UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Institut für Rechtsmedizin

Prof. Dr. med. K. Püschel

Über die postmortale Entstehung von punktförmigen Einblutungen in den Konjunktiven durch Bauchlage

Dissertation

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

vorgelegt von:
Frauke Christine Susanne Müller

Hamburg 2011

Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 29.11.2011

Veröffentlicht mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: **Prof. Dr. K. Püschel**

Prüfungsausschuss, zweite Gutachter: **Prof. Dr. W. von Renteln-Kruse**

Prüfungsausschuss, dritte Gutachterin: **Prof. Dr. M. Klemm**

1. EINLEITUNG 3

1.1. Begriffsbestimmung 4
1.2. Die forensische Relevanz konjunktivaler Einblutungen 4
1.3. Entstehungsmechanismus von vitalen konjunktivalen Einblutungen 6
1.4. Zur postmortalen Entstehung von konjunktivalen Einblutungen 7
1.5. Zur Unterscheidung vitaler und postmortaler Einblutungen 8

2. MATERIAL UND METHODEN 9

2.1. Untersuchungskollektiv 9
2.2. Einschlusskriterien 9
2.3. Ausschlusskriterien 10
2.4. Untersuchungstechnik 10
2.5. Praktische Durchführung und Dokumentation 11
2.6. Flussdiagramm 13
2.7. Verwendete Methodik zur Auswertung 14

3. EIGENE ERGEBNISSE 15

3.1. Allgemeine Ergebnisse 15
3.2. Menge, Morphologie und Lokalisation der entstandenen Einblutungen 17
3.3. Das Auftreten von Einblutungen in Abhängigkeit von den untersuchten Parametern 22
3.3.1. Das Geschlecht 22
3.3.2. Das Alter 22
3.3.3. Der Body Mass Index 23
3.3.4. Die Blutgerinnung 25
3.3.5. Der Untersuchungszeitraum 27
3.3.6. Die Leichenflecke 28
3.3.7. Vorangegangene Reanimationsmaßnahmen 29
3.3.8. Zeichen einer Blutstauung im Gesicht 30
3.3.9. Zum Ektropionieren genutzte Methode 32

4. DISKUSSION 34

5. ZUSAMMENFASSUNG 40

6. ANHANG 42

7. LITERATURVERZEICHNIS 48

8. DANKSAGUNG 53

9. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 54

1. Einleitung

Konjunktivale Petechien oder Ekchymosen spielen in der rechtsmedizinischen Praxis eine große Rolle, da sie immer an einen Angriff gegen den Hals des Verstorbenen und damit an ein mögliches Tötungsdelikt denken lassen müssen. Deshalb sind diese vital entstandenen Einblutungen auch Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Dabei steht schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts fest, dass punktförmige Blutungen in den Konjunktiven auch postmortal entstehen können. Allerdings ist die Anzahl der bisherigen Untersuchungen hierüber deutlich kleiner und vor allem meistens über hundert Jahre alt. In diesen Experimenten wurde nicht nur gezeigt, dass Einblutungen postmortal entstehen, sondern auch dass vital entstandene sich vergrößern können (Haberda 1889, Hofmann 1876, Lesser 1884). Ihre Ergebnisse stützen sich auf Versuche, in denen Leichen zum Beispiel an den Füßen aufgehängt worden sind. Auch wenn diese Untersuchungen wichtige Erkenntnisse für die rechtsmedizinische Praxis liefern, sind sie aus heute geltenden ethischen und moralischen Gesichtspunkten nicht mehr denkbar. In der neueren Literatur gibt es deshalb nur eine vergleichbare Studie. Reh und Haarhof (1975) untersuchen an 14 Leichen, die in unterschiedliche Kopftieflagen gebracht worden sind, das Verteilungsmuster und den Stellenwert von postmortal entstandenen Einblutungen. Diese Arbeit ist allerdings wenig Praxis bezogen, da Leichen in der Regel nicht für mehrere Stunden in den Scheitelstand gebracht werden. Dagegen kommt es in der Praxis häufiger vor, dass eine Leiche für einen kurzen Zeitraum auf den Bauch gedreht wird. Zum Beispiel zur Todeszeitbestimmung oder für den Transport.

In der vorliegenden Arbeit soll deshalb gezeigt werden, ob allein die Bauchlage einer Leiche die Entstehung von Einblutungen verursachen kann und sich diese Einblutungen mit vital entstandenen verwechseln lassen. Des Weiteren soll gezeigt werden, ob sich außerdem Einflussfaktoren finden lassen, die eine solche Entstehung begünstigen. Hierbei stehen als mögliche Einflussfaktoren, die zum Ektropionieren genutzte Methode, die Umlagerbarkeit der Leichenflecke sowie eine vor dem Tod bestehende Blutungsneigung im Vordergrund.

