'Catheter-associated urinary tract infections: epidemiology, pathogenesis, and prevention', *Am J Med,* 91(3b), 65s-71s.

Stolz, A. J., Schutzner, J., Lischke, R., Simonek, J., Harustiak, T. and Pafko, P. (2008) 'Predictors of atelectasis after pulmonary lobectomy', *Surg Today,* 38(11), 987-92.

Stromberg, J., Sadr-Azodi, O., Videhult, P., Hammarqvist, F. and Sandblom, G. (2015) 'Incidence and risk factors for symptomatic venous thromboembolism following cholecystectomy', *Langenbecks Arch Surg,* 400(4), 463-9.

Sugita, S., Hozumi, T., Yamakawa, K., Goto, T. and Kondo, T. (2016) 'Risk factors for surgical site infection after posterior fixation surgery and intraoperative radiotherapy for spinal metastases', *Eur Spine J,* 25(4), 1034-8.

Sutton, E., Miyagaki, H., Bellini, G., Shantha Kumara, H. M., Yan, X., Howe, B., Feigel, A. and Whelan, R. L. (2017) 'Risk factors for superficial surgical site infection after elective rectal cancer resection: a multivariate analysis of 8880 patients from the American College

of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program database', *J Surg Res,* 207, 205-214.

Swenson, B. R., Camp, T. R., Mulloy, D. P. and Sawyer, R. G. (2008) 'Antimicrobial-impregnated surgical incise drapes in the prevention of mesh infection after ventral hernia repair', *Surg Infect (Larchmt),* 9(1), 23-32.

Swenson, C. W., Berger, M. B., Kamdar, N. S., Campbell, D. A., Jr. and Morgan, D. M. (2015) 'Risk factors for venous thromboembolism after hysterectomy', *Obstet Gynecol,* 125(5), 1139-44.

Swoboda, S. M., Merz, C., Kostuik, J., Trentler, B. and Lipsett, P. A. (1996) 'Does intraoperative blood loss affect antibiotic serum and tissue concentrations?', *Arch Surg,* 131(11), 1165-71; discussion 1171-2.

Szalay, G., Meyer, C., Alt, V., Heiss, C., Schnettler, R. and Hackethal, A. (2010) '[Acute compartment syndrome of the lower leg as an interdisciplinary complication after long duration intervention in the lithotomy position]', *Zentralbl Chir,* 135(2), 163-7.

Tadiparthi, S., Enache, A., Kalidindi, K., O'Hara, J. and Paleri, V. (2014) 'Hospital stay following complex major head and neck resection: what factors play a role?', *Clin Otolaryngol,* 39(3), 156-63.

Tan, L., Qi, B., Yu, T. and Wang, C. (2016) 'Incidence and risk factors for venous thromboembolism following surgical treatment of fractures below the hip: a meta-analysis', *Int Wound J,* 13(6), 1359-1371.

Taoka, R., Togo, Y., Kubo, T., Kido, M., Miki, K., Kiyota, H., Egawa, S., Sugawara, T., Yasuda, M., Nakano, M., Deguchi, T., Nishino, M., Ishikawa, K., Shiroki, R., Matsumoto, M., Shigemura, K., Tanaka, K., Arakawa, S., Fujisawa, M., Wada, K., Watanabe, T., Kumon, H., Kobayashi, K., Matsubara, A., Sho, T., Hamasuna, R., Matsumoto, T., Hayami, H., Nakagawa, M. and Yamamoto, S. (2013) 'Assessment of antimicrobial prophylaxis to prevent perioperative infection in patients undergoing prostate brachytherapy: multicenter cohort study', *J Infect Chemother,* 19(5), 926-30.

Telem, D. A., Altieri, M., Gracia, G. and Pryor, A. D. (2014) 'Perioperative outcome of esophageal fundoplication for gastroesophageal reflux disease in obese and morbidly obese patients', *Am J Surg,* 208(2), 163-8.

Tevis, S. E., Weber, S. M., Kent, K. C. and Kennedy, G. D. (2015) 'Nomogram to Predict Postoperative Readmission in Patients Who Undergo General Surgery', *JAMA Surg,* 150(6), 505-10.

Tollefson, M. K., Boorjian, S. A. and Leibovich, B. C. (2009) 'Complications of the incision and patient positioning' in *Complications of Urologic Surgery: Prevention and Management, Fourth Edition*, Elsevier Health Sciences, 225-236.

Tominaga, H., Setoguchi, T., Ishidou, Y., Nagano, S., Yamamoto, T. and Komiya, S. (2016a) 'Risk factors for surgical site infection and urinary tract infection after spine surgery', *Eur Spine J,* 25(12), 3908-3915.

Tominaga, H., Setoguchi, T., Kawamura, H., Kawamura, I., Nagano, S., Abematsu, M., Tanabe, F., Ishidou, Y., Yamamoto, T. and Komiya, S. (2016b) 'Risk factors for unavoidable removal of instrumentation after surgical site infection of spine surgery: A retrospective case-control study', *Medicine (Baltimore),* 95(43), e5118.

Torossian, A., Bein, B., Bräuer, A., Greif, R., Höcker, J., Horn, E. and Wulf, H. (2014) 'S3 Leitlinie Vermeidung von perioperativer Hypothermie', *AWMF Regist*, 001-018.

Tseng, W. H., Martinez, S. R., Tamurian, R. M., Chen, S. L., Bold, R. J. and Canter, R. J. (2011) 'Contiguous organ resection is safe in patients with retroperitoneal sarcoma: An ACS-NSQIP analysis', *J Surg Oncol,* 103(5), 390-4.

Tsukada, K., Hasegawa, T., Miyazaki, T., Katoh, H., Yoshikawa, M., Masuda, N. and Kuwano, H. (2001) 'Predictive value of interleukin-8 and granulocyte elastase in pulmonary complication after esophagectomy', *Am J Surg,* 181(2), 167-71.

Tu, R. H., Huang, C. M., Lin, J. X., Chen, Q. Y., Zheng, C. H., Li, P., Xie, J. W., Wang, J. B., Lu, J., Cao, L. L. and Lin, M. (2016) 'A scoring system to predict the risk of organ/space surgical site infections after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer based on a large-scale retrospective study', *Surg Endosc,* 30(7), 3026-34.

Turan, A., Yang, D., Bonilla, A., Shiba, A., Sessler, D. I., Saager, L. and Kurz, A. (2013) 'Morbidity and mortality after massive transfusion in patients undergoing non-cardiac surgery', *Can J Anaesth,* 60(8), 761-70.

Turley, R. S., Reddy, S. K., Shortell, C. K., Clary, B. M. and Scarborough, J. E. (2012) 'Venous thromboembolism after hepatic resection: analysis of 5,706 patients', *J Gastrointest Surg,* 16(9), 1705-14.

Tusman, G., Böhm, S. H., Warner, D. O. and Sprung, J. (2012) 'Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients', *Curr Opin Anaesthesiol,* 25(1), 1-10.

Tzeng, C. W., Cooper, A. B., Vauthey, J. N., Curley, S. A. and Aloia, T. A. (2014a) 'Predictors of morbidity and mortality after hepatectomy in elderly patients: analysis of 7621 NSQIP patients', *HPB (Oxford),* 16(5), 459-68.

Tzeng, C. W., Curley, S. A., Vauthey, J. N. and Aloia, T. A. (2013) 'Distinct predictors of pre- versus post-discharge venous thromboembolism after hepatectomy: analysis of 7621 NSQIP patients', *HPB (Oxford),* 15(10), 773-80.

Tzeng, C. W., Katz, M. H., Fleming, J. B., Pisters, P. W., Lee, J. E., Abdalla, E. K., Curley, S. A., Vauthey, J. N. and Aloia, T. A. (2012) 'Risk of venous thromboembolism outweighs post-hepatectomy bleeding complications: analysis of 5651 National Surgical Quality Improvement Program patients', *HPB (Oxford),* 14(8), 506-13.

Tzeng, C. W., Katz, M. H., Lee, J. E., Fleming, J. B., Pisters, P. W., Vauthey, J. N. and Aloia, T. A. (2014b) 'Predicting the risks of venous thromboembolism versus post-pancreatectomy haemorrhage: analysis of 13,771 NSQIP patients', *HPB (Oxford),* 16(4), 373-83.

Uppal, S., Igwe, E., Rice, L. W., Spencer, R. J. and Rose, S. L. (2015) 'Frailty index predicts severe complications in gynecologic oncology patients', *Gynecol Oncol,* 137(1), 98-101.

Uppal, S., Penn, C., Del Carmen, M. G., Rauh-Hain, J. A., Reynolds, R. K. and Rice, L. W. (2016) 'Readmissions after major gynecologic oncology surgery', *Gynecol Oncol,* 141(2), 287-292.

Vedantam, A., Mayer, R. R., Staggers, K. A., Harris, D. A., Pan, I. W. and Lam, S. K. (2016) 'Thirty-day outcomes for posterior fossa decompression in children with Chiari type 1 malformation from the US NSQIP-Pediatric database', *Childs Nerv Syst,* 32(11), 2165-2171.

Veeravagu, A., Patil, C. G., Lad, S. P. and Boakye, M. (2009) 'Risk factors for postoperative spinal wound infections after spinal decompression and fusion surgeries', *Spine (Phila Pa 1976),* 34(17), 1869-72.

Venkat, R. and Guerrero, M. A. (2015) 'Risk factors and outcomes of blood transfusions in adrenalectomy', *J Surg Res,* 199(2), 505-11.

Vieira, B. L., Dorfman, R., Turin, S. and Gutowski, K. A. (2017) 'Rates and Predictors of Readmission Following Body Contouring Procedures: An Analysis of 5100 Patients From The National Surgical Quality Improvement Program Database', *Aesthet Surg J,* 37(8), 917-926.

Visser, A., Geboers, B., Gouma, D. J., Goslings, J. C. and Ubbink, D. T. (2015) 'Predictors of surgical complications: A systematic review', *Surgery,* 158(1), 58-65.

Vural, S., Civil, O., Kement, M., Altuntas, Y. E., Okkabaz, N., Gezen, C., Haksal, M., Gundogan, E. and Oncel, M. (2013) 'Risk factors for early postoperative morbidity and mortality in patients underwent radical surgery for gastric carcinoma: a single center experience', *Int J Surg,* 11(10), 1103-9.

Wallner, L. P., Dunn, R. L., Sarma, A. V., Campbell, D. A., Jr. and Wei, J. T. (2008) 'Risk factors for prolonged length of stay after urologic surgery: the National Surgical Quality Improvement Program', *J Am Coll Surg,* 207(6), 904-13.

Warner, L. L., Dowdy, S. C., Martin, J. R., Lemens, M. A., McGree, M. E., Weaver, A. L., Podratz, K. C. and Bakkum-Gamez, J. N. (2013) 'The impact of perioperative packed red blood cell transfusion on survival in epithelial ovarian cancer', *Int J Gynecol Cancer,* 23(9), 1612-9.

Watanabe, M., Sakai, D., Matsuyama, D., Yamamoto, Y., Sato, M. and Mochida, J. (2010) 'Risk factors for surgical site infection following spine surgery: efficacy of intraoperative saline irrigation', *J Neurosurg Spine,* 12(5), 540-6.

Waterman, B. R., Dunn, J. C., Bader, J., Urrea, L., Schoenfeld, A. J. and Belmont, P. J., Jr. (2015) 'Thirty-day morbidity and mortality after elective total shoulder arthroplasty: patient-based and surgical risk factors', *J Shoulder Elbow Surg,* 24(1), 24-30.

Webb, M. L., Nelson, S. J., Save, A. V., Cui, J. J., Lukasiewicz, A. M., Samuel, A. M., Diaz-Collado, P. J., Bohl, D. D., Ondeck, N. T., McLynn, R. P. and Grauer, J. N. (2017) 'Of 20,376 Lumbar Discectomies, 2.6% of Patients Readmitted Within 30 Days: Surgical Site Infection, Pain, and Thromboembolic Events Are the Most Common Reasons for Readmission', *Spine (Phila Pa 1976),* 42(16), 1267-1273.

White, L. J., Zhang, H., Strickland, K. F., El-Deiry, M. W., Patel, M. R., Wadsworth, J. T. and Chen, A. Y. (2015) 'Factors Associated With Hospital Length of Stay Following Fibular Free-Tissue Reconstruction of Head and Neck Defects: Assessment Using the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program (ACS NSQIP) Criteria', *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg,* 141(12), 1052-8.

Wiegering, A., Wellner, U., Seyfried, F., Hardt, J., Klinger, C., Buhr, H. and Post, S. (2017) 'MTL30 als Surrogatparameter der Behandlungsqualität chirurgischer Erkrankungen', *Der Chirurg,* 88(11), 977-982.

Wilson, M. Z., Connelly, T. M., Hollenbeak, C. S. and Messaris, E. (2014) 'Organ space infection following ileocolectomy for Crohn's disease: a National Surgical Quality Improvement Project study', *Am J Surg,* 208(5), 749-755.

Wilson, M. Z., Dillon, P. W., Stewart, D. B. and Hollenbeak, C. S. (2016) 'Timing of postoperative infections after colectomy: evidence from NSQIP', *Am J Surg,* 212(5), 844-850.

Winocour, S., Martinez-Jorge, J., Habermann, E., Thomsen, K. and Lemaine, V. (2015) 'Early Surgical Site Infection Following Tissue Expander Breast Reconstruction with or without Acellular Dermal Matrix: National Benchmarking Using National Surgical Quality Improvement Program', *Arch Plast Surg,* 42(2), 194-200.

Wiseman, J. T., Fernandes-Taylor, S., Barnes, M. L., Saunders, R. S., Saha, S., Havlena, J., Rathouz, P. J. and Kent, K. C. (2015) 'Predictors of surgical site infection after hospital discharge in patients undergoing major vascular surgery', *J Vasc Surg,* 62(4), 1023-1031.e5.

Won, Y. I., Kim, C. H., Chung, C. K., Jahng, T. A. and Park, S. B. (2016) 'The Use Fibrin Sealant after Spinal Intradural Tumor Surgery: Is It Necessary?', *Korean J Spine,* 13(1), 24-9.

Wong, A. K., Joanna Nguyen, T., Peric, M., Shahabi, A., Vidar, E. N., Hwang, B. H., Niknam Leilabadi, S., Chan, L. S. and Urata, M. M. (2015) 'Analysis of risk factors associated with microvascular free flap failure using a multi-institutional database', *Microsurgery,* 35(1), 6-12.

Wong, K. K., Enepekides, D. J. and Higgins, K. M. (2011) 'Cost-effectiveness of simultaneous versus sequential surgery in head and neck reconstruction', *J Otolaryngol Head Neck Surg,* 40(1), 48-53.

Wui, S. H., Kim, K. M., Ryu, Y. J., Kim, I., Lee, S. J., Kim, J., Kim, C. and Park, S. (2016) 'The Autoclaving of Autologous Bone is a Risk Factor for Surgical Site Infection After Cranioplasty', *World Neurosurg,* 91, 43-9.

Xu, J., Hu, J., Yu, P., Wang, W., Hu, X., Hou, J., Fang, S. and Liu, X. (2017) 'Perioperative risk factors for postoperative pneumonia after major oral cancer surgery: A retrospective analysis of 331 cases', *PLoS One,* 12(11), e0188167.

Yamashita, Y., Bekki, Y., Imai, D., Ikegami, T., Yoshizumi, T., Ikeda, T., Kawanaka, H., Nishie, A., Shirabe, K. and Maehara, Y. (2014) 'Efficacy of postoperative anticoagulation therapy with enoxaparin for portal vein thrombosis after hepatic resection in patients with liver cancer', *Thromb Res,* 134(4), 826-31.

Yang, C. K., Teng, A., Lee, D. Y. and Rose, K. (2015) 'Pulmonary complications after major abdominal surgery: National Surgical Quality Improvement Program analysis', *J Surg Res,* 198(2), 441-9.

Zdichavsky, M., Bashin, Y. A., Blumenstock, G., Zieker, D., Meile, T. and Königsrainer, A. (2012) 'Impact of risk factors for prolonged operative time in laparoscopic cholecystectomy', *Eur J Gastroenterol Hepatol,* 24(9), 1033-8.

Zettervall, S. L., Ultee, K. H. J., Soden, P. A., Deery, S. E., Shean, K. E., Pothof, A. B., Wyers, M. and Schermerhorn, M. L. (2017) 'Predictors of renal dysfunction after

endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysms', *J Vasc Surg,* 65(4), 991-996.

Zhang, Z. H., Shen, B., Yang, J., Zhou, Z. K., Kang, P. D. and Pei, F. X. (2015) 'Risk factors for venous thromboembolism of total hip arthroplasty and total knee arthroplasty: a systematic review of evidences in ten years', *BMC Musculoskelet Disord,* 16, 24.

Zheng, F., Cammisa, F. P., Jr., Sandhu, H. S., Girardi, F. P. and Khan, S. N. (2002) 'Factors predicting hospital stay, operative time, blood loss, and transfusion in patients undergoing revision posterior lumbar spine decompression, fusion, and segmental instrumentation', *Spine (Phila Pa 1976),* 27(8), 818-24.

Zielinski, M. D., Thomsen, K. M., Polites, S. F., Khasawneh, M. A., Jenkins, D. H. and Habermann, E. B. (2014) 'Is the Centers for Medicare and Medicaid Service's lack of reimbursement for postoperative urinary tract infections in elderly emergency surgery patients justified?', *Surgery,* 156(4), 1009-15.

Zou, H., Li, Z., Sheng, H., Tan, M., Yang, F., Liang, L. and Zhao, J. (2015) 'Intraoperative blood loss, postoperative drainage, and recovery in patients undergoing lumbar spinal surgery', *BMC Surg,* 15, 76.

11 Anhang

Tabelle 199: Übersicht über die Zusammenfassungen der untersuchten Komplikationen

Zusammenfassung	untersuchte Komplikationen
1. Lokal- und Wundkomplikationen	• wound infection (Wundinfektion) • any wound complication (jede Art von Wundkomplikation) • surgical site infection SSI (Wundinfektion) • wound disruption (Wunddisruption) • wound dehiscence (Wunddehiszenz) • wound complications (Wundkomplikationen) • deep incisional infection (tiefe Wundinfektion) • incisional infection (Wundinfektion) • major local complication (schwere lokale Komplikation) • minor local complication (leichte lokale Komplikation) • organ-space-SSI (Organraum-Infektion) • anastomotic leak (Anastomoseninsuffizienz) • free flap failure (Fehlschlag freie Lappenübertragung) • surgical complications (chirurgische Komplikationen)
2. allgemeine postoperative Komplikationen	• general complications (allgemeine Komplikationen) • overall complications (übergreifende Komplikationen) • all complications (alle Komplikationen) • perioperative adverse event (unerwünschtes perioperatives Ereignis) • postoperative complication (postoperative Komplikation) • complications (Komplikationen) • any complication (jede Art von Komplikation) • short term complications (kurzfristige Komplikationen) • Clavien 4&5 Komplikationen • morbidity (Morbidität) • hospital acquired condition (HAC)

		• Enhanced Recovery Program (ERP) failure (Rehabilitationsversagen) • any adverse event (unerwünschtes Ereignis) • postoperative infections (postoperative Infektionen) • non-SSI-infectious complication (nicht-wundassoziierte infektiöse Komplikation) • infectious complication (infektiöse Komplikation) • any infection (jede Art von Infektion) • other infections (andere Infektionen) • fever (Fieber) • postdischarge complication (Komplikation nach Entlassung) • postdischarge venous thromboembolism (venöse Thromboembolie nach Entlassung) • postdischarge surgical site infection (Wundinfektion nach Entlassung) • postdischarge morbidity (Morbidität nach Entlassung)
3.	venöse Thromboembolien	• deep vein thrombosis (tiefe Venenthrombose) • venous thromboembolism (venöse Thromboembolie) • pulmonary embolism (Lungenembolie)
4.	schwere postoperative Komplikationen	• major surgical complication (schwere chirurgische Komplikation) • severe morbidity (schwere Morbidität) • major morbidity (große Morbidität) • major complications (große Komplikationen) • major systemic complication (große systemische Komplikation) • severe complication (schwere Komplikation) • medical complications (allgemeinmedizinische Komplikationen) • septic complication (septische Komplikation) • cardiopulmonary / cerebrovascular complications (kardiopulmonale / zerebrovaskuläre Komplikationen) • Sepsis (Sepsis) • cerebrovascular events (zerebrovaskuläre Ereignisse)

		• stroke (Schlaganfall) • renal failure (Nierenversagen) • cranial nerve injury (Hirnnervenschädigung)
5.	leichte postoperative Komplikationen	• minor complications (leichte Komplikationen) • minor adverse event (kleines unerwünschtes Ereignis) • minor morbidity (leichte Morbidität) • minor systemic complication (kleine systemische Komplikation)
6.	pulmonale Komplikationen	• respiratory failure (Atemversagen) • respiratory complication (respiratorische Komplikation) • pulmonary complications (pulmonale Komplikationen) • prolonged ventilation (verlängerte Ventilation) • reintubation (Reintubation) • intubation (Intubation) • pneumonia (Pneumonie) • prolonged intubation (verlängerte Intubationsdauer) • postoperative Atelectasis (postoperative Atelektase)
7.	Reoperation	• reoperation (Reoperation) • returning to operating room (Rückkehr in OP-Saal)
8.	Harnwegsinfekt	• urinary tract infection (Harnwegsinfekt)
9.	Bluttransfusion	• blood transfusion (Bluttransfusion)
10.	Mortalität	• mortality (Mortalität)
11.	Krankenhaus-wiederaufnahmerate	• readmission (Krankenhauswiederaufnahmerate)
12.	Krankenhausverweildauer	• length of stay (Krankenhausverweildauer)
13.	periphere Nervenschädigung	• peripheral nerve injury (Verletzung eines peripheren Nervs)

Tabelle 200: Übersicht über die Verteilung der untersuchten Eingriffe

Allgemeinchirurgie				
kolorektale Eingriffe				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Al-Temimi et al. 2017	186.936	periphere Nervenschäden	ja
2.	Moghadamye-ghaneh et al. 2015	164.297	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
3.	Moghadamye-ghaneh et al. 2014	116.029	tiefe Beinvenenthrombose	ja
			Lungenarterienembolie	nein
4.	Kiran et al. 2010	10.979	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
5.	Midura et al. 2015	13.684	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
6.	Sutton et al. 2017	8.880	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
7.	Alavi et al. 2010	3.981	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
8.	Kurmann et al. 2011	2.571	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
9.	Cellini et al. 2013	2.567	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
10.	Wilson et al. 2014	2.469	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
11.	Gawlick und Nirula 2012	2.018	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	nein
			pulmonale Komplikationen	ja
12.	Park et al. 2015	327	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
13.	Lim et al. 2013	147	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
14.	Matsuda et al. 2009	80	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
15.	Wilson et al. 2016	47.868	Lokal- und Wundkomplikationen	nein

