

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin
Direktor: Prof. Dr. med. E. Sebastian Debus

Polybutesterschlingennaht zur Prävention des abdominellen Narbenbruchs

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von
Stefan Reiner Fröhlich
aus Würzburg

Hamburg 2011

Angenommen von der Medizinischen Fakultät am: 14.05.2012

**Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Hamburg**

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. E. S. Debus

Prüfungsausschuss, zweiter Gutachter: PD Dr. O. Mann

Prüfungsausschuss, dritter Gutachter: PD Dr. L. Fischer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Möglichkeiten und Grenzen der heutigen Abdominalchirurgie	1
1.2	Definition der Narbenhernie und ihre klinische, sozioökonomische sowie wissenschaftliche Bedeutung	1
1.3	Zielsetzung	3
1.4	Problematik der uneinheitlichen Ergebnisse bisheriger Arbeiten	5
1.5	Gemeinsame Erkenntnisse bisheriger Arbeiten	6
1.6	Definition und Bedeutung des Platzbauchs	6
2	Material und Methoden	8
2.1	Untersuchte Fälle	8
2.1.1	Einschlusskriterien für die Platzbauch-Untersuchung	9
2.1.2	Einschlusskriterien für die Narbenhernien-Untersuchung	9
2.1.3	Anzahl der versendeten und der auswertbaren Fragebögen	9
2.1.4	Follow-up-Zeiträume	10
2.1.5	Verteilung der Eingriffe im untersuchten Patientenkollektiv	11
2.2	Untersuchte Narbenhernien-Einflussfaktoren	14
2.3	Untersuchte Platzbauch-Einflussfaktoren	15
2.4	Datenerhebung und statistische Methoden	15
3	Ergebnisse	18
3.1	Narbenhernieninzidenz im gesamten untersuchten Kollektiv	18
3.2	Platzbauchinzidenz im gesamten untersuchten Kollektiv	22
3.3	Zusammenhang zwischen den untersuchten Einflussfaktoren und dem Auftreten einer Narbenhernie	22
3.3.1	Präoperative Faktoren	23
3.3.2	Intraoperative Faktoren	26
3.3.3	Postoperative Faktoren	29
3.4	Zusammenhang zwischen der Anzahl der vorhandenen Risikofaktoren und dem Auftreten einer Narbenhernie	30
3.5	Zusammenhang zwischen den untersuchten Einflussfaktoren und dem Auftreten eines Platzbauchs	31

3.5.1	Präoperative Faktoren.....	31
3.5.2	Intraoperative Faktoren.....	33
3.5.3	Postoperative Faktoren.....	35
3.6	Zusammenhang zwischen der Anzahl der vorhandenen Risikofaktoren und dem Auftreten eines Platzbauchs	36
4	Diskussion	38
4.1	Bisherige Erkenntnisse über das Material Polybutester (Novafil®)	38
4.2	Vergleich der Ergebnisse zur Narbenhernien- und Platzbauchrate mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft.....	41
4.3	Potentielle Ursachen für die erhöhte Platzbauchrate.....	42
4.4	Potentielle Ursachen für die unterschiedlichen Ergebnisse der erfahrenen und unerfahrenen Operateure.....	44
4.5	Vergleich der Ergebnisse zu den Risikofaktoren mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft	46
4.5.1	Bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Narbenhernien- Risikofaktoren.....	46
4.5.2	Bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Platzbauch- Risikofaktoren.....	48
4.5.3	In dieser Arbeit festgestellte Risikofaktoren.....	49
4.6	Grenzen der hier gewonnenen Ergebnisse	51
5	Schlussfolgerung	54
6	Zusammenfassung	59
7	Abkürzungsverzeichnis	60
8	Literaturverzeichnis.....	61
9	Danksagung	71
10	Lebenslauf.....	72
11	Eidesstattliche Erklärung.....	73

1 Einleitung

1.1 Möglichkeiten und Grenzen der heutigen Abdominalchirurgie

Die moderne Chirurgie kann auf eine außerordentlich rasante Entwicklung in den letzten Jahren und Jahrzehnten zurückblicken. In bislang ungekanntem Tempo konnte die Forschung neue Erkenntnisse gewinnen, und ebenso rasch wurden neue praktische Techniken und Möglichkeiten entwickelt und etabliert, so dass viele vor einigen Jahren noch unlösbar erscheinende Herausforderungen heute ohne Schwierigkeiten gemeistert werden können. Exemplarisch dafür sei das Beispiel der sogenannten „Schlüssellochchirurgie“ oder „minimal invasiven Chirurgie“ genannt, insbesondere im Bereich der Abdominalchirurgie. Durch die zahlreichen Möglichkeiten der laparoskopischen Eingriffe sind einige Komplikationen, die mit dem offenen Zugangsweg einhergingen, für viele Patienten nicht mehr relevant. Besonders deutlich wird dies bei kleineren Operationen, denn je kleiner der eigentliche Eingriff, desto mehr stehen die Belastungen durch den Zugangsweg im Vordergrund [Siewert, 2006].

Aber auch diese Technik hat ihre Grenzen, so dass nach wie vor in vielen Fällen ein offener Abdominaleingriff unumgänglich ist. Daran wird sich auch in absehbarer Zeit nichts ändern. Somit sind die damit verbundenen Schwierigkeiten und Risiken – trotz aller modernen Entwicklungen – heute noch ebenso präsent wie bereits vor Jahrzehnten [Fackeldey, 2004].

1.2 Definition der Narbenhernie und ihre klinische, sozioökonomische sowie wissenschaftliche Bedeutung

Eine der häufigsten und somit klinisch relevantesten Komplikationen der Laparotomie ist die Entwicklung einer Narbenhernie [Höer, Stumpf et al, 2002; Yahchouchy-Chouillard et al, 2003; Knaebel et al, 2005]. Diese ist definiert als „erworbener Fasziendefekt nach vorangegangener chirurgischer Inzision, in der

Regel durch sekundäre Dehiszenz der betreffenden Schicht“ [Conze et al, 2005]. Eine andere Definition bezieht sich auf die klinische Erscheinung: „Eine sichtbare und tastbare Vorwölbung beim stehenden Patienten, die oft gestützt oder operiert werden muss“ [Leaper et al, 1977].

Das subjektive Spektrum dieser klinischen Erscheinung einer Narbenhernie ist allerdings sehr breit, es reicht – abhängig von der Größe der Bruchpforte – von völliger Beschwerdefreiheit bis hin zu starker Beeinträchtigung der Alltagsaktivitäten [O'Dwyer et al, 2003; Conze et al, 2005]. Häufig steht vor allem die kosmetische Irritation im Vordergrund. Es kann jedoch auch zu einer Inkarceration mit entsprechender Minderdurchblutung der eingeklemmten Darmanteile kommen. Die Häufigkeit dieser Komplikation, die dann eine Notfallindikation zur Operation darstellt, wird mit 6-15% aller Narbenbrüche angenommen [Read et al, 1989; Manninen et al, 1991].

Die Inzidenz der Narbenhernien konnte in den letzten Jahrzehnten trotz intensiver Bemühungen nur unwesentlich reduziert werden, somit kann die heutige Situation noch keinesfalls zufrieden stellen [Höer, Stumpf et al, 2002; Knaebel et al, 2005]. Bei 700000 Laparotomien, die pro Jahr in Deutschland durchgeführt werden, muss angesichts der aktuellen Datenlage davon ausgegangen werden, dass 100000 dieser Fälle im Langzeitverlauf eine Narbenhernie entwickeln, was Kosten in Höhe von ca. 128 Mio. Euro verursacht [Eypasch et al, 1997; Höer, Stumpf et al, 2002; Conze et al, 2005]. Diese hohen Kosten kommen nicht zuletzt dadurch zustande, dass die Narbenhernie zu den häufigsten Ursachen gehört, die nach einer Bauchoperation einen erneuten operativen Eingriff erfordern [Höer, Lawong et al, 2002]. Sie stellt zudem auch eines der komplexesten Probleme aus diesem Bereich dar, was auch darin zum Ausdruck kommt, dass trotz zahlreicher Anstrengungen die Bedeutung der einzelnen ätiologischen Faktoren, die zur insuffizienten Faszienheilung führen, nicht endgültig geklärt werden konnte [Conze et al, 2005]. So ist beispielsweise der Einfluss von Operations- bzw. Operateur-bedingten Faktoren wie Art des Nahtmaterials und Nahttechnik ebenso wie der von Patienten-bedingten Faktoren wie Alter und Grunderkrankungen nur zum Teil bekannt, oder es finden sich widersprüchliche Ergebnisse [Hodgson et al, 2000; van't Riet et al,

2002]. Dies soll anhand des Vergleichs der beiden Haupt-Zugangswege der Laparotomie, nämlich „medianer Längsschnitt“ und „Querschnitt“, verdeutlicht werden: Einige Autoren sind sich einig, dass die Hernienrate bei beiden Zugangswegen etwa gleich ist [Greenall et al, 1980; Ellis et al, 1984; Carlson, 2000; Höer, Lawong et al, 2002; O'Dwyer et al, 2003], ein Review aus dem Jahr 2001 fand jedoch signifikante Vorteile für die quere Laparotomie [Grantcharov et al, 2001].

Aber auch die Fakten, die über die Prävention der Narbenhernie bekannt sind, werden nicht immer konsequent berücksichtigt: Es konnte aufgezeigt werden, dass oftmals nicht die aktuellen evidenzbasierten Daten Entscheidungsgrundlage für die Wahl einer bestimmten Technik und eines bestimmten Materials sind, sondern andere Faktoren wie z.B. jahrelange Gewohnheit [Weiland et al, 1998; Hodgson et al, 2000; Hodgson et al, 2001; Ceydeli et al, 2005; Knaebel et al, 2005; Ali et al, 2007]. Daher ist das Thema Bauchdeckenverschluss auch heute noch Thema zahlreicher Diskussionen.

Dennoch konnte beispielsweise herausgefunden werden, dass bestimmte Nahtmaterialien, die zum Faszienschluss verwendet werden, anderen hinsichtlich der Prävention einer Fasziendehnung überlegen sind [Hsiao et al, 2000; van't Riet et al, 2002]. Daher kommen heute überwiegend nicht- bzw. langsam-resorbierbare Fäden zum Einsatz [Ali et al, 2007]. Durch dieses Wissen um den zweifellos vorhandenen Einfluss des Nahtmaterials – auch wenn er noch nicht bis ins letzte Detail geklärt ist – besteht begründete Hoffnung, dass in Zukunft noch weitere Materialien gefunden werden, die den bisher Erprobten überlegen sind.

1.3 Zielsetzung

So besteht die Grundidee dieser Arbeit darin, dass eine solche Überlegenheit darin bestehen könnte, dass ein Faden mit besonders ausgeprägter Längselastizität eine stabilere Faszienheilung ermöglicht. Ein derart dehnbarer Faden kann die Gewebeausdehnung, die durch das postoperativ auftretende

Wundödem bedingt ist, bis zu einem gewissen Grad zulassen, ohne dabei so stark in das ödematöse Gewebe einzuschneiden wie ein herkömmlicher Faden. Dadurch sollte zum einen die Gefahr des frühzeitigen Ausreißens der Nähte aus dem Gewebe durch starke Zugkräfte geringer sein, zum anderen sollten die nahe am Schnitttrand liegenden Blutgefäße weniger stark durch den Faden komprimiert werden. Somit wäre die für die Faszienheilung notwendige Gefäßversorgung weniger gefährdet, und die Wahrscheinlichkeit einer Ischämie des Wundrandes wäre reduziert. Falls diese Annahmen zutreffen, sollte sich die dadurch erreichte stabilere Faszienheilung auch durch eine besonders niedrige Narbenhernienrate manifestieren.

Das Nahtmaterial Polybutester, welches für diese Arbeit verwendet wurde, besitzt diese Eigenschaft der erhöhten Längenelelastizität im Vergleich mit den etablierten Materialien [Rodeheaver et al, 1987]. Der Handelsname von Polybutester lautet Novafil®, es wird durch die Firma Tyco Healthcare (ehemals Davis & Geck) hergestellt.

Das Ziel dieser Studie kann jedoch nicht der endgültige (statistische) Nachweis der Überlegenheit von Polybutester sein, dazu wäre eine immens große Fallzahl notwendig. Falls sich die Hernienrate von beispielsweise 10% auf 8% senken ließe, müsste man 3214 Patienten je Studienarm untersuchen, um dies auch zuverlässig nachzuweisen. Bei einer angenommenen Hernienrate in der Kontrollgruppe, die über den genannten 10% liegt, wäre zum Nachweis einer Senkung um 2% sogar noch eine größere Fallzahl notwendig (z.B. 4725 Fälle je Studienarm bei Senkung von 15% auf 13 %). Dies ergibt sich aus der Berechnung mit Hilfe des Programms PS power and sample size program (Version 3.0.2) [Dupont et al, 1990] unter Verwendung der allgemein üblichen Werte von 0,05 für den Alpha-Fehler [Bortz, 2005] und 0,2 für den Beta-Fehler [Cohen, 1988; Dubben et al, 1999]. Eine Studie dieser Größenordnung kann nur multizentrisch durch die Mitarbeit vieler Kliniken realisiert werden. Ein derartiger Aufwand kann allerdings erst dann Sinn machen, wenn Arbeiten wie die Vorliegende durch besonders niedrige Narbenhernienraten Hinweise für die Überlegenheit von Polybutester liefern. Daher soll hier vielmehr aufgezeigt werden, ob unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten und weiter unten

erwähnten Operationstechniken eine auffällig geringe Inzidenz von Fasziendehiszenzen im Vergleich mit bisher erarbeiteten Literaturdaten erreicht werden kann. Zudem ist das Ziel dieser Arbeit festzustellen, welche der diskutierten Risikofaktoren im hier untersuchten Kollektiv mit einer erhöhten Narbenhernienrate einhergeht.

1.4 Problematik der uneinheitlichen Ergebnisse bisheriger Arbeiten

Der Vergleich mit Literaturwerten erscheint jedoch zunächst dadurch erschwert, dass verschiedene Arbeiten deutlich unterschiedliche Narbenhernienraten herausgefunden haben. So wurden in einer Literaturübersicht aus dem Jahre 2003 Werte zwischen 4 und 24% gefunden [Israelsson, 2003]. Dies erklärt sich beispielsweise dadurch, dass nicht einheitlich gearbeitet wird, so etwa im Bereich der Nachuntersuchungs-Zeiträume. Ein kurzer Follow-up-Zeitraum kann hier eine besonders niedrige Hernienrate vortäuschen, da man heute annimmt, dass nur ca. 30% der Narbenhernien in den ersten 6 Monaten und nur ca. 50% in den ersten 12 Monaten postoperativ auftreten [Mudge et al, 1985; Höer, Lawong et al, 2002; O'Dwyer et al, 2003; Israelsson, 2003]. Auch die Unterschiede in den Methoden der Datengewinnung sind zu berücksichtigen, da teilweise in den Studien zur Erfassung der Hernienrate Patientenbefragungen durchgeführt werden, während in anderen Fällen die Patienten klinisch nachuntersucht werden, zum Teil auch inklusive Ultraschalluntersuchung [Höer, Lawong et al, 2002]. Zudem sind die untersuchten Patientenkollektive nicht einheitlich strukturiert. So finden sich in manchen Arbeiten ausschließlich gynäkologische Patientinnen [Colombo et al, 1997], überdurchschnittlich viele Patienten mit Malignomen [Gislason et al, 1999] oder beispielsweise eine erhebliche Anzahl von Patienten, die wegen eines Bauchortenaneurysmas operiert wurden [Israelsson, 1999]. Dies alles macht den Vergleich der verschiedenen Ergebnisse schwierig.

1.5 Gemeinsame Erkenntnisse bisheriger Arbeiten

Dennoch lassen sich bei bevorzugter Betrachtung der umfangreichsten Studien und Metaanalysen auch klare gemeinsame Erkenntnisse und übereinstimmende Inzidenzraten im Langzeitverlauf herausarbeiten, die im Folgenden aufgeführt sind.

So erbrachte der Vergleich der Nahttechniken („fortlaufend“ vs. „Einzelknopfnah“) keine signifikanten Unterschiede in der Narbenhernien-Häufigkeit. Daher fällt die Entscheidung einheitlich zu Gunsten der fortlaufenden Naht auf Grund der damit verbundenen Zeitersparnis [Colombo et al, 1997; Weiland et al, 1998; Hodgson et al, 2000; van't Riet et al, 2002; Israelsson, 2003; O'Dwyer et al, 2003]. Eine deutlich geringere Hernienrate lässt sich durch Verwendung eines nicht- bzw. langsam-resorbierbaren Nahtmaterials erreichen, verglichen mit schneller resorbierbaren Materialien [Hodgson, 2000; van't Riet 2002; Israelsson, 2003; O'Dwyer et al, 2003]. Zudem konnte in mehreren Langzeitstudien herausgefunden werden, dass ca. 50% der Narbenbrüche erst mehr als 1 Jahr postoperativ auftreten, und dass die Häufigkeit im Langzeitverlauf zwischen 10 und 20% liegt [Mudge et al, 1985; Franchi et al, 2001; Höer, Lawong et al, 2002; Israelsson, 2003; O'Dwyer et al, 2003]. Diese Erkenntnis soll zum Vergleich und zur Beurteilung der ermittelten Ergebnisse dieser Arbeit herangezogen werden.