1.1. Begriffsbestimmung

Die Begriffe Petechien, Purpura, Sugillationen und Ekchymosen beschreiben Blutungen im oberen Haut- oder Schleimhautniveau. Allen diesen Begriffen ist gemein, dass sie nur eine beschreibende Funktion haben und keinen Rückschluss auf die Ursache der Einblutung zulassen.

Eine eindeutige Definition der einzelnen Begriffe existiert zwar teilweise, allerdings werden diese Beschreibungen in der Literatur häufig synonym verwandt.

Petechien, Ekchymosen und Sugillationen werden anhand ihrer Größe und nicht nach ihrer Lokalisation unterschieden. Unter Petechien werden demnach kleinste, punktförmige bis stecknadelkopfgroße Blutungen verstanden. Ekchymosen dagegen sind kleinfleckförmig und haben einen Durchmesser von mehr als 3 mm (Brinkmann u. Madea 2004, Geserick u. Kämpfe 1990). Treten Petechien in großer Vielzahl in einem Bereich auf, wird der Begriff Purpura verwendet (Vanezis 1989).

Von Sugillationen ist bei Einblutungen von Münzgröße die Rede. Der Begriff Hyposphagma beschreibt größere Blutungen in den Konjunktiven (Kleemann 1997).

Im älteren Schrifttum existiert keine Differenzierung dieser Begriffe, hier ist ausschließlich von Ekchymosen die Rede.

Im Weiteren abzugrenzen sind Vibices, welche Einblutungen in Leichenflecken beschreiben (Bockholdt et al 2005, Brinkmann u. Madea 2004).

1.2. Die forensische Relevanz konjunktivaler Einblutungen

Punkt - oder fleckförmige Einblutungen vor allem in den Konjunktiven haben in der Praxis der gerichtlichen Medizin eine große Relevanz. Sie liefern Hinweise auf eine Vielzahl an Todesursachen oder Krankheitszuständen (Betz et al 1998, Hofmann 1903, Jaffe 1994, Prokop u. Wabnitz 1970). Sie lassen zwar keinen sicheren und direkten Rückschluss auf die Todesursache zu, treten aber fast immer bei nicht natürlichen Todesursachen wie Erwürgen oder Erdrosseln (Haarhoff 1971) und bei Thoraxkompression auf. Seltener finden sich punktförmige Blutungen auch beim typischen Erhängen, nach Aspiration oder beim Ersticken. Eine ähnliche Abhängigkeit

von der Todesursache ergibt sich nicht nur in der Häufigkeit des Auftretens von Petechien, sondern auch bei deren Stärke (Prokop u. Wabnitz 1970, Geserick u. Kämpfe 1990). Auch bei natürlichen Todesursachen wie dem plötzlichen Herztod können Petechien auftreten (Bschor 1969). Bei Säuglingen entstehen sie gelegentlich während der Geburt (Eidam et al 1988). Ein regelmäßiges Auftreten von Petechien in den Augenbindehäuten in Fällen von plötzlichem Säuglingstod (SIDS) wird in der Literatur kontrovers diskutiert (Fracasso et al (2011), Risse u. Weiler (1990)).

Konjunktivale Einblutungen können beim Lebenden als Folge einer intrathorakalen Drucksteigerung entstehen, wie z.B. bei Presswehen, starken Hustenattacken und Erbrechen (Brinkmann u. Madea 2004, Geserick u. Kämpfe 1990, Penning 2006, Prokop u. Wabnitz 1970). Daneben kommen sie auch beim Lebenden nach längerer mechanischer Kompression der Halsvenen vor, wie etwa beim Würgen.

Ob Einblutungen in Folge einer kardiopulmonalen Reanimation entstehen können, wird in der Literatur kontrovers diskutiert (Bockholdt et al. 2005, Hood et al 1988, Maxeiner 2002, Rao und Wetli 1988). In neueren Untersuchungen durch Ribbat (2008) fand sich erneut keine eindeutige Assoziation zwischen Reanimation und konjunktivalen Petechien.

Die größte Rolle spielen punktförmige Einblutungen in den Augenbindehäuten, sie treten aber beispielsweise auch in der Mundschleimhaut oder hinter den Ohren auf (Geserick u. Kämpfe 1990). Weshalb die Blutungen häufig zuerst im Bereich der Konjunktiven auftreten, konnte noch nicht abschließend geklärt werden. Es wird aber im Allgemeinen davon ausgegangen, dass die Beschaffenheit des umliegenden Gewebes beziehungsweise ein differenter Gewebsdruck ursächlich hierfür sei (Geserick u. Kämpfe 1990, Maxheiner u. Winklhofer 1999, Lasczkowski.et al. 2005): der Gewebsdruck als Gegenspieler zum hydrostatischen Kapillardruck sei in den Konjunktiven am schwächsten, die Kapillaren in straffen Gewebspartien des Gesichts, wie an den Lippen oder der Nasenspitze, hielten der Druckerhöhung am längsten stand (Bschor 1969).