			Harnwegsinfektion	nein
16.	Nakamura et al. 2017a	154	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
17.	Nakamura et al. 2008	144	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
18.	Becher et al. 2012	3.305	allgemeine Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	nein
19.	Oh et al. 2016	208	allgemeine Komplikationen	ja
20.	Evans et al. 2012	200	allgemeine Komplikationen	ja
21.	Esemuede et al. 2015	30.428	Krankenhauswiederaufnahme	ja
22.	Bailey et al. 2014	4.273	schwere Komplikationen	nein
			allgemeine Komplikationen	nein
			postoperative Mortalität	nein
23.	Henke et al. 2012	3.464	venöse Thromboembolien	nein
24.	Keller et al. 2014	548	Krankenhausverweildauer	ja
25.	L. Liu et al. 2016	306	pulmonale Komplikationen	ja
26.	Sheka et al. 2016	47.781	Harnwegsinfektion	ja
27.	Oyetunji et al. 2013	12.956	allgemeine Komplikationen	ja
verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe				
1.	Lee et al. 2011	655	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Kelly et al. 2014b	42.609	Krankenhauswiederaufnahme	ja
3.	Dieterich und Divino 2017	7.712	Krankenhauswiederaufnahme	ja
4.	Kohlnhofer et al. 2014	3.556	Krankenhauswiederaufnahme	ja
5.	Tevis et al. 2015	2.799	Krankenhauswiederaufnahme	ja
6.	Bellini et al. 2016	79.300	venöse Thromboembolien	ja
			postoperative Mortalität	ja
7.	De Martino et al. 2012	43.808	venöse Thromboembolien	nein
8.	Kimura et al. 2016	71	venöse Thromboembolien	nein
9.	Yang et al. 2015	165.196	pulmonale Komplikationen	ja

10.	Brakoniecki et al. 2017	1.163	Reoperation	ja
11.	Zielinski et al. 2014	53.879	Harnwegsinfektion	ja
Gastrektomie				
1.	Tu et al. 2016	2.364	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Lo et al. 2008	2.076	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
3.	Jeong et al. 2013	2.091	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
4.	Kosuga et al. 2017	407	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
5.	Vural et al. 2013	160	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
			allgemeine Komplikationen	nein
			Krankenhausverweildauer	nein
			postoperative Mortalität	nein
6.	Lee et al. 2010	88	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
			postoperatives Fieber	ja
7.	Acher et al. 2016	855	Krankenhauswiederaufnahme	ja
8.	Seo et al. 2011	590	schwere Komplikationen	ja
Leberresektion				
1.	Moreno Elola-Olaso et al. 2012	2.332	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Tzeng et al. 2014a	7.621	schwere Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	ja
3.	Tzeng et al. 2013	7.621	venöse Thromboembolien	ja
4.	Turley et al. 2012	5.706	venöse Thromboembolien	ja
5.	Tzeng et al. 2012	5.651	venöse Thromboembolien	ja
			Reoperation	ja
			Bluttransfusion	ja
6.	Yamashita et al. 2014	281	venöse Thromboembolien	ja
Hernienoperationen				
1.	Swenson et al. 2008	506	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Chipko et al. 2017	223	Lokal- und Wundkomplikationen	ja

3.	Qin et al. 2015b	7.666	allgemeine Komplikationen	ja
			Krankenhauswiederaufnahme	nein
4.	Baltodano et al. 2016	17.789	Krankenhauswiederaufnahme	ja
5.	Fischer et al. 2014b	1.706	schwere Komplikationen	ja
6.	Leonard et al. 2016	132	Krankenhausverweildauer	ja
Ösophagusresektion				
1.	Molena et al. 2014	2.945	pulmonale Komplikationen	ja
2.	Soutome et al. 2017	539	pulmonale Komplikationen	ja
3.	Ida et al. 2015	138	pulmonale Komplikationen	ja
4.	Morita et al. 2008	27	pulmonale Komplikationen	ja
5.	Chen et al. 2016	4.483	allgemeine Komplikationen	ja
Pankreasresektion				
1.	Ball et al. 2010	4.817	allgemeine Komplikationen	ja
			Bluttransfusion	nein
			postoperative Mortalität	ja
2.	Kelly et al. 2011	1.797	allgemeine Komplikationen	ja
3.	Harris et al. 2015	780	schwere Komplikationen	ja
4.	Tzeng et al. 2014b	13.771	venöse Thromboembolien	ja
			postoperative Mortalität	ja
			Reoperation	ja
			Bluttransfusion	ja
Appendektomie				
1.	Kelly et al. 2014a	5.097	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Jeon et al. 2016	3.049	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
			allgemeine Komplikationen	ja
			Krankenhauswiederaufnahme	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
3.	Gross et al. 2016	2.585	Krankenhausverweildauer	ja
Ileostoma-Rückverlagerung				

1.	Sharma et al. 2013	5.401	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
2.	Nakamura et al. 2017b	245	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
3.	Pan et al. 2015	240	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
benigne Ösophaguseingriffe				
1.	Telem et al. 2014	4.231	allgemeine Komplikationen	ja
2.	Ross et al. 2015	1.237	allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
3.	Poupore et al. 2016	14.478	Krankenhauswiederaufnahme	ja
Cholezystektomie				
1.	Fahrner et al. 2014	35.432	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Stromberg et al. 2015	62.488	venöse Thromboembolien	ja
3.	Chong et al. 2016	336	Krankenhausverweildauer	ja
Sarkomresektion				
1.	Tseng et al. 2011	156	allgemeine Komplikationen	nein
			schwere Komplikationen	ja
Thyreoidektomie				
1.	Elfenbein et al. 2014	49.326	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
Darmresektion nach Mesenterialischämie				
1.	Gupta et al. 2011	861	schwere Komplikationen	ja
Adrenalektomie				
1.	Venkat und Guerrero 2015	4.735	Bluttransfusion	ja
Summe: 83 Arbeiten zur Allgemeinchirurgie				
Orthopädie & Unfallchirurgie				
Wirbelsäuleneingriffe				
Autor		**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-**

				rate negativ
1.	Schoenfeld et al. 2013a	5.887	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			venöse Thromboembolien	ja
			leichte Komplikationen	ja
2.	Sebastian et al. 2016	5.441	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
3.	Phan et al. 2017	5.338	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			Krankenhauswiederaufnahme	ja
			schwere Komplikationen	ja
			venöse Thromboembolien	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
			pulmonale Komplikationen	ja
			Reoperation	ja
			Bluttransfusion	ja
4.	Kim et al. 2014a	4.588	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			tiefe Beinvenenthrombose	ja
			Reoperation	ja
			Bluttransfusion	ja
5.	Shen et al. 2014	3.463	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
6.	Lim et al. 2018	3.353	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
7.	Jalai et al. 2016	3.057	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
8.	J. H. Kim et al. 2015	1.831	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
9.	Tominaga et al. 2016a	825	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			Harnwegsinfektion	ja

10.	Watanabe et al. 2010	223	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
11.	Tominaga et al. 2016b	511	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
				nein
12.	Sugita et al. 2016	279	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
13.	Di Capua et al. 2017b	5.819	allgemeine Komplikationen	ja
14.	Pugely et al. 2013b	4.310	allgemeine Komplikationen	ja
15.	Martin et al. 2014	2.881	allgemeine Komplikationen	ja
16.	Saleh et al. 2017	2.320	allgemeine Komplikationen	ja
			Krankenhauswiederaufnahme	nein
17.	Basques et al. 2017	1.287	allgemeine Komplikationen	ja
			leichte Komplikationen	ja
18.	Seo et al. 2013	602	allgemeine Komplikationen	ja
19.	Bernatz und Anderson 2015	488.049	Krankenhauswiederaufnahme	ja
20.	Webb et al. 2017	20.376	Krankenhauswiederaufnahme	ja
21.	Kim et al. 2014b	7.016	Krankenhauswiederaufnahme	ja
22.	Garcia et al. 2016	2.042	Krankenhauswiederaufnahme	nein
23.	Gruskay et al. 2016	2.164	schwere Komplikationen	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
24.	Schoenfeld et al. 2013b	27.730	venöse Thromboembolien	ja
25.	Di Capua et al. 2017a	14.598	Krankenhausverweildauer	ja
26.	Basques et al. 2014	1.861	Krankenhausverweildauer	ja
27.	Basques et al. 2015c	940	Krankenhausverweildauer	ja
28.	Basques et al. 2015b	733	Krankenhausverweildauer	ja
29.	Liang et al. 2010	88	pulmonale Komplikationen	nein
30.	Aoude et al. 2016	13.695	Bluttransfusion	ja
31.	Basques et al. 2015a	4.223	Bluttransfusion	ja

32.	Minhas et al. 2015	1.691	Bluttransfusion	ja
33.	Veeravagu et al. 2009	24.774	allgemeine Komplikationen	ja
Frakturen der unteren Extremität				
1.	Iqbal et al. 2017	250	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Fields et al. 2015	6.133	allgemeine Komplikationen	ja
3.	Pugely et al. 2014	4.331	allgemeine Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	nein
			leichte Komplikationen	ja
4.	Tan et al. 2016	1.068	tiefe Beinvenenthrombose	ja
5.	Basques et al. 2015d	519	Krankenhausverweildauer	ja
Knieprothese				
1.	Belmont et al. 2014	15.321	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			leichte Komplikationen	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
2.	Han und Kang 2013	167	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
				nein
3.	Pugely et al. 2013a	14.052	allgemeine Komplikationen	ja
4.	Song et al. 2016	109	venöse Thromboembolien	nein
Schulterarthroskopie				
1.	Shields et al. 2015	10.255	allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	nein
			leichte Komplikationen	ja
2.	Martin et al. 2013a	9.410	allgemeine Komplikationen	ja
			leichte Komplikationen	ja
3.	Hill et al. 2017	15.015	Krankenhauswiederaufnahme	ja
Hüftprothese				

1.	O´Malley et al. 2012	4.281	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
2.	Haughom et al. 2014	13.109	allgemeine Komplikationen	ja
3.	Lakomkim et al. 2017	6.121	schwere Komplikationen	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
Schulterprothese				
1.	Waterman et al. 2015	2.004	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Anthony et al. 2015	1.922	allgemeine Komplikationen	ja
			leichte Komplikationen	ja
3.	Dunn et al. 2015	2.004	Krankenhausverweildauer	ja
Knie- & Hüftprothese				
1.	Duchman et al. 2017	99.444	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	nein
2.	Zhang et al. 2015	8.472	venöse Thromboembolien	ja
verschiedene orthopädische Eingriffe				
1.	Minhas et al. 2016	42.150	schwere Komplikationen	ja
2.	Molina et al. 2015	5.062 5.063	allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	nein
Kniearthroskopie				
1.	Martin et al. 2013b	12.271	allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			leichte Komplikationen	ja
proximale Humerusfraktur				
1.	Cvetanovich et al. 2016	1.791	allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	nein
			leichte Komplikationen	ja
verschiedene Frakturen				

1.	Karcutskie et al. 2017	1.137	venöse Thromboembolien	ja
Summe: 58 Arbeiten zur Orthopädie & Unfallchirurgie				
Gefäßchirurgie				
CEA				
Autor		**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Gupta et al. 2014b	5.690	Krankenhauswiederaufnahme	nein
2.	Garcia et al. 2017	53.593	schwere Komplikationen	ja
3.	Kang et al. 2009	3.949	schwere Komplikationen	ja
4.	Bennett et al. 2015a	3.845	schwere Komplikationen	ja
5.	Bennett et al. 2015b	3.762	schwere Komplikationen	ja
6.	Rubinstein et al. 2013	12.786	schwere Komplikationen	nein
		240	Bluttransfusion	ja
7.	Aziz et al. 2016a	10.423	schwere Komplikationen	nein
			Krankenhausverweildauer	ja
			pulmonale Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	ja
			Reoperation	ja
Revaskularisierungen				
1.	Greenblatt et al. 2011	12.330	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Aziz et al. 2017	2.646	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
3.	Davenport et al. 2014	8.414	Krankenhauswiederaufnahme	ja
4.	Bodewes et al. 2017	4.449	Krankenhauswiederaufnahme	ja
5.	Aziz et al. 2016b	2.646	Krankenhauswiederaufnahme	ja
6.	Gupta et al. 2014b	2.762	Krankenhauswiederaufnahme	ja
		2.404	schwere Komplikationen	ja

7.	LaMuraglia et al. 2009		postoperative Mortalität	nein
verschiedene gefäßchirurgische Operationen				
1.	Wiseman et al. 2015	49.817	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Henke et al. 2010	5.862	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
3.	Glebova et al. 2016	86.236	Krankenhauswiederaufnahme	ja
4.	David et al. 2017	7.171	Krankenhausverweildauer	ja
			pulmonale Komplikationen	ja
5.	Kazaure et al. 2016	35.106	Reoperation	ja
offen versorgte abdominelle Aortenaneurysmen				
1.	Gupta et al. 2012b	598	allgemeine Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	ja
			schwere Komplikationen	ja
2.	Gupta et al. 2014b	515	Krankenhauswiederaufnahme	nein
3.	Dayama et al. 2016	682	postoperative Mortalität	ja
4.	Keschenau et al. 2018	72	postoperative Mortalität	ja
EVAR				
1.	Gupta et al. 2014b	2.369	Krankenhauswiederaufnahme	ja
2.	Gupta et al. 2014a	11.229	allgemeine Komplikationen	ja
Thoracic-Outlet-Syndrom				
1.	Rinehardt et al. 2017	617	Krankenhauswiederaufnahme	ja
		1.431	Reoperation	ja
rupturiertes Aortenaneurysma				
1.	Brahmbhatt et al. 2016	2.440	allgemeine Komplikationen	ja
offen und endovaskulär versorgte Aortenaneurysmen				
1.	Zettervall et al. 2017	4.503	schwere Komplikationen	ja
TEVAR				

1.	Chung et al. 2011	845	postoperative Mortalität	ja
Amputation bei paVK				
1.	Hasanadka et al. 2011	2.309	postoperative Mortalität	nein
Summe: 30 Arbeiten zur Gefäßchirurgie				
Gynäkologie				
Hysterektomie				
Autor		**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Lake et al. 2013	13.822	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			Harnwegsinfektion	ja
2.	Hanwright et al. 2013	6.190	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			Reoperation	ja
3.	Chow et al. 2015	21.271	Krankenhauswiederaufnahme	ja
4.	Barber et al. 2015	44.167	venöse Thromboembolien	ja
5.	Catanzarite et al. 2015b	21.228	Krankenhauswiederaufnahme	ja
6.	Swenson et al. 2015	20.496	venöse Thromboembolien	ja
7.	Catanzarite et al. 2015a	7.630	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
			venöse Thromboembolien	ja
			Reoperation	ja
			Bluttransfusion	ja
			Harnwegsinfektion	ja
8.	Gehrich et al. 2016	57.398	Harnwegsinfektion	ja
		3.757		nein
		9.851		ja

Mastektomie				
1.	Davis et al. 2013	38.739	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Winocour et al. 2015	12.163	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
3.	Nguyen et al. 2012	9.315	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
4.	Chow et al. 2015	21.271	Krankenhauswiederaufnahme	ja
5.	Fischer et al. 2014a	48.634	venöse Thromboembolien	ja
verschiedene gynäkologische Eingriffe				
1.	Uppal et al. 2015	6.551	allgemeine Komplikationen	ja
2.	Cory et al. 2017	54.359	Krankenhauswiederaufnahme	ja
3.	Uppal et al. 2016	12.804	Krankenhauswiederaufnahme	ja
4.	Erekson et al. 2011	22.214	schwere Komplikationen	ja
Sectio				
1.	Ezechi et al. 2009	817	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Jido und Garba 2012	485	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
Ovarial-CA				
1.	Gerestein et al. 2010	293	allgemeine Komplikationen	ja
2.	Warner et al. 2013	587	Bluttransfusion	ja
Summe: 21 Arbeiten zur Gynäkologie				
Neurochirurgie				
Kraniotomie bei Tumor				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Cote et al. 2016	19.409	venöse Thromboembolien	ja
2.	Dasenbrock et al. 2015	11.510	Krankenhausverweildauer	ja
3.	Kimmell und Walter 2014	3.098	venöse Thromboembolien	ja
verschiedene neurochirurgische Eingriffe				

1.	Karhade et al. 2017a	132.063	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			allgemeine Komplikationen	ja
2.	Shalev und Kamel 2015	17.483	pulmonale Komplikationen	ja
Kranioplastik				
1.	Kim et al. 2017	127	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
2.	Wui et al. 2016	80	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
Resektion spinaler Tumore				
1.	Won et al. 2016	231	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Karhade et al. 2016	2.207	schwere Komplikationen	ja
Meningeomresektion				
1.	Karhade et al. 2017b	3.743	allgemeine Komplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			venöse Thromboembolien	ja
			leichte Komplikationen	ja
Clipping intrakranieller Aneurysmen				
1.	Kerezoudis et al. 2016	662	schwere Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	ja
			leichte Komplikationen	ja
Resektion von Meningomyelozelen				
1.	Demir et al. 2015	90	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
Chirurgie peripherer Nerven				
1.	Hu et al. 2016	2.351	allgemeine Komplikationen	ja
Kraniotomie aufgrund verschiedener Ursachen				
1.	Kimmell und Jahromi 2015	4.844	venöse Thromboembolien	ja
Summe: 14 Arbeiten zur Neurochirurgie				
plastische Chirurgie				
verschiedene plastische Eingriffe				

Autor	Eingriffe, n	Komplikation	OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ
1. Miller et al. 2014	1.794	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2. Jeong et al. 2014	1.598	allgemeine Komplikationen	ja
		venöse Thromboembolien	ja
3. Vieira et al. 2017	5.100	Krankenhauswiederaufnahme	ja
4. Mioton et al. 2014	2.879	Krankenhauswiederaufnahme	ja
freie Lappenübertragung			
1. Wong et al. 2015	778	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2. Offodile et al. 2014	2.425	Krankenhausverweildauer	ja
3. Offodile et al. 2017	2.008	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
		venöse Thromboembolien	nein
		pulmonale Komplikationen	ja
		Reoperation	nein
		Bluttransfusion	ja
Resektion & Rekonstruktion von Kopf-Hals-Tumoren			
1. Tadiparthi et al. 2014	191	Krankenhausverweildauer	ja
2. White et al. 2015	30	Krankenhausverweildauer	ja
Abdominoplastik			
1. Fischer et al. 2013	1.706	pulmonale Komplikationen	ja
mikrovaskulärer Gewebetransfer			
1. Kwok et al. 2017	2.244	Reoperation	ja
Summe: 11 Arbeiten zur plastischen Chirurgie			
Kinderchirurgie			
neurochirurgische Eingriffe			

Autor	Eingriffe, n	Komplikation	OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ
1. Kuo et al. 2017	9.996	allgemeine Komplikationen	ja
2. Vedantam et al. 2016	1.459	allgemeine Komplikationen	ja
3. Sherrod et al. 2016	9.799	Krankenhauswiederaufnahme	ja
plastische Eingriffe			
1. Jubbal et al. 2017	18.106	Reoperation	ja
2. Lam et al. 2016	572	Bluttransfusion	ja
urogenitale Eingriffe			
1. McLeod et al. 2016	2.202	allgemeine Komplikationen	ja
		Krankenhausverweildauer	ja
		Reoperation	ja
verschiedene Eingriffe			
1. Cheon et al. 2016	87.920	pulmonale Komplikationen	ja
allgemein- & thoraxchirurgische Eingriffe			
1. Polites et al. 2017	54.870	Krankenhauswiederaufnahme	ja
herzchirurgische Eingriffe			
1. Katayanagi 2015	174	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
Stoma-Rückverlagerung			
1. Gonzalez et al. 2017	2.110	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
Pyloromyotomie			
1. Mahida et al. 2016	1.143	Krankenhausverweildauer	ja
Summe: 11 Arbeiten zur Kinderchirurgie			
Eingriffe verschiedener Fachrichtungen			
Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-**

				rate negativ
1.	J.Y. Kim et al. 2015	1.432.855	venöse Thromboembolien	ja
2.	Hua et al. 2012	231.548	pulmonale Komplikationen	ja
3.	Turan et al. 2013	5.134	postoperative Mortalität	nein
4.	Qin et al. 2015a	1.452.615	Harnwegsinfektion	ja
allgemein- und gefäßchirurgische Eingriffe				
1.	Daley et al. 2015	104.632	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			schwere Komplikationen	ja
			pulmonale Komplikationen	ja
			postoperative Mortalität	ja
2.	Boltz et al. 2011	2.250	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
			Krankenhausverweildauer	ja
verschiedene ambulante Eingriffe				
1.	Mathis et al. 2013	244.397	allgemeine Komplikationen	ja
2.	Pannucci et al. 2012	173.501	venöse Thromboembolien	ja
Summe: 8 Arbeiten zu Eingriffen verschiedener Fachrichtungen				
bariatrische Chirurgie				
verschiedene bariatrische Operationen				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Khorgami et al. 2016	35.655	Krankenhauswiederaufnahme	ja
2.	Garg et al. 2016	18.296	Krankenhauswiederaufnahme	ja
3.	Aminian et al. 2017	91.963	venöse Thromboembolien	ja
4.	Gupta et al. 2012a	32.889	pulmonale Komplikationen	ja
5.	Javanainen et al. 2017	400	pulmonale Komplikationen	ja
6.	Chen et al. 2015	113.898	allgemeine Komplikationen	ja

laparoskopischer Magenbypass				
1.	Blair et al. 2016	66.838	schwere Komplikationen	ja
2.	Carter et al. 2015	9.593	Krankenhausverweildauer	ja
Summe: 8 Arbeiten zur bariatrischen Chirurgie				
Thoraxchirurgie				
Lungenresektion				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Paul et al. 2015	5.216	allgemeine Komplikationen	ja
			pulmonale Komplikationen	ja
2.	Ohtaka et al. 2013	193	schwere Komplikationen	ja
3.	Fournel et al. 2014	338	schwere Komplikationen	nein
4.	Ito et al. 2011	651	pulmonale Komplikationen	ja
5.	Kim et al. 2016	343	pulmonale Komplikationen	ja
6.	Mei et al. 2014	78	pulmonale Komplikationen	ja
7.	Stolz et al. 2008	412	pulmonale Komplikationen	nein
Summe: 7 Arbeiten zur Thoraxchirurgie				
Urologie				
Nephrektomie				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Bastiampillai et al. 2016	4.904	allgemeine Komplikationen	ja
2.	Patel et al. 2015	1.253	Krankenhauswiederaufnahme	ja
		871		nein

verschiedene urologische Eingriffe				
1.	Wallner et al. 2008	1.021	Krankenhausverweildauer	ja
perineale Seedimplantation				
1.	Taoka et al. 2013	826	Lokal- und Wundkomplikationen	nein
Summe: 4 Arbeiten zur Urologie				
Herzchirurgie				
koronararterieller Bypass				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Nakano et al. 2008	1.500	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Benetis et al. 2013	169	schwere Komplikationen	ja
3.	Cserép et al. 2014	267	Krankenhausverweildauer	ja
verschiedene herzchirurgische Eingriffe				
1.	Iribarne et al. 2014	5.059	Krankenhauswiederaufnahme	ja
Summe: 4 Arbeiten zur Herzchirurgie				
Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde				
Resektion Mundhöhlen- / Oropharynxkarzinom				
	Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1.	Sato et al. 2011	66	Lokal- und Wundkomplikationen	ja
2.	Xu et al. 2017	331	pulmonale Komplikationen	ja
verschiedene HNO-Eingriffe				
1.	Chen et al. 2013	10.667	Reoperation	ja
		48.028	allgemeine Komplikationen	ja

Summe: 3 Arbeiten zur Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde			
Neuroradiologie			
endovaskuläre Thrombolyse bei ischämischem Schlaganfall			
Autor	**Eingriffe, n**	**Komplikation**	**OP-Zeit beeinflusst Komplikations-rate negativ**
1. R. Liu et al. 2016	102	pulmonale Komplikationen	ja
Summe insgesamt: 263 Arbeiten zu 372 Komplikationen			

Anmerkung: Da Gupta et al. in einer ihrer Arbeiten (Gupta et al. 2014b) insgesamt vier verschiedene Eingriffe separat untersucht haben, übersteigt die hier angegebene Summe (n = 263) die tatsächliche Gesamtanzahl der untersuchten Publikationen (n = 260) um drei Arbeiten.