1.6 Definition und Bedeutung des Platzbauchs

Neben den Narbenhernien als Spätkomplikation der offenen Abdominaleingriffe wird in vorliegender Arbeit auch die Häufigkeit des Platzbauchs als Frühform der Fasziendehiszenz erfasst. Es handelt sich dabei um eine „frühe Wundruptur ohne peritoneale Auskleidung“ [Conze et al, 2005]. Auch dessen Inzidenz soll mit den Werten, die in anderen Studien herausgefunden wurden, verglichen werden. Dabei lassen sich Angaben der Platzbauch-Häufigkeit zwischen 0,2 und 10% finden [Webster et al, 2003]. Meist liegt diese jedoch im Bereich

zwischen 0,5 und 3% [Bucknall et al, 1982; Carlson, 1997; Fleischer et al, 2000; Fackeldey et al, 2004]. Die Bedeutung einer möglichst niedrigen Platzbauchrate wird vor allem dadurch deutlich, dass es sich um eine besonders schwerwiegende Komplikation handelt, die mit einer hohen Letalität verbunden ist. Diese wird im Bereich zwischen 14 und 67% angegeben [Fackeldey et al, 2004]. Ebenfalls nicht zu vernachlässigen sind die wirtschaftlichen Folgen, da jeder Platzbauch durch die erneut erforderliche Operation erhebliche Kosten verursacht.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchte Fälle

In die Studie flossen sämtliche Laparotomien ein, die zwischen November 2005 und Dezember 2006 in der chirurgischen Abteilung der Asklepios Klinik Harburg durchgeführt wurden, mit Ausnahme der Wechselschnitte bei Appendektomien. In allen Fällen wurde zum Bauchdeckenverschluss eine allschichtige, fortlaufende Schlingennaht verwendet, und zwar unter Berücksichtigung eines Verhältnisses von Fadenlänge zu Wundlänge von mindestens 4:1 [Israelsson et al, 1993, 1994, 1998, 1999, 2003; Carlson, 2000; Ceydeli et al, 2005]. Das angestrebte Stichintervall betrug ca. 1 cm, der Stichabstand zum Inzisionsrand 1-1,5 cm [Höer, Stumpf et al, 2002]. Zur Standardisierung der Technik wurden vor Beginn der Studie mit allen beteiligten Operateuren Fortbildungen durchgeführt, in denen auf die beschriebene Verschluss technik hingewiesen und deren Bedeutung verdeutlicht wurde. Bei sämtlichen Operationen kam zum Bauchdeckenverschluss das Nahtmaterial Polybutester (Novafil®) zum Einsatz, ein monofiler, nicht resorbierbarer Faden. Es handelt sich dabei um ein Block-Copolymer, das aus einer Kombination aus harten (Polyglykol) und weichen (Polybutylen) Terephthalat-Segmenten besteht, und zwar in einem Verhältnis von 84:16 [Rodeheaver et al, 1987; Lin et al, 2005]. Dieser Faden wurde in der Klinik bereits seit August 2005 für den Bauchdeckenverschluss verwendet, die Operateure sollten jedoch zunächst eine Eingewöhnungszeit bekommen, um sich an die veränderten Materialeigenschaften zu gewöhnen. Ab Beginn der Studie wurde ausschließlich dieses Nahtmaterial verwendet.

Die Anzahl der in diesem Zeitraum durchgeführten und somit in die Studie aufgenommenen Laparotomien betrug 525.

2.1.1 Einschlusskriterien für die Platzbauch-Untersuchung

Von diesen 525 Fällen wurden 51 ausgeschlossen, und zwar aus folgenden Gründen: Einige Patienten verstarben unmittelbar postoperativ, andere wurden ausgeschlossen, da sie bereits vor der aktuellen Operation eine Netzplastik der Bauchdecke auf Grund einer früheren Narbenhernie implantiert bekommen hatten, oder weil sie nach der Operation eine Re-Laparotomie benötigten, bei der dann eine andere Technik des Faszienschlusses durchgeführt wurde. Somit verblieben 474 Fälle in der Studie, die auf das Auftreten eines Platzbauches hin untersucht werden konnten.

2.1.2 Einschlusskriterien für die Narbenhernien-Untersuchung

Von diesen 474 Fällen wurden vor der Auswertung der Narbenhernieninzidenz weitere abgezogen, und zwar alle Patienten, von denen bekannt war, dass sie innerhalb der ersten 6 Monate postoperativ verstorben sind oder innerhalb der ersten 6 Monate re-laparotomiert wurden, sowie die Patienten, bei denen kein Hausarzt bekannt war und sämtliche Kontaktierungsversuche zur Ermittlung des Hausarztes erfolglos verliefen. Somit ist gewährleistet, dass für alle Patienten, die auf das Auftreten eines Narbenbruchs untersucht wurden, ein Follow-up-Zeitraum von mindestens 6 Monaten vorlag. Diese Einschlusskriterien für die Narbenhernienuntersuchung erfüllten 403 Patienten, an deren Hausärzte ein Fragebogen zur Erfassung der Narbenhernienhäufigkeit verschickt wurde.

2.1.3 Anzahl der versendeten und der auswertbaren Fragebögen

Von den 403 verschickten Fragebögen kamen 319 beantwortet zurück, was einer Rücklaufquote von 79,16% entspricht. Dabei konnte in 250 Fällen (78,37% der 319 beantworteten Fragebögen; 62,03% der 403 insgesamt

verschickten Fragebögen) der jeweilige Hausarzt durch eine aktuelle klinische Untersuchung eine zuverlässige Aussage darüber treffen, ob eine Narbenhernie aufgetreten ist oder nicht.

Nur diese 250 Fälle wurden daher in Bezug auf die Narbenhernieninzidenz ausgewertet.

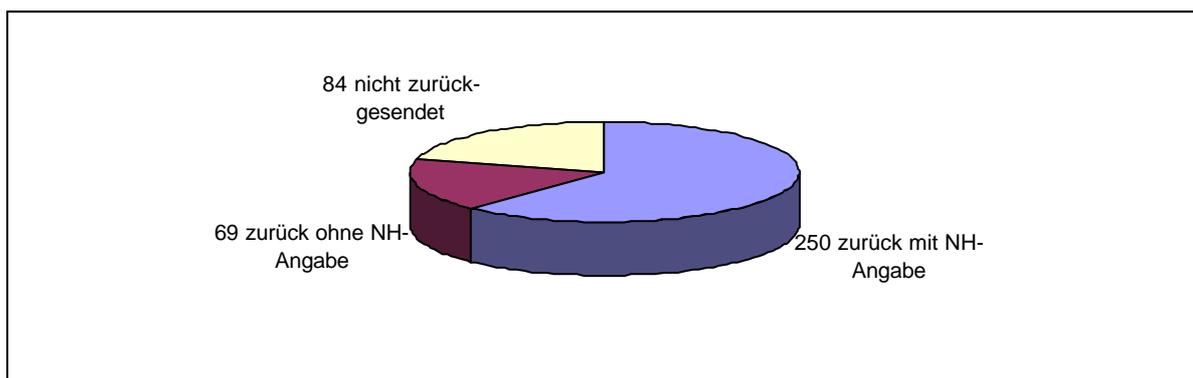


Abb. 1 Rücklaufquote und Narbenhernien-Angaben der insgesamt 403 Fragebögen

2.1.4 Follow-up-Zeiträume

Die verschiedenen Nachuntersuchungs-Zeiträume liegen zwischen 6 und 18 Monaten, im Mittel sind es 11,42 Monate (Standardabweichung: 3,5 Monate).

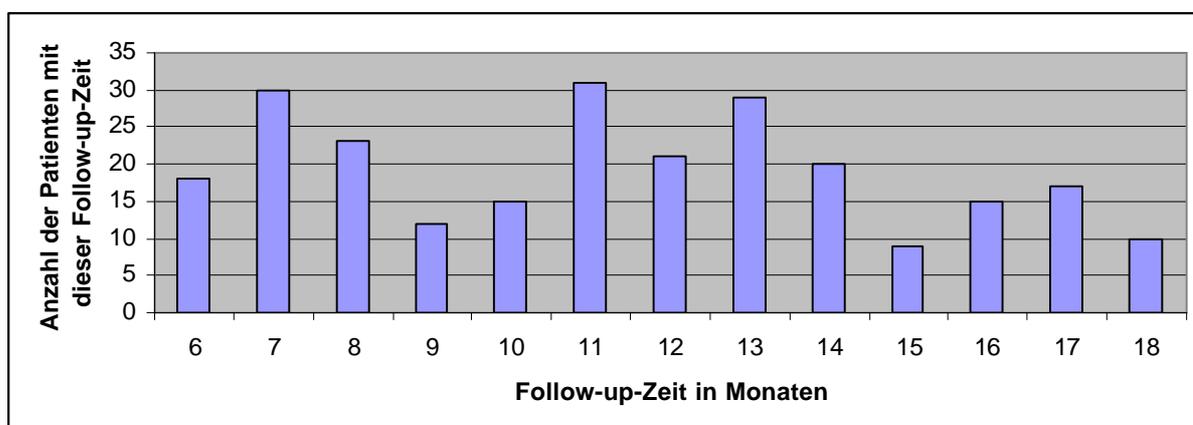


Abb. 2 Anzahl der Patienten, die den jeweiligen Follow-up-Zeitraum aufweisen

2.1.5 Verteilung der Eingriffe im untersuchten Patientenkollektiv

Die gesamten 474 Operationen, die auf das Auftreten eines Platzbauchs hin untersucht wurden, waren wie folgt aufgeteilt:

Insgesamt handelte es sich bei 182 Eingriffen um Notoperationen, 289 waren Elektiveingriffe. 3 Grenzfälle wurden weder als Notfall- noch als Elektiveingriff kategorisiert.

Tab. 1 Verteilung der Operationen (Platzbauch-Untersuchung)

Eingriffskategorie	Art des Eingriffs
218 Eingriffe Dünn-/Dickdarm	167 Darmteilresektionen 16 Appendektomien 13 Anus praeter-Anlagen 10 Rektumamputationen 8 Darmübernähungen 4 Anus praeter-Rückverlagerungen
68 Gefäßeingriffe	60 Aortenprothesen-Implantationen 3 Aorten-Patchplastiken 3 Bypass-Operationen 2 weitere Gefäß-Operationen
67 Eingriffe Leber/Galle/Pankreas	56 Cholezystektomien 7 Pankreas-Operationen 4 Leberteilresektionen
61 explorative Laparotomien/Adhäsiolysen	35 explorative Laparotomien 26 Adhäsiolysen
52 Eingriffe Ösophagus/Magen/Milz	22 Magenresektionen/Gastrektomien 14 Magenübernähungen 10 Splenektomien 6 Ösophagusresektionen
8 sonstige Eingriffe	8 Operationen, die keiner der genannten Kategorien zugeordnet werden können

Die „sonstigen Eingriffe“ waren im Einzelnen: 4 Hernienverschlüsse, 1 Douglas-Abszess-Ausräumung, 1 Tumorresektion im kleinen Becken mit Adnektomie, 1 paraaortale Lymphadenektomie, 1 Teilresektion des Omentum maius.

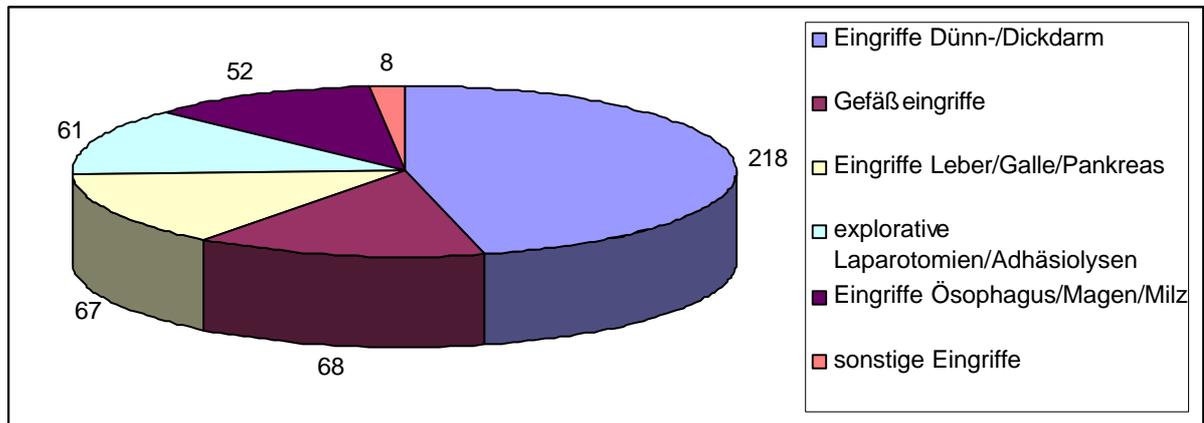


Abb. 3 Verteilung der Operationen (Platzbauch-Untersuchung)

Die 250 Patienten, die auf das Auftreten einer Narbenhernie untersucht wurden, wiesen folgende Verteilung der Operationen auf:

Insgesamt handelte es sich bei 82 Eingriffen um Notoperationen, 167 waren Elektiveingriffe. 1 Grenzfall wurde weder als Notfall- noch als Elektiveingriff kategorisiert.

Tab. 2 Verteilung der Operationen (Narbenhernien-Untersuchung)

Eingriffskategorie	Art des Eingriffs
119 Eingriffe Dünn-/Dickdarm	96 Darmteilresektionen 10 Appendektomien 4 Anus praeter-Anlagen 4 Rektumamputationen 3 Anus praeter-Rückverlagerungen 2 Darmübernähungen
40 Eingriffe Leber/Galle/Pankreas	32 Cholezystektomien 4 Pankreas-Operationen 4 Leberteilresektionen
38 Gefäßeingriffe	37 Aortenprothesen-Operationen 1 Bypass-Operation
29 explorative Laparotomien/Adhäsiolysen	15 explorative Laparotomien 14 Adhäsiolysen
21 Eingriffe Ösophagus/Magen/Milz	9 Magenresektionen/Gastrektomien 6 Splenektomien 4 Ösophagusresektionen 2 Magenübernähungen
3 sonstige Eingriffe	3 Operationen, die keiner der genannten Kategorien zugeordnet werden können

Die „sonstigen Eingriffe“ waren im Einzelnen: 1 Hernienverschluss, 1 Douglas-Abszess-Ausräumung, 1 Tumorresektion im kleinen Becken mit Adnektomie.

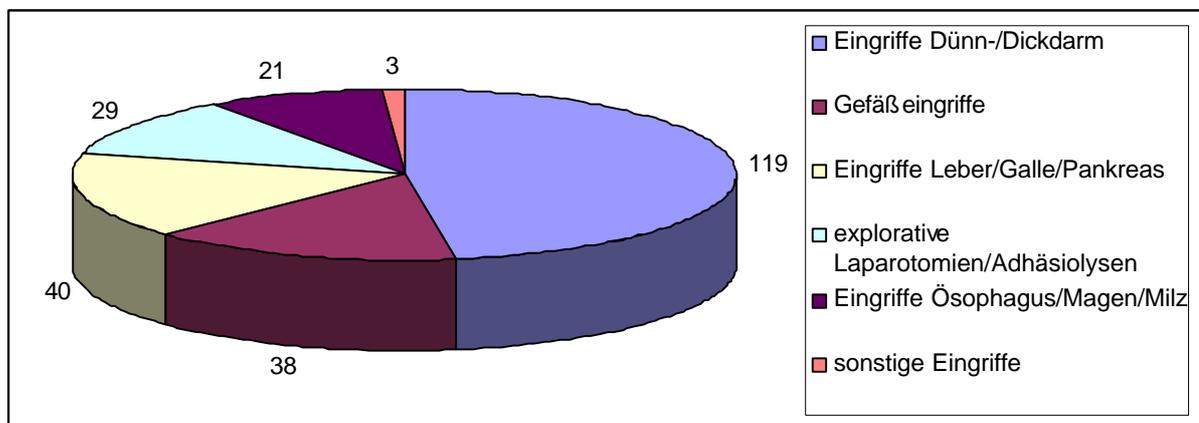


Abb. 4 Verteilung der Operationen (Narbenhernien-Untersuchung)

2.2 Untersuchte Narbenhernien-Einflussfaktoren

Die potentiellen Risikofaktoren Adipositas, männliches Geschlecht, Rezidivinzision über den gleichen Zugangsweg, vorhergehende Laparotomien über andere Zugangswege, maligne Erkrankung, Wundheilungsstörung, Lebensalter über 45 Jahre, präoperative Anämie, regelmäßiger Nikotinkonsum, systemische Kortikosteroidtherapie, Aortenaneurysma, obstruktive Lungenerkrankung, Niereninsuffizienz, Diabetes mellitus, Schnittführung, lange Operationsdauer, Grad der Wundkontamination, Notfalloperation, postoperative Pneumonie, postoperative Sepsis, postoperative Intensivtherapie, postoperative respiratorische Insuffizienz mit Langzeitbeatmung >24h, Anastomoseninsuffizienz nach gastrointestinalen Operationen, Wundhämatom und Fadengranulom wurden auf den Zusammenhang mit einem erhöhten Narbenhernien-Auftreten untersucht. Des Weiteren wurden noch Unterschiede in der Narbenhernienhäufigkeit zwischen den einzelnen Operateuren ausgewertet. Der Platzbauch als Risikofaktor für eine spätere Narbenhernie konnte im Rahmen dieser Studie nicht ausgewertet werden, obwohl er eine große Rolle spielt: Es finden sich Angaben, dass 50% und mehr aller Platzbauch-Patienten später auch eine Narbenhernie entwickeln [Grace et al, 1976; Gislason et al, 1999]. Der Grund dafür, dass die Auswertung nicht möglich war, liegt darin, dass bei fast allen Platzbauch-Patienten zum sekundären Bauchdeckenverschluss eine andere Technik verwendet wurde als die kontinuierliche Polybutester-Naht. In der Mehrzahl der Fälle war dies ein Faszienschluss mittels resorbierbarer Einzelknopfnähte, bei einigen Patienten wurde auch ein Netz eingesetzt. Somit erfüllten diese Patienten nicht mehr die Einschlusskriterien für die Narbenhernien-Untersuchung.