1.3. Entstehungsmechanismus von vitalen konjunktivalen Einblutungen

Von Tardieu werden punktförmige Einblutungen als ein typisches Zeichen für das gewaltsame Ersticken angesehen (Tardieu 1868). Deshalb wurden diese Art der Blutungen auch lange Erstickungsblutungen genannt. Heute weiß man, dass ein wesentlicher Enstehungsmechanismus von punktförmigen Einblutungen eine intrakapilläre Drucksteigerung, beziehungsweise eine Zunahme des transvaskulären Druckgradienten zwischen Kapillaren und dem umliegenden Gewebe ist. Deshalb werden diese Blutungen heute auch als Stauungsblutungen bezeichnet (Brinkmann u. Madea 2004, Bschor 1969, Geserick u. Kämpfe 1990, Jarosch 1971, Maxeiner u. Winkelhofer 1999, Penning 2006, Püschel 1982). Der erhöhte Druck führt dann zu einem Zerreißen der Gefäßwand und in der Folge zum Einbluten in das Gewebe (Rhexixblutungen) (Hofmann 1903, Madea u. Grellner 2002, Lasczkowski et al. 2005).

Begünstigende Faktoren für die Entstehung von Einblutungen wie Sauerstoffmangel und Kapillarwandschädigungen werden in der Literatur diskutiert, scheinen aber eher eine untergeordnete Rolle zu spielen (Geserick u. Kämpfe 1990, Maxeiner u. Winklhofer 1990, Penning 2006). Allerdings ist es vorstellbar, dass diese Faktoren ursächlich für das Entstehen von generalisierten Petechien bei Bakteriämien, Gerinnungsstörungen unterschiedlicher Genese, Toxämien, Infektionen und anaphylaktischen Erkrankungen sind. Hier ist der Entstehungsmechanismus dann eine Durchwanderung des Gefäßendothels durch Erythrozyten (Diapedesblutungen) (Henn et al 1973).

Beim Erwürgen, Erhängen oder Erdrosseln ist der intrakapilläre Druckanstieg auf eine venöse Abflussbehinderung bei noch erhaltener arterieller Blutzufuhr zurückzuführen. Ist die arterielle Blutzufuhr ebenfalls unterbunden, entstehen keine Petechien (Brinkmann et al 1981, Geserick und Kämpfe 1990, Koops et al 1983). Daher finden sich beim typischen Erhängen sehr häufig keine Petechien.

Die Dauer der Kompression bis zum ersten Auftreten von Einblutungen wird zwischen 10-20 Sekunden und mehreren Minuten beschrieben (Geserick u. Kämpfe 1990, Jarosch 1971, Püschel 1982).

Bei einer Thoraxkompression dagegen entsteht die Druckerhöhung durch Blut, welches retrograd in die Venen zurückgepresst wird. Dieser Mechanismus ist nur möglich, weil im Bereich des Halses und Kopfes Venenklappen meist fehlen bzw. nur mangelhaft ausgebildet sind (Brinkmann 1978).

1.4. Zur postmortalen Entstehung von konjunktivalen Einblutungen

Einblutungen in den Augenbindehäuten sind aber kein ausschließlich vitales Phänomen, sie können auch postmortal entstehen. Pathomechanismus scheint hier die peri - und postmortale Hypostase zu sein, die ebenfalls zu einem erhöhten Druck in den Kapillaren und in der Folge zur Zerreißung derselbigen und damit zur Einblutung führt (Madea u. Grellner 2002, Hofmann 1903, Haberda 1898). Andererseits kann auch hier eine Diapedeseblutung als Pathomechanismus nicht ausgeschlossen werden, da die Schädigung der Kapillarwände durch Hypoxie als sicher angenommen werden kann.

Die wichtigsten neueren Ergebnisse zu postmortalen Einblutungen liefern Reh und Haarhoff (1975), die experimentell versucht haben, das Verteilungsmuster und den Stellenwert derartiger „künstlicher Extravasate“ zu ermitteln.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass vital entstandene Blutungen postmortal durch Hypostase verstärkt werden (Haberda 1898, Hamer 2008, Lesser 1884, Janssen 1967). Dies kann in der Praxis zum Beispiel bei Wasserleichen mit bekannter Bauchlage und Kopftiefstand eine Rolle spielen (Geserick u. Kämpfe 1990). Allerdings kann es gerade durch einen langen Wasseraufenthalt der Leiche oder fortgeschrittener Fäulnis wieder zu einem „Verschwinden“ der Petechien kommen; deshalb muss in diesen Fällen ein besonderes Augenmerk auf andere Zeichen von Fremdeinwirkung gelegt werden (Betz et al 1994, Hofmann 1903).