Tabelle 201: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Kolorektale Chirurgie. Lokale Komplikationen schließen Anastomoseninsuffizienzen und periphere Nervenverletzungen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Moghadamyeg-haneh et al. 2015	verschiedene kolorektale Eingriffe (n = 164.297)	< 2 h	**Wundheilungsstörung:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 1,17 KI: 1 – 1,37 p = 0,05
		> 3 h	OR: 1,56 KI: 1,33 – 1,84 p < 0,01
2. Kiran et al. 2010	verschiedene kolorektale Eingriffe (n = 10.979)	< 3 h	**Wundinfektion:** Referenz
		> 3 h	OR: 1,42 KI: 1,22 – 1,62 p < 0,001
3. Sutton et al. 2017	Rektumresektion bei Rektumkarzinom (n = 8.880)	< 217 min	**Wundinfektionsrate:** 7,7 %
		> 217 min	11,6 % p < 0,0001
4. Wilson et al. 2016	partielle Kolektomie, offen (n = 26.768)	> 179 min (> 75. Perzentile)	**oberflächliche Wundinfektion:** während Aufenthalt: OR: 0,97 KI: 0,77 – 1,22 p = 0,78
	partielle Kolektomie, laparoskopisch (n = 21.100)	> 190 min (> 75. Perzentile)	nach Entlassung: OR: 1,05 KI: 0,83 – 1,33 p = 0,702
			tiefe Wundinfektion: während Aufenthalt: OR: 1,13

			KI: 0,92 – 1,37 p = 0,237
			nach Entlassung: OR: 1,39 KI: 0,86 – 2,25 p = 0,174
5. Midura et al. 2015	partielle Kolektomie (n = 13.684)	> 3 h	**leichte Anastomosen-insuffizienz:** OR: 1,62 KI: 1,13 – 2,34 p = 0,009
		> 3 h	**schwere Anastomosen-insuffizienz:** OR: 1,42 KI: 1,05 – 1,91 p = 0,02
6. Park et al. 2015	kolorektale Resektion bei kolorektalem Karzinom (n = 327)	> 3 h	**Wundinfektion:** OR: 2,252 KI: 1,116 – 4,544 p = 0,023
7. Lim et al. 2013	laparoskopische kolorektale Resektion bei kolorektalem Karzinom (n = 147)	< 180 min	**Wundkomplikations-rate:** 8,5 %
		> 180 min	26,7 % p = 0,001
8. Matsuda et al. 2009	abdominoperineale Rektumexstirpation bei Rektumkarzinom, offen (n = 80)	> 420 min	**perineale Wundkomplikation:** RR: 6,58 KI: 1,24 – 35,01 p = 0,027
9. Nakamura et al. 2017a	abdominoperineale Rektumexstirpation bei Rektumkarzinom, offen (n = 139)	< 300 min > 300 min	**perineale Wundinfektion:** 30 % 70 %

	laparoskopisch (n = 15)	 < 300 min > 300 min	**keine perineale Wundinfektion:** 40 % 60 % p = 0,361
10. Nakamura et al. 2008	kolorektale Resektion bei kolorektalem Karzinom (n = 144)	 < 180 min > 180 min	**Wundinfektion:** n = 9 n = 8
		 < 180 min > 180 min	**keine Wundinfektion:** n = 53 n = 74 p = 0,383
11. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis: OP nach Hartmann (n = 1.678) primäre Anastomose (n = 340)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 131 min (± 56,5) 136 min (± 64,9)	**Wundinfektion:** OR: 1,003 KI: 1,001 – 1,006 p < 0,05
			Organraum-Infektion: OR: 1,004 KI: 1,001 – 1,008 p < 0,05
			Wunddehiszenz: OR: 1,00 KI: 0,99 – 1,00 p > 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wundkomplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

12. Cellini et al. 2013	Hartmann-Rückverlagerung: offen (n = 2.231) laparoskopisch (n = 336)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 189 min (± 86) 180 min (± 79)	**Wundkomplikation:** OR: 1,02 KI: 1,01 – 1,04 p = 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operations-zeit kommt es zum Ansteigen von Wundkomplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
13. Kurmann et al. 2011	laparoskopische Sigmaresektion (n = 2.571)	> 240 min	**Wundinfektion:** OR: 1,7 KI: 1,0 – 2,8 p = 0,03
14. Alavi et al. 2010	kolorektale Resektion bei chronisch-entzündlicher Darmerkrankung (n = 3.981)	36 – 104 min	**Wundinfektion:** Referenz
		105 – 155 min	OR: 1,518 KI: 1,206 – 1,910 p < 0,05
		156 – 226 min	OR: 1,835 KI: 1,455 – 2,313 p < 0,05
		> 226 min	OR: 2,606 KI: 2.058 – 3,229 p < 0,05
15. Wilson et al. 2014	Ileokolektomie bei Morbus Crohn (n = 2.469)	165 min	**Organraum-Infektion:** 5,7 %
		144 min p = 0,0001	**keine Organraum-Infektion:** 94,3 %

Tabelle 202: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Magenchirurgie. Lokale Komplikationen schließen Anastomoseninsuffizienzen und intraabdominelle Infektionen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Jeong et al. 2013	Gastrektomie (n = 2.091)	255 min (± 104)	**Wundinfektion:** 3,3 %
		190 min (± 72) p < 0,001	**keine Wundinfektion:** 96,7 %
2. Kosuga et al. 2017	laparoskopische Gastrektomie (n = 407)	> 320 min	**Wundinfektion:** OR: 3,732 KI: 1,109 – 16,98 p = 0,033
		< 320 min	**Organraum-Infektionsrate:** 3,9 %
		> 320 min	6,4 % p = 0,371
3. Tu et al. 2016	radikale laparoskopische Gastrektomie (n = 2.364)	> 240 min	**Organraum-Infektion:** OR: 3,865 KI: 2,137 – 6,990 p < 0,001
4. Lo et al. 2008	radikale Gastrektomie (n = 2.076)	6,01 h (± 2,5)	**intraabdominelle Infektion:** 3,9 %
		5,07 h (± 2,0) p = 0,001	**keine intraabdominelle Infektion:** 96,1 %
5. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	< 180 min	**Anastomosenin-suffizienzrate:** 14,8 %
		> 180 min	6,3 % p = 0,082
		< 180 min	**Wundinfektionsrate:** 7,4 %

		> 180 min	2,5 % p = 0,971
6. Lee et al. 2010	Gastrektomie (n = 88)	< 180 min	**Wundinfektionsrate:** 7,3 %
		> 180 min	16,7 % p = 0,210

Tabelle 203: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Ileostoma-Rückverlegung. Lokale Komplikationen schließen Anastomoseninsuffizienzen, Beckenabszesse und mechanische Darmverschlüsse ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Sharma et al. 2013	Ileostoma-Rückverlegung (n = 5.401)	> 100 min (> 75. Perzentile)	**Wundinfektion:** OR: 3,3 KI: 2,61 – 4,06 p < 0,0001
2. Nakamura et al. 2017b	Ileostoma-Rückverlegung (n = 240)	> 145 min	**lokale Komplikation:** OR: 2,5179 KI: 1,1165 – 5,6783 p = 0,0260
3. Pan et al. 2015	Ileostoma-Rückverlegung (n = 245)	> 90 min	**Wundinfektion:** OR: 4,862 KI: nicht angegeben p = 0,002

Tabelle 204: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Hernienchirurgie. Lokale Komplikationen schließen Netzinfektionen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Swenson et al. 2008	Hernioplastik (n = 506)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 124 min (± 76)	**Wundinfektion:** OR pro min: 1,008 KI: 1,005 – 1,012 p < 0,0001
			Netzinfektion: OR pro min: 1,007

			KI: 1,003 – 1,011 p = 0,0004
2. Chipko et al. 2017	Hernioplastik (n = 223)	< 2 h	**Wundinfektionsrate:** 3 %
		> 2 h	15 % p = 0,001

Tabelle 205: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Appendektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kelly et al. 2014a	Appendektomie laparoskopisch (n = 4.514) / offen (n = 583)	> 60 min	**Organraum-Infektion:** aOR: 2,15 KI: 1,52 – 3,04 p < 0,001
		< 60 min	64,3 % der Patienten mit Wundkomplikation 77,7 % der Patienten ohne Wundkomplikation p = 0,008 Anmerkung: In der multivariaten Analyse war eine Operationszeit > 60 min nur im Trend mit einer erhöhten Wundinfektionsrate verbunden: aOR: 1,60 KI: 0,95 – 2,68 p = 0,078
2. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie bei nicht-perforierter Appendizitis (n = 2.277)	< 90 min	**Wundinfektionsrate:** 2,8 %
		> 90 min	4,5 % p = 0,207
	laparoskopische Appendektomie bei	< 90 min	**Wundinfektionsrate:** 5,1 %

	perforierter Appendizitis (n = 771)	> 90 min	9,0 % p = 0,074

Tabelle 206: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Cholezystektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Fahrner et al. 2014	laparoskopische Cholezystektomie (n = 35.432)	> 60 min	**Wundinfektion:** OR: 2,493 KI: 1,710 – 3,635 p < 0,001

Tabelle 207: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Leberchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Moreno Elola-Olaso et al. 2012	Leberresektion (n = 2.332)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 253 min (± 122)	**oberflächliche / tiefe Wundinfektion, oder Organraum-Infektion:** OR pro min: 1,003 KI: 1,001 – 1,004 p < 0,001

Tabelle 208: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Mediane Laparotomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Lee et al. 2011	mediane Laparotomie (n = 655)	4,5 h (± 2,0)	**Wundinfektion:** 7,63 %
		3,7 h (± 2,3) p = 0,014	**keine Wundinfektion:** 92,37 %

Tabelle 209: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Thyreoidektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Elfenbein et al. 2014	Thyreoidektomie (n = 49.326)	157 min (± 112,4)	**Wundinfektion:** 0,36 %
		117,1 min (± 62) p < 0,001	**keine Wundinfektion:** 99,64 %

Tabelle 210: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Wirbelsäulenchirurgie. Lokale Komplikationen schließen Implantatinfektionen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Jalai et al. 2016	Dekompression bei zervikaler spondylotischer Myelopathie (n = 3.057)	> 208 min (> 75. Perzentile)	**Wundinfektion:** OR: 1,005 KI: 1,001 – 1,009 p = 0,011
2. Sebastian et al. 2016	Dekompression (68,4 %) Spondylodese (24,1 %) Laminoplastik (7,48 %) (n = 5.441)	93 – 135 min vs. < 93 min	**Wundinfektion:** OR: 1,00 KI: 0,76 – 1,34 p = 0,981
		136 – 196 min vs. < 93 min	OR: 1,01 KI: 0,76 – 1,34 p = 0,955
		> 197 min	OR: 1,41 KI: 1,08 – 1,84 p = 0,012
3. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	< 2 h	**chirurgische Komplikation:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 1,65 KI: 0,73 – 3,72 p = 0,231

		3 – 4 h	OR: 2,17 KI: 0,97 – 4,88 p = 0,060
		4 – 5 h	OR: 2,64 KI: 1,13 – 6,16 p = 0,025
		> 5 h	OR: 2,9 KI: 1,29 – 6,55 p = 0,010
		< 2 h	**Wundinfektion:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 2,65 KI: 0,96 – 7,38 p = 0,061
		3 – 4 h	OR: 3,85 KI: 1,40 – 10,59 p = 0,009
		4 – 5 h	OR: 4,39 KI: 1,50 – 12,88 p = 0,007
		> 5 h	OR: 3,97 KI: 1,38 – 11,46 p = 0,011
		< 2 h	**Wunddehiszenz:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 1,58 KI: 0,14 – 17,57 p = 0,712
		3 – 4 h	OR: 3,04 KI: 0,31 – 29,63 p = 0,339
		4 – 5 h	OR: 5,65 KI: 0,57 – 55,93 p = 0,139

		> 5 h	OR: 10,98 KI: 1,32 – 91,37 p = 0,027
		< 2 h	**Organraum-Infektion:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 2,11 KI: 0,22 – 20,49 p = 0,518
		3 – 4 h	OR: 1,75 KI: 0,16 – 19,53 p = 0,648
		4 – 5 h	OR: 6,35 KI: 0,70 – 57,89 p = 0,101
		> 5 h	OR: 9,72 KI: 1,18 – 80,22 p = 0,035
4. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**Wundkomplikation:** OR: 2,26 KI: 1,11 – 4,59 p = 0,025
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 3,32 KI: 1,69 – 6,53 p = 0,001
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 5,95 KI: 3,13 – 11,34 p < 0,001
5. Lim et al. 2018	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 3.353)	< 3 h	**Wundinfektion:** Referenz
		3 – 6 h	OR: 1,604 KI: 0,995 – 2,585 p = 0,052
		> 6 h	OR: 2,573 KI: 1,310 – 5,056 p = 0,006

6. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	> 310 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD) vs. < 310 min	**Wundinfektion:** OR: 2,0 KI: 1,3 – 3,0 p = 0,001
7. Shen et al. 2014	Wirbelsäulen-operation bei Skoliose (n = 102)	384,7 min (± 115,9)	**lokale Infektion > 6 Monate post OP:** n = 17
		254,4 min (± 79,2) p = 0,000	**keine Infektion:** n = 85
8. Tominaga et al. 2016a	verschiedene Wirbelsäulen-eingriffe (n = 825), davon n = 408 mit Implantation von Fremdmaterial	< 120 min	**Wundinfektion:** n = 1
			keine Wundinfektion: n = 98 p = 0,484
		120 – 300 min	**Wundinfektion:** n = 4
			keine Wundinfektion: n = 476 p = 0,024
		> 300 min	**Wundinfektion:** n = 9
			keine Wundinfektion: n = 237 p = 0,008
		Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Wundinfektion:** OR: 1,0066 KI: 1,0024 – 1,0107 p = 0,0019 Kommentar: Mit ansteigender Operations-zeit kommt es zum Ansteigen von Wund-infektionen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

9. Tominaga et al. 2016b	Wirbelsäulen-eingriffe mit Implantation von Fremdmaterial (n = 511)	**mittlere OP-Zeit:** 308 min (234 – 395)	**lokale Infektion:** HR: 1,007 KI: 1,003 – 1,011 p = 0,0014 Kommentar: Mit ansteigender Operations-zeit kommt es zum Ansteigen von lokalen Infektionen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
		435 min (373,8 – 493,8)	**Implantatexplantation:** n = 4 / 16 (mit Infektion)
		413,5 min (327,5 – 482,3) p = 0,72	**keine Implantatexplantation:** n = 12 / 16 (mit Infektion)
10. J. H. Kim et al. 2015	mono- & multisegmentale lumbale Spondylodese (n = 1.831)	195,3 min	**lokale Infektion:** 1,6 %
		177,1 min p = 0,027	**keine Infektion:** 98,4 %
11. Watanabe et al. 2010	verschiedene Wirbelsäulen-eingriffe (n = 223)	230 min (± 106,3)	**Wundinfektion / Implantatinfektion:** 6,3 %
		178 min (± 87,3) p = 0,037	**Keine Wundinfektion / Implantatinfektion:** 93,7 %
		> 3 h	OR: 0,74 KI: 0,13 – 4,28 p = 0,734
12. Sugita et al. 2016	spinale Metastasen-chirurgie (n = 279)	258,5 min (± 76,6)	**Wundinfektion:** 14,7 %
		245,8 min (± 74,0) p = 0,37	**keine Wundinfektion:** 85,3 %

Tabelle 211: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Knieprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	> 135 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Wundinfektion / Wunddehiszenz:** OR: 1,85 KI: 1,25 – 2,74 p < 0,05
2. Han und Kang 2013	Knieprothese (n = 167)	**mittlere OP-Zeit:** 100 min (60 – 175)	**Wundkomplikation:** OR: 1,01 KI: 1,00 – 1,03 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operations-zeit kommt es zum Ansteigen von Wund-komplikationen. Grenz-wert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 212: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Hüftprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. O'Malley et al. 2012	Hüftprothese (n = 4.281)	> 121 min (> 75. Perzentile) vs. < 121 min	**Wundkomplikation:** OR: 2,405 KI: 1,318 – 4,334 p = 0,0037

Tabelle 213: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren lokalen Komplikationen. Schulterprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Waterman et al. 2015	Schulterprothese (n = 2.004)	> 174 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**schwere lokale Komplikation:** OR: 4,05

		vs. < 174 min	KI: 1,45 – 11,30 p = 0,0075

Tabelle 214: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Endoprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Duchman et al. 2017	Hüft- und Knieprothese (n = 99.444)	60 – 120 min	**Wundkomplikation:** Referenz
		< 30 min	aOR: 1,229 KI: 0,298 – 5,070 p < 0,05
		30 – 59 min	aOR: 0,787 KI: 0,640 – 0,968 p < 0,05
		121 – 150 min	aOR: 1,44 KI: 1,210 – 1,713 p < 0,05
		151 – 180 min	aOR: 1,785 KI: 1,389 – 2,293 p < 0,05
		> 180 min	aOR: 2,118 KI: 1,586 – 2,827 p < 0,05

Tabelle 215: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Unfallchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Iqbal et al. 2017	Osteosynthese bei Acetabulumfraktur (n = 250)	> 3 h	**Wundinfektion:** OR: 9,451 KI: 1,121 – 1,564 p = 0,008

Tabelle 216: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und chirurgischen Komplikationen. Hysterektomie. Chirurgische Komplikationen schließen oberflächliche / tiefe Wundinfektionen, Organraum-Infektionen, Wundheilungsstörungen und Reoperationen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Lake et al. 2013	Hysterektomie (n = 13.822)	> 149 min (> 75. Perzentile)	**oberflächliche Wundinfektion:** aOR: 1,84 KI: 1,40 – 2,44 p < 0,001
		< 149 min	**Organraum-Infektion:** 66,9 % der Patientinnen mit Organraum-Infektion
			75,0 % der Patientinnen ohne Organraum-Infektion p = 0,03 Anmerkung: In der multivariaten Analyse habe laut den Autoren kein signifikanter Zusammenhang bestanden.
2. Hanwright et al. 2013	totale laparoskopische Hysterektomie (n = 2.083) / laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomie (n = 4.107)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 2,66 h (± 1,25) / 2,20 h (± 1,14)	**Wundkomplikation:** OR pro h: 1,184 KI: 1,044 – 1,343 p = 0,009
3. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie, laparoskopisch- & roboterassistiert (n = 7.630)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 136,5 min (± 66,2)	**chirurgische Komplikation:** OR pro h: 1,32 KI: 1,17 – 1,49 p < 0,001

Tabelle 217: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Mastektomie. Lokale Komplikationen schließen Fehlschläge freier Lappenübertragungen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Davis et al. 2013	Mastektomie (n = 38.739)	< 2 h	**Wundinfektion:** Referenz
		> 2 h (> 75. Perzentile)	OR: 1,60 KI: 1,39 – 1,84 p > 0,0001
2. Nguyen et al. 2012	Mastektomie + Rekonstruktion (n = 9.315)	< 3 h	**Wundinfektion:** Referenz
		3 – 6 h	aOR: 1,27 KI: 0,98 – 1,64 p = 0,071
		> 6 h	aOR: 1,67 KI: 1,11 – 2,50 p = 0,013
		< 3 h	**Fehlschlag freie Lappenübertragung:** Referenz
		3 – 6 h	aOR: 1,53 KI: 0,95 – 2,44 p = 0,078
		> 6 h	aOR: 4,35 KI: 2,61 – 7,27 p < 0,001
3. Winocour et al. 2015	Mastektomie + Rekonstruktion (n = 12.163)	> 255 min vs. 0 – 255 min	**Wundinfektion:** OR: 1,9 KI: 1,5 – 2,4 p < 0,001

Tabelle 218: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Sectio.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Ezechi et al. 2009	Sectio (n = 817)	> 1 h	**Wundinfektion:** OR: 2,87 KI: 1,96 – 5,97 p < 0,05
2. Jido und Garba 2012	Sectio (n = 485)	< 60 min	**Wundinfektion:** n = 20
			keine Wundinfektion: n = 301
		60 – 90 min	**Wundinfektion:** n = 16
			keine Wundinfektion: n = 97
		> 90 min	**Wundinfektion:** n = 8
			keine Wundinfektion: n = 43 p = 0,009