Zur besseren Übersichtlichkeit wurde bei sämtlichen untersuchten Einflussfaktoren eine Einteilung in die 3 Gruppen präoperative, intraoperative und postoperative Faktoren vorgenommen. Dabei umfassen die präoperativen Faktoren vor allem endogene Parameter wie Geschlecht, Lebensalter und Vorerkrankungen, aber auch exogene Einflüsse wie z.B. Steroidmedikation. Sie stellen jedoch allesamt Einflussgrößen dar, die als fest vorgegeben angesehen

werden müssen, auf die also im Rahmen der Operation kein Einfluss genommen werden konnte. Die intraoperativen Faktoren sind dagegen die durch den Operateur und die Art der Operation bedingten Parameter wie Dauer der Operation oder Art der Schnitfführung. Die dritte Gruppe, die postoperativen Faktoren, umfassen alle postoperativen Komplikationen, die als potentielle Einflussfaktoren oben erwähnt wurden.

2.3 Untersuchte Platzbauch-Einflussfaktoren

Auf den Zusammenhang mit einem vermehrten Auftreten von Platzbäuchen wurden die Faktoren Adipositas, männliches Geschlecht, Lebensalter über 65 Jahre, maligne Erkrankung, Anämie, obstruktive Lungenerkrankung, Niereninsuffizienz, Diabetes mellitus, systemische Kortikosteroidtherapie, Schnitfführung, lange Operationsdauer, Grad der Wundkontamination, Notfalloperation, Wundheilungsstörung, Pneumonie, Langzeit-Beatmung und Anastomoseninsuffizienz nach gastrointestinalen Operationen untersucht. Des Weiteren wurden noch Unterschiede in der Platzbauchhäufigkeit zwischen den einzelnen Operateuren ausgewertet.

Auch hier wurde analog zur Narbenhernien-Untersuchung aus Gründen der Übersichtlichkeit zwischen präoperativen, intraoperativen und postoperativen Faktoren unterschieden.

2.4 Datenerhebung und statistische Methoden

Die primäre Datenerhebung umfasste Angaben zur Person (Geschlecht, Alter, Adresse und Telefonnummer, abdominelle Voroperationen), klinische Daten (Haupt- und Nebendiagnosen, postoperative Komplikationen), Informationen zur Operation (Art und Dauer der Operation, Schnitfführung, Wundkontaminationsklasse, Operateur) und zum Nachbeobachtungszeitraum (Zeit zwischen Operation und Datenerhebung).

Mit Hilfe eines Fragebogens, der die folgenden Items enthielt, wurden dann die Hausärzte der erfassten Patienten zur Ermittlung der Narbenhernienhäufigkeit befragt:

1. Ist die Patientin/der Patient noch am Leben?
2. Falls nein: Sterbedatum?
3. Ist eine Narbenhernie aufgetreten?
4. Falls ja: Datum des Auftretens der Hernie?
5. Falls ja und mehrere Laparotomienarben vorhanden: betroffene Narbe?
6. Ist eine zuverlässige Aussage über das Vorhandensein einer Narbenhernie möglich?
7. Ist eine systemische Glukokortikoidgabe erfolgt?

Die Datendokumentation erfolgte mit Hilfe von Microsoft Access® für Windows. Zur statistischen Auswertung der Ergebnisse wurden die Programme Microsoft Excel® für Windows, GraphPad Prism® 5 für Windows und Statistical Package for Social Sciences (SPSS®) für Windows in den Versionen 14.0 und 17.0 verwendet. Dabei kamen folgende Tests zum Einsatz:

Chi-Quadrat nach Pearson, exakter Test nach Fisher und Yates, Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest, T-Test, U-Test nach Mann und Whitney, Kaplan-Meier-Überlebensanalyse.

Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt [Bortz, 2005]. Werte von $p < 0,01$ werden als „sehr signifikant“ bezeichnet, Werte von p zwischen 0,05 und 0,1 werden als „tendenziell signifikant“ bezeichnet.

Die genaue Verwendung der genannten statistischen Tests ist im Folgenden aufgeführt:

Zur Überprüfung, ob die erfassten Risikofaktoren einen signifikanten Einfluss auf die Narbenhernien- bzw. Platzbauch-Häufigkeiten haben, wurde bei nominalskalierten Einflussvariablen (z.B. „postoperative Wundheilungsstörung“ vs. „keine Wundheilungsstörung“) der Chi-Quadrat-Test nach Pearson angewandt. Falls sich in der dabei errechneten Kreuztabelle für (mindestens)

eine Zelle eine erwartete Häufigkeit kleiner 5 ergab, so kam der Exakttest nach Fisher und Yates zum Einsatz [Bortz et al, 2003].

Wenn eine zu untersuchende Einflussgröße Intervallskalenniveau besaß (z.B. Patientenalter, Dauer der Operation), so wurde zunächst mittels des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests überprüft, ob bei dieser Variable eine Normalverteilung vorlag. War dies der Fall, so konnte der T-Test zum Einsatz kommen, in allen anderen Fällen der U-Test nach Mann und Whitney [Bortz, 2005].

Zur Ermittlung der Gesamthäufigkeit der Narbenhernien nach dem maximalen Nachbeobachtungszeitraum von 18 Monaten wurde die Kaplan-Meier Methode angewandt [Ziegler et al, 2007].

3 Ergebnisse

3.1 Narbenhernieninzidenz im gesamten untersuchten Kollektiv

Insgesamt wurde bei 14 der 250 Patienten, über die zuverlässige Informationen vorlagen, eine Narbenhernie diagnostiziert. Dies entspricht einem Anteil von 5,60% bei durchschnittlich 11,42 Monaten Nachuntersuchungszeit (Standardabweichung: 3,525 Monate).

Betrachtet man jedoch nur die Fälle, bei denen tatsächlich eine Nachuntersuchungszeit von (mindestens) 12 Monaten vorliegt (121 Fälle), so findet sich 12 Monate nach der Operation bei 8 dieser Patienten ein Narbenbruch, was einem Anteil von 6,61% entspricht (siehe Tabelle 3).

Tab. 3 Zeitpunkte des Auftretens der Narbenhernien (NH) und Anzahl der Narbenhernien unter den Patienten, für die ein Nachbeobachtungszeitraum (mindestens) bis zu diesem Monat vorlag

Latenz zur OP in Monaten	Anzahl der noch in Beobachtung befindlichen Patienten	Anzahl der in diesem Monat aufgetretenen NH	Anzahl aller bis zu diesem Monat aufgetretenen NH	Anzahl aller NH bei den noch in Beobachtung befindlichen Patienten („relative Inzidenz“)
1	250	-	-	- (0,0%)
2	250	2	2	2 (0,8%)
3	250	1	3	3 (1,2%)
4	250	0	3	3 (1,2%)
5	250	1	4	4 (1,6%)
6	250	3	7	7 (2,8%)
7	232	0	7	6 (2,6%)
8	202	1	8	7 (3,5%)
9	179	2	10	8 (4,5%)
10	167	0	10	8 (4,8%)
11	152	2	12	9 (5,9%)
12	121	0	12	8 (6,6%)
13	100	1	13	8 (8,0%)
14	71	0	13	5 (7,0%)
15	51	0	13	2 (3,9%)
16	42	0	13	2 (4,8%)
17	27	1	14	2 (7,4%)
18	10	0	14	1 (10,0%)

Erklärung der Tabelle: Beispielsweise waren nach 13 postoperativen Monaten noch 100 Patienten in der Nachbeobachtung. Für die übrigen 150 lag nur ein Follow-up-Zeitraum von weniger als 13 Monaten vor. Von diesen 100 Patienten hatten bis dahin 8 eine Narbenhernie. Somit betrug die Häufigkeit der Narbenhernien unter diesen Patienten nach 13 Monaten 8%. Insgesamt waren bis zum 13. Monat zwar schon 13 Narbenhernien aufgetreten, 5 der betroffenen Patienten wiesen allerdings gar keinen Follow-up-Zeitraum von 13 Monaten auf und werden daher bei den in der letzten Spalte angegebenen Häufigkeiten nicht berücksichtigt.

Somit beträgt die absolute Ein-Jahres-Inzidenz 4,80% (12 von allen 250 Patienten) und die relative Ein-Jahres-Inzidenz 6,61% (8 von 121 noch beobachteten Patienten).

Am aussagekräftigsten ist jedoch die nach Kaplan-Meier berechnete Ein-Jahres-Inzidenz. Sie beträgt 5,56%.

Am Ende des maximalen Beobachtungszeitraums von 18 Monaten erreicht die Narbenhernieninzidenz nach Kaplan-Meier den Wert 10,03%.

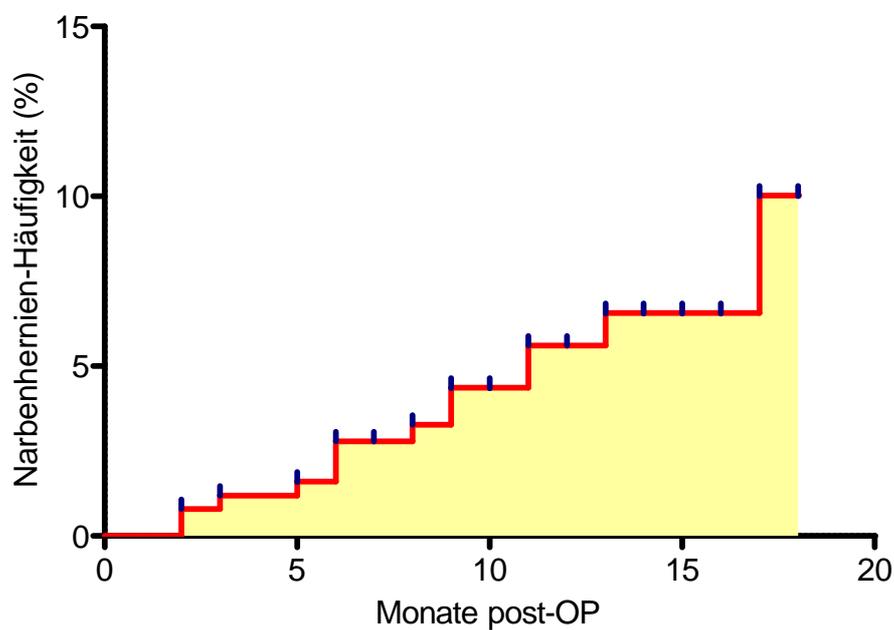


Abb. 5 Kaplan-Meier-Kurve mit der für den jeweiligen Zeitpunkt ermittelten Narbenhernieninzidenz

Tab. 4 Absolute Inzidenz, relative Inzidenz, Inzidenz nach Kaplan-Meier

Latenz zur OP in Monaten	Absolute Inzidenz (%)	Relative Inzidenz (%)	Inzidenz nach Kaplan-Meier (%)
1	0,0	0,0	0,0
2	0,8	0,8	0,8
3	1,2	1,2	1,2
4	1,2	1,2	1,2
5	1,6	1,6	1,6
6	2,8	2,8	2,8
7	2,8	2,6	2,8
8	3,2	3,5	3,3
9	4,0	4,5	4,4
10	4,0	4,8	4,4
11	4,8	5,9	5,6
12	4,8	6,6	5,6
13	5,2	8,0	6,6
14	5,2	7,0	6,6
15	5,2	3,9	6,6
16	5,2	4,8	6,6
17	5,6	7,4	10,0
18	5,6	10,0	10,0

Tab. 5 Verteilung der Fälle, in denen eine Narbenhernie auftrat, auf die einzelnen Eingriffsarten

OP-Kategorie	Anzahl der Narbenhernien	Narbenhernienrate in dieser Kategorie
119 Eingriffe Dünn-/Dickdarm	9	7,56%
40 Eingriffe Leber/Galle/Pankreas	1	2,50%
38 Gefäßeingriffe	2	5,26%
29 explorative Laparotomien/Adhäsiolysen	1	3,45%
21 Eingriffe an Ösophagus/Magen/Milz	1	4,76%
3 sonstige Eingriffe	-	-

3.2 Platzbauchinzidenz im gesamten untersuchten Kollektiv

Ein Platzbauch trat in 24 der 474 Fälle auf (5,06%). Der Zeitpunkt des Auftretens variierte zwischen 3 und 23 Tagen nach der Operation, lag jedoch in 21 Fällen (87,50%) innerhalb der ersten 8 Tage. Der häufigste Zeitpunkt, an dem ein Platzbauch beobachtet werden konnte, war der 7. postoperative Tag (5 Fälle), im Durchschnitt war es nach 7,48 Tagen der Fall (Standardabweichung: 4,43 Tage).

Tab. 6 Verteilung der Fälle, in denen ein Platzbauch aufgetreten ist, auf die einzelnen Eingriffsarten

OP-Kategorie	Anzahl der Platzbäuche	Platzbauchrate in dieser Kategorie
218 Eingriffe Dünn-/Dickdarm	14	6,42%
68 Gefäßeingriffe	2	2,94%
67 Eingriffe Leber/Galle/Pankreas	2	2,99%
61 explorative Laparotomien/Adhäsiolysen	2	3,28%
52 Eingriffe an Ösophagus/Magen/Milz	3	5,77%
8 sonstige Eingriffe	1	12,50%

3.3 Zusammenhang zwischen den untersuchten Einflussfaktoren und dem Auftreten einer Narbenhernie

Zur besseren Vergleichbarkeit sind als zusätzliche Information in Klammern die mittleren Follow-up-Zeiträume angegeben, die die jeweils genannte Subgruppe aufwies. Diese lagen meist zwischen 11 und 12 Monaten und in keinem einzigen Fall bei über 12,6 Monaten, so dass eine falsch hohe Narbenhernieninzidenz, die durch einen besonders langen durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraums in der jeweiligen Gruppe „vorgetäuscht“ wird, in allen Fällen ausgeschlossen werden kann.

3.3.1 Präoperative Faktoren

Adipositas

Von 68 adipösen Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,6 Monate) entwickelten 5 eine Narbenhernie (7,4%). Dies stellt zwar eine erhöhte Hernienrate dar, jedoch ohne Signifikanz (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,322$).

Geschlecht

Bei 106 weiblichen Patientinnen (mittlere Follow-up-Zeit: 11,1 Monate) traten 5 (4,7%), bei 144 männlichen Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,7 Monate) traten 9 Narbenhernien (6,3%) auf. Dieser Unterschied erreichte keine statistische Signifikanz (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,409$).

Lebensalter

Beim Vergleich der 227 Patienten über 45 Jahre (mittlere Follow-up-Zeit: 11,6 Monate) mit den 23 jüngeren Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 9,8 Monate) fanden sich alle 14 Narbenhernien (6,2%) bei den über 45jährigen und keine einzige bei den Jüngeren. Auch dieser Unterschied verfehlte jedoch die Signifikanzgrenze (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,249$). Es konnte auch allgemein keine Zunahme der Hernienrate mit steigendem Alter beobachtet werden.

Vorhergehende Laparotomie über gleichen Zugangsweg

Hier wird zunächst unterschieden zwischen den Patienten, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Rahmen eines anderen Krankenhaus-Aufenthaltes die vorhergehende Laparotomie erhalten hatten, und denen, die im direkten Zusammenhang mit einer unmittelbar vorausgegangenen Operation innerhalb der ersten zwei postoperativen Wochen eine oder mehrere Re-Laparotomien benötigten, beispielsweise auf Grund einer Anastomoseninsuffizienz nach einem Viszeraleingriff.

Die erstgenannte Gruppe umfasste 64 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 10,6 Monate). Sie waren irgendwann zuvor bereits über den gleichen Zugangsweg

laparotomiert worden. Von ihnen entwickelten 6 eine Narbenhernie (9,4%). Dieser Unterschied wich nicht signifikant von den durchschnittlichen 5,6% ab (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,116$).

Die zweite Gruppe, die eine Wiedereröffnung einer aktuellen Wunde benötigte, bestand aus 17 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 12,6 Monate), unter denen 1 Narbenhernie auftrat (5,9%). Auch diese geringfügige Abweichung der Hernienhäufigkeit war nicht signifikant (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,637$). Die Patienten, die auf Grund einer Anastomoseninsuffizienz re-laparotomiert wurden, werden weiter unten noch gesondert betrachtet (siehe „postoperative Faktoren“).

Betrachtet man diese beiden Gruppen gemeinsam, also alle Patienten, die eine Wiedereröffnung einer aktuellen Wunde oder einer alten Narbe erhalten haben, so beträgt deren Anzahl 75 (mittlere Follow-up-Zeit: 11,0 Monate). Die Anzahl der Narbenhernien beträgt 7, was 9,3% entspricht. Auch diese erhöhte Hernienrate verfehlt zwar knapp die Signifikanzgrenze, kann jedoch als „tendenziell signifikant“ bezeichnet werden (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,087$).

Vorhergehende Laparotomie über anderen Zugangsweg

Dies war bei 58 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,8 Monate) der Fall, von denen 2 eine Narbenhernie entwickelten (3,4%). Somit war hier die Hernienrate nicht erhöht.

Maligne Erkrankung

Es wurde sowohl die Subgruppe „Patienten mit einer beliebigen malignen Grunderkrankung“ als auch die Subgruppe „Patienten, bei denen eine maligne Erkrankung die Operations-Indikation darstellte“ auf die jeweilige Hernieninzidenz untersucht. Erstere umfasste 115 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,3 Monate), darunter traten 5 Hernien auf (4,3%). Letztere ergab 4 Hernien unter 78 Patienten (5,1%; mittlere Follow-up-Zeit: 11,6 Monate). Somit war die Narbenhernien-Häufigkeit in beiden Gruppen nicht erhöht.

Anämie

In 16 Fällen fiel bereits präoperativ eine Anämie auf (mittlere Follow-up-Zeit: 11,2 Monate). Es fand sich jedoch bei keinem der Betroffenen eine Narbenhernie.

Raucher

Da bei vielen Patienten nicht zuverlässig dokumentiert war, ob es sich um Raucher oder Nichtraucher handelt, wurde auf diese Analyse verzichtet.