Zusätzlich zur Lage der Leiche geht Reuter (1922) davon aus, dass die künstliche Atmung, also eine stattgefundene Reanimation, und in selteneren Fällen auch Hitzeeinwirkung nach dem Tode die Entstehung von Einblutungen postmortal begünstigen. Er untersuchte allerdings Einblutungen in die Muskulatur. Bschor (1965) sowie Scharschmidt und Bratzke (1986) halten konjunktivale Einblutungen infolge von Hitze dagegen eher für ein vitales Phänomen.

Eine klare Unterscheidung, wann in der Literatur von Leichenfleckeinblutungen (Vibices) und wann von postmortalen Einblutungen ohne Leichenfleckassoziation die Rede ist, fällt nicht leicht. Vor allem in der Literatur aus dem 19. Jahrhundert scheint der Begriff Vibices nämlich noch nicht zu existieren. Nach heutigen Erkenntnissen entstehen Vibices ähnlich wie vital entstandene Einblutungen häufig nach Ersticken; aber auch bei Strom- oder Herztod, bei Vergiftungen durch Schlafmittel und/oder Alkohol und Sepsis werden sie beschrieben (Mittmeyer 1971).

1.5. Zur Unterscheidung vitaler und postmortaler Einblutungen

Die Unterscheidung vitaler und postmortaler Einblutungen ist schon früh mittels Mikroskop getroffen worden. Sowohl Haberda (1898) als auch Reuter (1922) haben bei vital entstandenen Blutungen histologisch thrombosierte Blutkörperchen und Fibrinablagerungen nachgewiesen. Diese haben bei postmortalen Blutungen völlig gefehlt.

Reh und Haarhoff (1975) dagegen halten die Differenzierung einzelner Einblutungen nicht für möglich, allerdings treffen sie eine Unterscheidung anhand des Verteilungsmusters.

Neueste lasermikroskopische und immunhistochemische Untersuchungen von Wyss u. Lasczkowski (2008) lassen vermuten, dass die Expression von P-selectin (einem Adhäsionsmolekül) in Endothelzellen ein möglicher Marker für Vitalität sei.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungskollektiv

Die Datenerhebung erfolgte zwischen Anfang Dezember 2008 und Ende März 2009. In dieser Zeit ist an 1215 Verstorbenen (im Dez. 241 Leichen, bis 30. März 974) im Institut für Rechtsmedizin (IfR) die äußere Leichenschau durchgeführt worden. Von diesen Verstorbenen konnten insgesamt 20 Leichen in die Studie eingeschlossen werden.

2.2. Einschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden Verstorbene,

- bei denen der Tod weniger als zwölf Stunden zurücklag,
- bei denen in der äußeren Leichenschau keine punktförmigen Blutungen und/oder eine starke Gefäßzeichnung in den Augenbindehäuten festgestellt werden konnte,
- bei denen verlässliche Angaben zum Todeszeitpunkt vorlagen und
- bei denen sich die Leichenflecke an der Körperrückseite befanden.

Zur Ermittlung der Todeszeit wurde auf die endgültige oder vorläufige Todesbescheinigung zurückgegriffen. Klinische Daten sowie eine Todesursache ließen sich nur bei den Fällen aus dem Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf erheben. Bei Fällen die in der häuslichen Umgebung oder andernorts verstorben waren, wurde auf der vorläufigen, durch den Notarzt ausgestellten, Todesbescheinigung meist keine Todesursache dokumentiert. In einigen dieser Fälle wurden vom Notarzt allerdings Symptome, die vor dem eingetreten Tod bestanden haben sollen, als möglicher Hinweis auf die Todesursache dokumentiert.
Neben Daten zur Todesursache wurden weitere allgemeine und spezielle Parameter (s. auch 2.5.) erhoben, welche uns als wichtig im Sinne der Fragestellung erschienen.

2.3. Ausschlusskriterien

Von der Studie ausgeschlossen worden sind Verstorbene,

- die sich bereits in Bauchlage befunden hatten und deshalb Leichenflecken im Gesicht aufwiesen,
- deren Todesursache und/oder der Befund der äußeren Leichenschau vermuten ließ, dass eine Bauchlage zu einem sehr starken Sekretaustritt aus den Körperöffnungen führen würde (z.B. Verbrauchskoagulopathie, obere Gastrointestinaleblutung, u.a.)
- bei denen die Umlagerung von Leichenflecken und andere Veränderungen am Verstorbenen durch eine Bauchlage zu Interpretationsproblemen bei einer nachfolgenden Sektion geführt hätten
- und bei denen kein eindeutiger Todeszeitpunkt bekannt war.