Tabelle 219: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Kranioplastik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kim et al. 2017	**Kranioplastik:** Rekonstruktion mit Polymethyl-methacrylat (n = 97)	176,9 min (± 43,0)	**Wundinfektion:** n = 8
		166,7 min (± 46,7) p = 0,4	**keine Wundinfektion:** n = 89
	Rekonstruktion mit autologem Knochen (n = 30)	140,0 min (± 7,1)	**Wundinfektion:** n = 2
		153,4 min (± 55,8) p = 0,9	**keine Wundinfektion:** n = 28

2. Wui et al. 2016	Kranioplastik mit autologem Knochen (n = 80)	160,7 min (± 80,5)	**Wundinfektion:** n = 14
		128,4 min (± 58,6) p = 0,09	**keine Wundinfektion:** n = 66

Tabelle 220: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Verschiedene neurochirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Karhade et al. 2017a	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 132.063)	< 82 min	**Wundkomplikation:** Referenz
		82 – 128 min	OR: 1,262 KI: 1,095 – 1,454 p = 0,001
		128 – 200 min	OR: 1,444 KI: 1,255 – 1,661 p < 0,001
		> 200 min	OR: 2,035 KI: 1,777 – 2,33 p < 0,001

Tabelle 221: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen. Resektion intraduraler Spinaltumore. Lokale Komplikationen schließen Wundinfektionen, Wunddehiszenzen, Liquor-Leckagen, Hämatome und neurologische Verschlechterung ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Won et al. 2016	Resektion intraduraler Spinaltumore (n = 231)	> 229 min	**lokale Komplikation:** aOR: 1,01 KI: 1,0 – 1,1 p = 0,04

Tabelle 222: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Meningitiden. Resektion von Meningomyelozelen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Demir et al. 2015	Resektion von Meningo-myelozelen (n = 90)	Cox-Regressionsmodelle, relative Unterschiede	**Wundinfektion:** RR: 2,28 KI: 0,28 – 18,41 p = 0,441 Kommentar: Eine ansteigende Operations-zeit war nur im Trend mit einer erhöhten Wundin-fektionsrate verbunden. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
			Meningitis: RR: 0,618 KI: 0,199 – 1,922 p = 0,406

Tabelle 223: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Revaskularisierung der unteren Extremität.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Greenblatt et al. 2011	Bypass / Thrombend-arteriektomie untere Extremität (n = 12.330)	< 4 h	**Wundinfektion:** Referenz
		4 – 6 h	aOR: 1,42 KI: 1,24 – 1,63 p < 0,05
		> 6 h	aOR: 1,43 KI: 1,16 – 1,75 p < 0,05
2. Aziz et al. 2017	Bypass untere Extremität (n = 2.646)	> 300 min vs. 0 – 170 min	**Wundinfektion:** OR: 1,98 KI: 1,32 – 2,96 p = 0,008

Tabelle 224: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Wiseman et al. 2015	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 49.817)	< 4 h	**Wundinfektion:** Referenz
		4 – 6 h	OR: 1,7 KI: 1,4 – 1,9 p < 0,0001
		> 6 h	OR: 2,1 KI: 1,8 – 2,6 p < 0,0001
2. Henke et al. 2010	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 5.862)	**durchschnittliche OP-Zeit:** Zeitraum 1 (2005 – 2007) (n = 2.453) 156,6 min (± 97,5)	**Wundinfektion:** OR: 1,01 KI: 1,003 – 1,01 p < 0,0001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wundinfektionen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
		Zeitraum 2 (2007 – 2008) (n = 3.409) 141,2 min (± 113,6)	

Tabelle 225: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Freie Lappenübertragung. Lokale Komplikationen schließen Fehlschläge freier Lappenübertragungen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Offodile et al. 2017	freie Lappenübertragung (n = 2.008)	< 6 h	**Fehlschlag freie Lappenübertragung:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 4,64 KI: 1,82 – 11,81 p = 0,014

		> 12 h	OR: 5,65 KI: 2,00 – 15,97 p = 0,014
		< 6 h	**Wundinfektion:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 0,94 KI: 0,51 – 1,73 p = 0,83
		> 12 h	OR: 0,82 KI: 0,32 – 2,11 p = 0,67
		< 6 h	**Wunddehiszenzen:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 1,87 KI: 0,92 – 3,77 p = 0,08
		> 12 h	OR: 3,90 KI: 1,76 – 8,65 p < 0,001
		< 6 h	**Wundkomplikation:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 1,47 KI: 0,84 – 2,57 p = 0,17
		> 12 h	OR: 2,70 KI: 1,39 – 5,25 p = 0,003
2. Wong et al. 2015	freie Lappen-übertragung (n = 778)	> 625,5 min (> 75. Perzentile) vs. < 625,5 min	**Fehlschlag freie Lappenübertragung:** aOR: 2,09 KI: 1,01 – 4,31 p = 0,045

Tabelle 226: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokalen Komplikationen. Verschiedene plastische Eingriffe. Lokale Komplikationen schließen Fehlschläge freier Lappenübertragungen, Wundinfektionen, Dehiszenzen, Erytheme, Nekrosen, Serome, Hämatome und verzögerte Wundheilung ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Miller et al. 2014	verschiedene plastische Eingriffe (n = 1.794)	6,08 h	**lokale Komplikation:** n = 497
		4,12 h p < 0,0001	**keine lokale Komplikation:** n = 1.297

Tabelle 227: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Mediastinitisrate. Herzchirurgische Eingriffe bei Kindern.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Katayanagi 2015	herzchirurgische Eingriffe bei Kindern unter 15 Jahren (n = 174)	Cox-Regressionsmodelle, relative Unterschiede	**Mediastinitis:** OR: 1,27 KI: 1,06 – 1,52 p < 0,01 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Mediastinitiden. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
			MRSA-Mediastinitis: OR: 1,17 KI: 0,92 – 1,49 p = 0,19 Kommentar: Eine ansteigende Operations-zeit war nur im Trend mit einer erhöhten MRSA-Mediastinitisrate verbun-den. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 228: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Stoma-Rückverlagerung bei Kindern. Wundkomplikationen schließen oberflächliche / tiefe Wundinfektionen und Organraum-Infektionen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gonzalez et al. 2017	Stoma-Rückverlagerung (n = 2.110)	> 105 min	**Wundkomplikation:** OR: 1,78 KI: 1,24 – 2,55 p = 0,002

Tabelle 229: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundkomplikationsrate. Verschiedene Eingriffe. Wundkomplikationen schließen oberflächliche / tiefe Wundinfektionen und Organraum-Infektionen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Daley et al. 2015	allgemein- & gefäßchirurgische Operationen (n = 104.632)	**Risikoerhöhung / h ab:** Operationsbeginn	**Zunahme oberflächlicher Wundinfektionen:** 14,1 / 1.000 Fälle / h p < 0,001
		Risikoerhöhung / h ab: Operationsbeginn	**Zunahme tiefer Wundinfektionen:** 6,1 / 1.000 Fälle / h p < 0,001
		Risikoerhöhung / h ab: 0,7 h	**Zunahme Organraum-Infektionen:** 14,4 / 1.000 Fälle / h p < 0,001
2. Boltz et al. 2011	allgemein- & gefäßchirurgische Operationen (n = 2.250)	< 4 h	**Wundinfektion:** Referenz
		4 – 8 h	OR: 1,79 KI: 1,25 – 2,58 p = 0,002
		> 8 h	OR: 3,23 KI: 2,06 – 5,04 p < 0,0001

Tabelle 230: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Resektion Mundhöhlen- / Oropharynxkarzinom.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Sato et al. 2011	Resektion Mundhöhlen- / Oropharynx-karzinom (n = 66)	391 min (34 – 949)	**Wundinfektion:** n = 14
		125 min (25 – 1.220) p = 0,01	**keine Wundinfektion:** n = 52

Tabelle 231: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wundinfektionsrate. Herzchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Nakano et al. 2008	koronararterieller Bypass (Off-Pump) (n = 1.500)	304 min (± 81)	**Wundinfektion:** n = 98
		288 min (± 71) p = 0,0310	**keine Wundinfektion:** n = 1.402

Tabelle 232: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und lokaler Infektionsrate. Urologie. Lokale Infektionen schließen Prostatitis sowie Zystitis ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Taoka et al. 2013	perineale Seedimplantation zur Brachytherapie (n = 826)	< 60 min	**Infektionsrate:** 0 %
		> 60 min	1,2 % p = 0,088

Tabelle 233: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	< 2 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 2,09 KI: 1,34 – 3,25 p = 0,001
		3 – 4 h	OR: 2,74 KI: 1,76 – 4,28 p < 0,001
		4 – 5 h	OR: 3,30 KI: 2,07 – 5,27 p < 0,001
		> 5 h	OR: 5,73 KI: 3,69 – 8,89 p < 0,001
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,75 KI: 1,36 – 2,23 p < 0,001
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 3,19 KI: 2,51 – 4,06 p < 0,001
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 9,88 KI: 7,71 – 12,66 p < 0,001
3. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	> 310 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD) vs. < 310 min	eine / mehrere Komplikationen / Tod: OR: 2,2 KI: 1,8 – 2,7 p < 0,001

4. Basques et al. 2017	Revision posteriorer Spondylodese (n = 1.287)	> 310 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** RR: 1,6 KI: nicht angegeben p = 0,03
5. Di Capua et al. 2017b	Spondylodese bei Wirbelsäulen-deformität (n = 5.819)	> 4 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 2,42 KI: 1,82 – 3,21 p < 0,001
6. Saleh et al. 2017	verschiedene Eingriffe der lumbalen Wirbelsäule (n = 2.320)	< 120 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** Referenz
		120 – 180 min	OR: 1,77 KI: 1,27 – 2,47 p < 0,05
		> 180 min	OR: 3,07 KI: 2,23 – 4,22 p < 0,05
7. Martin et al. 2014	monosegmentale zervikale Diskektomie & Spondylodese (n = 2.881)	> 120 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,94 KI: 1,25 – 2,99 p < 0,05
8. Pugely et al. 2013b	lumbale Diskektomie (n = 4.310)	> 150 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,709 KI: 1,066 – 2,740 p < 0,05
9. Veeravagu et al. 2009	spinale Dekompression und	< 3 h	**postoperative Infektion:** Referenz

	Spondylodese (n = 24.774)	3 – 6 h	OR: 1,33 KI: 1,12 – 1,58 p < 0,05
		> 6 h	OR: 1,40 KI: 1,02 – 1,93 p < 0,05
10. Lim et al. 2018	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 3.353)	< 3 h	**nicht-wundassoziierte Infektion:** Referenz
		3 – 6 h	OR: 1,074 KI: 0,695 – 1,658 p = 0,748
		> 6 h	OR: 3,563 KI: 2,082 – 6,097 p < 0,001
11. Seo et al. 2013	**Korrektur-OP bei Skoliose:** < 20-jährige (n = 450)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 263,4 min (± 55,1)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,01 KI: 1,00 – 1,04 p < 0,05
	> 20-jährige (n = 152)	286,5 min (± 76,6)	OR: 1,01 KI: 1,00 – 1,02 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 234: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten systemischen Komplikationen. Endoprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	> 135 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,60 KI: 1,33 – 1,94 p < 0,05
2. Pugely et al. 2013a	**Knieprothese:** Allgemein-anästhesie (n = 8.022)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 99,52 min (± 40,17)	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,003 KI: 1,001 – 1,004 p = 0,0007 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	spinale Anästhesie (n = 6.030)	95,81 min (± 36,06)	
3. Duchman et al. 2017	Knie- und Hüftprothese (n = 99.444)	60 – 120 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** Referenz
		< 30 min	aOR: 1,31 KI: 0,657 – 2,611 p > 0,05
		30 – 59 min	aOR: 0,938 KI: 0,857 – 1,026 p < 0,05
		121 – 150 min	aOR: 1,149 KI: 1,049 – 1,258 p < 0,05

		151 – 180 min	aOR: 1,242 KI: 1,076 – 1,433 p < 0,05
		> 180 min	aOR: 1,891 KI: 1,624 – 2,203 p < 0,05
4. Haughom et al. 2014	**Hüftprothese:** mit Resident (n = 3.462)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 107,54 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,17 KI: 1,10 – 1,24 p < 0.001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	ohne Resident (n = 9.647)	92,14 min	
5. Anthony et al. 2015	Schulterprothese (n = 1.922)	> 2 h vs. < 2 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 2,0 KI: 1,0 – 3,0 p < 0,05

Tabelle 235: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Arthroskopie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Martin et al. 2013a	Schulter-arthroskopie (n = 9.410)	> 90 min vs. < 90 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 2,10 KI: 1,32 – 3,36 p < 0,05

2. Shields et al. 2015	Schulter-arthroskopie (n = 10.255)	> 90 min vs. < 90 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,93 KI: 1,21 – 3,07 p = 0,01
3. Martin et al. 2013b	Kniearthroskopie (n = 12.271)	> 90 min vs. < 90 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,84 KI: 1,21 – 2,78 p < 0,05

Tabelle 236: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Femurfraktur.

Autor	**Eingriff / Patientenzahl (n)**	**Operationszeit**	**Ergebnis**
1. Pugely et al. 2014	proximale Femurfraktur (n = 4.331)	> 2 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,86 KI: nicht angegeben p < 0,05
2. Fields et al. 2015	**proximale Femurfraktur:** Allgemein-anästhesie (n = 4.318)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 65,36 min (± 45,99)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,88 KI: 1,60 – 2,21 p < 0,0001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	spinale Anästhesie (n = 1.815)	55,81 min (± 37,68)	

Tabelle 237: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Humerusfraktur.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cvetanovich et al. 2016	proximale Humerusfraktur (n = 1.791)	> 90 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,69 KI: 1,194 – 2,391 p = 0,003

Tabelle 238: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Verschiedene orthopädische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Molina et al. 2015	verschiedene orthopädische Eingriffe (n = 5.062)	> 1,5 h vs. < 1,5 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,26 KI: 1,05 – 1,50 p = 0,011

Tabelle 239: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Kolorektale Chirurgie. Allgemeine Komplikationen und Komplikationen nach Entlassung schließen Major- und Minor-Komplikationen ein. Postoperative Infektionen schließen oberflächliche Wundinfektionen, tiefe Wundinfektionen, Organraum-Infektionen, Wunddehiszenzen oder eine Sepsis / einen septischen Schock ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Oyetunji et al. 2013	Kolonresektion (n = 12.956)	Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / 30 min	**Komplikation nach Entlassung:** OR pro 30 min: 1,04 KI: 1,01 – 1,06 p < 0,001
2. Becher et al. 2012	**notfallmäßige Kolektomie:** keine Inflammation (n = 1.305)	< 90 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 0,88

			KI: 0,55 – 0,91 p < 0,0001
		< 120 min	OR: 0,67 KI: 0,53 – 0,84 p = 0,0005
		< 150 min	OR: 0,56 KI: 0,44 – 0,73 p < 0,0001
		< 180 min	OR: 0,57 KI: 0,42 – 0,77 p = 0,0003
	Inflammation allgemein (n = 2.000)	< 90 min	OR: 0,65 KI: 0,52 – 0,81 p < 0,0001
		< 120 min	OR: 0,65 KI: 0,54 – 0,78 p < 0,0001
		< 150 min	OR: 0,64 KI: 0,52 – 0,78 p < 0,0001
		< 180 min	OR: 0,83 KI: 0,65 – 1,07 p = 0,1554
	SIRS (n = 1.170)	< 90 min	OR: 0,58 KI: 0,43 – 0,77 p = 0,0002
		< 120 min	OR: 0,61 KI: 0,48 – 0,79 p < 0,0001
		< 150 min	OR: 0,61 KI: 0,47 – 0,80 p = 0,0003
		< 180 min	OR: 0,76 KI: 0,55 – 1,06 p = 0,0185

	Sepsis (n = 337)	< 90 min	OR: 0,76 KI: 0,45 – 1,32 p = 0,3394
		< 120 min	OR: 0,64 KI: 0,40 – 1,02 p = 0,0617
		< 150 min	OR: 0,52 KI: 0,31 – 0,89 p = 0,0163
		< 180 min	OR: 0,76 KI: 0,40 – 1,44 p = 0,4020
	schwere Sepsis / septischer Schock (n = 493)	< 90 min	OR: 0,70 KI: 0,44 – 1,12 p = 0,1387
		< 120 min	OR: 0,76 KI: 0,51 – 1,02 p = 0,1673
		< 150 min	OR: 0,76 KI: 0,49 – 1,16 p = 0,2002
		< 180 min	OR: 1,00 KI: 0,61 – 1,64 p = 0,9966
3. Bailey et al. 2014	Hemikolektomie rechts (n = 4.273) laparoskopisch: 50,1 % offen: 49,9 %	> 3 h vs. < 3 h	**postoperative Infektion:** OR: 0,71 KI: 0,46 – 1,10 p = 0,129
4. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie (n = 3.048)	< 30 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** Referenz
		30 – 60 min	OR: 1,74 KI: 0,54 – 5,62 p = 0,354

		60 – 90 min	OR: 2,78 KI: 0,85 – 9,09 p = 0,092
		90 – 120 min	OR: 4,80 KI: 1,36 – 17,01 p = 0,015
		> 120 min	OR: 5,49 KI: 1,43 – 21,08 p = 0,013
	nicht-perforierte Appendizitis (n = 2.277)	> 90 min	**postoperativer Ileus:** OR: 4,33 KI: 1,39 – 13,44 p = 0,024
		> 90 min	**intraabdomineller Abszess:** OR: 1,73 KI: 0,22 – 13,91 p = 0,603
	perforierte Appendizitis (n = 771)	> 90 min	**postoperativer Ileus:** OR: 6,03 KI: 2,06 – 17,67 p < 0,001
		> 90 min	**intraabdomineller Abszess:** OR: 2,18 KI: 0,40 – 12,00 p = 0,361
5. Oh et al. 2016	laparoskopische Kolonresektion bei Colon-CA (n = 208)	150 min (125 – 177)	**Enhanced Recovery Program (ERP) nein:** n = 36 Definition ERP-Versagen: Krankenhausaufenthalt > 5 d / Wiederaufnahme / Tod
		135 min (115 – 160) p = 0,016	**ERP ja:** n = 172

6. Evans et al. 2012	laparoskopische kolorektale Resektionen (n = 200)	< 180 min	**Rate allgemeiner Komplikationen:** 12,0 %
		> 180 min	28,4 % p = 0,006
	anteriore Resektion (n = 67)	< 180 min	10,7 %
		> 180 min	35,9 % p = 0,024
	Hemikolektomie rechts (n = 52)	< 180 min	9,1 %
		> 180 min	21,1 % p = 0,024

Tabelle 240: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Pankreasresektion.

Autor	**Eingriff / Patientenzahl (n)**	**Operationszeit**	**Ergebnis**	
1. Ball et al. 2010	Pankreatiko-duodenektomie (n = 4.817)	**mittlere OP-Zeit:** 5 – 6 h	linearer Zusammenhang zwischen verlängerter Operationszeit und postoperativer Morbiditätsrate: Korrelationskoeffizient r = 0,79 p < 0,001	
2. Kelly et al. 2011	Pankreas-linksresektion (n = 1.797)	< 4 h	**Morbidität / Mortalität:** 53 %	**keine Morbidität / Mortalität:** 64 %
		4 – 6 h	27 %	27 %
		> 6 h	20 % p < 0,0001	9 % p < 0,0001

Tabelle 241: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativem Fieber sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Gastrektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Lee et al. 2010	Gastrektomie (n = 88)	< 180 min	**Fieberrate:** 8,6 %
		> 180 min	27,8 % p = 0,043
2. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	< 180 min	**Rate allgemeiner Komplikationen:** 34,6 %
		> 180 min	22,8 % p = 0,24

Tabelle 242: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Hernienchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Qin et al. 2015b	ambulante Hernien-operationen (n = 7.666)	79,6 min (± 57,4)	**allgemeine postoperative Komplikation:** n = 227
		60,9 min (± 40,6) p < 0,001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** n = 7.439

Tabelle 243: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Fundoplicatio.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Telem et al. 2014	Fundoplicatio (n = 4.231)	143,38 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** n = 82
		119,53 min p < 0,01	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** n = 4.149

Tabelle 244: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Laparoskopische Myotomie nach Heller.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Ross et al. 2015	laparoskopische Myotomie nach Heller (n = 1.237)	219,0 min (± 147,2)	**allgemeine postoperative Komplikation:** n = 22
		140,2 min (± 60,0) p < 0,001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** n = 1.215

Tabelle 245: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen nach Entlassung. Ösophagusresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Chen et al. 2016	Ösophagus-resektion (n = 4.483)	> 75. eingriffsspezifischen Perzentile (abhängig von OP-Technik)	**Komplikation nach Entlassung:** RR: 1,06 KI: 0,85 – 1,31 p = nicht angegeben

Tabelle 246: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Sarkomchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tseng et al. 2011	Resektion retroperitonealer Sarkome (n = 156)	**mittlere OP-Zeit:** 214 min (44 – 315)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR pro h: 1,1 KI: 1,91 – 1,34 p = 0,31

Tabelle 247: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Hysterektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie, laparoskopisch- & roboterassistiert (n = 7.630)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 136,5 min (± 66,2)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR pro h: 1,4 KI: 1,28 – 1,54 p < 0,001
2. Hanwright et al. 2013	totale laparoskopische Hysterektomie (n = 2.083) / laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomie (n = 4.107)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 2,66 h (± 1,25) / 2,20 h (± 1,14)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR pro h: 1,246 KI: 1,148 – 1,353 p < 0,001

Tabelle 248: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Clavien 4 / 5 Komplikationen. Gynäkologische Tumoroperationen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Uppal et al. 2015	verschiedene gynäkologische Tumor-OPs (n = 6.551)	208,27 min (± 118,58)	**Clavien 4 / 5 Komplikation:** n = 188
		173,65 min (± 90,12) p < 0,001	**keine Clavien 4 / 5 Komplikation:** n = 6.363

Tabelle 249: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Laparotomie bei Ovarial-Karzinom.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gerestein et al. 2010	Zytoreduktion bei Ovarial-CA (n = 293)	189 min (40 – 384)	**allgemeine postoperative Komplikation:** n = 99
		124 min (40 – 327) p < 0,0001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** n = 194

Tabelle 250: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Rupturiertes abdominelles Aortenaneurysma.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Brahmbhatt et al. 2016	rupturiertes abdominelles Aortenaneurysma (n = 2.440)	Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / min	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR pro min: 1,01 KI: 1,00 – 1,01 p < 0,0001