Aortenaneurysma

Im untersuchten Kollektiv hatten 34 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 12,0 Monate) ein Aortenaneurysma. Bei 2 von diesen trat eine Narbenhernie auf (5,9%), was zwar eine minimale Erhöhung darstellt, jedoch ohne statistische Signifikanz (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,593$). Dabei ist zusätzlich noch zu beachten, dass die durchschnittliche Operationsdauer (die einen Risikofaktor darstellt, siehe unten) bei den Aneurysma-Patienten mit 139 Minuten signifikant länger war als bei den übrigen Operationen, die im Schnitt 91 Minuten dauern (U-Test nach Mann und Whitney, zweiseitig: $p<0,001$).

Obstruktive Atemwegserkrankung

30 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,8 Monate) hatten die Diagnose einer obstruktiven Atemwegserkrankung. 2 von ihnen hatten eine Narbenhernie (6,7%), was ebenfalls eine geringe, nicht signifikante Erhöhung darstellt (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,520$).

Niereninsuffizienz

Diese Diagnose wiesen 24 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,3 Monate) auf, von denen einer eine Narbenhernie entwickelte (4,2%). Somit war in dieser Subgruppe keine erhöhte Hernienrate erkennbar.

Diabetes mellitus

35 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,2 Monate) waren Diabetiker, bei 3 von ihnen trat eine Narbenhernie auf (8,6%). Diese erhöhte Rate war jedoch ebenfalls nicht statistisch signifikant (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,310$).

Kortikosteroidtherapie

Im perioperativen Zeitraum wurden 13 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,8 Monate) dauerhaft systemisch mit Kortikosteroiden therapiert. Einer dieser Patienten hatte eine Narbenhernie (7,7%), was auch hier keine statistisch signifikante Erhöhung der Hernienhäufigkeit darstellte (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,471$).

Zusammenfassend muss daher festgestellt werden, dass bei keinem der präoperativen Risikofaktoren ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit einer erhöhten Narbenhernieninzidenz nachgewiesen werden kann. Lediglich die Rezidivinzision über den gleichen Zugangsweg zeigt eine erhöhte Hernienrate von tendenzieller Signifikanz. Ungeachtet des Nicht-Erreichens der Signifikanzgrenze findet sich die höchste Hernienrate unter den zuvor bereits über die gleiche Schnittführung laparotomierten Patienten, gefolgt von den Diabetikern, den mit Kortikosteroiden therapierten sowie den adipösen Patienten.

3.3.2 Intraoperative Faktoren

Schnittführung

Beim Vergleich der Schnittführungen wurden nur die beiden Hauptgruppen, nämlich mediane Längslaparotomie und Querlaparotomie, miteinander verglichen. Unter den Querlaparotomien wurden sowohl Querschnitte im Ober-, Mittel- und Unterbauch als auch Rippenbogenrandschnitte zusammengefasst. Andere Zugangswege, wie z.B. der Paramedianschnitt, wurden auf Grund der

geringen Fallzahl nicht berücksichtigt. Ein medianer Längsschnitt im Bereich der Linea alba war bei 168 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,5 Monate) der gewählte Zugang, ein Querschnitt bei 75 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,5 Monate). Die ermittelten Hernienraten waren 6,0% (Mittelschnitt), was 10 Narbenhernien entspricht, bzw. 4,0% (Querschnitt), was 3 Narbenhernien entspricht. Auch dieser Unterschied war nicht signifikant (exakter Test nach Fisher, zweiseitig: $p=0,759$). Zur Vollständigkeit sei noch erwähnt, dass neben den erwähnten 13 Narbenbrüchen nach Mittel- und Querschnitten noch ein weiterer auftrat, und zwar nach einem Flankenschnitt. Dieser Zugangsweg wurde nur in einem einzigen der 250 Fälle verwendet.

Dauer der Operation

Hier konnte ein erhöhtes Auftreten von Narbenhernien nach längeren Operationen nachgewiesen werden. Die Operationen, nach denen eine Narbenhernie aufgetreten ist, dauerten im Durchschnitt 152 Minuten (Standardabweichung: 88 Minuten), während die übrigen Operationen im Mittel 93 Minuten (Standardabweichung: 55 Minuten) dauerten. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant (U-Test nach Mann und Whitney, zweiseitig: $p=0,017$).

Grad der Wundkontamination

Der Kontaminationsgrad der Operationswunde wurde gemäß dem Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) des Robert Koch-Instituts in 4 Klassen eingeteilt: Aseptische, bedingt aseptische, kontaminierte und septische Eingriffe [Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen, 2009]. Nach 68 aseptischen Eingriffen (mittlere Follow-up-Zeit: 11,9 Monate) traten 4 (5,9%), nach 81 bedingt aseptischen Eingriffen (mittlere Follow-up-Zeit: 11,7 Monate) traten ebenfalls 4 (4,9%), nach 10 kontaminierten Eingriffen (mittlere Follow-up-Zeit: 10,3 Monate) trat keine, und nach 91 septischen Eingriffen (mittlere Follow-up-Zeit: 11,0 Monate) traten 6 (6,6%) Narbenhernien auf. Keine der genannten Hernienraten wich signifikant von den anderen ab (aseptische Eingriffe: exakter Test nach Fisher, zweiseitig: $p=1,000$; bedingt aseptische Eingriffe: exakter Test nach Fisher, zweiseitig:

$p=1,000$; kontaminierte Eingriffe: exakter Test nach Fisher, zweiseitig: $p=1,000$; septische Eingriffe: Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,605$).

Vergleicht man nur die beiden Extreme, nämlich die aseptischen und die septischen Eingriffe, miteinander, so findet sich auch hier kein signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,564$).

Operateur

Alle erfassten Operationen wurden von 18 verschiedenen Operateuren durchgeführt. Nur 12 von ihnen operierten in mindestens 10 der Fälle. Die Narbenhernienraten von diesen 12 wurden miteinander verglichen. Keiner der Operateure hatte eine signifikant vom Durchschnitt abweichende Rate (jeweils exakter Test nach Fisher, zweiseitig: p zwischen 0,090 und 1,000), jedoch war sie in einem Fall tendenziell signifikant erhöht auf 15% ($p=0,090$).

Betrachtet man die beiden Gruppen „Oberarzt/Chefarzt“ und „Assistenzarzt“ (teilweise mit Facharzttitel), so fällt eine signifikant erniedrigte Hernienrate unter den Assistenzärzten auf (2,9% vs. 9,1%; Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,033$).

Notfalloperation

Beim Vergleich der notfallmässigen mit den elektiven Eingriffen fand sich eine Hernienhäufigkeit von 2,4% (2 von 82) nach Notfalleingriffen. Demgegenüber standen 7,2% (12 von 167) nach Elektiveingriffen. Somit war die Rate nach Notfalleingriffen niedriger, der Unterschied war jedoch nicht signifikant (Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,126$).

Insgesamt kann also unter den intraoperativen Faktoren nur die lange Operationsdauer als statistisch signifikanter Risikofaktor nachgewiesen werden, zudem war im hier untersuchten Kollektiv die Hernienrate bei den erfahrenen Operateuren signifikant höher als bei den jüngeren.

3.3.3 Postoperative Faktoren

Wundheilungsstörung

Unter den insgesamt 250 Patienten trat in 27 Fällen (mittlere Follow-up-Zeit: 11,9 Monate) eine postoperative Wundheilungsstörung auf. Von den 27 Betroffenen entwickelten 3 eine Narbenhernie (11,1%). Diese Erhöhung der Hernieninzidenz erreicht jedoch nicht die Signifikanzgrenze (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,182$).

Pneumonie

8 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 12,3 Monate) litten postoperativ an einer Pneumonie, eine Narbenhernie trat bei keinem von diesen auf.

Sepsis

Ebenso verhielt es sich bei den 7 septischen Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 9,1 Monate).

Intensivtherapie

21 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 11,5 Monate) benötigten nach der Operation eine intensivmedizinische Behandlung. Einer davon entwickelte später eine Narbenhernie (4,76%), somit war die Inzidenz hier nicht erhöht.

Langzeitbeatmung

Eine Langzeitbeatmung (>24 Stunden) wurde bei 17 Patienten (mittlere Follow-up-Zeit: 12,1 Monate) durchgeführt. Bei einem von diesen trat eine Narbenhernie auf (5,9%). Auch diese minimal erhöhte Hernienrate ist statistisch nicht signifikant (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,637$).

Wundhämatom

Dies trat nur in 2 Fällen (mittlere Follow-up-Zeit: 11,5 Monate) auf, eine Narbenhernie war bei keinem von beiden zu beobachten.

Fadengranulom

Ein Fadengranulom wurde auch nur in 2 Fällen (mittlere Follow-up-Zeit: 12,5 Monate) gefunden, von denen einer später eine Narbenhernie aufwies (50%). Auch dies stellt keine signifikante Erhöhung der Häufigkeit dar (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,109$).

Anastomoseninsuffizienz

Eine Anastomoseninsuffizienz trat in 5 Fällen (mittlere Follow-up-Zeit: 10,8 Monate) nach dem Eingriff auf. Trotz der notwendigen Wiedereröffnung der gerade verheilenden Wunde wurde bei keinem der betroffenen Patienten später eine Narbenhernie gefunden.

Somit lässt sich zusammenfassen, dass unter den postoperativen Einflussfaktoren nur die Wundheilungsstörung mit einer aussagekräftigen, überdurchschnittlich hohen Narbenhernienrate vergesellschaftet war. Auch diese erreicht jedoch keine statistische Signifikanz. Die meisten postoperativen Faktoren zeigen ein derart seltenes Auftreten, dass bei der vorhandenen Fallzahl kaum statistisch verwertbare Ergebnisse gewonnen werden können.

3.4 Zusammenhang zwischen der Anzahl der vorhandenen Risikofaktoren und dem Auftreten einer Narbenhernie

Die Anzahl der in großen Studien (siehe Abschnitt 4.5.1 „Bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Narbenhernien-Risikofaktoren“, S. 46) nachgewiesenen Narbenhernien-Risikofaktoren Lebensalter über 45 Jahre, männliches Geschlecht, Anämie, Adipositas, malignes Grundleiden, Rezidivinzision über den gleichen Zugangsweg, vorhergehende Laparotomien über andere Zugangswege, Wundheilungsstörung und postoperative Pneumonie war bei den Patienten, die tatsächlich eine Narbenhernie entwickelten, folgendermaßen verteilt:

Von den 14 Patienten waren bei 6 jeweils 4, bei 5 jeweils 3, bei 2 jeweils 2 und bei 1 Patient nur 1 Risikofaktor vorhanden. Im Mittel waren dies 3,14 Risikofaktoren pro Patient, gegenüber durchschnittlich 2,91 bei den Patienten, die keine Narbenhernie hatten. Dieser Unterschied ist allerdings nicht signifikant (U-Test nach Mann und Whitney, zweiseitig: $p=0,279$).

3.5 Zusammenhang zwischen den untersuchten Einflussfaktoren und dem Auftreten eines Platzbauchs

3.5.1 Präoperative Faktoren

Adipositas

Insgesamt waren unter den 474 Patienten 119 mit Adipositas. Bei 5 von ihnen trat ein Platzbauch auf (4,2%). Die Platzbauchrate (im gesamten untersuchten Kollektiv 5,1%) war somit bei den adipösen Patienten nicht erhöht.

Geschlecht

Von den untersuchten Patienten waren 196 weiblich und 278 männlich. Von den Patientinnen litten 4 an einem Platzbauch (2,0%), von den Patienten 20 (7,2%). Dies bedeutet eine signifikante Erhöhung des Platzbauchrisikos bei den männlichen Patienten (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,008$).

Lebensalter

Beim Vergleich der 308 über 65jährigen mit den jüngeren Patienten fanden sich 19 Platzbäuche bei den Älteren (6,2%). Diese erhöhte Platzbauchrate verfehlt zwar das Signifikanzniveau, ist jedoch bereits tendenziell signifikant (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,098$).

Vergleicht man zusätzlich die über 70jährigen mit den Patienten bis 70 Jahre, so wiesen 16 der 221 über 70jährigen einen Platzbauch auf (7,2%). Dies stellt eine signifikant höhere Platzbauchhäufigkeit bei den älteren Patienten dar (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,035$).

Bei der Betrachtung des Durchschnittsalters aller Platzbauch-Patienten ergibt sich ein Alter von 71,8 Jahren (Standardabweichung: 13,848 Jahre), während die Patienten ohne Platzbauch im Schnitt 67,0 Jahre (Standardabweichung: 13,995 Jahre) alt waren. Dieser Unterschied verfehlt nur knapp die Signifikanzgrenze und ist daher als tendenziell signifikant anzusehen (U-Test nach Mann und Whitney, zweiseitig: $p=0,053$).

Maligne Erkrankung

Wie auch bei der Narbenhernien-Auswertung wurde zwischen Patienten mit einer beliebigen malignen Grunderkrankung und Patienten, bei denen eine maligne Erkrankung die Operationsindikation darstellte, unterschieden. Dabei fanden sich in der erstgenannten Gruppe, die 215 Patienten umfasste, 11 Platzbäuche (5,1%). Die andere Gruppe ergab 6 Platzbäuche unter 142 Patienten (4,2%). Somit war die Häufigkeit in beiden Gruppen nicht erhöht.

Anämie

Von 40 Patienten mit Anämie hatten 2 einen Platzbauch (5,0%), was ebenfalls keine Erhöhung der Platzbauchinzidenz darstellt.

Obstruktive Lungenerkrankung

74 Patienten wiesen die Diagnose „obstruktive Atemwegserkrankung“ auf. Bei 8 von diesen trat ein Platzbauch auf (10,8%). Dies bedeutet eine signifikant gesteigerte Platzbauchrate unter den Betroffenen (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,022$).

Niereninsuffizienz

59 Patienten litten an einer Niereninsuffizienz. Darunter waren 3 mit Platzbauch (5,1%). Somit konnte auch hier keine erhöhte Häufigkeit festgestellt werden.

Diabetes mellitus

Unter 66 Diabetikern traten 4 Platzbäuche auf (6,1%). Diese Erhöhung der Rate ist nicht signifikant (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,436$).

Kortikosteroidtherapie

Von 22 Patienten, die eine systemische Glukokortikoidtherapie erhielten, entwickelten 2 einen Platzbauch (9,1%). Auch diese Abweichung der Platzbauchrate ist statistisch nicht signifikant (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,308$).

Insgesamt lassen sich also von den hier untersuchten präoperativen Einflussgrößen die Folgenden als statistisch signifikante Risikofaktoren nachweisen: Männliches Geschlecht, Lebensalter über 70 und obstruktive Atemwegserkrankung.

3.5.2 Intraoperative Faktoren

Schnittführung

Wiederum wurden nur die beiden Gruppen „mediane Längslaparotomie“ und „Querlaparotomie“ verglichen. Ein Mittelschnitt kam in 342 Fällen zum Einsatz, ein Querschnitt in 119 Fällen. Nach Mittelschnitten wurden 21 Platzbäuche beobachtet (6,1%), nach Querschnitten 3 (2,5%). Dieser Unterschied ist allerdings statistisch nicht signifikant (Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,126$). In wenigen Fällen wurde ein anderer Zugangsweg als die beiden genannten angewandt (z.B. paramediane Längslaparotomie). Von einem Platzbauch war keiner dieser Patienten betroffen.

Operationsdauer

Beim Vergleich der Operationen, die über 2,5 Stunden dauerten, mit den übrigen Eingriffen fand sich folgendes Ergebnis: 49 Operationen dauerten entsprechend lang, nach 4 von ihnen fiel ein Platzbauch auf (8,2%). Dies stellt jedoch keine signifikant erhöhte Platzbauchrate dar (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,257$).

Im Durchschnitt dauerten die Operationen, nach denen ein Platzbauch auftrat, 101 Minuten (Standardabweichung: 64 Minuten), die übrigen Operationen 96

Minuten (Standardabweichung: 59 Minuten). Auch dieser Unterschied ist nicht signifikant (U-Test nach Mann und Whitney, zweiseitig: $p=0,731$).

Grad der Wundkontamination

Auch hier wurde zwischen den 4 Wundkontaminationsklassen aseptisch, bedingt aseptisch, kontaminiert und septisch unterschieden. Nach 126 aseptischen Eingriffen traten 3 Platzbäuche auf (2,4%), nach 155 bedingt aseptischen Eingriffen 7 (4,5%), nach 20 kontaminierten Eingriffen 2 (10,0%) und nach 172 septischen Eingriffen 12 (7,0%). Trotz der Abweichungen von den durchschnittlichen 5,1% war keine der genannten Häufigkeiten signifikant erniedrigt oder erhöht (aseptische Eingriffe: Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,109$; bedingt aseptische Eingriffe: Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,705$; kontaminierte Eingriffe: exakter Test nach Fisher, zweiseitig: $p=0,269$; septische Eingriffe: Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,152$).

Vergleicht man nur die beiden Gruppen mit der geringsten bzw. höchsten Wundkontamination, nämlich „aseptisch“ und „septisch“, miteinander, so ergibt sich zumindest ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen ihnen (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,060$).

Operateur

Die 474 Operationen wurden von 20 verschiedenen Operateuren durchgeführt. 14 von ihnen tätigten 10 oder mehr Eingriffe, deren Platzbauchraten wurden verglichen. Keiner der Operateure hatte signifikant mehr oder weniger Platzbäuch-Fälle als die anderen (jeweils exakter Test nach Fisher, zweiseitig: p zwischen 0,151 und 1,000).

Beim Vergleich der beiden Kategorien „Oberarzt/Chefarzt“ und „Assistenzarzt“ (teilweise mit Facharztstitel) findet sich ein umgekehrtes Ergebnis wie bei den Narbenhernien: Hier zeigt sich eine tendenziell signifikant niedrigere Platzbauchrate von 3,0% unter den Ober-/Chefärzten, gegenüber 6,6% unter den Assistenzärzten (Chi-Quadrat nach Pearson, zweiseitig: $p=0,073$).