2.4. Untersuchungstechnik

Zur Beurteilung der Augenbindehäute wird das Augenlid nach außen gewendet, (ektropioniert). Bei der äußeren Leichenschau wird dafür eine Pinzette benutzt. Im besten Fall erfordert diese Untersuchungstechnik nur ein einmaliges Zugreifen mit der Pinzette. Das Ektropionieren wird im IfR Hamburg mit einer anatomischen Pinzette durchgeführt; um Verletzungen der Augenlider zu vermeiden. Diese Art Pinzette ist an den Enden leicht aufgeraut. Aber auch beim Ektropionieren mit anantomischen Pinzetten kann eine Läsion der Lider und Augenbindehäute nicht völlig ausgeschlossen werden.

Zur größtmöglichen Gewebeschonung kann das Ektropionieren mit einem Wattestäbchen durchgeführt werden, wie es in der Augenheilkunde angewandt wird. Hierbei wird der Watteanteil des Stäbchens mit leichtem Druck von außen auf das Augenlid aufgebracht und durch eine Drehbewegung des Wattestäbchens das Augenlid ektropioniert. Diese Technik erfordert etwas Übung und es ist nicht bei allen Augenlidern möglich, die gesamten Bindehäute genau einzusehen, vor allem hinter dem Tarsus (Bindegewebeplatte des Augenoberlides). Bei den Fällen, in denen eine eindeutige Beurteilung der Bindehäute mittels der Wattestäbchen-Methode nicht

möglich gewesen ist, sind beide Augen mit der Pinzette untersucht worden. Aus diesem Grund ist nicht bei jedem Verstorbenen ein Auge mit der einen und ein Auge mit der anderen Methode untersucht worden.
Insgesamt wurden aber von 40 Augen je 20 mit Pinzette und 20 mit Wattestäbchen untersucht.

2.5. Praktische Durchführung und Dokumentation

Nach Aufnahme im IfR erfolgte die Prüfung der Ein - und Ausschlusskriterien sowie eine rechtsmedizinische äußere Leichenschau. Bei Einschluss in die Studie sind die Bindehäute mittels Pinzette oder Wattestäbchen befundet und fotografiert worden. Anschließend ist der Verstorbene dann für zwei Stunden in eine Bauchlage gebracht worden. In dieser Zeit ist der Leichnam in einem begehbaren Kühlraum (ca. 8°C) untergebracht worden. Nach zwei Stunden ist der Leichnam dann auf den Rücken zurück gedreht worden; die Ergebnisse sind im Datenerfassungsbogen[1] und bei positiven Ergebnis mit einem erneuten Foto dokumentiert worden. Bei Unsicherheiten in der Beurteilung des Ergebnisses ist ein Facharzt für Rechtsmedizin hinzugezogen worden.

Dokumentierte Parameter:

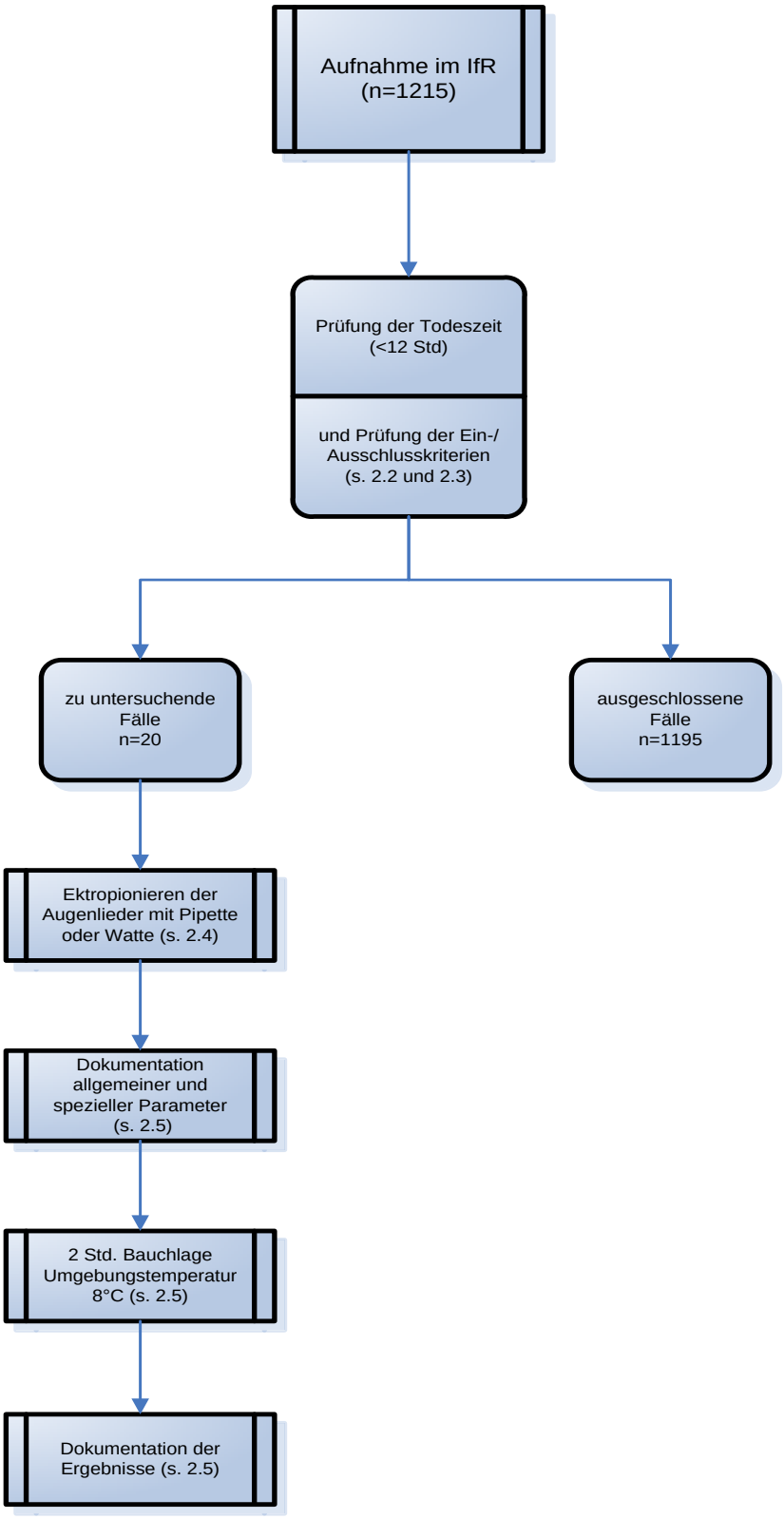
Allgemeine Parameter	Spezielle Parameter
Alter	Wegdrückbarkeit der Leichenflecke
Geschlecht	Gesichtsstauung
Größe	Zeichen einer stattgefundenen Reanimation
Gewicht	Vorerkrankungen des Patienten
Todeszeitpunkt	Anzeichen für eine Gerinnungsstörung
Beginn der Bauchlage (Uhrzeit)	Zum Ektropionieren genutzte Methode