Tabelle 251: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Offen versorgtes abdominelles Aortenaneurysma.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gupta et al. 2012b	offen versorgtes paraviszerales abdominelles Aortenaneurysma (n = 598)	**mittlere Narkosezeit:** 354 min (274 – 427)	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,003 KI: 1,002 – 1,005 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Narkosezeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 252: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen nach Entlassung. EVAR.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gupta et al. 2014a	EVAR (n = 11.229)	**mittlere OP-Zeit:** 139 min (107 – 182)	**Komplikation nach Entlassung:** OR pro min: 1,002 KI: 1,001 – 1,004 p < 0,05

Tabelle 253: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Henke et al. 2010	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 5.862)	**durchschnittliche OP-Zeit:** Zeitraum 1 (2005 – 2007) (n = 2.453) 156,6 min (± 97,5)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,004 KI: 1,003 – 1,005 p < 0,001

		Zeitraum 2 (2007 – 2008) (n = 3.409) 141,2 min (± 113,6)	Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 254: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Verschiedene kinderchirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kuo et al. 2017	Kraniotomie (n = 3.383)	246,4 min (± 146,3)	**allgemeine postoperative Komplikation:** 32,2 %
		185,8 min (± 105,7) adjustiertes p < 0,001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** 67,8 %
	Defektdeckung (n = 242)	115,1 min (± 70,0)	**allgemeine postoperative Komplikation:** 52,9 %
		108,9 min (± 67,4) adjustiertes p > 0,05	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** 47,1 %
	Shuntanlage (n = 4.560)	61,2 min (± 56,5)	**allgemeine postoperative Komplikation:** 19,5 %
		58,0 min (± 39,4) adjustiertes p = 0,001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** 80,5 %

	Laminektomie (n = 1.811)	188,3 min (± 129,1)	**allgemeine postoperative Komplikation:** 11,1 %
		117,8 min (± 89,8) adjustiertes p < 0,001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** 88,9 %
2. Vedantam et al. 2016	Chiari-Malformation Typ 1 (n = 1.459)	**mittlere OP-Zeit:** 141 min (107 – 181)	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,01 KI: 1,00 – 1,01 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
3. McLeod et al. 2016	urogenitale Operationen bei Kindern (n = 2.202)	**mittlere OP-Zeit:** 104 min (106 – 196)	**allgemeine infektiöse Komplikation:** aOR pro 15 min: 1,04 KI: 1,00 – 1,07 p < 0,05
			allgemeine nicht-infektiöse Komplikation: aOR pro 15 min: 1,09 KI: 1,05 – 1,13 p < 0,05

Tabelle 255: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Meningeomresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Karhade et al. 2017b	Kraniotomie bei Meningeom (n = 3.743)	< 145 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** Referenz
		145 – 218 min	OR: 1,983 KI: 1,382 – 2,843 p < 0,001
		218 – 318 min	OR: 2,713 KI: 1,909 – 3,857 p < 0,001
		> 318 min	OR: 6,564 KI: 4,702 – 9,161 p < 0,001

Tabelle 256: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Chirurgie peripherer Nerven.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Hu et al. 2016	**Chirurgie peripherer Nerven**: mit Grafting (n = 103)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 197,15 min (± 102,27)	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,004 KI: 1,002 – 1,005 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	ohne Grafting (n = 2.248)	109,20 min (± 102,07)	

Tabelle 257: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativen Infektionen. Neurochirurgie. Postoperative Infektionen beinhalten oberflächliche Wundinfektionen, Organraum-Infektionen, tiefe Wundinfektionen, Wunddehiszenzen, Harnwegsinfektion, Pneumonien und SIRS.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Karhade et al. 2017a	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 132.063)	< 82 min	**postoperative Infektion:** Referenz
		82 – 128 min	OR: 1,14 KI: 1,04 – 1,249 p = 0,005
		128 – 200 min	OR: 1,403 KI: 1,284 – 1,534 p < 0,001
		> 200 min	OR: 2,063 KI: 1,891 – 2,25 p < 0,001
		< 82 min	**nicht-wundassoziierte Infektion:** Referenz
		82 – 128 min	OR: 1,084 KI: 0,971 – 1,21 p = 0,15
		128 – 200 min	OR: 1,401 KI: 1,261 – 1,556 p < 0,001
		> 200 min	OR: 2,105 KI: 1,901 – 2,331 p < 0,001

Tabelle 258: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Nephroureterektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Bastiampillai et al. 2016	laparoskopische Nephrektomie (n = 4.159)	> 6 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** RR: 2,17 KI: 1,71 – 2,75 p < 0,05
	laparoskopische Nephro-ureterektomie (n = 745)		

Tabelle 259: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Lungenresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Paul et al. 2015	Keilresektion (n = 1.372)	**mittlere OP-Zeit:** 136,5 min	**allgemeine postoperative Komplikation:** OR: 1,004 KI: 1,003 – 1,005 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von allgemeinen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	Lobektomie (n = 3.713)	116 min	
	Pneumektomie (n = 131)	180 min	

Tabelle 260: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Verschiedene ambulante Operationen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Mathis et al. 2013	verschiedene ambulante Operationen (n = 244.397)	> 75. eingriffsspezifischen Perzentile	**allgemeine postoperative Komplikation:** aOR: 1,66 KI: 1,26 – 2,19 p < 0,05

Tabelle 261: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen. Verschiedene plastische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Jeong et al. 2014	verschiedene plastische Eingriffe (n = 1.598)	5,85 h	**allgemeine postoperative Komplikation:** n = 448
		4,07 h p < 0,001	**keine allgemeine postoperative Komplikation:** n = 1.150

Tabelle 262: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen nach Entlassung. Bariatrische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Chen et al. 2015	laparoskopische Magenbandanlage (n = 25.428)	> 83 min (> 75. Perzentile)	**Komplikation nach Entlassung:** OR: 1,41 KI: 1,31 – 1,51 p < 0,001
	laparoskopischer Magenbypass (n = 63.000)	> 163 min (> 75. Perzentile)	
	Schlauchmagen (n = 20.184)	> 117 min (> 75. Perzentile)	

Tabelle 263: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und allgemeinen Komplikationen nach Entlassung. Hals-Nasen-Ohrenheilkunde.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Chen et al. 2013	verschiedene HNO-Eingriffe (n = 48.028)	> 75. eingriffsspezifischen Perzentile	**Komplikation nach Entlassung:** OR: 1,68 KI: 1,39 – 2,03 p < 0,001

Tabelle 264: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kelly et al. 2014b	verschiedene gastrointestinale Resektionen (n = 42.609)	> 4 h (> 75. Perzentile)	**Wiederaufnahme:** OR: 1,45 KI: 1,35 – 1,56 p < 0,0001
2. Tevis et al. 2015	**verschiedene Eingriffe** (n = 2.799) minimalinvasive Eingriffe: 12,2 %	**OP-Zeit: > 4. Quartil:** > 133 min	**Wiederaufnahme:** OR: 1,601 KI: 1,186 – 2,160 p = 0,002
	kolorektale Chirurgie: 37,7 %	> 259 min	
	allgemeine Eingriffe: 30,5 %	> 155 min	
	hepato-pankreatikobiliär: 19,5 %	> 356 min	
3. Kohlnhofer et al. 2014	verschiedene allgemein-chirurgische Eingriffe (n = 3.556)	0 – 2 h	**Wiederaufnahme:** aOR: 1,145 KI: 0,811 – 1,616 p > 0,05
		2 – 4 h	aOR: 1,337 KI: 0,815 – 2,194 p < 0,05

		4 – 6 h	aOR: 1,272 KI: 0,691 – 2,343 p < 0,05
4. Dieterich und Divino 2017	verschiedene allgemein-chirurgische Eingriffe (n = 7.712)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Wiederaufnahme:** HR: 1,001 KI: 1,00 – 1,002 p = 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 265: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Esemuede et al. 2015	kolorektale Resektionen (n = 30.428)	> 180 min	**Wiederaufnahme:** OR: 1,285 KI: 1,187 – 1,393 p < 0,001
2. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie bei nicht-perforierter Appendizitis (n = 2.277)	> 90 min	**Wiederaufnahme:** OR: 5,06 KI: 1,80 – 14,22 p = 0,001
	laparoskopische Appendektomie bei perforierter Appendizitis (n = 771)	> 90 min	OR: 2,49 KI: 1,38 – 4,50 p < 0,001

Tabelle 266: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Hernienchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Baltodano et al. 2016	Hernioplastik (n = 17.789)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 81,6 min (± 64,2)	**Wiederaufnahme:** OR pro h: 1,12 KI: 1,04 – 1,20 p = 0,004
2. Qin et al. 2015b	ambulante Hernien-operationen (n = 7.666)	61,11 min (± 41,4)	**Wiederaufnahme:** 3,3 %
		72,5 min (± 37,8) p = 0,639	**keine Wiederaufnahme:** 96,7 %

Tabelle 267: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Benigne Ösophaguschirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Poupore et al. 2016	Ösophaguseingriffe benigner Indikation (n = 14.478)	140 min (100 – 188)	**Wiederaufnahme:** 5,5 %
		122 min (89 – 167) p < 0,001	**keine Wiederaufnahme:** 94,5 %

Tabelle 268: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Magenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Acher et al. 2016	Gastrektomie (n = 855)	268,6 min (181,7 – 355,5)	**Wiederaufnahme:** 14,2 %
		244,9 min (148,5 – 341,3) p = 0,0384	**keine Wiederaufnahme:** 85,8 %

Tabelle 269: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Revaskularisierung.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Davenport et al. 2014	offene & endovaskuläre Re-vaskularisierung der unteren Extremität (n = 8.414)	< 87 min	**Wiederaufnahme:** Referenz
		87 – 131 min	OR: 0,93 KI: 0,68 – 1,28 p = 0,671
		132 – 187 min	OR: 1,13 KI: 0,82 – 1,55 p = 0,449
		188 – 259 min	OR: 1,21 KI: 0,88 – 1,66 p = 0,251
		> 260 min	OR: 1,62 KI: 1,17 – 2,24 p = 0,003
2. Bodewes et al. 2017	**infrainguinale endovaskuläre Re-vaskularisierung** Claudicatio (n = 1.647)	> 120 min (> 75. Perzentile)	**Wiederaufnahme:** OR: 1,8 KI: 1,1 – 2,7 p = 0,01
	chronisch kritische Ischämie (n = 2.802)	102 min (66 – 148)	**Wiederaufnahme:** 16 %
		92 min (63 – 136) p < 0,01	**keine Wiederaufnahme:** 84 %
3. Aziz et al. 2016b	Bypass der unteren Extremität (n = 2.646)	0 – 170 min	**Wiederaufnahme:** Referenz
		171 – 225 min	OR: 1,45 KI: 1,05 – 2,00 p < 0,01
		226 – 300 min	OR: 2,07 KI: 1,52 – 2,81 p < 0,01

		> 300 min	OR: 1,70 KI: 1,25 – 2,33 p < 0,01

Tabelle 270: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Glebova et al. 2016	verschiedene gefäßchirurgische Operationen (n = 86.236)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Wiederaufnahme:** OR: 1,09 KI: 1,07 – 1,11 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
2. Gupta et al. 2014b	infrainguinaler Bypass (n = 2.672)	> 346 min (> 90. Perzentile)	**Wiederaufnahme:** OR: 1,93 KI: 1,40 – 2,67 p < 0,05
	EVAR (n = 2.369)	> 228 min (> 90. Perzentile)	**Wiederaufnahme:** 16,1 %
			keine Wiederaufnahme: 9,7 % p < 0,001
			Wiederaufnahme: OR: 1,41 KI: 0,87 – 2,31 p = 0,16
	oAAA (n = 515)	> 355 min (> 90. Perzentile)	**Wiederaufnahme:** 9,8 %
			keine Wiederaufnahme: 10,1 % p = 0,94

	CEA (n = 5.690)	> 167 min (> 90. Perzentile)	**Wiederaufnahme:** 11,4 %
			keine Wiederaufnahme: 10,0 % p = 0,37

Tabelle 271: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate sowie Reoperationsrate. Dekompression bei Thoracic-Outlet-Syndrome (TOS).

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Rinehardt et al. 2017	Dekompression bei Thoracic-Outlet-Syndrom (n = 617)	**mittlere OP-Zeit:** 122 min (0 – 760)	**Wiederaufnahme / Reoperation / beides:** OR ≈ 1,05 (geschätzt, da nur graphisch im Forest-Plot dargestellt) Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 272: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Bernatz und Anderson 2015	**Metaanalyse:** Wirbelsäulen-eingriffe (n = 488.049 in 13 Publikationen)	Untersuchung der Beziehung zwischen Operationszeit und Wiederaufnahmerate in 5 / 13 Publikationen.	Eine verlängerte Operationszeit war in 4 / 5 Arbeiten mit erhöhter Wiederaufnahmerate assoziiert.
2. Webb et al. 2017	lumbale Diskektomie (n = 20.376)	> 151 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Wiederaufnahme:** RR: 1,41 KI: 1,02 – 1,97 p = 0,002

3. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**Wiederaufnahme:** OR: 1,33 KI: 0,93 – 1,91 p = 0,117
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 1,45 KI: 1,02 – 2,07 p = 0,041
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 1,84 KI: 1,29 – 2,64 p = 0,001
4. Kim et al. 2014b	lumbale Dekompression (n = 7.016)	143,22 min (± 88,06)	**Wiederaufnahme:** 4,4 %
		117,42 min (± 75,67) p < 0,001	**keine Wiederaufnahme:** 95,6 %
			OR: 1,003 KI: 1,001 – 1,004 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
5. Saleh et al. 2017	verschiedene Eingriffe der lumbalen Wirbelsäule (n = 2.320)	< 120 min	**Wiederaufnahme:** Referenz
		120 – 180 min	OR: 0,98 KI: 0,52 – 1,83 p > 0,05
		> 180 min	OR: 0,88 KI: 0,44 – 1,77 p > 0,05
6. Garcia et al. 2016	anteriore lumbale Spondylodese (n = 2.042)	218,49 min (± 11,92)	**Wiederaufnahme:** 5,19 %
		205,26 min (± 2,82) p = 0,28	**keine Wiederaufnahme:** 94,81 %

Tabelle 273: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Schulterarthroskopie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Hill et al. 2017	Schulter-arthroskopie (n = 15.015)	> 90 min	**Wiederaufnahme:** aOR: 1,74 KI: 1,24 – 2,44 p = 0,001

Tabelle 274: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Gynäkologie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Uppal et al. 2016	verschiedene gynäkologische Tumor-Operationen (n = 12.804)	< 3 h	**Wiederaufnahme:** Referenz
		> 3 h	OR: 1,4 KI: 1,2 – 1,6 p < 0,001
2. Cory et al. 2017	verschiedene gynäkologische Operationen (hauptsächlich Hysterektomien): benigne Operationen (n = 46.718)	15 – 59 min	**Wiederaufnahme:** Referenz
		60 – 89 min	aOR: 1,29 KI: 1,04 – 1,59 p = 0,02
		90 – 119 min	aOR: 1,38 KI: 1,12 – 1,71 p < 0,01
		120 – 179 min	aOR: 1,29 KI: 1,05 – 1,58 p = 0,02
		> 180 min	aOR: 1,57 KI: 1,27 – 1,94 p < 0,01
		182 min (130 – 252)	**Wiederaufnahme:** n = 623

	onkologische Operationen (n = 7.641)	163 min (116 – 224) p < 0,01	**keine Wiederaufnahme:** n = 7.018 Anmerkung: In der multivariaten Analyse war eine Operationszeit > 180 min nur im Trend mit einer erhöhten Wiederaufnahmerate verbunden: aOR: 1,03 KI: 0,61 – 1,76 p = 0,91
3. Catanzarite et al. 2015b	Hysterektomie (n = 21.228)	Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / h	**Wiederaufnahme:** OR pro h: 1,20 KI: nicht angegeben p < 0,001
4. Chow et al. 2015	Mastektomie (n = 21.271)	205,19 min (± 146,79)	**Wiederaufnahme:** 5,59 %
		179,30 min (± 128,24) p < 0,001	**keine Wiederaufnahme:** 94,41 %
	vollständige Daten für multivariate Analyse (n = 6.089)	Anmerkung: In der multivariaten Analyse war eine verlängerte Operationszeit nicht mit einer erhöhten Wiederaufnahmerate assoziiert.	OR: 1,00 KI: 0,99 – 1,01 p = 0,294

Tabelle 275: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Kinderchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Polites et al. 2017	allgemein- und thoraxchirurgische Eingriffe bei Kindern (n = 54.870)	60 – 140 min vs. < 60 min	**Wiederaufnahme:** HR: 1,21 KI: 1,06 – 1,39 p = 0,005

		> 140 min vs. < 60 min	HR: 1,51 KI: 1,26 – 1,81 p < 0,001
2. Sherrod et al. 2016	verschiedene neurochirurgische Eingriffe bei Kindern (n = 9.799)	Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / h	**Wiederaufnahme:** aOR pro h: 1,059 KI: 1,006 – 1,114 p = 0,029

Tabelle 276: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Plastische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Vieira et al. 2017	ästhetische Eingriffe (n = 5.100)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 154,9 min (± 72,5)	**Wiederaufnahme:** OR pro min: 1,003 KI: 1,00 – 1,005 p = 0,046
2. Mioton et al. 2014	ambulant durchgeführte ästhetische Eingriffe (n = 2.879)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Wiederaufnahme:** OR: 1,40 KI: 1,08 – 1,81 p = 0,01 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 277: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Bariatrische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Khorgami et al. 2016	Sleeve-Gastrektomie, Magenbypass (n = 35.655)	2,13 h (± 0,98)	**Wiederaufnahme:** 4,9 %
		1,90 h (± 0,91) p < 0,001	**keine Wiederaufnahme:** 95,1 %

		Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / h	OR pro h: 1,13 KI: 1,07 – 1,20 p < 0,001
2. Garg et al. 2016	Sleeve-Gastrektomie, Magenbypass, Magenband (n = 18.296)	131,7 min	**Wiederaufnahme:** 5,22 %
		114,9 min p < 0,001	**keine Wiederaufnahme:** 94,78 %
		Anmerkung: In der multivariaten Analyse war eine verlängerte Operationszeit nicht mit einer erhöhten Wiederaufnahmerate assoziiert.	OR: 1,00 KI: 1,00 – 1,00 p = 0,19

Tabelle 278: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Verschiedene ambulante Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Mathis et al. 2013	verschiedene ambulante Operationen (n = 244.397)	> 75. eingriffsspezifischen Perzentile	**Wiederaufnahme:** aOR: 3,1 KI: 2,8 – 3,3 p < 0,05

Tabelle 279: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Herzchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Iribarne et al. 2014	verschiedene herzchirurgische Eingriffe (n = 5.059)	**mittlere OP-Zeit:** 4,2 h (3,3 – 5,2)	**Wiederaufnahme:** HR: 1,15 KI: 1,10 – 1,20 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen.

			Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 280: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhauswiederaufnahmerate. Partielle Nephrektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Patel et al. 2015	**partielle Nephrektomie:** minimalinvasiv (n = 1.253)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Wiederaufnahme:** OR: 1,08 KI: 1,04 – 1,16 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	offen (n = 871)	nicht angegeben	Laut den Autoren habe kein Zusammenhang zwischen Operationszeit und Wiederaufnahmerate nach offener OP bestanden. Weitere Angaben wurden nicht gemacht.