Notfalloperation

Beim Vergleich der notfallmässigen mit den elektiven Eingriffen fand sich eine Platzbauchhäufigkeit von 8,2% (15 von 182) nach Notfalleingriffen. Demgegenüber standen 3,1% (9 von 289) nach Elektiveingriffen. Somit traten nach Notfalloperationen signifikant mehr Platzbäuche auf als nach Elektivoperationen (Exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,013$).

Zusammengefasst ergibt sich unter den verdächtigsten intraoperativen Einflussfaktoren nur beim Vergleich Notfall- vs. Elektiveingriffe eine signifikant erhöhte Platzbauchrate nach Notfalleingriffen. Bei der Kontaminationsklasse „septisch“ zeigt sich im direkten Vergleich mit der Klasse „aseptisch“ eine tendenziell signifikant erhöhte Platzbauchrate. Außerdem waren Platzbäuche in der Operateur-Kategorie „Oberarzt/Chefarzt“ tendenziell signifikant seltener als in der Kategorie „Assistenzarzt“.

3.5.3 Postoperative Faktoren

Wundheilungsstörung

Bei 47 Patienten trat eine postoperative Wundheilungsstörung auf. Hierunter war die Platzbauchrate auf 8,5% erhöht (4 Fälle), was jedoch keine statistische Signifikanz erreichte (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,206$).

Pneumonie

Von 21 Patienten, die nach der Operation an einer Pneumonie litten, waren 2 von einem Platzbauch betroffen (9,5%). Auch diese Zahl ist zwar im Vergleich zum Durchschnitt deutlich erhöht, jedoch ohne Signifikanz (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,288$).

Langzeitbeatmung

35 Patienten mussten mindestens 24 Stunden beatmet werden. Darunter fand sich bei einem ein Platzbauch (2,9%). Dies stellt keine erhöhte Häufigkeit dar.

Anastomoseninsuffizienz

Eine Anastomoseninsuffizienz trat in 11 Fällen nach Darmoperationen auf. Unter den 11 Betroffenen kam es zu 3 Platzbäuchen (27,3%). Dies stellt eine signifikante Erhöhung der Rate dar (exakter Test nach Fisher, einseitig: $p=0,014$).

Von allen untersuchten postoperativen Faktoren ist somit nur die Anastomoseninsuffizienz mit signifikant mehr Platzbäuchen vergesellschaftet, obwohl sich auch unter den Pneumonie- und Wundheilungsstörungs-Patienten deutlich höhere Platzbauchraten finden als im Gesamtkollektiv.

3.6 Zusammenhang zwischen der Anzahl der vorhandenen Risikofaktoren und dem Auftreten eines Platzbauchs

Auch bei der Platzbauch-Auswertung wurde überprüft, wie viele der laut Literaturangaben (siehe Abschnitt 4.5.2 „Bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Platzbauch-Risikofaktoren“, S. 47) nachgewiesenen Risikofaktoren Adipositas, Lebensalter über 65 Jahre, maligne Erkrankung, obstruktive Lungenerkrankung, systemische Kortikosteroidtherapie, lange Operationsdauer, septischer Eingriff, Notfalloperation, Wundheilungsstörung, Pneumonie und Langzeitbeatmung die von einem Platzbauch betroffenen 24 Patienten jeweils aufwiesen. Dabei wurden bei keinem der 24 Platzbauch-Patienten weniger als 2 Risikofaktoren gefunden. Bei 2 Patienten waren 6, bei 3 Patienten 5, bei 5 Patienten 4, bei 8 Patienten 3 und bei 6 Patienten 2 dieser Risikofaktoren vorhanden. Im Mittel waren dies 3,46 Risikofaktoren pro Platzbauch-Patient gegenüber 2,58 pro Patient ohne Platzbauch. Dieser Unterschied ist statistisch sehr signifikant (U-Test nach Mann und Whitney, zweiseitig: $p=0,001$). Somit steigt das Risiko für einen Platzbauch mit der Zahl der vorhandenen Risikofaktoren.

Tab. 7 Übersicht über die Ergebnisse der untersuchten Einflussfaktoren
(n. b. = nicht berechnet, n. s. = nicht signifikant, t. s. = tendenziell signifikant)

	Narbenhernie	Platzbauch
Präoperative Faktoren		
Adipositas	n. s. vermehrt	nicht vermehrt
Männliches Geschlecht	n. s. vermehrt	sehr signifikant vermehrt
Lebensalter	>45: n. s. vermehrt	>70: signifikant vermehrt
Vorhergehende Laparotomien an gleicher Stelle	tendenziell signifikant vermehrt	n. b.
Vorhergehende Laparotomien an anderer Stelle	nicht vermehrt	n. b.
Maligne Erkrankung	nicht vermehrt	nicht vermehrt
Anämie	nicht vermehrt	nicht vermehrt
Raucher	n. b.	n. b.
Aortenaneurysma	n. s. vermehrt	n. b.
Obstrukt. Lungenerkrankung	n. s. vermehrt	signifikant vermehrt
Niereninsuffizienz	nicht vermehrt	nicht vermehrt
Diabetes	n. s. vermehrt	n. s. vermehrt
Kortikosteroidtherapie	n. s. vermehrt	n. s. vermehrt
Intraoperative Faktoren		
Schnittführung	n. s. vermehrt bei Mittelschnitt	n. s. vermehrt bei Mittelschnitt
Lange OP-Dauer	signifikant vermehrt	n. s. vermehrt
Wundkontaminationsklasse	nicht vermindert bei aseptischen Eingriffen n. s. vermehrt bei septischen Eingriffen n. s. vermehrt bei septische vs. aseptische Eingriffe	n. s. vermindert bei aseptischen Eingriffen n. s. vermehrt bei septischen Eingriffen t. s. vermehrt bei septische vs. aseptische Eingriffe
Operateur	signifikant vermehrt bei Oberarzt/Chefarzt	tendenziell signifikant vermehrt bei Assistenzarzt
Notfalloperation	nicht vermehrt	signifikant vermehrt
Postoperative Faktoren		
Wundheilungsstörung	n. s. vermehrt	n. s. vermehrt
Pneumonie	nicht vermehrt	n. s. vermehrt
Sepsis	nicht vermehrt	n. b.
Intensivtherapie	nicht vermehrt	n. b.
Langzeitbeatmung	n. s. vermehrt	nicht vermehrt
Wundhämatom	nicht vermehrt	n. b.
Fadengranulom	n. s. vermehrt	n. b.
Anastomoseninsuffizienz	nicht vermehrt	signifikant vermehrt

4 Diskussion

4.1 Bisherige Erkenntnisse über das Material Polybutester (Novafil®)

Polybutester ist ein monofiler, nicht resorbierbarer Faden. Es handelt sich dabei um ein Block-Copolymer, das aus einer Kombination aus harten (Polyglykol) und weichen (Polybutylen) Terephthalat-Segmenten besteht, und zwar in einem Verhältnis von 84:16 [Rodeheaver et al, 1987; Lin et al, 2005]. Zum einen zeichnet es sich durch besonders gute Biessamkeit und verbesserte Knoteneigenschaften aus, zum anderen besitzt es eine merkliche (reversible) Dehnbarkeit schon bei relativ niedrigen Zugkräften bis zu einem ebenso deutlich spürbaren Anschlag. Dadurch ist es in punkto Flexibilität Nylon und Polypropylen überlegen, außerdem ist die Knotensicherheit größer als bei Nylon [Rodeheaver et al, 1987]. Ein weiterer positiver Aspekt ist die nur geringfügig ausgeprägte Gewebereaktion, die durch Novafil® hervorgerufen wird [Chu et al, 1997]. Die genannte Längen-Dehnbarkeit bis zu einem Anschlag kann man sich ähnlich vorstellen wie bei einer elastischen Gummischnur, zu der parallel eine Schnur aus einem kaum dehnbaren Material verläuft, die im „Ruhezustand“ noch nicht angespannt ist. Zieht man nun die beiden Enden der parallel gespannten Schnüre auseinander, so spürt man zunächst nur den geringen elastischen Widerstand, den die Gummischnur verursacht, da die nicht dehnbare Schnur noch schlaff „durchhängt“. Ab einer bestimmten Dehnung, sobald die zweite Schnur auch angespannt ist, spürt man einen festen Widerstand, der auch nach Aufbringen einer deutlich höheren Zugkraft nur noch eine unwesentliche Längenausdehnung zulässt. Bei diesem Modell soll die Gummischnur die weichen, die unelastische Schnur die harten Segmente von Polybutester repräsentieren.

In einer Arbeit, die die physikalischen und handhabungstechnischen Eigenschaften von zehn monofilen Nahtmaterialien der Stärke 2-0 USP untersucht hat, wurde Polybutester folgendermaßen eingestuft: Es wies eine lineare Zugfestigkeit bis zum Zerreißen von $467,83 \pm 12$ N/mm² auf. Sechs

andere Materialien hatten eine größere lineare Zugfestigkeit. Bei der Knotenbruchfestigkeit erreichte es jedoch mit 26 ± 2 N den zweitbesten Wert, und bei der Betrachtung der maximalen Elongation erreichte kein anderes Material einen derart hohen Wert wie Polybutester (50%). Ebenso bei der Knotensitzfestigkeit: Als einziger monofiler Faden benötigte er lediglich eine dreifache Schlingenkombination zum sicheren Knotensitz [Lünstedt et al, 1986]. Von diesen Materialeigenschaften ist die Elongation in Längsrichtung, die wie oben angegeben bereits bei relativ geringen Zugkräften deutlich wird, in Bezug auf die vorliegende Arbeit besonders hervorzuheben.

So spekulierte Hoerr bereits 1968, dass ein elastisches Nahtmaterial das Problem des Einschneidens des Fadens in das Gewebe lindern könnte [Hoerr, 1968].

Auch mit der praktischen Anwendung eines solchen stärker dehnbaren Nahtmaterials zum Bauchdeckenverschluss befassten sich einige wissenschaftliche Studien.

Zwei tierexperimentelle Arbeiten konnten dabei Hinweise dafür liefern, dass die Verwendung von Polybutester zum Verschluss der Faszien Vorteile mit sich bringt.

1986 wurden in einem Rattenmodell Bauchdeckenverschlüsse aus Polybutester, Nylon und Polyglykolsäure verglichen. Durch Aufpumpen eines zuvor unter der Faszie eingebrachten Ballons mit Wasser wurde das intraabdominelle Volumen erhöht und somit ein Platzbauch hervorgerufen. Bei Verwendung von Polybutester trat dieser erst bei signifikant höherem intraabdominellem Volumen auf als bei den beiden anderen Nahtmaterialien, egal ob fortlaufend genäht wurde oder in Einzelknopftechnik. Bei Verwendung von fortlaufenden Nähten aus Polybutester war das Volumen, bei dem eine Faziendehiszenz auftrat, wiederum größer als bei Einzelknopfnähten des gleichen Materials. Neben dem Volumen wurde auch der Druck innerhalb des Ballons gemessen. Hier fanden sich bei allen Nahtmaterialien zu dem Zeitpunkt, an dem die Faszie ausriss, beinahe identische Werte. Ein weiteres interessantes Ergebnis dieser Arbeit besteht darin, dass unter Verwendung der Einzelknopftechnik gezeigt wurde, dass bei einem Abstand der Stiche vom

Schnitttrand von 1,0mm bereits bei geringerem intraabdominalem Druck und Volumen ein Platzbauch auftritt als bei einem Abstand von 2,5mm, bei diesem wiederum früher als bei einem Abstand von 5,0mm. Durch eine weitere Steigerung des Abstands auf 10,0mm ließ sich jedoch keine weitere Verbesserung erzielen [Rodeheaver et al, 1986].

In einer weiteren tierexperimentellen Untersuchung an Ratten konnte 1997 neben den bereits genannten verbesserten handhabungstechnischen Eigenschaften gezeigt werden, dass unter Verwendung von Polybutester zum Faszienverschluss weniger Wundödeme und weniger Wundinfektionen auftraten als unter Verwendung von Nylon [Pinheiro et al, 1997].

1992 veröffentlichten Sutton und Morgan eine Studie an 308 gynäkologischen Patientinnen, die alle einen Laparotomie-Faszienverschluss mit Novafil® erhalten hatten. Diese Arbeit weist eine bemerkenswert niedrige Wundkomplikationsrate auf. In 154 Fällen wurde der Bauchdeckenverschluss mittels einer fortlaufenden Schlingennaht durchgeführt, in den übrigen 154 Fällen mittels einer Einzelknopftechnik mit identischem Nahtmaterial. Die Patientinnen waren im Durchschnitt 53 ± 14 Jahre alt, 81,8% von ihnen wurden wegen einer malignen Erkrankung operiert. In der Gruppe, deren Faszienverschluss mit der fortlaufenden Schlingennaht durchgeführt wurde, wurde in 65,6% der Fälle ein Mittelschnitt durchgeführt, in der anderen Gruppe in 63,6% der Fälle. Eine Maylard-Inzision war in 25,3% bzw. in 21,4% der Zugangsweg. Das Risikoprofil für Wundkomplikationen war in beiden Gruppen ähnlich. Die mittlere Follow-Up-Zeit wurde nicht angegeben, das Spektrum lag zwischen 4 und 24 Monaten. Es trat in beiden Gruppen keine einzige Narbenhernie auf. In einem Fall in der Gruppe mit Schlingennaht kam es zum Platzbauch, die Ursache hierfür war jedoch eine versehentliche Fadendurchtrennung beim Wunddébridement. Wundheilungsstörungen wurden in 7,2% (Schlingennaht) bzw. in 5,1% (Einzelknopfnaht) beobachtet [Sutton et al, 1992].

Eine weitere Arbeit beschäftigte sich mit der Verwendung von Novafil® zum Verschluss von Inguinalhernien. In der prospektiven randomisierten Studie an 194 elektiven Leistenhernien-Operationen wurde Polybutester mit PTFE und

Nylon verglichen. Es zeigte sich wiederum, dass Polybutester im Vergleich zu Nylon signifikant verbesserte Handhabungseigenschaften besitzt. PTFE hatte zwar die besten Handhabungseigenschaften, kann jedoch wegen einer erhöhten Wundinfektionsrate nicht empfohlen werden. Bei Betrachtung der Knoteneigenschaften war kein signifikanter Unterschied zwischen PTFE und Polybutester festzustellen. In den Bereichen postoperativer Schmerz und Wiedererlangen der normalen Mobilität war kein Unterschied zwischen den drei Gruppen festzustellen [Cahill et al, 1989].

Auch zum Hautverschluss mit Polybutester gibt es Erkenntnisse. Diese wurden in einer Arbeit, die die Art des Verschlusses offener Unterbauch-Operationen untersucht hat, gewonnen. Im Vergleich mit Nylon ergab die Verwendung von Polybutester bessere kosmetische Ergebnisse mit signifikant weniger Narbenhypertrophien [Trimbos et al, 1993].

4.2 Vergleich der Ergebnisse zur Narbenhernien- und Platzbauchrate mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft

Die hier nach Kaplan-Meier ermittelte Narbenhernienrate von 5,62% innerhalb des ersten Jahres stellt im Vergleich zu den in einem Review aus dem Jahr 2003 angegebenen 5-15% nach einem Jahr Follow-up-Zeit einen niedrignormalen Wert dar [O'Dwyer et al, 2003]. Sie gibt somit keinen Hinweis auf eine deutlich abweichende Inzidenz der Narbenhernien unter Verwendung des Materials Polybutester.

Die Platzbauch-Häufigkeit ist mit 5,06% allerdings deutlich größer als die in der Literatur angegebenen 0,5-3% [Fackeldey et al, 2004] und erfordert daher weitere Überlegungen zu möglichen Ursachen.

4.3 Potentielle Ursachen für die erhöhte Platzbauchrate

Da es sich um ein multifaktorielles Geschehen handelt, kann die Ursache nicht eindeutig geklärt werden. Das Risikoprofil, sprich die Anzahl und Verteilung der Risikofaktoren im Patientenkollektiv, ist vergleichbar mit dem aus anderen Studien und keineswegs als hinreichende Erklärung für die hohe Zahl an Platzbäuchen anzusehen. Ein außergewöhnliches Risikoprofil wäre auch äußerst ungewöhnlich, handelt es sich bei den untersuchten Fällen doch sämtlich um Laparotomien, die innerhalb von 13 Monaten an einer großen allgemein-, viszeral- und gefäßchirurgischen Abteilung eines Krankenhauses der Maximalversorgung durchgeführt wurden. Auch das Nahtmaterial als Ursache erscheint unwahrscheinlich, da in einer früheren Arbeit lediglich 0,6% der Patienten, die einen Bauchdeckenverschluss mit Polybutester erhalten hatten, einen Platzbauch aufwiesen [Sutton et al, 1992]. Eine mögliche Ursache für die genannten Zahlen bleibt somit eine nicht optimale Technik beim Faszienverschluss. Die oftmals postulierte Bedeutung eines Faden- zu Wundlänge-Verhältnisses von mindestens 4:1 war den Operateuren zwar ebenso bekannt wie die Empfehlungen zu den Stichintervallen und Stichabständen vom Wundrand, eine exakte Erfassung dieser Parameter für jede einzelne Operation erfolgte jedoch nicht. Abweichungen von diesen empfohlenen Werten stellen allerdings potentielle begünstigende Faktoren einer Faziendehiszenz dar. Einen zu geringen Abstand der Stiche vom Wundrand als Ursache für das Ausreißen der Fäden aus der Faszie erwähnt Jenkins bereits 1976. Als besonders entscheidender Technikfaktor für die Prävention eines Platzbauchs wird neben dem Stichabstand häufig die Nahtspannung angegeben. So schreiben Fackeldey et al im Jahr 2004: „Chirurgisch technische Fehler beim Nahtverfahren können in einer inadäquaten nekrosefördernden Nahttechnik vornehmlich mit zu hoher Nahtspannung und zu geringem Stichabstand zum Inzisionsrand begründet sein.“ Die Hauptursache des Platzbauchs liegt laut den Autoren im Durchschneiden des Gewebes durch die Fäden. Eine weitere Arbeit nennt ebenfalls diese beiden Technik-Faktoren als wichtigste Ursachen [Dietz et al, 2007]. Auch Riou

beschreibt 1992 die Rolle von zu fest angezogenen Fäden als begünstigend für die Entstehung einer Fasziendehiszenz. Als Grundlage dieser Erkenntnisse konnte bereits 1951 im Tierexperiment nachgewiesen werden, dass zu fest angezogene Nähte Gewebnekrosen verursachen [Nelson et al, 1951]. Ein denkbarer Grund für die hier gefundene Platzbauchrate besteht also darin, dass in einigen Fällen mit zu starker Nahtspannung und/oder zu geringem Stichabstand vom Wundrand genäht wurde. Doch gerade eine zu starke Nahtspannung wäre unter Verwendung von Polybutester überraschend, denn schließlich sollte das untersuchte Material gerade hier Vorteile mit sich bringen, besitzt es doch durch seine Längnelastizität die Fähigkeit, zu hohe Spannungen durch longitudinale Ausdehnung „abzufedern“. Diese Fähigkeit geht jedoch dann verloren, wenn von vornherein eine zu starke Zugkraft anliegt. So konnte festgestellt werden, dass sich ein dehnbarer Faden wie Polybutester ab einer bestimmten Zugstärke, die beim Nähen und Knoten in Längsrichtung auf den Faden ausgeübt wird, ebenso wie ein nicht dehnbarer Faden verhält [Megerman et al, 1993; Chu, 1997]. Dies ist dann der Fall, wenn er durch die anliegende Spannung bereits bis zum Anschlag gedehnt ist. Denn wie oben beschrieben, besitzt Polybutester zwar eine große Dehnbarkeit bereits bei relativ geringer Zugstärke, allerdings nur bis zum erwähnten Anschlag. Dieser lässt sich durch ein kräftiges Anziehen problemlos erreichen, auch bei einem großen Fadendurchmesser, wie er zum Bauchdeckenverschluss verwendet wird. Um die Elastizitätsvorteile des Fadens zu nutzen, dürfte also nur mit einer relativ geringen Spannung genäht werden, die noch eine Elastizitätsreserve gewährleistet.