[1] Datenerfassungsbogen siehe Anhang

Bei Auftreten von Petechien nach der Bauchlage sind folgende Kriterien dokumentiert worden:

- das betroffene Auge (rechts/links)
- das betroffene Augenlid (Ober-/Unterlid)
- andere Lokalisationen
- die Anzahl der Petechien
- die Farbe (hellrot/dunkelblaurot/andere Farbe) der Petechien
- die Größe (semiquantitaiv: flohstichartig/kleinfleckförmig) der Petechien

2.6. Flussdiagramm



3.

Abb. 1: Ablauf der Untersuchung

2.7. Verwendete Methodik zur Auswertung

Zur Prüfung der statistischen Signifikanz der Unterschiede in der Häufigkeit von Petechien bei den verschiedenen Untersuchungsmethoden ist der Chi-Quadrat-Vierfeldertest eingesetzt worden (Sachs 2004).

3. Eigene Ergebnisse

3.1. Allgemeine Ergebnisse

Untersucht worden sind 20 Verstorbene, zwölf weibliche (60%) und acht männliche (40%).

Die Altersspanne lag zwischen 29 Jahre und 84 Jahren, der Mittelwert bei 69 Jahren (s. Abb. 2 unten und Tab. 1 im Anhang).

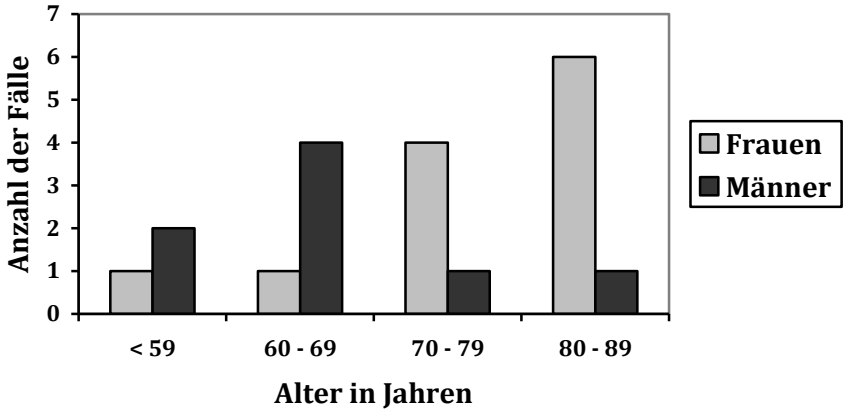


Abb. 2: Alters- und Geschlechterverteilung der untersuchten Fälle (n=20)

In 14 Fällen ließ sich mittels der vorliegenden Todesbescheinigung eine klinische Todesursache bzw. Grunderkrankung eruieren; hierbei handelte es sich um im Krankenhaus verstorbene Pateinten. Als Todesursache ist viermal eine maligne Grunderkrankung, ebenfalls viermal eine Pneumonie, dreimal ein Leberversagen, zweimal eine Herz- bzw. Gefäßerkrankung und in einem Fall eine Intoxikation angegeben worden. In sechs Fällen ist die Todesursache unbekannt geblieben oder die vorläufige Todesbescheinigung hat keine Rückschlüsse auf die Todesursache zugelassen (s.2.2.und Abb.3).