Tabelle 281: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Kolorektale Chirurgie. Schwere Komplikationen schließen septische und kardiopulmonale / zerebrovaskuläre Komplikationen ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis: OP nach Hartmann (n = 1.678) primäre Anastomose (n = 340)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 131 min (± 56,5) 136 min (± 64,9)	**Sepsis:** OR: 1,003 KI: 1,001 – 1,006 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum vermehrten Auftreten einer Sepsis. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
2. Bailey et al. 2014	Hemikolektomie rechts (n = 4.273) laparoskopisch: 50,1 %, offen: 49,9 %	> 3 h vs. < 3 h	**kardiopulmonale / zerebrovaskuläre Komplikation:** OR: 1,44 KI: 0,95 – 2,30 p > 0,05
3. Cellini et al. 2013	Hartmann-Rückverlagerung: offen (n = 2.231) laparoskopisch (n = 336)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 189 min (± 86) 180 min (± 79)	**septische Komplikation:** OR: 1,02 KI: 1,01 – 1,04 p = 0,002 **schwere Komplikation:** OR: 1,02 KI: 1,01 – 1,03 p = 0,003 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von septischen / Major-Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 282: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Hernienchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Fischer et al. 2014b	Hernioplastik (n = 1.706)	> 316,7 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**schwere Komplikation:** OR: 2,7 KI: 1,7 – 4,1 p < 0,001

Tabelle 283: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Ileostoma-Rückverlagerung.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Sharma et al. 2013	Ileostoma-Rückverlegung (n = 5.401)	> 100 min (> 75. Perzentile)	**schwere Komplikation:** OR: 2,4 KI: 2,00 – 2,95 p < 0,0001

Tabelle 284: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Pankreatikoduodenektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Harris et al. 2015	Pankreatiko-duodenektomie (n = 780)	> 370 min (> Median)	**schwere Komplikation:** OR: 1,56 KI: 1,05 – 2,34 p = 0,029

Tabelle 285: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Gastrektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Seo et al. 2011	Gastrektomie (n = 590)	> 180 min vs. < 180 min	**schwere Komplikation:** OR: 1,923 KI: 1,184 – 3,123 p = 0,008

Tabelle 286: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Leberresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2014a	Leberteilresektion (n = 7.621)	> 240 min	**schwere Komplikation:** OR: 2,76 KI: 1,82 – 4,18 p = 0,047

Tabelle 287: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Darmresektion bei akuter Mesenterialischämie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gupta et al. 2011	Darmresektion bei akuter Mesenterial-ischämie (n = 861)	**mittlere OP-Zeit:** 103 min (75 – 143)	**schwere Komplikation:** OR pro min: 1,003 KI: 1,001 – 1,006 p < 0,05

Tabelle 288: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Sarkomchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tseng et al. 2011	Resektion retroperitonealer Sarkome (n = 156)	**mittlere OP-Zeit:** 214 min (44 – 315)	**schwere Komplikation:** OR pro h: 1,38 KI: 1,05 – 1,81 p = 0,02

Tabelle 289: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Laparoskopische Myotomie nach Heller.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Ross et al. 2015	laparoskopische Myotomie nach Heller (n = 1.237)	212,8 min (± 136,6)	**schwere Komplikation:** 2,4 %
		139,9 (± 59,5 min) p < 0,001	**keine schwere Komplikation:** 97,6 %

Tabelle 290: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren / allgemeinmedizinischen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und dem Auftreten einer Sepsis. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gruskay et al. 2016	anteriore zervikale Diskektomie & Spondylodese (n = 2.164)	> 171 min (> 75. Perzentile)	**schwere Komplikation:** OR: 2,095 KI: 1,237 – 3,548 p = 0,006
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**Sepsis:** OR: 1,14 KI: 0,49 – 2,66 p = 0,755
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 2,44 KI: 1,16 – 5,11 p = 0,019
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 5,27 KI: 2,66 – 10,44 p < 0,001
3. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	< 2 h	**Sepsis / septischer Schock:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 1,75 KI: 0,66 – 4,60 p = 0,261
		3 – 4 h	OR: 1,04 KI: 0,35 – 3,14 p = 0,943
		4 – 5 h	OR: 1,55 KI: 0,49 – 4,89 p = 0,455
		> 5 h	OR: 4,41 KI: 1,72 – 11,31 p = 0,002
		< 2 h	**allgemeinmedizinische Komplikation:** Referenz

		2 – 3 h	OR: 2,18 KI: 1,34 – 3,54 p = 0,002
		3 – 4 h	OR: 2,56 KI: 1,57 – 4,20 p < 0,001
		4 – 5 h	OR: 3,48 KI: 2,09 – 5,79 p < 0,001
		> 5 h	OR: 6,21 KI: 3,84 – 10,02 p < 0,001

Tabelle 291: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Endoprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. O'Malley et al. 2012	Hüftprothese (n = 4.281)	> 121 min (> 75. Perzentile) vs. < 121 min	**schwere Komplikation:** OR: 1,7 KI: 1,194 – 2,395 p = 0,0028
2. Lakomkin et al. 2017	Hüftrevision (n = 6.121)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 148 min (± 80)	**schwere Komplikation:** OR: 1,002 KI: 1,001 – 1,003 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von schweren Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
3. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	> 135 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**schwere Komplikation:** OR: 1,54 KI: 1,11 – 2,14 p < 0,05

Tabelle 292: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Arthroskopie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Shields et al. 2015	Schulter-arthroskopie (n = 10.255)	> 90 min vs. < 90 min	**schwere Komplikation:** aOR: 1,55 KI: 0,89 – 2,69 p = 0,12
2. Martin et al. 2013b	Kniearthroskopie (n = 12.271)	> 90 min vs. < 90 min	**schwere Komplikation:** aOR: 1,99 KI: 1,07 – 3,71 p < 0,05

Tabelle 293: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und zerebrovaskulären Ereignissen. Verschiedene orthopädische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Molina et al. 2015	verschiedene orthopädische Eingriffe (n = 5.063)	> 1,5 h vs. < 1,5 h	**schwere Komplikation:** aOR: 1,21 KI: 0,99 – 1,50 p = 0,067
2. Minhas et al. 2016	verschiedene orthopädische Eingriffe (n = 42.150)	> 3 h	**zerebrovaskuläres Ereignis:** OR: 3,25 KI: 1,60 – 6,60 p = 0,001

Tabelle 294: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Humerusfraktur.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cvetanovich et al. 2016	proximale Humerusfraktur (n = 1.791)	134 min (± 56)	**schwere Komplikation:** 4,2 %
		119 min (± 60) p = 0,122	**keine schwere Komplikation:** 95,8 %

Tabelle 295: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Karotisendarteriektomie (CEA). Schwere Komplikationen schließen Hirnnervenschädigungen und Schlaganfälle ein.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Bennett et al. 2015b	CEA (n = 3.762)	> 90 min	**Hirnnervenschädigung:** aOR pro 30 min: 1,15 KI: 1,06 – 2,05 p < 0,001
2. Bennett et al. 2015a	CEA (n = 3.845)	< 90 min	**schwere Komplikation:** Referenz
		> 150 min	aOR: 2,88 KI: 1,83 – 4,54 p < 0,001
	asymptomatische Stenose 58,1 %	< 90 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 1,1 %
		90 – 119 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 1,2 %
		120 – 149 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 3,3 %
		> 150 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 2,5 % p = 0,02
	symptomatische Stenose 41,9 %	< 90 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 4 %
		90 – 119 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 5,2 %
		120 – 149 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 3,5 %

		> 150 min	**Mortalitäts- / Schlaganfallrate:** 5,7 % p = 0,45
3. Rubinstein et al. 2013	CEA (n = 12.786)	81 – 99 min vs. < 80 min	**Schlaganfall:** OR: 0,86 KI: 0,54 – 1,38 p = 0,537
		100 – 119 min vs. < 80 min	OR: 0,90 KI: 0,57 – 1,42 p = 0,661
		120 – 147 min vs. < 80 min	OR: 0,88 KI: 0,56 – 1,40 p = 0,600
		> 147 min vs. < 80 min	OR: 0,96 KI: 0,61 – 1,51 p = 0,873
4. Kang et al. 2009	CEA (n = 3.949)	**durchschnittliche Narkosezeit:** 187,3 min (± 61,5)	**Schlaganfall:** OR: 1,02 KI: 1,00 – 1,03 p = 0,008 Kommentar: Mit ansteigender Narkosezeit kommt es zum Ansteigen von Schlaganfällen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
5. Garcia et al. 2017	CEA (n = 53.593)	> 170 min (> 90. Perzentile)	**Schlaganfall:** OR: 1,71 KI: 1,40 – 3,83 p < 0,001
6. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	> 140 min (> 75. Perzentile) vs. < 140 min	**Schlaganfall:** OR: 0,99 KI: 0,70 – 1,41 p = 0,975

Tabelle 296: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und renalen Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Versorgung von abdominellen Aortenaneurysmen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Zettervall et al. 2017	EVAR (n = 3.869)	> 180 min (durchschnittliche OP-Zeit + 2 SD)	**renale Komplikation:** OR: 3,0 KI: 1,6 – 5,6 p < 0,01
	offen versorgtes abdominelles Aortenaneurysma (n = 634)	> 360 min (durchschnittliche OP-Zeit + 2 SD)	
2. Gupta et al. 2012b	offen versorgtes paraviszerales abdominelles Aortenaneurysma (n = 598)	**mittlere Narkosezeit:** 406 min (311 – 418)	**schwere Komplikation:** 35,6 %
		340 min (262 – 405) p < 0,001	**keine schwere Komplikation:** 64,4 %

Tabelle 297: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Major-Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren lokalen Komplikationen. Revaskularisierung der unteren Extremität.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. LaMuraglia et al. 2009	infrainguinaler Bypass (n = 2.404)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 237,1 min (± 104,6)	**Major-Komplikation:** OR: 1,002 KI: 1,00 – 1,003 p = 0,001
			schwere lokale Komplikation: OR: 1,002 KI: 1,00 – 1,003 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Major-Komplikationen sowie schweren lokalen Komplikationen.

			Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 298: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Meningeomresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Karhade et al. 2017b	Kraniotomie bei Meningeom (n = 3.743)	< 145 min	**schwere Komplikation:** Referenz
		145 – 218 min	OR: 1,252 KI: 0,615 – 2,546 p = 0,54
		218 – 318 min	OR: 2,017 KI: 1,066 – 3,815 p = 0,03
		> 318 min	OR: 3,220 KI: 1,748 – 5,930 p < 0,001

Tabelle 299: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Clipping intrakranieller Aneurysmen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kerezoudis et al. 2016	Clipping intrakranieller Aneurysmen (n = 662)	**OP-Zeit** **75. Perzentile:** 169 min (± 25,53)	**schwere Komplikation:** OR pro min: 1,004 KI: 1,002 – 1,006 p < 0,001

Tabelle 300: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Resektion spinaler Tumore.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Karhade et al. 2016	Resektion spinaler Tumore (n = 2.207)	< 136 min	**schwere Komplikation:** Referenz
		136 – 196 min	OR: 0,98 KI: 0,68 – 1,43 p = 0,93
		196 – 272 min	OR: 1,03 KI: 0,70 – 1,50 p = 0,90
		> 272 min	OR: 1,63 KI: 1,14 – 2,32 p = 0,007

Tabelle 301: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Pulmonalvenenstumpfthrombosen. Thoraxchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Ohtaka et al. 2013	Lobektomie links (n = 193)	300 min (195 – 493 min)	**Pulmonalvenen-stumpfthrombose mit Schlaganfall:** 3,6 %
		280 min (133 – 548 min) p = 0,045	**keine Pulmonalvenen-stumpfthrombose mit Schlaganfall:** 96,4 %
2. Fournel et al. 2014	thorakoskopische Lobektomie / Segmentresektion (n = 338)	190 min (159 – 238)	**schwere Komplikation:** 8,9 %
		180 min (150 – 212) p = 0,141	**keine schwere Komplikation:** 91,1 %

Tabelle 302: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Gynäkologie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Erekson et al. 2011	verschiedene gynäkologische Eingriffe (n = 22.214)	< 1 h	**schwere Komplikation**: Referenz
		1 – 2 h	aOR: 1,28 KI: 1,04 – 1,59 p < 0,05
		2 – 3 h	aOR: 1,75 KI: 1,39 – 2,20 p < 0,05
		3 – 4 h	aOR: 2,19 KI: 1,68 – 2,87 p < 0,05
		> 4 h	aOR: 2,91 KI: 2,18 – 3,89 p < 0,05
	benigne Eingriffe (n = 20.751)	< 1 h	**schwere Komplikation**: Referenz
		1 – 2 h	aOR: 1,22 KI: 0,98 – 1,52 p < 0,05
		2 – 3 h	aOR: 1,68 KI: 1,32 – 2,14 p < 0,05
		3 – 4 h	aOR: 2,23 KI: 1,67 – 2,98 p < 0,05
		> 4 h	aOR: 3,32 KI: 2,42 – 4,57 p < 0,05

Tabelle 303: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und schweren Komplikationen. Verschiedene Eingriffe. Schwere Komplikationen umfassen akutes Nierenversagen und das Auftreten einer Sepsis.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Daley et al. 2015	allgemein- & gefäßchirurgische Operationen (n = 104.632)	**Risikoerhöhung / h ab:** Operationsbeginn	**Zunahme Sepsis:** 16,6 / 1.000 Fälle / h p < 0,001
		Risikoerhöhung / h ab: Operationsbeginn	**Zunahme akutes Nierenversagen:** 3,6 / 1.000 Fälle / h p < 0,001

Tabelle 304: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und dem Auftreten einer Sepsis. Magenbypass.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Blair et al. 2016	laparoskopischer Magenbypass (n = 66.838)	161 min (± 77,8)	**Sepsis:** 0,82 %
		135,10 min (± 56,5) p < 0,0001	**keine Sepsis:** 99,18 %
			Sepsis: OR pro min: 1,006 KI: 1,004 – 1,007 p < 0,0001

Tabelle 305: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Wiederaufnahme auf die Intensivstation. Herzchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Benetis et al. 2013	Koronararterien-Bypass (n = 169)	> 4 h	**Wiederaufnahme auf die Intensivstation:** OR: 3,44 KI: 1,54 – 7,69 p = 0,04

Tabelle 306: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und Portalvenenthrombosen. Leberchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2013	Leberresektion (n = 7.621)	> 240 min	**VTE vor Entlassung:** OR: 2,28 KI: 1,47 – 3,52 p < 0,001
		> 240 min	**VTE nach Entlassung:** OR: 2,35 KI: 1,26 – 4,40 p = 0,008
2. Tzeng et al. 2012	Leberresektion (n = 5.651)	> 222 min	**VTE:** OR: 1,37 KI: 1,01 – 1,86 p = 0,043
3. Turley et al. 2012	Leberresektion (n = 5.706)	< 3 h	**VTE:** Referenz
		3 – 5 h	aOR: 1,90 KI: 1,17 – 3,07 p = 0,009
		> 5 h	aOR: 2,80 KI: 1,71 – 4,60 p < 0,0001
4. Yamashita et al. 2014	Leberresektion (n = 281)	> 360 min	**Portalvenenthrombose:** OR: 6,66 KI: nicht angegeben p < 0,01

Tabelle 307: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen. Verschiedene allgemeinchirurgische Tumor-Operationen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Bellini et al. 2016	Tumoroperationen des Gastro-intestinaltraktes (n = 79.300)	< 168 min	**VTE:** Referenz
		169 – 248 min	aOR: 1,2 KI: 1,0 – 1,4 p = 0,010
		> 248 min	aOR: 1,9 KI: 1,7 – 2,1 p < 0,001
2. De Martino et al. 2012	verschiedene Tumor-operationen (n = 43.808)	Cox-Regressionsmodelle, relative Unterschiede	**TVT:** OR: 1,00 KI: 1,0 – 1,001 p < 0,01
			VTE: OR: 1,0 KI: 0,9 – 1,0 p = 0,96 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zu keinem Ansteigen von TVTs / VTEs.
3. Kimura et al. 2016	laparoskopische Kolektomie (n = 35) / Gastrektomie (n = 36) bei Karzinom	332 min (226 – 817)	**VTE:** n = 13
		301 min (145 – 804) p > 0,05	**keine VTE:** n = 58

Tabelle 308: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen und pulmonalen Embolien. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Moghadamyeg-haneh et al. 2014	kolorektale Resektionen (n = 116.029)	Narkosezeit > 150 min	**TVT:** aOR: 1,16 KI: 1,002 – 1,36 p = 0,04
		Narkosezeit > 150 min	**pulmonale Embolie:** aOR: 1,20 KI: 0,99 – 1,46 p = 0,05
2. Henke et al. 2012	partielle Kolektomie (n = 3.464)	nicht angegeben	Laut den Autoren habe kein Zusammenhang zwischen Operationszeit und VTE-Rate bestanden.

Tabelle 309: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen und pulmonalen Embolien. Cholezystektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Stromberg et al. 2015	Cholezystektomie (n = 62.488)	< 120 min	**VTE:** Referenz
	laparoskopisch (88,2 %)	> 120 min	OR: 1,66 KI: 1,18 – 2,35 p < 0,05
	offen (11,8 %)	< 120 min	**TVT:** Referenz
		> 120 min	OR: 1,56 KI: 0,74 – 3,27 p < 0,05
		< 120 min	**pulmonale Embolie:** Referenz

		> 120 min	OR: 2,07 KI: 0,88 – 4,91 p < 0,05

Tabelle 310: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien. Pankreasresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	> 360 min	**VTE:** OR: 1,30 KI: 1,02 – 1,65 p = 0,048

Tabelle 311: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen und pulmonalen Embolien. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	< 2 h	**TVT:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 7,67 KI: 0,98 – 60,27 p = 0,053
		3 – 4 h	OR: 7,62 KI: 0,95 – 61,40 p = 0,056
		4 – 5 h	OR: 6,44 KI: 0,71 – 58,13 p = 0,097
		> 5 h	OR: 17,22 KI: 2,20 – 134,65 p = 0,007
2. Schoenfeld et al. 2013b	verschiedene Wirbelsäulen-eingriffe (n = 27.730)	> 261 min	**TVT:** OR: 2,23 KI: 1,62 – 3,07 p = 0,0001

		> 261 min	**LAE:** OR: 2,20 KI: 1,43 – 3,39 p = 0,0003
3. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**VTE:** OR: 3,94 KI: 1,10 – 14,9 p = 0,036
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 12,37 KI: 3,77 – 40,57 p < 0,001
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 17,09 KI: 5,27 – 55,45 p < 0,001
4. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	> 310 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD) vs. < 310 min	**VTE:** OR: 3,4 KI: 2,1 – 5,6 p < 0,001

Tabelle 312: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien. Endoprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Zhang et al. 2015	**systematisches Review:** Hüft- und Knieprothese n = 8.472 Patienten in 4 / 54 Arbeiten	> 2 h	Positiver Zusammenhang zu erhöhter **VTE-Rate** in 1 / 4 Arbeiten
2. Song et al. 2016	Knieprothese (n = 109)	124,9 min (± 18,3)	**VTE:** 23,9 %
		124,3 min (± 19,3) p = 0,876	**keine VTE:** 76,1 %

Tabelle 313: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen. Unfallchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tan et al. 2016	**Metaanalyse:** Frakturen der unteren Extremität (n = 1.068 in 4 / 23 Publikationen)	weighted mean difference (WMD) = 1,22 KI: 0,63 – 1,81	Patienten mit tiefer Beinvenenthrombose hatten durchschnittlich 1,22 h längere Operationen. p = 0,000
2. Karcutskie et al. 2017	stumpfes Trauma (n = 813)	< 2 h	**VTE:** 64,4 %
		< 2 h	**keine VTE:** 83,6 % p < 0,001
	penetrierendes Trauma (n = 324)	< 2 h	**VTE:** 25,8 %
		< 2 h	**keine VTE:** 49,5 % p < 0,01

Tabelle 314: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen und pulmonalen Embolien. Hysterektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie, laparoskopisch- & roboterassistiert (n = 7.630)	< 240 min	**TVT-Rate:** 0,06 %
		> 240 min	0,5 % p = 0,011
		< 240 min	**Rate pulmonaler Embolien:** 0,1 %
		> 240 min	0,7 % p = 0,012

		durchschnittliche OP-Zeit: 136,5 min (± 66,2)	**VTE:** OR pro h: 1,47 KI: 1,12 – 1,92 p = 0,005
2. Swenson et al. 2015	Hysterektomie (n = 20.496)	2,9 h (2,1 – 3,8)	**VTE:** 0,5 %
		2,0 h (1,5 – 2,8) p < 0,001	**keine VTE:** 99,5 %
		1 h	**VTE:** Referenz
		Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	aOR: 1,55 KI: 1,31 – 1,84 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von VTEs.
3. Barber et al. 2015	Hysterektomie (n = 44.167)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 129,3 min (± 68,1)	**VTE:** OR pro min: 1,004 KI: 1,003 – 1,005 p < 0,0001

Tabelle 315: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien. Mastektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Fischer et al. 2014a	Mastektomie (n = 48.634) unilateral (79 %) bilateral (21 %)	**durchschnittliche OP-Zeit:** unilateral: 2,2 h (± 1,7) bilateral: 3,9 h (± 2,2)	**VTE:** OR: 1,13 KI: 1,05 – 1,21 p = 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von VTEs. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 316: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien. Neurochirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cote et al. 2016	Kraniotomie bei Hirntumor (n = 19.409)	< 123 min	**VTE:** Referenz
		123 – 183 min	OR: 0,909 KI: 0,615 – 1,343 p = 0,631
		183 – 271 min	OR: 1,462 KI: 1,034 – 2,068 p = 0,032
		> 271 min	OR: 1,945 KI: 1,394 – 2,713 p < 0,001
2. Kimmell und Walter 2014	Kraniotomie (n = 3.098) davon 56,2 % onkologisch	> 4 h	**VTE:** OR: 1,97 KI: 1,24 – 3,14 p = 0,004
3. Kimmell und Jahromi 2015	Kraniotomie (n = 4.844)	> 4 h	**VTE:** OR: 1,67 KI: 1,20 – 2,32 p = 0,004
4. Karhade et al. 2017b	Kraniotomie bei Meningeom (n = 3.743)	< 145 min	**VTE:** Referenz
		145 – 218 min	OR: 2,572 KI: 1,366 – 4,840 p = 0,003
		218 – 318 min	OR: 2,646 KI: 1,405 – 4,984 p = 0,003
		> 318 min	OR: 3,913 KI: 2,128 – 7,195 p < 0,001

Tabelle 317: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien. Eingriffe verschiedener Fachrichtungen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. J.Y.Kim et al. 2015	Operationen verschiedener Fachrichtungen (n = 1.432.855)	0. – 20. Perzentile	**VTE:** aOR: 0,86 KI: 0,83 – 0,88 p < 0,001
		21. – 40. Perzentile	aOR: 0,98 KI: 0,95 – 1,00 p = 0,39
		41. – 60. Perzentile	Referenz
		61. – 80. Perzentile	aOR: 1,10 KI: 1,07 – 1,13 p < 0,001
		81. – 100. Perzentile	aOR: 1,27 KI: 1,21 – 1,34 p < 0,001
2. Pannucci et al. 2012	verschiedene ambulante Operationen (n = 173.501)	< 60 min	**VTE:** Referenz
		60 – 119 min	aOR: 1,21 KI: 0,92 – 1,60 p = 0,175
		> 120 min	aOR: 1,69 KI: 1,06 – 2,67 p = 0,027

Tabelle 318: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien sowie zur Beziehung zwischen Operationszeit und tiefen Beinvenenthrombosen und Lungenembolien. Plastische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Jeong et al. 2014	verschiedene plastische Eingriffe (n = 1.598)	5,95 h	**VTE:** n = 24
		4,55 h p = 0,033	**keine VTE:** n = 1.574

2. Offodile et al. 2017	freie Lappen-übertragung (n = 2.008)	< 6 h	**TVT:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 1,21 KI: 0,38 – 3,88 p = 0,75
		> 12 h	OR: 2,20 KI: 0,55 – 8,88 p = 0,27
		< 6 h	**Lungenembolie:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 2,43 KI: 0,53 – 11,13 p = 0,25
		> 12 h	OR: 2,19 KI: 0,31 – 15,66 p = 0,43

Tabelle 319: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und venösen Thromboembolien. Bariatrische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Aminian et al. 2017	verschiedene bariatrische Eingriffe (n = 91.963)	> 3 h	**VTE nach Entlassung:** aOR: 1,57 KI: 1,13 – 2,18 p < 0,05

Tabelle 320: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**Krankenhausaufenthalt > 5 d:** OR: 1,60 KI: 1,26 – 2,02 p < 0,001

		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 2,80 KI: 2,23 – 3,52 p < 0,001
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 5,82 KI: 4,61 – 7,35 p < 0,001
2. Di Capua et al. 2017a	anteriore zervikale Diskektomie & Spondylodese (n = 14.598)	> 4 h	**Krankenhausaufenthalt > 5 d:** OR: 3,83 KI: 3,01 – 4,86 p < 0,001
3. Gruskay et al. 2016	anteriore zervikale Diskektomie & Spondylodese (n = 2.164)	> 171 min (> 75. Perzentile)	**Verlängerung des Krankenhausaufenthalts um:** 0,7 Tage (± 0,1) p < 0,001
4. Basques et al. 2014	posteriore lumbale Spondylodese (n = 1.861)	> 268 min (> 75. Perzentile)	**Verlängerung des Krankenhausaufenthalts um:** 0,97 Tage p < 0,001
5. Basques et al. 2015b	posteriore Spondylodese bei idiopathischer Skoliose (n = 733)	> 365 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Krankenhausaufenthalt > 6 d:** OR: 2,57 KI: 1,39 – 4,76 p = 0,003
6. Basques et al. 2015c	posteriore Spondylodese bei neuromuskulärer Skoliose (n = 940)	> 470 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Krankenhausaufenthalt > 7 d:** RR: 1,8 KI: nicht angegeben p < 0,001