Diese Erklärungen bleiben jedoch Vermutungen, da zu deren Nachweis eine exakte Messung und Erfassung der Größen „mittlerer Abstand der Stiche vom Wundrand“ und „auf den Faden wirkende Zugkraft“ nötig ist. Im Fall des Stichabstands lässt sich dies noch relativ problemlos durchführen, die Messung der Zugkraft ist nicht ohne weiteres möglich. Zudem sind zahlreiche mögliche Fehlerquellen, die das exakte Dosieren der Fadenspannung erschweren, denkbar. So sind etwa bei der fortlaufenden Naht in der Regel zwei Personen am Anziehen des Fadens beteiligt: Während der Operateur näht, spannt der

Assistent die bereits platzierten Stiche an. Somit kann auch eine ursprünglich durch den Operateur korrekt applizierte Spannung durch ein festes „Nachziehen“ des Assistenten deutlich höhere Werte annehmen. Eine weitere Fehlerquelle ist beim Knoten zu vermuten: Durch die Reibungskräfte, die beim Knoten auf den Faden wirken, wird die exakte Dosierung der Kraft erschwert, ein zu festes Anziehen des ersten Knotens und somit ein zusätzliches Anspannen der gesamten Naht ist eine mögliche Folge. Um eine immer gleich große, Operateur-unabhängige Zugkraft zu applizieren, müsste man sich daher technischer Hilfsmittel bedienen. Eine denkbare Lösung wäre die Verwendung von Federwaagen, an deren Ende sich eine Klemmvorrichtung für den Faden befindet, zum Anziehen der Naht. Damit ließe sich die Zugkraft zumindest objektivieren. Doch auch die Möglichkeit, eine konstante Nahtspannung zu verabreichen, sowie die Messbarkeit deren Werte bringt noch keinen Nutzen, so lange die Frage nach der optimalen Zugkraft unbeantwortet bleibt. Es müssten daher zunächst experimentelle Studien zur Ermittlung dieser durchgeführt werden.

Die vollständige Dokumentation und Aufarbeitung der gesamten Nahttechnik einschließlich sämtlicher diese Technik bestimmenden Faktoren stellt somit einen erheblichen Aufwand dar. Ohne diesen Aufwand kann die Frage nach einer optimalen Technik jedoch nicht beantwortet werden, und die Empfehlungen werden sich weiterhin auf die vorhandene, lückenhafte Datenlage und persönliche Meinungen von Experten stützen, anstatt auf vollständige empirische Daten.

4.4 Potentielle Ursachen für die unterschiedlichen Ergebnisse der erfahrenen und unerfahrenen Operateure

Besonders überraschend sind die Ergebnisse des Vergleichs der erfahrenen und der unerfahrenen Operateure. Während die Erfahrenen eine signifikant höhere Narbenhernienrate aufwiesen, war bei den weniger Erfahrenen die Platzbauchrate tendenziell signifikant erhöht. Ein höchst ungewöhnliches

Ergebnis, da die begünstigenden Faktoren für einen Platzbauch und für eine Narbenhernie zu einem großen Teil identisch sind. Dies gilt auch für die Operateur-abhängigen Faktoren wie die Technik des Bauchdeckenverschlusses. Eine optimale Naht sollte sowohl die Entstehung eines Platzbauchs wie die einer Narbenhernie verhindern. Dennoch finden sich in der Literatur verschiedene Gewichtungen einzelner Bestandteile der Nahttechnik bezüglich der Prävention eines Platzbauchs bzw. einer Narbenhernie. So misst man – wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben – der Nahtspannung bei der Entstehung eines Platzbauchs einen besonders hohen Stellenwert bei. Eine zu starke Spannung gilt als begünstigend für den Platzbauch [Riou et al, 1992; Fackeldey et al, 2004]. Für die ideale Technik zur Verhinderung einer Narbenhernie wird dagegen immer wieder das Verhältnis von Fadenlänge zu Wundlänge, welches mindestens 4:1 betragen sollte, als wichtigster Faktor genannt [Israelsson et al, 1993, 1994, 1998, 1999, 2003; Carlson, 2000; Ceydeli et al, 2005]. Israelsson geht dabei, als Folgerung seiner Forschungsergebnisse, sogar so weit, dass er es für die Prävention von Narbenhernien für nicht relevant hält, ob dieses Verhältnis durch enge Stichintervalle oder große Abstände zwischen den Einstichen und dem Wundrand erreicht wird [Israelsson, 1998]. Falls dieses Faden- zu Wundlängen-Verhältnis für die Narbenhernie und die Nahtspannung für den Platzbauch tatsächlich die entscheidenden Kriterien für die Qualität der Nahttechnik darstellen, könnte dies einen Hinweis für die zunächst widersprüchlich erscheinenden Ergebnisse liefern. Unter dieser Annahme würde die Erklärung lauten, dass die weniger erfahrenen Operateure zu einem besonders festen Anziehen der Naht und dadurch zur Verwendung einer zu hohen Nahtspannung neigen, während sie einem ausreichend großen Verhältnis zwischen Faden- und Wundlänge genügend Rechnung tragen – schließlich ist ihre Narbenhernienrate im Gegensatz zur Platzbauchrate nicht erhöht. Die erfahrenen Operateure applizieren demnach eine angemessene Spannung der Naht, vernachlässigen jedoch eher das postulierte 4:1-Verhältnis und weisen somit eine unauffällige Platzbauchrate bei erhöhter Narbenhernienrate auf. Diese mögliche Erklärung bleibt jedoch Spekulation, da eine Verifizierung

anhand der vorliegenden Daten nicht möglich ist. Allerdings liefert wiederum Israelsson zumindest einen Hinweis, der diese Erklärung stützen kann: Er fand heraus, dass ältere Operateure mit einem niedrigeren Fadenlänge-zu-Wundlänge-Verhältnis näher als jüngere [Israelsson, 1998]. Klarheit könnte auch hier nur die präzise Analyse sämtlicher Nahttechniken bringen, was jedoch – wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben – einen immensen Aufwand bedeuten würde.

4.5 Vergleich der Ergebnisse zu den Risikofaktoren mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft

4.5.1 Bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Narbenhernien-Risikofaktoren

Die genaue Pathogenese der Narbenhernie ist bislang noch nicht vollständig geklärt. So werden die einzelnen Einflussgrößen und Risikofaktoren noch kontrovers diskutiert. Eine große Studie an 2983 Patienten aus dem Jahr 2002, die 42 potentielle Einflussfaktoren untersuchte, ermittelte die Parameter Adipositas, männliches Geschlecht, Rezidivinzision über den gleichen Zugangsweg, vorhergehende Laparotomien über andere Zugangswege, maligne Erkrankung und Wundheilungsstörung als unabhängige Risikofaktoren, die mit einer signifikant erhöhten Narbenhernienhäufigkeit einhergehen [Höer, Lawong et al, 2002]. In anderen Arbeiten wurden zudem ein Lebensalter über 45 Jahre sowie eine präoperative Anämie als Risikofaktoren herausgefunden [Conze et al, 2005]. Weitere Faktoren, für die eine signifikant erhöhte Hernienrate nachgewiesen werden konnte, sind regelmäßiger Nikotinkonsum [Tilstra et al, 1994], eine postoperative Pneumonie [Bucknall et al, 1982] und das Aortenaneurysma [Höer, Stumpf et al, 2002; Rogers et al, 2003; Wenk et al, 2004]. Vor allem Letzteres wurde vermehrt Gegenstand von Untersuchungen, die sich explizit mit seiner Bedeutung als Risikofaktor für das Auftreten einer Narbenhernie befassen. So konnten in mehreren Arbeiten bei

Aneurysmaträgern deutlich erhöhte Narbenhernienraten von 30% und mehr beobachtet werden [Stevick et al, 1988; Adye et al, 1998; Augestad et al, 2002; Papadimitriou et al, 2002; Den Hartog et al, 2009].

Das Vorhandensein der genannten Parameter wurde in der vorliegenden Arbeit erfasst. Zusätzlich wurden die diskutierten Risikofaktoren obstruktive Lungenerkrankung, Niereninsuffizienz, Diabetes [Höer, Lawong et al, 2002; Siewert, 2006], Schnittführung, postoperative Sepsis, postoperative Intensivtherapie (in der angegebenen Literatur: Katecholamintherapie), postoperative respiratorische Insuffizienz mit Langzeitbeatmung >24h, systemische Kortikosteroidtherapie, lange Operationsdauer, Grad der Wundkontamination, Anastomoseninsuffizienz nach gastrointestinalen Operationen, Wundhämatom und Fadengranulom [Höer, Lawong et al, 2002] untersucht. Deren Einfluss ist allerdings noch umstritten.

Tab. 8 Übersicht über die untersuchten Risikofaktoren. Fett gedruckt sind die Variablen, die als Risikofaktoren nachgewiesen sind.

Präoperative Faktoren	Intraoperative Faktoren	Postoperative Faktoren
Adipositas	Schnittführung	Wundheilungsstörung
Geschlecht	Operationsdauer	Pneumonie
Lebensalter	Grad der Wundkontamination	Sepsis
Vorhergehende Laparotomien über gleichen Zugangsweg	Operateur	Intensivtherapie
Vorhergehende Laparotomien über anderen Zugangsweg	Notfalloperation	Langzeitbeatmung
Maligne Erkrankung		Wundhämatom
Anämie		Fadengranulom
Nikotinkonsum		Anastomoseninsuffizienz
Aortenaneurysma		
Obstruktive Lungenerkrankung		
Niereninsuffizienz		
Diabetes mellitus		
Kortikosteroidtherapie		

4.5.2 Bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Platzbauch-Risikofaktoren

Bei den Risikofaktoren für den Platzbauch ist die Situation ähnlich. Auch hier sind die Ergebnisse nicht einheitlich [Fackeldey et al, 2004]. Daher sollen hier nur die Resultate von zwei neueren, besonders umfangreichen Studien erwähnt und berücksichtigt werden. Eine davon untersuchte zur Ermittlung der Platzbauch-Ursachen 19206 Fälle innerhalb von 15 Jahren. Dabei konnten die Faktoren Lebensalter über 65 Jahre, maligne Erkrankung, septische Eingriffe, Wundheilungsstörung, Adipositas, systemische Kortikosteroidtherapie, Notfalloperation, hämodynamische Instabilität, Hypalbuminämie und Aszites als Risikofaktoren herausgearbeitet werden [Pavlidis et al, 2001]. Bis auf die letzten 3 Parameter wurden die genannten Faktoren in der vorliegenden Arbeit erfasst. Eine weitere Erkenntnis der erwähnten Studie ist der direkte Zusammenhang zwischen der Anzahl der vorhandenen Risikofaktoren und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Platzbauchs. Zu diesem Ergebnis kamen auch schon die Autoren zweier älterer Arbeiten [Riou et al, 1992; Mäkelä et al, 1995]. Eine andere Auswertung von 34807 Laparotomien zur Entwicklung eines prognostischen Modells für die Platzbauchwahrscheinlichkeit ergab ebenfalls Wundheilungsstörung, unsaubere Wundkontaminationsklasse und Notfalloperation, zusätzlich noch Pneumonie, obstruktive Lungenerkrankung, lange Operationsdauer, Langzeitbeatmung sowie Schlaganfall (letzterer hier nicht erfasst) als Risikofaktoren [Webster et al, 2003]. Zur geringen Übereinstimmung der Ergebnisse der beiden Studien muss allerdings erwähnt werden, dass nicht die gleichen Faktoren untersucht wurden. Die Ergebnisse stellen daher keine Widersprüche dar. Weitere diskutierte Einflussgrößen, die in vorliegender Arbeit erfasst wurden, zu denen die Datenlage jedoch unklar ist, sind Schnittführung [Fackeldey et al, 2004], Diabetes, Niereninsuffizienz [Webster et al, 2003], männliches Geschlecht und Anämie [Fleischer et al, 2000]. Ein weiterer Faktor, der untersucht wurde, ist die Anastomoseninsuffizienz nach Darmoperationen, da auch einer Peritonitis ein

entscheidender Einfluss auf die Entwicklung eines Platzbauchs nachgesagt wird [Rodriguez-Hermosa et al, 2005; Waqar et al, 2005].

Tab. 9 Übersicht über die untersuchten Risikofaktoren. Fett gedruckt sind die Variablen, die als Risikofaktoren nachgewiesen sind.

Präoperative Faktoren	Intraoperative Faktoren	Postoperative Faktoren
Adipositas	Schnittführung	Wundheilungsstörung
Geschlecht	Operationsdauer	Pneumonie
Lebensalter	Grad der Wundkontamination	Langzeitbeatmung
Maligne Erkrankung	Operateur	Anastomoseninsuffizienz
Anämie	Notfalloperation	
Obstruktive Lungenerkrankung		
Niereninsuffizienz		
Diabetes mellitus		
Kortikosteroidtherapie		

4.5.3 In dieser Arbeit festgestellte Risikofaktoren

Größtenteils decken sich die hier gewonnenen Erkenntnisse mit dem, was bereits über die Risikofaktoren bekannt ist. Die Tatsache, dass nur wenige statistische Signifikanzen herausgearbeitet werden konnten, ist in erster Linie der geringen Fallzahl geschuldet. Andere Arbeiten mit ähnlichen Fallzahlen konnten zum Teil überhaupt keine statistisch signifikanten Risikofaktoren ermitteln [Hsiao et al, 2000; Janßen et al, 2002]. Daher ist eine solche Fallzahl nicht geeignet für eine Studie, die in erster Linie Risikofaktoren ermitteln soll. Dies stellt jedoch nicht die Hauptintention dieser Arbeit dar. Die meisten dieser Einflussgrößen sind schließlich durch qualitativ und quantitativ hochwertige Arbeiten bereits hinreichend bekannt und nachgewiesen. Daher soll vor allem aufgezeigt werden, ob die hier gefundenen Risikofaktoren den allgemein anerkannten Erkenntnissen entsprechen. Zusätzlich kann in den Fällen, in

denen die Signifikanzgrenze erreicht wird, ein weiterer Beitrag zur Erforschung der noch umstrittenen Einflussgrößen geleistet werden. Aber auch ohne die Signifikanzgrenzen zu erreichen, sind einige Faktoren mit auffälligen Hernien- bzw. Platzbauchraten verbunden.

Bei den Narbenhernien können die hier gefundenen Ergebnisse die bekannten Risikofaktoren Adipositas, männliches Geschlecht, Lebensalter über 45 Jahre, vorhergehende Laparotomien mit gleicher Schnittführung und Wundheilungsstörung bestätigen. Dagegen sind Narbenhernien bei den Faktoren vorhergehende Laparotomie mit anderer Schnittführung, maligne Erkrankung, Anämie und postoperative Pneumonie nicht vermehrt aufgetreten, wie dies eigentlich zu erwarten wäre. Dafür konnte eine lange Operationsdauer als signifikanter Risikofaktor nachgewiesen werden, obwohl dies bislang keine eindeutig nachgewiesene Einflussgröße darstellte. Bei den Aortenaneurysmaträgern ist die Hernienrate auffällig niedrig, wenn man die oben erwähnten, mehrfach beobachteten 30% und mehr als Vergleichswert heranzieht. Es gab jedoch auch in der Vergangenheit bereits eine Arbeit, die nach Aortenaneurysma-Operationen keine erhöhte Hernienrate feststellte [Israelsson, 1999].

Für den Platzbauch bestätigten sich die Faktoren hohes Lebensalter, obstruktive Lungenerkrankung, Kortikosteroidtherapie, lange Operationsdauer, Grad der Wundkontamination, Notfalloperation, Wundheilungsstörung und postoperative Pneumonie als Risikofaktoren, während die Platzbauchrate bei den nachgewiesenen Einflussgrößen Adipositas, maligne Erkrankung und postoperative Langzeitbeatmung überraschenderweise nicht erhöht war. Zusätzlich konnten auch hier zwei signifikante Risikofaktoren nachgewiesen werden, die noch nicht zu den allgemein anerkannten zählen. Dies waren im Einzelnen die Parameter männliches Geschlecht sowie Peritonitis durch Anastomoseninsuffizienz nach vorhergehender Darmoperation.