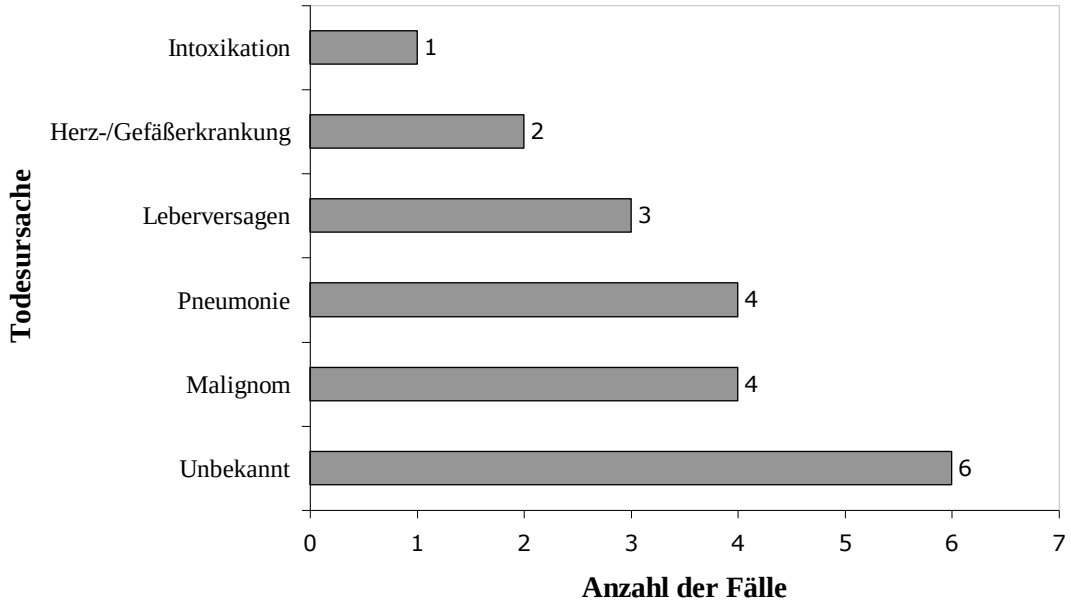


Abb. 3: Todesursachen der untersuchten Fälle (n=20).

Eine komplette Darstellung aller Fälle findet sich im Anhang in Tab. 1 und Tab. 2.

3.2. Menge, Morphologie und Lokalisation der entstandenen Einblutungen

An allen 20 Leichen sind beide Augen untersucht worden (n=40). In acht Fällen ist es zu einem positiven Ergebnis im Sinne der Fragestellung (Einblutungen in den Augenbindehäuten nach zwei Stunden Bauchlage) gekommen (s. Abb. 4). In zwei Fällen sind beide Augen betroffen gewesen, so dass in insgesamt zehn Augen Einblutungen entstanden sind (s. Abb. 5). Dreimal ist das rechte Auge und siebenmal das linke Auge betroffen gewesen.

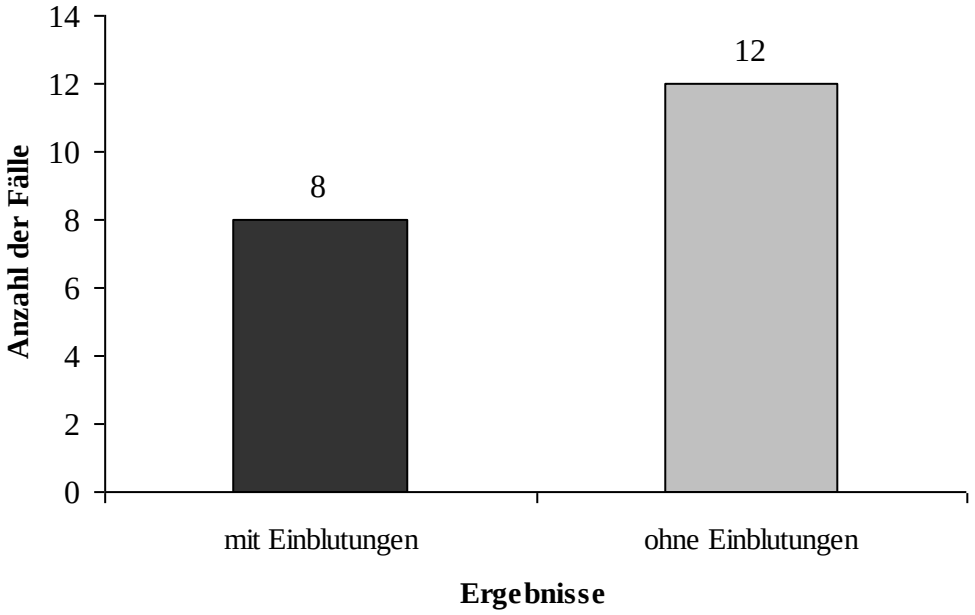


Abb. 4: Acht von 20 Fällen zeigten im Sinne der Fragestellung ein positives Ergebnis.