Tabelle 321: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Endoprothetik.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	> 135 min	**Krankenhausaufenthalt > 4 d:** OR: 2,08

		(durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	KI: 1,88 – 2,31 p < 0,05
2. Lakomkin et al. 2017	Hüftrevision (n = 6.121)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 148 min (± 80)	**Krankenhausaufenthalt > 5 d:** OR: 1,006 KI: 1,006 – 1,007 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zur Verlängerung des Krankenhausaufenthaltes. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
3. Dunn et al. 2015	Schulterprothese (n = 2.004)	> 174 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Krankenhausaufenthalt > 4 d:** OR: 1,94 KI: 1,23 – 3,04 p = 0,0041

Tabelle 322: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Unfallchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Basques et al. 2015d	Tibiakopffraktur (n = 519)	> 178 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Krankenhausaufenthalt > 3 d:** RR: 1,6 KI: nicht angegeben p = 0,031

Tabelle 323: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Appendektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gross et al. 2016	Appendektomie bei komplizierter Appendizitis (n = 2.585)	> 73 min	**Krankenhausaufenthalt > 7 d:** OR: 1,99

	davon offen: 22,59 %		KI: 1,63 – 2,44 p < 0,001
2. Jeon et al. 2016	laparoskopische Appendektomie bei nicht-perforierter Appendizitis (n = 2.277)	> 90 min	**Verlängerung des Krankenhausaufenthalts um:** 1,74 Tage KI: 1,29 – 2,19 p < 0,001
	laparoskopische Appendektomie bei perforierter Appendizitis (n = 771)	> 90 min	**Verlängerung des Krankenhausaufenthalts um:** 1,33 Tage KI: 0,86 – 1,81 p < 0,001

Tabelle 324: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Keller et al. 2014	laparoskopische kolorektale Resektionen (n = 548)	189,1 min (± 75)	**Krankenhausaufenthalt > 4 d:** n = 273
		156,7 min (± 60,2) p < 0,0001	**Krankenhausaufenthalt ≤ 3 d:** n = 275
		Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / h	**Krankenhausaufenthalt > 4 d:** OR pro h: 1,0235 SE: 0,011 p = 0,0361

Tabelle 325: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Hartmann-Rückverlagerung.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cellini et al. 2013	Hartmann-Rückverlagerung: offen (n = 2.231) laparoskopisch (n = 336)	**OP-Zeit > durchschnittlicher Dauer:** > 189 min (± 86) > 180 min (± 79)	**Verlängerung des Krankenhausaufenthalts um:** 0,92 Tage (± 0,21) p < 0,001

Tabelle 326: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Cholezystektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Chong et al. 2016	laparoskopische Cholezystektomie (n = 336)	**mittlere OP-Zeit:** 51,5 min (14,0 – 371,0)	**Krankenhausaufenthalt > 2 d:** OR: 1,030 KI: 1,005 – 1,045 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zur Verlängerung des Krankenhausaufenthaltes. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 327: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Hernienchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Leonard et al. 2016	laparoskopische Hernioplastik (n = 132)	**mittlere OP-Zeit:** Zeitraum 1 (2006 – 2011) (n = 80) 135 min (38 – 306)	**Krankenhausaufenthalt > 2 d:** OR pro 15 min: 1,2 KI: 1,1 – 1,5 p = 0,005

		Zeitraum 2 (2011 – 2012) (n = 52) 131 min (36 – 315)	

Tabelle 328: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Gastrektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	< 180 min	**Krankenhausaufenthalt > 10 d:** 45,7 %
		> 180 min	43,1 % p = 0,861

Tabelle 329: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Resektion und Rekonstruktion von Kopf-Hals-Tumoren.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tadiparthi et al. 2014	Rekonstruktion nach Resektion von Kopf-Hals-Tumoren (n = 191)	**mittlere OP-Zeit:** 410 min (130 – 880)	Krankenhausverweildauer korreliert zur Operationszeit (lineare Regressionsanalyse).
2. White et al. 2015	fibulärer freier Gewebetransfer für Kopf- und Halsdefekte bei Tumorresektion (n = 30)	> 11 h	**Krankenhausaufenthalt > 10 d:** aOR: 7,26 KI: 1,12 – 47,29 p = 0,04

Tabelle 330: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Freie Lappenübertragung.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Offodile et al. 2014	**freie Lappen-übertragung:** nicht-Mamma-assoziiert (n = 1.123)	< 4 h	**Krankenhausaufenthalt > 13 d:** Referenz
		4 – 8 h	OR: 1,97 KI: 1,10 – 3,52 p < 0,0001
		8 – 12 h	OR: 2,48 KI: 1,41 – 4,38 p < 0,0001
		> 12 h	OR: 5,65 KI: 3,03 – 10,54 p < 0,0001
	in Zusammenhang mit Brust-rekonstruktion (n = 1.302)	< 4 h	**Krankenhausaufenthalt > 5 d:** Referenz
		4 – 8 h	OR: 3,12 KI: 1,88 – 5,18 p < 0,0001
		8 – 12 h	OR: 7,96 KI: 4,82 – 13,16 p < 0,0001
		> 12 h	OR: 22,92 KI: 12,86 – 40,85 p < 0,0001

Tabelle 331: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Kinderchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. McLeod et al. 2016	urogenitale Operationen bei Kindern (n = 2.202)	**mittlere OP-Zeit:** 104 min (106 – 196)	**Krankenhausaufenthalt > 1 d:** aOR pro 15 min: 1,14

			KI: 1,12 – 1,17 p < 0,05
2. Mahida et al. 2016	**Pyloromyotomie** offen (n = 469) laparoskopisch (n = 674)	**mittlere OP-Zeit:** 28 min (22 – 38) 25 min (20 – 35)	**Krankenhausaufenthalt > 1 d:** aOR pro 5 min: 1,11 KI: 1,05 – 1,17 p < 0,001

Tabelle 332: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Gefäßchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. David et al. 2017	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 7.171)	< 2:45 h	**Krankenhausaufenthalt > 7 d:** Referenz
		2:45 h – 3:44 h	OR: 2,03 KI: 1,69 – 2,44 p < 0,001
		3:45 h – 4:59 h	OR: 2,37 KI: 1,95 – 2,87 p < 0,001
		> 5 h	OR: 3,37 KI: 2,73 – 4,15 p < 0,001
2. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	> 140 min (> 75. Perzentile) vs. < 140 min	**Krankenhausaufenthalt > 7 d:** OR: 1,67 KI: 1,45 – 1,92 p < 0,001

Tabelle 333: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Neurochirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Dasenbrock et al. 2015	Kraniotomie bei Tumor (n = 11.510)	< 180 min	**Krankenhausaufenthalt > 8 d:** Referenz

		180 – 300 min	OR: 1,15 KI: 1,02 – 1,29 p = 0,03
		> 300 min	OR: 1,77 KI: 1,51 – 2,09 p < 0,001

Tabelle 334: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Bariatrische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Carter et al. 2015	laparoskopischer Magenbypass (n = 9.593)	> 180 min	**Krankenhausaufenthalt > 3 d:** OR: 1,6 KI: 1,4 – 2,0 p < 0,0001

Tabelle 335: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Urologie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Wallner et al. 2008	verschiedene urologische Eingriffe (n = 1.021)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Krankenhausaufenthalt > 75. eingriffsspezifischen Perzentile:** aOR: 1,39 KI: 1,20 – 1,62 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zur Verlängerung des Krankenhausaufenthaltes. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 336: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Eingriffe verschiedener Fachrichtungen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Boltz et al. 2011	allgemein- & gefäßchirurgische Operationen (n = 2.250)	< 4 h	**Verlängerung des Krankenhausaufenthalts um:** Referenz
		4 – 8 h	2,82 Tage KI: 1,42 – 4,22 p < 0,0001
		> 8 h	1,22 Tage KI: - 0,77 – 3,20 p = 0,2290

Tabelle 337: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Krankenhausverweildauer. Herzchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cserép et al. 2014	Bypass / Klappen-OP / beides (n = 267)	**mittlere OP-Zeit:** 133 min (110 – 160)	**Krankenhausaufenthalt > 10 d:** aOR pro 30 min: 1,45 KI: 1,19 – 1,76 p < 0,001
			Behandlung auf Intensivstation > 3 d: aOR pro 30 min: 1,41 KI: 1,14 – 1,75 p = 0,001

Tabelle 338: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Lungenresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Paul et al. 2015	Keilresektion (n = 1.372)	**mittlere OP-Zeit:** 136,5 min	**pulmonale Komplikation:**

	Lobektomie (n = 3.713)	116 min	OR: 1,003 KI: 1,002 – 1,004 p < 0,0001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von pulmonalen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
	Pneumektomie (n = 131)	180 min	
2. Ito et al. 2011	Lungenresektion bei nicht-kleinzelligem Bronchial-CA (n = 651)	> 4 h	**akute interstitielle Pneumonie:** RR: 6,134 KI: 1,047 – 35,939 p = 0,04
3. Kim et al. 2016	Lungenresektion bei nicht-kleinzelligem Bronchial-CA (n = 343)	**mittlere OP-Zeit:** 170,7 min (53 – 410)	**pulmonale Komplikation:** OR: 1,01 KI: 1,002 – 1,012 p = 0,004 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von pulmonalen Komplikationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
4. Mei et al. 2014	Lungenresektion bei nicht-kleinzelligem Bronchial-CA (n = 78)	> 3 h vs. < 3 h	**postoperative Pneumonie:** OR: 6,366 KI: 1,349 – 30,033 p = 0,019
5. Stolz et al. 2008	Lobektomie (n = 412)	126 min (± 27)	**Atelektase:** 6,6 %
		117 min (± 35) p > 0,05	**keine Atelektase:** 93,4 %

Tabelle 339: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Ösophagusresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Molena et al. 2014	**Ösophagus-resektion:** transhiatal (n = 906)	**Operationszeit > 75. Perzentile:** > 351 min	**respiratorische Komplikation:** RR: 1,35 KI: 1,16 – 1,58 p < 0,001
	Ivor Lewis (n = 1.366)	> 423 min	
	McKeown (n = 565)	> 489 min	
	Ersatz anders als Magen (n = 108)	> 488,5 min	
2. Soutome et al. 2017	Ösophagus-resektion (n = 539)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**postoperative Pneumonie:** OR: 1,003 KI: 1,001 – 1,005 p = 0,000 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von postoperativen Pneumonien. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
3. Morita et al. 2008	Ösophagus-resektion (n = 27)	10,2 h (± 0,6)	**Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS):** n = 11
		7,2 h (± 0,7) p = 0,047	**kein ARDS:** n = 16 Anmerkung: In der multivariaten Analyse war eine Operationszeit > 10 h nur im Trend mit einer erhöhten ARDS-Rate verbunden:

			OR: 9,00 KI: 0,79 – 103 p = 0,076
4. Ida et al. 2015	Ösophagus-resektion (n = 138)	> 511 min	**respiratorische Komplikation:** OR: 3,15 KI: 1,07 – 11,0 p = 0,04

Tabelle 340: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis: OP nach Hartmann (n = 1.678) primäre Anastomose (n = 340)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 131 min (± 56,5) 136 min (± 64,9)	**Beatmungspflichtigkeit > 48 h:** OR: 1,002 KI: 1,00 – 1,005 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum vermehrten Auftreten verlängerter Beatmungs-pflichtigkeit. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
2. L. Liu et al. 2016	laparoskopische mesorektale Exzision (n = 306)	> 210 min	**postoperative Pneumonie:** HR: 1,05 KI: 1,001 – 1,101 p < 0,05

Tabelle 341: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Verschiedene allgemeinchirurgische Eingriffe.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Yang et al. 2015	verschiedene allgemein-chirurgische Eingriffe (n = 165.196)	< 168 min	**pulmonale Komplikation:** Referenz
		169 – 248 min	aOR: 1,3 KI: 1,2 – 1,4 p < 0,0001
		> 248 min	aOR: 2,1 KI: 2,0 – 2,2 p < 0,0001
		< 168 min	**postoperative Pneumonie:** Referenz
		169 – 248 min	aOR: 1,3 KI: 1,2 – 1,4 p < 0,0001
		> 248 min	aOR: 1,7 KI: 1,6 – 1,9 p < 0,0001
		< 168 min	**ungeplante Intubation:** Referenz
		169 – 248 min	aOR: 1,3 KI: 1,2 – 1,4 p < 0,0001
		> 248 min	aOR: 1,8 KI: 1,6 – 1,9 p < 0,0001
		< 168 min	**Beatmungspflichtigkeit > 48 h:** Referenz
		169 – 248 min	aOR: 1,4 KI: 1,3 – 1,5 p < 0,0001

		> 248 min	aOR: 2,7 KI: 2,5 – 2,9 p < 0,0001

Tabelle 342: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Eingriffe verschiedener Fachrichtungen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Hua et al. 2012	Eingriffe verschiedener Fachrichtungen (n = 231.548)	< 120 min	**ungeplante Intubation:** Referenz
		120 – 299 min	aHR: 1,56 KI: 1,47 – 1,66 p < 0,05
		300 – 359 min	aHR: 2,52 KI: 2,22 – 2,85 p < 0,05
		> 360 min	aHR: 3,57 KI: 3,23 – 3,95 p < 0,05
2. Daley et al. 2015	allgemein- & gefäßchirurgische Operationen (n = 104.632)	**Risikoerhöhung / h ab:** 0,75 h vor Operationsbeginn	**Zunahme postoperativer Pneumonien:** 10,5 / 1.000 Fälle / h p < 0,001

Tabelle 343: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Plastische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Offodile et al. 2017	freie Lappen-übertragung (n = 2.008)	< 6 h	**postoperative Pneumonie:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 3,87 KI: 1,52 – 9,87 p = 0,005

		> 12 h	OR: 9,38 KI: 3,48 – 25,29 p < 0,001
		< 6 h	**Beatmungspflichtigkeit > 48 h:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 4,08 KI: 1,74 – 9,58 p = 0,001
		> 12 h	OR: 9,53 KI: 3,84 – 23,6 p < 0,001
2. Fischer et al. 2013	Bauchdecken-plastik (n = 1.706)	> 240 min	**respiratorische Insuffizienz:** OR: 3,002 KI: nicht angegeben p < 0,001

Tabelle 344: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Bariatrische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gupta et al. 2012a	verschiedene bariatrische Eingriffe (n = 32.889)	140 min	**postoperative Pneumonie:** n = 187
		108 min p < 0,0001	**keine postoperative Pneumonie:** n = 32.702
		154,5 min	**respiratorische Insuffizienz:** n = 204
		108 min p < 0,0001	**keine respiratorische Insuffizienz:** n = 32.685

2. Javanainen et al. 2017	Magenbypass / Sleeve-Gastrektomie (n = 400)	> 88 min vs. < 88 min	**postoperative Pneumonie:** OR: 3,65 KI: 2,02 – 6,59 p < 0,001

Tabelle 345: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**pulmonale Komplikation:** OR: 0,77 KI: 0,38 – 1,58 p = 0,478
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 1,91 KI: 1,03 – 3,55 p = 0,04
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 2,85 KI: 1,53 – 5,32 p = 0,001
2. Liang et al. 2010	Spondylodese bei Skoliose (n = 88)	376,8 min (± 125,6)	**pulmonale Komplikation:** n = 16
		350,4 min (± 97,8) p = 0,357	**keine pulmonale Komplikation:** n = 72

Tabelle 346: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Gefäßchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. David et al. 2017	verschiedene gefäßchirurgische	< 2:45 h	**pulmonale Komplikation:** Referenz

	Eingriffe (n = 7.171)	2:45 h – 3:44 h	OR: 1,78 KI: 1,27 – 2,49 p = 0,001
		3:45 h – 4:59 h	OR: 2,14 KI: 1,52 – 3,02 p < 0,001
		> 5 h	OR: 2,03 KI: 1,41 – 2,92 p < 0,001
		< 2:45 h	**Extubation im OP-Saal:** Referenz
		2:45 h – 3:44 h	OR: 0,77 KI: 0,62 – 0,96 p = 0,02
		3:45 h – 4:59 h	OR: 0,54 KI: 0,43 – 0,68 p < 0,001
		> 5 h	OR: 0,24 KI: 0,19 – 0,31 p < 0,001
2. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	> 140 min (> 75. Perzentile) vs. < 140 min	**postoperative Pneumonie:** OR: 1,88 KI: 1,28 – 2,75 p = 0,001
			Beatmungspflichtigkeit > 48 h: OR: 3,13 KI: 2,09 – 4,69 p < 0,001

Tabelle 347: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Kinderchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cheon et al. 2016	verschiedene kinderchirurgische Eingriffe (n = 87.920)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**ungeplante Intubation:** OR: 1,27 KI: 1,15 – 1,41 p < 0,0001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum vermehrten Auftreten ungeplanter Intubationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 348: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Neurochirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Shalev und Kamel 2015	verschiedene neurochirurgische Eingriffe (n = 17.483)	> 3 h	**Reintubation innerhalb von 48 h:** OR: 2,9 KI: 1,8 – 4,8 p < 0,001
	hiervon kraniale Eingriffe (n = 4.325)		**Reintubation innerhalb von 48 h:** OR: 3,6 KI: 1,8 – 7,2 p < 0,001

Tabelle 349: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Xu et al. 2017	Resektion Mundhöhlen- / Oropharynx-	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**postoperative Pneumonie:** OR: 1,30 KI: 1,06 – 1,60

	karzinom (n = 331)		p = 0,014 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Pneumonien. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 350: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und pulmonalen Komplikationen. Neuroradiologie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. R. Liu et al. 2016	endovaskuläre Thrombolyse / Thrombektomie bei ischämischem Schlaganfall (n = 102)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**postoperative Pneumonie:** aOR: 1,04 KI: 1,009 – 1,071 p = 0,011 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Pneumonien. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 351: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Becher et al. 2012	**notfallmäßige Kolektomie:** keine Inflammation (n = 1.305)	< 90 min	**postoperative Mortalität:** OR: 0,59 KI: 0,35 – 1,00 p = 0,0515
		< 120 min	OR: 0,54 KI: 0,34 – 0,86 p = 0,0091

		< 150 min	OR: 0,67 KI: 0,42 – 1,10 p = 0,1068
		< 180 min	OR: 0,60 KI: 0,35 – 1,04 p = 0,0714
	Inflammation allgemein (n = 2.000)	< 90 min	OR: 0,88 KI: 0,67 – 1,16 p = 0,3633
		< 120 min	OR: 0,98 KI: 0,78 – 1,24 p = 0,8885
		< 150 min	OR: 0,85 KI: 0,66 – 1,09 p = 0,2024
		< 180 min	OR: 0,87 KI: 0,63 – 1,18 p = 0,3628
	SIRS (n = 1.170)	< 90 min	OR: 0,93 KI: 0,61 – 1,42 p = 0,7289
		< 120 min	OR: 0,96 KI: 0,65 – 1,40 p = 0,8127
		< 150 min	OR: 0,77 KI: 0,50 – 1,19 p = 0,2322
		< 180 min	OR: 0,82 KI: 0,49 – 1,34 p = 0,4311
	Sepsis (n = 337)	< 90 min	OR: 0,81 KI: 0,39 – 1,66 p = 0,5569
		< 120 min	OR: 0,77 KI: 0,41 – 1,48 p = 0,4377

		< 150 min	OR: 0,64 KI: 0,32 – 1,26 p = 0,1941
		< 180 min	OR: 0,71 KI: 0,30 – 1,71 p = 0,4493
	schwere Sepsis / septischer Schock (n = 493)	< 90 min	OR: 0,80 KI: 0,49 – 1,30 p = 0,3676
		< 120 min	OR: 0,91 KI: 0,61 – 1,35 p = 0,6273
		< 150 min	OR: 0,69 KI: 0,45 – 1,06 p = 0,0911
		< 180 min	OR: 0,70 KI: 0,45 – 1,06 p = 0,1618
2. Gawlick und Nirula 2012	Sigmaresektion bei perforierter Sigmadivertikulitis: OP nach Hartmann (n = 1.678) primäre Anastomose (n = 340)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 131 min (± 56,5) 136 min (± 64,9)	**postoperative Mortalität:** OR: 1,00 KI: 0,99 – 1,00 p > 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zu keinem Ansteigen der Mortalität. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
3. Bailey et al. 2014	Hemikolektomie rechts (n = 4.273) laparoskopisch: 50,1 %, offen: 49,9 %	> 3 h vs. < 3 h	**postoperative Mortalität:** OR: 0,84 KI: 0,30 – 2,30 p > 0,05

Tabelle 352: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Pankreasresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	> 360 min	**verstorben:** 51,3 %
		> 360 min	**nicht verstorben:** 36,4 % p < 0,001 Anmerkung: 51,3 % der verstorbenen Patienten mit OP-Zeit > 360 min vs. 36,4 % der nicht-Verstorbenen.
2. Ball et al. 2010	Pankreatiko-duodenektomie (n = 4.817)	**mittlere OP-Zeit:** 5 – 6 h	linearer Zusammenhang zwischen verlängerter Operationszeit und postoperativer Mortalitätsrate: Korrelationskoeffizient r = 0,65 p < 0,01

Tabelle 353: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Verschiedene allgemeinchirurgische Tumoroperationen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Bellini et al. 2016	Tumoroperationen des Gastro-intestinaltraktes (n = 79.300)	< 168 min	**postoperative Mortalität:** Referenz
		169 – 248 min	aOR: 1,1 KI: 0,9 – 1,3 p = 0,238
		> 248 min	aOR: 1,5 KI: 2,0 – 3,0 p < 0,001

Tabelle 354: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Leberresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2014a	Leberteilresektion (n = 7.621)	> 240 min	**postoperative Mortalität:** OR: 4,02 KI: 1,60 – 10,06 p = 0,008

Tabelle 355: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Gastrektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Vural et al. 2013	Gastrektomie (n = 160)	> 180 min	**postoperative Mortalität:** OR: 2,841 KI: nicht angegeben p = 0,098

Tabelle 356: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Offen versorgte Aortenaneurysmen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gupta et al. 2012b	offen versorgte paraviszerale abdominelle Aorten-aneurysmen (n = 598)	**mittlere Narkosezeit:** 354 min (274 – 427)	**postoperative Mortalität:** aOR: 1,004 KI: 1,001 – 1,007 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen der Mortalität. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
2. Dayama et al. 2016	offen versorgte thorakoabdominelle	**durchschnittliche OP-Zeit:** 359,24 min (± 148,63)	**postoperative Mortalität:** aOR: 1,004

	Aortenaneurysmen (n = 682)		KI: 1,01 – 1,02 p < 0,05 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen der Mortalität. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
3. Keschenau et al. 2018	offen versorgte thorakale und thorakoabdominelle Aortenaneurysmen (n = 72)	> 7 h	**postoperative Mortalität:** OR: 1,016 KI: 1,004 – 1,029 p = 0,006

Tabelle 357: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Karotisendarteriektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	> 140 min (> 75. Perzentile) vs. < 140 min	**postoperative Mortalität:** OR: 1,72 KI: 1,12 – 2,62 p = 0,013

Tabelle 358: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Endovaskuläre Versorgung thorakaler Aortenaneurysmen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Chung et al. 2011	TEVAR (n = 845)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 165,7 min (± 103,1) ohne Überstenten der A. subclavia sinistra 173,6 min (± 100,8) mit Überstenten	**postoperative Mortalität:** OR: 1,67 KI: 1,28 – 2,18 p = 0,0002 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen der Mortalität. Grenzwert der

			OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 359: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Infrainguinale Bypassoperation.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. LaMuraglia et al. 2009	infrainguinaler Bypass (n = 2.404)	259,6 min (± 117,1)	**postoperative Mortalität:** 2,4 %
		236,5 min (± 217,0) p = 0,079	**keine postoperative Mortalität:** 97,6 %

Tabelle 360: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Amputation bei paVK.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Hasanadka et al. 2011	Amputation unterhalb des Kniegelenks bei paVK (n = 2.309)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 69,4 min (± 32,4)	**postoperative Mortalität:** OR: 0,993 KI: 0,987 – 1,0 p = 0,0352 Kommentar: Mit ansteigender Operations-zeit kommt es zu keinem Ansteigen der Mortalität.