4.6 Grenzen der hier gewonnenen Ergebnisse

Wie bereits beschrieben, stellt die bislang nicht ausreichende Objektivierbarkeit der Nahttechnik und ihrer entscheidenden Elemente ein Hauptproblem dar. Insbesondere die Tatsache, dass die Technik-Faktoren, die relativ unproblematisch erfasst werden können, nicht exakt ermittelt werden konnten, erschwert den Vergleich der Ergebnisse mit Erkenntnissen anderer Arbeiten. Dies betrifft beispielsweise das oftmals genannte Verhältnis zwischen Faden- und Wundlänge. Es wurden jedoch diesbezüglich vor Beginn dieser Studie Fortbildungen durchgeführt, in denen jeder der beteiligten Operateure unter anderem auch auf die Bedeutung des 4:1-Verhältnisses hingewiesen wurde.

Zudem verbirgt sich eine mögliche Fehlerquelle in der dezentralen Nachuntersuchung in den Hausarztpraxen. Eine Untersuchung aller Patienten in der Klinik durch ein und denselben Arzt stellt sicherlich die optimale Methode dar, ganz ausschließen kann man untersuchungsbedingte Fehler dadurch allerdings auch nicht. Außerdem ist davon auszugehen, dass die überwiegende Mehrheit der Hausärzte in der Lage ist, anhand einer klinischen Untersuchung eine Narbenhernie sicher zu diagnostizieren oder auszuschließen.

In einigen Arbeiten findet bei der Nachuntersuchung zusätzlich auch eine Ultraschalluntersuchung der Bauchdecke statt. Üblicherweise werden jedoch nur sichtbare oder tastbare Narbenhernien als solche definiert, und nicht jeder kleinste, nur in der Sonographie sichtbare Fasziendefekt [Leaper et al, 1977; Israelsson, 1999]. Auch in Arbeiten, die zusätzlich die Sonographie verwendeten, wurden fast alle Narbenhernien bereits durch die klinische Untersuchung gefunden. Die Zahl der zusätzlichen, nur im Ultraschall entdeckten Hernien hatte somit keinen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtanzahl [Höer, Lawong et al, 2002].

Ein weiterer Kritikpunkt ist dadurch gegeben, dass keine Randomisierung zur Einteilung jedes einzelnen Patienten in eine Polybutester- bzw. eine Kontrollgruppe stattgefunden hat, sondern dass bei allen Patienten das gleiche Material zum Einsatz kam. Eine solche Randomisierung hätte Technik- und Patienten-abhängige Abweichungen der Ergebnisse auf beide Gruppen verteilt

und somit Anhaltspunkte geliefert, ob die Auffälligkeiten materialbedingt sind. Die Zahl der Fälle, in denen Polybutester zum Einsatz kam, wäre dann allerdings nur halb so groß, im Falle der Verwendung von mehr als einem Vergleichs-Nahtmaterial sogar noch geringer. Das Hauptziel dieser Studie, bereits zu einem frühen Zeitpunkt (1,5 Jahre nach der erstmaligen Anwendung) eine erste Einschätzung über eventuelle Vorteile des Polybutester-Bauchdeckenverschlusses zu erhalten, wäre somit auf Grund der zu geringen Fallzahl nicht möglich gewesen. Dies war nur möglich, indem bei allen Laparotomie-Patienten im untersuchten Zeitraum der Polybutester-Faden verwendet wurde, auch unter Inkaufnahme der schwierigeren Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Hätte man eine Randomisierung durchgeführt, wären zur Herausarbeitung von signifikanten Vor- oder Nachteilen eines Nahtmaterials immens hohe Fallzahlen nötig gewesen, wie dies in der Einleitung bereits ausführlich dargelegt wurde. Diese Fallzahlen hätten die Anzahl der Laparotomien, die in der Asklepios Klinik Harburg im gegebenen Zeitraum von etwas mehr als einem Jahr durchgeführt werden, um ein Vielfaches übertroffen. Man kann diese ausreichend hohen Fallzahlen somit nur durch eine umfangreiche multizentrische Studie an mehreren Kliniken erreichen. An einer einzelnen Klinik dauert die Rekrutierung einer derart großen Patientenzahl einige Jahre.

Auch waren die Nachbeobachtungs-Zeiträume mit maximal 18 Monaten nicht so lang, wie sie in neueren Veröffentlichungen zur Erfassung auch der späten Narbenhernien gefordert werden [Höer, Lawong et al, 2002]. Dabei wird immer wieder erwähnt, dass zur Ermittlung der Gesamthäufigkeit von Narbenhernien nur lange Beobachtungszeiträume von mehreren Jahren geeignet sind, und dass durch die Vielzahl von Arbeiten, die diesem Kriterium nicht genügen, die Häufigkeit oftmals zu gering eingeschätzt wird. Diese Forderung nach langen Follow-up-Zeiträumen erscheint absolut berechtigt und sollte zu einer Steigerung der Qualität der wissenschaftlichen Ergebnisse über die Gesamthäufigkeit der Narbenbrüche führen. Dennoch sind auch unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse Studien über kürzere Zeiträume, z.B. ein Jahr, sinnvoll, um Einflussfaktoren wie Nahttechnik oder -material zu

untersuchen. Denn es konnte festgestellt werden, dass die späten Narbenhernien weniger durch die exogenen Bedingungen zum Zeitpunkt der Operation – wie Operationsdauer, Verschlusstechnik und -material – beeinflusst werden, sondern in erster Linie durch endogene, also patientenabhängige Faktoren – wie beispielsweise Diabetes mellitus [Franchi et al, 2001]. Zudem weist die Mehrzahl aller Narbenhernie-Studien einen Follow-up-Zeitraum von ca. einem Jahr auf, so dass zur Häufigkeit der Narbenhernien nach einem Jahr weitaus mehr Vergleichswerte in der Literatur zu finden sind als zu der nach längeren Beobachtungszeiträumen. Darüber hinaus ist durch Langzeitstudien heute bekannt, dass der Anteil der Narbenhernien, die bereits im ersten postoperativen Jahr auftreten, etwa 50% der Gesamtanzahl ausmacht [Mudge et al, 1985; Höer, Lawong et al, 2002; O'Dwyer et al, 2003; Israelsson, 2003]. Keiner der Autoren gibt einen wesentlich höheren oder niedrigeren Anteil der Hernien im ersten Jahr an. Dadurch lässt sich von einer niedrigen 1-Jahres-Inzidenz auch auf eine niedrige Gesamtinzidenz schließen.

Aus diesen Gründen sollte die Forderung nach langen Follow-up-Zeiträumen bei der Untersuchung von Einflussfaktoren wie dem Nahtmaterial keine wesentliche Rolle spielen. Ein-Jahres-Arbeiten sind zu diesem Zweck durchaus sinnvoll. Man muss sich allerdings bewusst machen, dass man über die Langzeit-Häufigkeit keine präzisen Zahlen gewinnt, und dass zum Vergleich der Ergebnisse nur Arbeiten mit identischer Follow-up-Zeit herangezogen werden dürfen.

Die Erkenntnis, dass die späten Narbenhernien nicht durch die intraoperativen Faktoren beeinflusst werden, stellt sogar den Sinn einer weiteren Nachuntersuchung der hier erfassten Patienten zu einem späteren Zeitpunkt in Frage.

5 Schlussfolgerung

Auf Grund der bislang vorliegenden klinischen Daten finden sich noch keine eindeutigen Hinweise dafür, dass der Bauchdeckenverschluss mit Polybutester Vor- oder Nachteile gegenüber anderen Materialien mit sich bringt. Die niedrignormale Narbenhernienrate steht der erhöhten Platzbauchrate gegenüber. Auch die auffällig niedrige Anzahl an Narbenhernien unter den Aortenaneurysma-Patienten kann auf Grund der geringen Fallzahl (34 Aneurysmaträger innerhalb der Narbenhernien-Auswertung) höchstens als erster Hinweis darauf interpretiert werden, dass diese Patientengruppe möglicherweise von einem elastischen Nahtmaterial profitiert. Auf Grund der beobachteten Hernienrate sollte jedoch auf diese Hochrisikogruppe bei zukünftigen Erforschungen des Bauchdeckenverschlusses mit Polybutester besonderes Augenmerk gelegt werden.

Weitere, zunächst experimentelle Untersuchungen zum Faszienverschluss mit diesem Material sind unbedingt notwendig, um Empfehlungen für oder gegen Polybutester formulieren zu können. Dabei sollte vor allem den zahlreichen Variationsmöglichkeiten im Bereich der Verschlusstechnik, die potentielle Fehlerquellen darstellen, besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Nahtspannung sollte dabei im Mittelpunkt des Interesses stehen, jedoch ohne die anderen Technik-Faktoren zu vernachlässigen. Erst wenn die optimale Nahtspannung für die Fasziennaht mit Polybutester bekannt ist und mit Hilfe technischer Geräte unabhängig vom Operateur angewandt werden kann, erscheint eine verbesserte Faszienheilung auf Grund der Elastizitätsvorteile dieses Materials wahrscheinlich. Weitere Erkenntnisse über die zu applizierende Nahtspannung sind aber nicht nur im Zusammenhang mit diesem speziellen Material relevant. Auch für sämtliche anderen Materialien, die zum Laparotomieverschluss verwendet werden, ist eine weitere Erforschung der optimalen Nahtspannung dringend angezeigt. Ein negativer Effekt einer zu hohen Spannung auf die Festigkeit der Laparotomiewunde ist längst experimentell nachgewiesen [Tera et al, 1976] und unumstritten, weshalb sich sämtliche Autoren darin einig sind, dass eine „niedrige Nahtspannung“ von

großer Bedeutung für eine optimale Faszienheilung ist. Was aber „niedrig“ genau bedeutet, dazu gibt es bislang keinerlei konkrete Zahlen. Somit kann sich zwar jeder Operateur um eine nach seinem Empfinden niedrige Nahtspannung bemühen, dass dabei jedoch in der klinischen Praxis völlig unterschiedliche Maßstäbe angelegt werden, steht außer Frage.

Eine weitere klinische Anwendung und Erforschung des Polybutester-Bauchdeckenverschlusses sollte daher erst durchgeführt werden, wenn die genannten Voraussetzungen erfüllt sind.

Bis dahin kann keine neue Empfehlung zur abdominellen Fasziennaht ausgesprochen werden. Somit verbleibt die Frage, auf welche Art und Weise die Bauchdecke nach Laparotomien unter Berücksichtigung aller bislang vorliegenden Daten verschlossen werden sollte. In Bezug auf das Nahtmaterial lautet die Antwort darauf: Es sollte langsam resorbierbares Material verwendet werden. Dies geht aus der neuesten Metaanalyse hervor [van't Riet et al, 2002], die im Gegensatz zu vielen vorhergehenden Arbeiten zwischen schnell und langsam resorbierbaren Nahtmaterialien unterscheidet. Durch die fehlende Differenzierung innerhalb der resorbierbaren Fäden wurde oftmals eine generelle Empfehlung gegen resorbierbares Material ausgesprochen, obwohl dieses negative Urteil nach neuerer Erkenntnis nur den höheren Hernienraten der schnell resorbierbaren Fäden geschuldet ist. Betrachtet man jedoch lediglich die langsam resorbierbaren Materialien, so ergeben sich bezüglich der Prävention von Narbenhernien keine Unterschiede zwischen ihnen und den nicht resorbierbaren Nähten [van't Riet et al, 2002]. Dafür weisen die nicht resorbierbaren Nahtmaterialien einen deutlichen Nachteil auf: Sie sind mit signifikant mehr chronischen Wundschmerzen und Fadenfisteln vergesellschaftet. Außerdem wird angenommen, dass nicht resorbierbare Fäden zusätzlich auch noch folgenden Nachteil mit sich bringen: Durch das im Körper verbleibende und an der Faszie reibende Material können sich später in den Stichkanälen mehrere kleine Narbenhernien („buttonhole hernia“ oder „Schweizer-Käse-Hernien“) entwickeln [O'Dwyer et al, 2003]. Auch werden in einer experimentellen Arbeit, die einen häufig verwendeten nicht resorbierbaren mit einem ebenso gängigen langsam resorbierbaren Faden vergleicht, dem

nicht resorbierbaren Material ungünstigere Materialermüdungseigenschaften unter Last bescheinigt [Nout et al, 2007]. Eine neue Veröffentlichung bestätigt die Empfehlung zugunsten langsam resorbierbarer Materialien [Fischer et al, 2008].

Was die Nahttechnik betrifft, kann leider keine so klare Aussage getroffen werden. Dies betrifft nicht nur die bereits ausführlich diskutierte optimale Nahtspannung, über die bislang keine objektiven Daten vorliegen. Klarheit herrscht in Bezug auf die vielen Einzelbestandteile der Technik lediglich darin, dass eine fortlaufende Naht Einzelknopfnähten vorzuziehen ist [van't Riet et al, 2002], und dass eine allschichtige Naht einem schichtweisen Verschluss vorzuziehen ist [Fackeldey et al, 2004]. Ob dabei ein „allschichtiger“ Verschluss tatsächlich alle Schichten, also neben der Faszie auch Muskulatur und Fettgewebe, erfassen sollte, wird weiter unten diskutiert.

Außerdem spricht vieles dafür, dass das von Israelsson in seinen zahlreichen Veröffentlichungen postulierte Faden-zu-Wundlängen-Verhältnis von mindestens 4:1 eine wichtige Rolle für die Hernienprävention spielt. Daher sollte das 4:1-Verhältnis von jedem Operateur berücksichtigt werden. Völlig unumstritten ist seine Bedeutung allerdings auch nicht, da die Ergebnisse durch Metaanalysen nicht validiert werden konnten [Weiland et al, 1998; O'Dwyer et al, 2003]. Widerlegt wurden sie aber auch nicht, daher bleiben die Empfehlungen von Israelsson auf Grund seiner deutlichen Ergebnisse in mehreren Studien weiterhin gültig.

Wie man ein solches Verhältnis von Fadenlänge zu Wundlänge erreichen soll, bleibt dabei jedoch offen. Man kann schließlich einerseits die Stichintervalle, andererseits auch den Abstand der Einstiche vom Inzisionsrand variieren. Beides beeinflusst das genannte Verhältnis. Israelsson behauptete, es spiele keine Rolle, ob dies durch weite Gewebestiche oder enge Stichintervalle erreicht wird [Israelsson, 1998]. Später revidierte er diese Aussage und empfahl, dass das 4:1-Verhältnis in erster Linie durch enge Stichintervalle zu erreichen sei. Die Stiche sollten dabei nahe am Inzisionsrand platziert werden und möglichst nur die Aponeurose fassen [Israelsson, 2003]. Im Vorfeld war in einer experimentellen Studie an Schweinen gezeigt worden, dass die Festigkeit

der Wunde größer ist, wenn anstatt des Massenstiches, der auch Fett, Muskulatur und Peritoneum erfasst, nur die Aponeurose genäht wird. Als Grund wird das Durchschneiden der Fäden durch Muskel- und Fettgewebe angegeben, welches Blutungen und Gewebenekrosen verursacht, während die Naht in der Faszie einen deutlich stärkeren Halt findet [Cengiz et al, 2001].

Dem gegenüber stehen die Forderungen, dass zur Verhinderung eines Platzbauchs eine ausreichend breite Gewebebrücke mit der Naht gefasst werden muss [Jenkins, 1976; Rodeheaver et al, 1986; Fackeldey et al, 2004]. Schließlich schneidet bei erhöhtem intraabdominellen Druck der Faden in jedes Gewebe ein, auch in die Aponeurose. Auch wenn diese dem Einschneiden einen größeren Widerstand entgegensetzt als beispielsweise die Muskulatur, kann es bei zu schmalen Gewebebrücken dennoch zum vollständigen Ausreißen der Naht kommen. So findet sich in den meisten neueren Veröffentlichungen die Empfehlung, dass mindestens 1 cm vom Schnitttrand entfernt eingestochen werden sollte [Höer, Stumpf et al, 2002; Dietz et al, 2007]. Eine große, multizentrische aktuelle Studie, die den teilnehmenden Operateuren zu Beginn ein Trainingsprogramm zur Vereinheitlichung der Verschlussstechniken offerierte, setzt sogar einen Abstand vom Wundrand von 1,5 bis 2 cm als Zielwert an – allerdings auch verbunden mit der Forderung, möglichst keine Muskulatur zu erfassen [Knaebel et al, 2005]. Bei einem derart großen Abstand dürfte das ausschließliche Nähen der Aponeurose aber deutlich schwieriger zu verwirklichen sein als bei einem Einstich nahe am Inzisionsrand. Die Entscheidung in der klinischen Praxis lautet somit: „Breite Gewebebrücke“ oder „nur Aponeurose“.

Bislang wurde noch für keine dieser widersprüchlichen und nicht miteinander zu vereinbarenden Empfehlungen in einer klinischen Studie eine Überlegenheit nachgewiesen. Daher bleibt die Entscheidungsfindung des einzelnen Operateurs, welcher Empfehlung er hinsichtlich Stichintervall und Stichabstand vom Wundrand folgt, eine von zahlreichen Unsicherheiten geprägte Überlegung. Vieles spricht jedoch dafür, dass beide Forderungen ihre Berechtigung haben, dass also sowohl ein ausreichender Abstand vom

Wundrand, als auch eine Naht, die nur die Aponeurose erfasst, angestrebt werden sollten. Genaue Daten dazu bleiben abzuwarten.