Tabelle 361: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Eingriffe verschiedener Fachrichtungen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Daley et al. 2015	allgemein- & gefäßchirurgische Operationen (n = 104.632)	**Risikoerhöhung / h ab:** 6,5 h vor Operationsbeginn	**Zunahme postoperativer Mortalität:** 2,77 / 1.000 Fälle / h p = 0,001

2. Turan et al. 2013	verschiedene Eingriffe mit Transfusion von ≥ 5 Erythrozyten-Konzentraten (n = 5.134)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**postoperative Mortalität:** OR: 0,99 KI: 0,98 – 0,99 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operations-zeit kommt es zu keinem Ansteigen der Mortalität.

Tabelle 362: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Orthopädie und Unfallchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Pugely et al. 2014	proximale Femurfraktur (n = 4.331)	< 2 h	**postoperative Mortalität:** 92,6 %
		< 2 h	**keine postoperative Mortalität:** 92,4 % p = 0,913 Anmerkung: 92,6 % der verstorbenen Patienten mit OP-Zeit < 2 h vs. 92,4 % der nicht-Verstorbenen.
2. Duchman et al. 2017	Knie- und Hüftprothese (n = 99.444)	< 60 min	**postoperative Mortalitätsrate:** 0,2 %
		60 – 120 min	0,1 %
		> 120 min	0,2 % p = 0,211

Tabelle 363: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Mortalität. Clipping intrakranieller Aneurysmen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kerezoudis et al. 2016	Clipping intrakranieller	**OP-Zeit 75. Perzentile:** 169 min (± 25,53)	**postoperative Mortalität:** OR pro min: 1,005

	Aneurysmen (n = 662)		KI: 1,002 – 1,008 p = 0,003

Tabelle 364: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Allgemeinchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	> 360 min	**Reoperation:** 48,3 %
		> 360 min	**keine Reoperation:** 36,7 % p = 0,024 Anmerkung: 48,3 % der reoperierten Patienten mit OP-Zeit > 360 min vs. 36,7 % der nicht-Reoperierten.
2. Tzeng et al. 2012	Leberresektion (n = 5.651)	> 222 min	**Reoperation:** 80 %
		> 222 min	**keine Reoperation:** 49,9 % p = 0,002 Anmerkung: 80 % der reoperierten Patienten mit OP-Zeit > 222 min vs. 49,9 % der nicht-Reoperierten.
3. Brakoniecki et al. 2017	verschiedene allgemein-chirurgische Eingriffe bei Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz (n = 1.163)	130,2 min (± 79,7)	**Reoperation:** 8,1 %
		98,9 min (± 66,8) p < 0,05	**keine Reoperation:** 91,9 %

Tabelle 365: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Gefäßchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Aziz et al. 2016a	CEA (n = 10.423)	> 140 min (> 75. Perzentile) vs. < 140 min	**Reoperation:** OR: 1,27 KI: 1,06 – 1,52 p = 0,01
2. Kazaure et al. 2016	verschiedene gefäßchirurgische Eingriffe (n = 35.106)	> 75. Perzentile	**Reoperation:** 42,5 %
		> 75. Perzentile	**keine Reoperation:** 23,2 % p < 0,001 Anmerkung: 42,5 % der reoperierten Patienten mit OP-Zeit > 75. Perzentile vs. 23,2 % der nicht-Reoperierten.
3. Rinehardt et al. 2017	Dekompression bei Thoracic-Outlet-Syndrom (n = 1.431)	**mittlere OP-Zeit:** 122 min (0 – 760)	**Wiederaufnahme / Reoperation / beides:** OR ≈ 1,05 (geschätzt, da nur graphisch im Forest-Plot dargestellt) Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Reoperationen / Wiederaufnahmen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 366: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodese (n = 4.588)	< 2 h	**Reoperation:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 1,50 KI: 0,88 – 2,58 p = 0,136
		3 – 4 h	OR: 1,59 KI: 0,91 – 2,79 p = 0,105
		4 – 5 h	OR: 1,70 KI: 0,92 – 3,14 p = 0,091
		> 5 h	OR: 2,17 KI: 1,25 – 3,79 p = 0,006
2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodese (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**Reoperation:** OR: 1,53 KI: 0,95 – 2,46 p = 0,082
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 1,94 KI: 1,23 – 3,08 p = 0,005
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 2,35 KI: 1,48 – 3,74 p < 0,001

Tabelle 367: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Hysterektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie, laparoskopisch- & roboterassistiert (n = 7.630)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 136,5 min (± 66,2)	**Reoperation:** OR pro h: 1,25 KI: 1,08 – 1,45 p = 0,003

2. Hanwright et al. 2013	totale laparoskopische Hysterektomie (n = 2.083) / laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomie (n = 4.107)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 2,66 h (± 1,25) / 2,20 h (± 1,14)	**Reoperation:** OR pro h: 1,232 KI: 1,069 – 1,420 p = 0,004

Tabelle 368: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Kinderchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Jubbal et al. 2017	verschiedene plastische Eingriffe bei Kindern (n = 18.106)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Reoperation:** OR: 1,01 KI: 1,00 – 1,01 p < 0,001 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Reoperationen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.
2. McLeod et al. 2016	urogenitale Operationen bei Kindern (n = 2.202)	**mittlere OP-Zeit:** 104 min (106 – 196)	**Reoperation:** aOR pro 15 min: 1,08 KI: 1,04 – 1,12 p < 0,05

Tabelle 369: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Plastische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kwok und Agarwal 2017	freier mikrovaskulärer Gewebetransfer (n = 2.244)	> 604 min (> 75. Perzentile)	**Reoperation:** OR: 1,597 KI: 1,221 – 2,089 p = 0,0006

2. Offodile et al. 2017	freie Lappen-übertragung (n = 2.008)	< 6 h	**Reoperation:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 1,02 KI: 0,67 – 1,54 p = 0,94
		> 12 h	OR: 1,67 KI: 0,92 – 3,02 p = 0,09

Tabelle 370: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Reoperationsrate. Hals-Nasen-Ohrenheilkunde.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Chen et al. 2013	verschiedene HNO-Eingriffe (n = 10.667)	> 75. eingriffsspezifischen Perzentile	**Reoperation:** 35,6 %
		> 75. eingriffsspezifischen Perzentile	**keine Reoperation:** 24,0 % p < 0,001 Anmerkung: 35,6 % der reoperierten Patienten mit OP-Zeit > 75. Perzentile vs. 24,0 % der nicht-Reoperierten.

Tabelle 371: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Aoude et al. 2016	thorakale Spondylodesen (n = 525)	> 327 min (> 75. Perzentile)	**Bluttransfusion:** OR: 5,34 KI: 3,40 – 8,40 p < 0,001
	lumbale Spondylodesen (n = 13.170)	> 259 min (> 75. Perzentile)	**Bluttransfusion:** OR: 4,03 KI: 3,64 – 4,46 p < 0,001

2. Phan et al. 2017	mono- & multisegmentale Spondylodesen (n = 5.338)	154 – 234 min vs. < 154 min	**Bluttransfusion:** OR: 1,91 KI: 1,43 – 2,55 p < 0,001
		235 – 345 min vs. < 154 min	OR: 3,67 KI: 2,78 – 4,85 p < 0,001
		346 – 1.156 min vs. < 154 min	OR: 12,77 KI: 9,64 – 16,92 p < 0,001
3. Kim et al. 2014a	monosegmentale lumbale Spondylodesen (n = 4.588)	< 2 h	**Bluttransfusion:** Referenz
		2 – 3 h	OR: 3,25 KI: 1,39 – 7,63 p = 0,007
		3 – 4 h	OR: 4,36 KI: 1,87 – 10,19 p = 0,001
		4 – 5 h	OR: 5,37 KI: 2,25 – 12,8 p < 0,001
		> 5 h	OR: 12,19 KI: 5,33 – 27,87 p < 0,001
4. Basques et al. 2015a	posteriore lumbale Spondylodesen (n = 4.223)	> 310 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**Bluttransfusion:** RR: 2,9 KI: nicht angegeben p < 0,001
5. Minhas et al. 2015	posteriore Spondylodesen bei idiopathischer Skoliose bei Jugendlichen (n = 1.691)	> 300 min	**Bluttransfusion:** OR: 1,83 KI: 1,43 – 2,33 p < 0,001

Tabelle 372: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Pankreasresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2014b	Pankreasresektion (n = 13.771)	> 360 min	**Bluttransfusion:** 46,6 %
		> 360 min	**keine Bluttransfusion:** 36,7 % p = 0,013 Anmerkung: 46,6 % der transfundierten Patienten mit OP-Zeit > 360 min vs. 36,7 % der nicht-Transfundierten.
2. Ball et al. 2010	Pankreatiko-duodenektomie (n = 4.817)	**mittlere OP-Zeit:** 5 – 6 h	kein Zusammenhang zwischen verlängerter Operationszeit und perioperativer Bluttransfusionsrate: Korrelationskoeffizient r = 0,001 p = 0,87

Tabelle 373: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Leberresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tzeng et al. 2012	Leberresektion (n = 5.651)	> 222 min	**Bluttransfusion:** 81,4 %
		> 222 min	**keine Bluttransfusion:** 49,8 % p < 0,001 Anmerkung: 81,4 % der transfundierten Patienten mit OP-Zeit > 222 min vs. 49,8 % der nicht-Transfundierten.

Tabelle 374: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Adrenalektomie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Venkat und Guerrero 2015	Adrenalektomie (n = 4.735)	> 150 min	**Bluttransfusion:** OR: 3,69 KI: 2,62 – 5,20 p < 0,001

Tabelle 375: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Gynäkologie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie, laparoskopisch- & roboterassistiert (n = 7.630)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 136,5 min (± 66,2)	**Bluttransfusion:** OR pro h: 1,42 KI: 1,18 – 1,71 p < 0,001
2. Warner et al. 2013	Zytoreduktion bei Ovarial-Karzinom (n = 587)	Cox-Regressionsmodell, Risikoerhöhung / h	**Bluttransfusion:** OR pro h: 1,58 KI: 1,36 – 1,83 p < 0,001

Tabelle 376: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Plastische Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Offodile et al. 2017	freie Lappen-übertragung (n = 2.008)	< 6 h	**Bluttransfusion:** Referenz
		6 – 12 h	OR: 3,51 KI: 2,50 – 4,91 p < 0,001
		> 12 h	OR: 6,09 KI: 4,08 – 9,10 p < 0,001

Tabelle 377: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Gefäßchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Rubinstein et al. 2013	CEA (n = 240)	> 147 min	**Bluttransfusion:** 46,3 %
		> 147 min	**keine Bluttransfusion:** 44,4 % p = 0,04 Anmerkung: 46,3 % der transfundierten Patienten mit OP-Zeit > 147 min vs. 44,4 % der nicht-Transfundierten.

Tabelle 378: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Bluttransfusionsrate. Kinderchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Lam et al. 2016	Korrektur von Kraniosynostosen (n = 572)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**keine Bluttransfusion:** OR: 0,995 KI: 0,993 – 0,998 p = 0,0003 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Bluttransfusionen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 379: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Schulterarthroskopie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Martin et al. 2013a	Schulter-arthroskopie (n = 9.410)	> 90 min vs. < 90 min	**leichte postoperative Komplikation:** aOR: 2,82 KI: 1,39 – 5,72 p < 0,05
2. Shields et al. 2015	Schulter-arthroskopie (n = 10.255)	> 90 min vs. < 90 min	**leichte postoperative Komplikation:** aOR: 2,16 KI: 1,09 – 4,29 p = 0,03

Tabelle 380: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Schoenfeld et al. 2013a	zervikale, thorakale, lumbale Spondylodese (n = 5.887)	> 310 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD) vs. < 310 min	**leichte postoperative Komplikation:** OR: 2,5 KI: 1,9 – 3,4 p < 0,001
2. Basques et al. 2017	Revision posteriorer Spondylodese (n = 1.287)	> 310 min	**leichte postoperative Komplikation:** RR: 2,2 KI: nicht angegeben p = 0,027

Tabelle 381: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Kniearthroskopie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Martin et al. 2013b	Kniearthroskopie (n = 12.271)	> 90 min vs. < 90 min	**leichte postoperative Komplikation:** aOR: 1,78 KI: 1,04 – 3,05 p < 0,05

Tabelle 382: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Knieprothese.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Belmont et al. 2014	Knieprothese (n = 15.321)	> 135 min (durchschnittliche OP-Zeit + 1 SD)	**leichte systemische Komplikation:** OR: 1,64 KI: 1,28 – 2,09 p < 0,05

Tabelle 383: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Femurfraktur.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Pugely et al. 2014	proximale Femurfraktur (n = 4.331)	> 2 h	**leichte postoperative Komplikation:** OR: 2,41 KI: nicht angegeben p < 0,05

Tabelle 384: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Schulterprothese.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Anthony et al. 2015	Schulterprothese (n = 1.922)	> 2 h vs. < 2 h	**leichte postoperative Komplikation:** OR: 2,0 KI: 1,0 – 3,0 p < 0,05

Tabelle 385: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Humerusfraktur.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Cvetanovich et al. 2016	proximale Humerusfraktur (n = 1.791)	> 90 min	**leichte postoperative Komplikation:** OR: 1,740 KI: 1,186 – 2,553 p = 0,005

Tabelle 386: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Meningeomresektion.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Karhade et al. 2017b	Kraniotomie bei Meningeom (n = 3.743)	< 145 min	**leichte postoperative Komplikation:** Referenz
		145 – 218 min	OR: 2,66 KI: 1,712 – 4,133 p < 0,001
		218 – 318 min	OR: 5,091 KI: 3,344 – 7,752 p < 0,001
		> 318 min	OR: 11,68 KI: 7,749 – 17,59 p < 0,001

Tabelle 387: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und leichten postoperativen Komplikationen. Clipping intrakranieller Aneurysmen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Kerezoudis et al. 2016	Clipping intrakranieller Aneurysmen (n = 662)	**OP-Zeit 75. Perzentile:** 169 min (± 25,53)	**leichte postoperative Komplikation:** OR pro min: 1,003 KI: 1,0 – 1,005 p = 0,035

Tabelle 388: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Harnwegsinfektionen. Hysterektomie und Schlingeneinlage.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Gehrich et al. 2016	Hysterektomie (n = 57.398)	< 60 min	**Harnwegsinfektionsrate:** 2,1 %
		60 – 120 min	2,1 %
		120 – 180 min	2,6 %
		> 180 min	3,4 % p < 0,001
	isolierte Schlingeneinlage (n = 9.851)	< 60 min	2,9 %
		60 – 120 min	4,1 %
		120 – 180 min	8,0 %
		> 180 min	5,3 % p < 0,001
	kombinierte Eingriffe (n = 3.757)	< 60 min	3,6 %
		60 – 120 min	4,5 %
		120 – 180 min	5,9 %
		> 180 min	5,8 % p = 0,273
2. Lake et al. 2013	Hysterektomie (n = 13.822)	> 149 min (> 75. Perzentile)	**Harnwegsinfektion:** aOR: 1,86 KI: 1,52 – 2,29 p < 0,001

3. Catanzarite et al. 2015a	Hysterektomie, laparoskopisch- & roboterassistiert (n = 7.630)	**durchschnittliche OP-Zeit:** 136,5 min (± 66,2)	**Harnwegsinfektion:** OR pro h: 1,20 KI: 1,05 – 1,36 p = 0,006

Tabelle 389: Publikationen zur Beziehung zwischen Operationszeit und Harnwegsinfektionen. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Sheka et al. 2016	kolorektale Tumorresektionen (n = 47.781)	Cox-Regressionsmodell	**Harnwegsinfektion:** OR pro min: 1,002 KI: 1,002 – 1,003 p < 0,001
2. Wilson et al. 2016	partielle Kolektomie, offen (n = 26.768)	> 179 min (> 75. Perzentile)	**Harnwegsinfektion:** während Aufenthalt: OR: 1,23 KI: 0,95 – 1,58 p = 0,112
	partielle Kolektomie, laparoskopisch (n = 21.100)	> 190 min (> 75. Perzentile)	nach Entlassung: OR: 0,97 KI: 0,63 – 1,49 p = 0,899

Tabelle 390: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Harnwegsinfektionen. Verschiedene abdominelle Notfalloperationen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Zielinski et al. 2014	verschiedene abdominelle Notfall-Operationen (n = 53.879)	60 – 119 min vs. < 60 min	**Harnwegsinfektion:** OR: 1,13 KI: 0,99 – 1,29 p = 0,07
		120 – 179 min vs. < 60 min	OR: 1,34 KI: 1,15 – 1,57 p < 0,001
		> 180 min vs. < 60 min	OR: 1,56 KI: 1,32 – 1,84 p < 0,001

Tabelle 391: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Harnwegsinfektionen. Eingriffe verschiedener Fachrichtungen.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Qin et al. 2015a	Eingriffe verschiedener Fachrichtungen (n = 1.452.615)	1. Quintil	**Harnwegsinfektion:** aOR: 0,928 KI: 0,873 – 0,987 p = 0,017
		2. Quintil	aOR: 0,955 KI: 0,906 – 1,007 p = 0,089
		3. Quintil	Referenz
		4. Quintil	aOR: 1,156 KI: 1,104 – 1,21 p < 0,0001
		5. Quintil	aOR: 1,758 KI: 1,682 – 1,838 p < 0,0001

Tabelle 392: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und Harnwegsinfektionen. Wirbelsäulenchirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Tominaga et al. 2016a	verschiedene Wirbelsäulen-eingriffe (n = 825 – davon n = 408 mit Implantation von Fremdmaterial)	Cox-Regressionsmodell, relative Unterschiede	**Harnwegsinfektion:** OR: 1,0042 KI: 1,0008 – 1,0076 p = 0,0162 Kommentar: Mit ansteigender Operationszeit kommt es zum Ansteigen von Harnwegsinfektionen. Grenzwert der OP-Zeit wird nicht angegeben.

Tabelle 393: Publikation zur Beziehung zwischen Operationszeit und peripheren Nervenschäden. Kolorektale Chirurgie.

Autor	Eingriff / Patientenzahl (n)	Operationszeit	Ergebnis
1. Al-Temimi et al. 2017	verschiedene kolorektale Eingriffe (n = 186.936)	Quartile	**periphere Nervenschädigung:**
	Hemikolektomie links / Sigmaresektion (ohne Proktektomie)	1. Quartil 0 – 122 min (n = 22.387)	1. Quartil Referenz
		2. Quartil 122 – 174 min (n = 22.668)	
		3. Quartil 174 – 242 min (n = 22.279)	
		4. Quartil 242 – 1.610 min (n = 22.178)	
	Proktektomie (mit / ohne Kolektomie)	1. Quartil 0 – 218 min (n = 1.384)	2. Quartil OR: 0,97 KI: 0,48 – 1,97 p = 0,94
		2. Quartil 218 – 282 min (n = 1.359)	
		3. Quartil 282 – 362 min (n = 1.372)	
		4. Quartil 362 – 1.010 min (n = 1.350)	
	Hemikolektomie rechts	1. Quartil 0 – 92 min (n = 10.001)	3. Quartil OR: 1,11

		2. Quartil 92 – 127 min (n = 9.766)	KI: 0,56 – 2,23 p = 0,76
		3. Quartil 127 – 175 min (n = 9.634)	
		4. Quartil 175 – 1.140 min (n = 9.768)	
	Segmentale Kolektomie	1. Quartil 0 – 92 min (n = 13.248)	4. Quartil OR: 3,88 KI: 2,16 – 6,96 p < 0,0001
		2. Quartil 92 – 132 min (n = 13.249)	
		3. Quartil 132 – 190 min (n = 13.085)	
		4. Quartil 190 – 1.670 min (n = 13.156)	

12 Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich zunächst bei meinem Doktorvater, Professor Eike Sebastian Debus, für die Überlassung dieses interessanten Themas und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Dissertation. Vielen Dank dafür, dass Sie diese Arbeit ermöglicht haben.

Mein besonderer Dank gilt darüber hinaus meinem Betreuer, Herrn Professor Reinhart T. Grundmann. Ich möchte mich herzlich für die stete Unterstützung und Erreichbarkeit bei Ihnen bedanken. Ihr großer Erfahrungsschatz sowie die extrem engmaschige und zuverlässige Betreuung haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Auch in schwierigen Phasen haben Sie mir stets das Gefühl gegeben, mich auf Ihre Unterstützung verlassen zu können. Insbesondere Ihre strukturierte und ergebnisorientierte Arbeitsweise war dabei eine große Hilfe für mich.

Zuletzt möchte ich mich außerdem bei meinem Vater und meiner Mutter, meiner Partnerin Juliane und ihrer Mutter Birgit für die anhaltende emotionale Unterstützung, die motivierenden Worte und Zuversicht bedanken.

13 Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

14 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.
Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.
Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: .....