Trotz der langjährigen Erfahrungen mit dem Laparotomieverschluss und der vielen Arbeiten, die sich mit dem Thema beschäftigten, verbleibt auch heute noch ein enormer Forschungsbedarf, damit eines Tages nicht mehr das „Bauch-Gefühl“ des Operateurs ausschlaggebend für den Bauch-Verschluss sein wird, sondern ausschließlich fundierte, wissenschaftliche Daten.

6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, ob unter Verwendung eines elastischen Nahtmaterials beim abdominalen Faszienschluss nach Laparotomie eine Reduzierung der Narbenhernieninzidenz erreicht werden kann. Hierfür wurde im Beobachtungszeitraum bei 500 Patienten eine Schlingennaht aus dem nicht resorbierbaren und längenelastischen Material Polybutester verwendet, unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten technischen Empfehlungen zum Verschluss der Bauchdecke (allschichtig, fortlaufend, Verhältnis Fadenlänge zu Wundlänge mindestens 4:1). Neben der Narbenhernieninzidenz wurde auch die Häufigkeit des Platzbauchs sowie die Risikofaktoren, die mit dem Auftreten von Narbenhernie oder Platzbauch assoziiert sind, statistisch untersucht. Die Narbenhernien wurden anhand einer klinischen Nachuntersuchung diagnostiziert, die mittlere Follow-up-Zeit betrug 11,4 Monate.

Nach Kaplan-Meier wurde eine Narbenhernien-Häufigkeit von 5,6% nach 12 Monaten errechnet. Im Vergleich mit den Werten, die in zahlreichen anderen Studien ermittelt wurden, stellt dies keine erniedrigte Narbenhernienrate dar. Die Platzbauch-Häufigkeit lag mit 5,1% sogar deutlich über dem zu erwartenden Wert, ohne dass hierfür eine offensichtliche Ursache gefunden werden konnte. Bei der Untersuchung der Risikofaktoren decken sich die Ergebnisse weitestgehend mit Erkenntnissen anderer Arbeiten. Die statistische Signifikanzgrenze wird auf Grund der Fallzahl jedoch nur im Fall von einzelnen untersuchten Faktoren erreicht.

Somit kann keine Empfehlung zur Verwendung von Polybutester zum Bauchdeckenverschluss gegeben werden. Daher sollte gemäß den heutigen Erkenntnissen zum Bauchdeckenverschluss ein langsam resorbierbares Nahtmaterial verwendet werden. Als Ursache für das erhöhte Platzbauch-Auftreten müssen technische Faktoren angenommen werden, ohne dass dies im Rahmen dieser Arbeit abschließend nachgewiesen werden kann.

7 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
et al	et alii
h	Stunden
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
N	Newton
n. b.	nicht berechnet
n. s.	nicht signifikant
NH	Narbenhernie
obstrukt.	obstruktiv
OP	Operation
p	Signifikanzwert
post-OP	postoperativ
PTFE	Polytetrafluorethylen
S.	Seite
t. s.	tendenziell signifikant
Tab.	Tabelle
USP	United States Pharmacopeia
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

1. Adye B, Luna G. Incidence of abdominal wall hernia in aortic surgery. *American Journal of Surgery* 1998;175:400-402.
2. Ali A, Tait N, Sanfilippo F. Techniques for closure of midline abdominal incisions. *ANZ Journal of Surgery* 2007;77:A32-A32.
3. Augestad KM, Wilsgaard T, Solberg S. Incisional hernia after surgery for abdominal aortic aneurysm. *Tidsskrift for den Norske Laegeforening* 2002;122:22-24.
4. Bortz J. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 6. Auflage 2005. Springer Medizin, Heidelberg, S. 107-133, S. 135-177.
5. Bortz J, Lienert GA. *Kurzgefasste Statistik für die Klinische Forschung*. 2. Auflage 2003. Springer Medizin, Heidelberg, S. 61-91.
6. Bucknall TE, Cox PJ, Ellis H. Burst abdomen and incisional hernia: a prospective study of 1129 major laparotomies. *British Medical Journal* 1982;284:931-933.
7. Cahill J, Northeast ADR, Jarrett PEM, Leach RD. Sutures for inguinal herniorrhaphy – a comparison of monofilaments with PTFE. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 1989;71:128-130.
8. Carlson MA. Acute wound failure. *Surgical Clinics of North America* 1997;77:607-636.
9. Carlson MA. Neue Entwicklungen beim Bauchdeckenverschluss. *Chirurg* 2000;71:743-753.

10. Cengiz Y, Gislason H, Svanes K, Israelsson LA. Mass Closure Technique: An Experimental Study on Separation of Wound Edge. *European Journal of Surgery* 2001;167:60-63.
11. Ceydeli A, Rucinski J, Wise L. Finding the best abdominal closure: an evidence-based review of the literature. *Current Surgery* 2005;62:220-225.
12. Chu CC, von Fraunhofer JA, Greisler HP. *Wound Closure Biomaterials and Devices*. 1997. CRC Press, Boca Raton, FL, S. 50, S. 265.
13. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavior Science*. Second Edition 1988. Erlbaum, Hillsdale, NJ, S. 56.
14. Colombo M, Maggioni A, Parma G, Scalabrino S, Milani R. A randomized comparison of continuous versus interrupted mass closure of midline incisions in patients with gynecologic cancer. *Obstetrics & Gynecology* 1997;89:684-689.
15. Conze J, Klinge U, Schumpelick V. Narbenhernien. *Chirurg* 2005;76:897-910.
16. Den Hartog D, Dur AH, Kamphuis AG, Tuinebreijer WE, Kreis RW. Comparison of ultrasonography with computed tomography in the diagnosis of incisional hernias. *Hernia* 2009;13:45-48.
17. Dietz UA, Debus ES, Thiede A, Kuhfuß I. Inverting bilateral figure-of-eight suture of the rectus sheath after burst abdomen with destruction of the linea alba: A new technique. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2007;60:389-392.

18. Dubben HH, Beck-Bornholdt HP. Was ist power und warum ausgerechnet 80%. Strahlentherapie und Onkologie 1999;175:5-7.
19. Dupont WD, Plummer WD. Power and Sample Size Calculations: A Review and Computer Program. Controlled Clinical Trials 1990;11:116-128.
20. Ellis H, Coleridge-Smith PD, Joyce AD. Abdominal incisions – vertical or transverse? Postgraduate Medical Journal 1984;60:407-410.
21. Eypasch E, Paul A. Bauchwandhernien: Epidemiologie, Ökonomie und chirurgische Technik – Ein Überblick. Zentralbibliothek Chirurgie 1997;122:855-858.
22. Fackeldey V, Höer J, Klinge U. Faszienheilungsmöglichkeiten und Platzbauch. Chirurg 2004;75:477-483.
23. Fischer L, Baumann P, Hüsing J, Seidlmayer C, Albertsmeier M, Franck A, Luntz S, Seiler CM, Knaebel HP. A historically controlled, single-arm, multi-centre, prospective trial to evaluate the safety and efficacy of MonoMax® suture material for abdominal wall closure after primary midline laparotomy. ISSAAC-Trial. BMC Surgery 2008;8:12.
24. Fleischer GM, Rennert A, Rühmer M. Die infizierte Bauchdecke und der Platzbauch. Chirurg 2000;71:754-762.
25. Franchi M, Ghezzi F, Buttarelli M, Tateo S, Balestrieri D, Bolis P. Incisional Hernia in Gynecologic Oncology Patients: A 10-Year Study. Obstetrics & Gynecology 2001;97:696-700.

26. Gislason H, Viste A. Closure of Burst Abdomen After Major Gastrointestinal Operations – Comparison of Different Surgical Techniques and Later Development of Incisional Hernia. *European Journal of Surgery* 1999;165:958-961.
27. Grace RH, Cox S. Incidence of incisional hernia after dehiscence of the abdominal wound. *American Journal of Surgery* 1976;131:210-212.
28. Grantcharov TP, Rosenberg J. Vertical Compared with Transverse Incisions in Abdominal Surgery. *European Journal of Surgery* 2001;167:260-267.
29. Greenall MJ, Evans M, Pollock AV. Midline or transverse laparotomy? A random controlled clinical trial, part I: Influence on healing. *British Journal of Surgery* 1980;67:188-190.
30. Hodgson NC, Malthaner RA, Ostbye T. Current practice of abdominal fascial closure: a survey of Ontario general surgeons. *Canadian Journal of Surgery* 2001;44:366-370.
31. Hodgson NC, Malthaner RA, Ostbye T. The search for an ideal method of abdominal fascial closure: a meta-analysis. *Annals of Surgery* 2000;231:436-442.
32. Höer J, Lawong G, Klinge U, Schumpelick V. Einflussfaktoren der Narbenhernienentstehung. Retrospektive Untersuchung an 2983 laparotomierten Patienten über einen Zeitraum von 10 Jahren. *Chirurg* 2002;73:474-480.
33. Höer J, Stumpf M, Rosch R, Klinge U, Schumpelick V. Prophylaxe der Narbenhernie. *Chirurg* 2002;73:881-887.

34. Hoerr SO. A new single layer technique for closing the disrupted wound. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1968;126:119-120.
35. Hsiao WC, Young KC, Wang ST, Lin PW. Incisional hernia after laparotomy: prospective randomized comparison between early-absorbable and late-absorbable suture materials. *World Journal of Surgery* 2000;24:747-751.
36. Israelsson LA. Abdominal Closure and Incisional Hernia. *European Surgery* 2003;35:5-10.
37. Israelsson LA. Incisional hernias in patients with aortic aneurysmal disease: the importance of suture technique. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 1999;17:133-135.
38. Israelsson LA. The surgeon as a risk factor for complications of midline incisions. *European Journal of Surgery* 1998;164:353-359.
39. Israelsson LA, Jonsson T. Closure of midline laparotomy incisions with polydioxanone and nylon: the importance of suture technique. *British Journal of Surgery* 1994;81:1606-1608.
40. Israelsson LA, Jonsson T. Suture length to wound length ratio and healing of midline laparotomy incisions. *British Journal of Surgery* 1993;80:1284-1286.
41. Janßen H, Lange R, Erhard J, Malago M, Eigler FW, Broelsch CE. Causative factors, surgical treatment and outcome of incisional hernia after liver transplantation. *British Journal of Surgery* 2002;89:1049-1054.
42. Jenkins TP. The burst abdominal wound: a mechanical approach. *British Journal of Surgery* 1976;63:873-876.

43. Knaebel HP, Koch M, Sauerland S, Diener MK, Büchler MW, Seiler CM. Interrupted or continuous slowly absorbable sutures – Design of a multi-centre randomised trial to evaluate abdominal closure techniques INSECT-Trial. *BMC Surgery* 2005;5:3.
44. Leaper DJ, Pollock AV, Evans M. Abdominal wound closure: a trial of nylon, polyglycolic acid and steel sutures. *British Journal of Surgery* 1977;64:603-606.
45. Lin KY, Long WB. Scientific basis for the selection of surgical needles and sutures. University of Virginia Health Systems 2005, S. 6.
46. Lünstedt B, Knoop M, Thiede A. Übersicht physikalischer und handhabungstechnischer Eigenschaften moderner, monofiler Nahtmaterialien. *Chirurg* 1986;57:510-513.
47. Mäkelä JT, Kiviniemi H, Juvonen T, Laitinen S. Factors influencing wound dehiscence after midline laparotomy. *American Journal of Surgery* 1995;170:387-390.
48. Manninen MJ, Lavonius M, Perhoniemi VJ. Results of incisional hernia repair. A retrospective study of 172 unselected hernioplasties. *European Journal of Surgery* 1991;157:29-31.
49. Megerman J, Hamilton G, Schmitz-Rixen T, Abbott WM. Compliance of vascular anastomoses with polybutester and polypropylene sutures. *Journal of Vascular Surgery* 1993;18:827.
50. Mudge M, Hughes LE. Incisional hernia: a 10 year prospective study of incidence and attitudes. *British Journal of Surgery* 1985;72:70-71.

51. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen. Surveillance postoperativer Wundinfektionen. 2009. Berlin [Online im Internet]. URL: <http://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/op-kiss/872f877d/191/490/> [Stand: 04.08.2011, 19:55].
52. Nelson CA, Dennis C. Wound healing: technical factors in the gain of strength in sutured abdominal wounds in rabbits. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1951;93:461-467.
53. Nout E, Lange JF, Salu NE, Wijsmuller AR, Hop WCJ, Goossens RHM, Snijders CJ, Jeekel J, Kleinrensink GJ. Creep Behavior of Commonly Used Suture Materials in Abdominal Wall Surgery. *Journal of Surgical Research* 2007;138:51-55.
54. O'Dwyer PJ, Courtney CA. Factors involved in abdominal wall closure and subsequent incisional hernia. *Surgeon* 2003;1:17-22.
55. Papadimitriou D, Pitoulis G, Papaziogas B, Koutsias S, Vretzakis G, Argiriadou H, Papaziogas T. Incidence of abdominal wall hernias in patients undergoing aortic surgery for aneurysm or occlusive disease. *Vasa* 2002;31:111-114.
56. Pavlidis TE, Galatianos IN, Papaziogas BT, Lazaridis CN, Atzmatzidis KS, Makris JG, Papaziogas TB. Complete Dehiscence of the Abdominal Wound and Incriminating Factors. *European Journal of Surgery* 2001;167:351-354.
57. Pinheiro ALB, Castro JFL, Thiers FA, Cavalcanti ET, Rego TITN, Quevedo AS, Lins AJR, Aca CRP. Using Novafil: Would It Make Suturing Easier? *Brazilian Dental Journal* 1997;8:21-25.

58. Read RC, Yoder G. Recent trends in the management of incisional herniation. *Archives of Surgery* 1989;124:485-488.
59. Riou JP, Cohen JR, Johnson H Jr. Factors influencing wound dehiscence. *American Journal of Surgery* 1992;163:324-330.
60. Rodeheaver GT, Borzelleca DC, Thacker JG, Edlich RF. Unique performance characteristics of Novafil. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1987;164:230-236.
61. Rodeheaver GT, Nesbit WS, Edlich RF. Novafil – A Dynamic Suture for Wound Closure. *Annals of Surgery* 1986;204:193-199.
62. Rodriguez-Hermosa JI, Codina-Cazador A, Ruiz B, Roig J, Girones J, Pujadas M, Pont J, Aldeguer X, Acero D. Risk factors for acute abdominal wall dehiscence after laparotomy in adults. *Cirurgia Espanola* 2005;77:280-286.
63. Rogers M, McCarthy R, Earnshaw JJ. Prevention of Incisional Hernia after Aortic Aneurysm Repair. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 2003;26:519-522.
64. Siewert JR. *Chirurgie*. 8. Auflage 2006. Springer Medizin, Heidelberg, S. 29, S. 744.
65. Stevick CA, Long JB, Jamasbi B, Nash M. Ventral hernia following abdominal aortic reconstruction. *Annals of Surgery* 1988;54:287-289.
66. Sutton G, Morgan S. Abdominal Wound Closure Using a Running, Looped Monofilament Polybutester Suture: Comparison to Smead-Jones Closure in Historic Controls. *Obstetrics & Gynecology* 1992;80:650-654.

67. Tera H, Aberg C. Tissue strength of structures involved in musculo-aponeurotic layer sutures in laparotomy incisions. *Acta Chirurgica Scandinavica* 1976;142:349-355.
68. Tilstra DJ, Byers PH. Molecular basis of hereditary disorders of connective tissue. *Annual Review of Medicine* 1994;45:149-163.
69. Trimbos JB, Smeets M, Verdel M, Hermans J. Cosmetic result of lower midline laparotomy wounds: polybutester and nylon skin suture in a randomized clinical trial. *Obstetrics & Gynecology* 1993;82:390-393.
70. van 't Riet M, Steyerberg EW, Nellensteyn J, Bonjer HJ, Jeekel J. Meta-analysis of techniques for closure of midline abdominal incisions. *British Journal of Surgery* 2002;89:1350-1356.
71. Waqar SH, Malik ZI, Razzaq A, Abdullah MT, Shaima A, Zahid MA. Frequency and risk factors for wound dehiscence/burst abdomen in midline laparotomies. *Journal of Ayub Medical College* 2005;17:70-73.
72. Webster C, Neumayer L, Smout R, Horn S, Daley J, Henderson W, Khuri S. Prognostic models of abdominal wound dehiscence after laparotomy. *Journal of Surgical Research* 2003;109:130-137.
73. Weiland DE, Bay RC, Del Sordi S. Choosing the best abdominal closure by meta-analysis. *American Journal of Surgery* 1998;176:666-670.
74. Wenk H, Träger J, Daum H, Debus ES, Imig H, Kortmann H. Das Dilatationsverhalten von Polyesterprothesen. *Gefäßchirurgie* 2004;9:191-195.
75. Yahchouchy-Chouillard E, Aura T, Picone O, Etienne JC, Fingerhut A: Incisional hernias. I. Related risk factors. *Digestive Surgery* 2003;20:3-9.

76. Ziegler A, Lange S, Bender R. Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. Deutsche Medizinische Wochenschrift 2007;132:e36-e38.

9 Danksagung

Abschließend möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. E. S. Debus bedanken, einerseits für die interessante und praxisrelevante Aufgabenstellung, andererseits für die hervorragende Betreuung der Arbeit. Er stand mir bei Schwierigkeiten stets hilfreich zur Seite, zudem wurde mir an seiner Klinik die Möglichkeit geboten, auch praktisch im Operationssaal mitzuarbeiten.

Als nächstes gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. Holger Diener, der mich sowohl bei der Datenerfassung, als auch bei der Auswertung der Ergebnisse stets tatkräftig unterstützt hat.

Familie Wintzer danke ich für die nette Bewirtung und Unterkunft in Hamburg. Außerdem möchte ich mich besonders bei Tanja Müller für die Unterstützung in Statistikfragen, bei Martin Winkler für die EDV-Einarbeitung sowie bei allen Assistenz- und Oberärzten des AK Harburg für die gute Integration in ihr Team bedanken.

10 Lebenslauf

Diese Seite entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen.

11 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.

Unterschrift:

Stefan Fröhlich