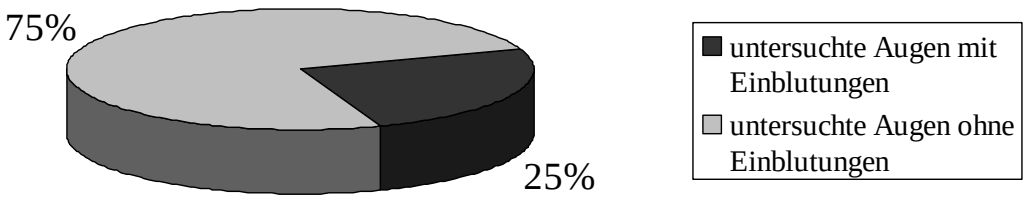


Abb. 5: Zehn der untersuchten Augen (25%) zeigen konjunktivale Einblutungen (n=40 Augen).

In Fall 17 und Fall 20 hat sich jeweils nur eine Einblutung gebildet. In Fall 4 sind dagegen neun Einblutungen an einem Auge entstanden (Verteilungsmuster der Einblutungen s. Tab. 2).

Insgesamt sind 31 Einblutungen aufgetreten, von denen 17 am Oberlid lokalisiert waren und 14 am Unterlid. Von den 17 am Oberlid aufgetretenen Einblutungen waren 14 hinter dem Tarsus lokalisiert und nur drei davor (s. Abb. 6). Nur in einem Fall ist es zu Einblutungen am äußeren Augenlid gekommen.

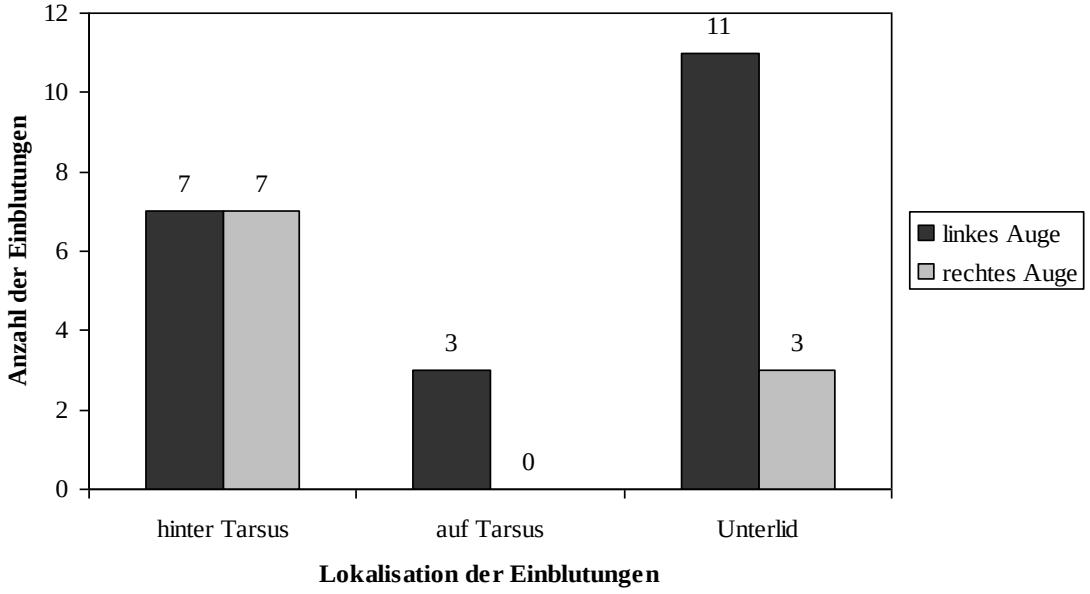


Abb. 6: Anzahl der Einblutungen (n=31) in Abhängigkeit von ihrer Lokalisation

Morphologisch haben sich kleinfleckförmige dunkelblaurote von flohstichartigen hellroten Einblutungen unterscheiden lassen. In einem einzigen Fall ist auch eine kleinfleckförmige hellrote Einblutung entstanden. Diese Morphologie und Färbung ist erst ab dem vierten Verstorbenen dokumentiert worden, nachdem dieser mögliche morphologische Unterschied während der Untersuchung deutlich wurde. Somit ist die Farbe und Morphologie nur für 21 der insgesamt 31 entstandenen Einblutungen dokumentiert. Von diesen 21 sind zehn kleinfleckförmig und elf flohstichartig (s. Abb. 7).

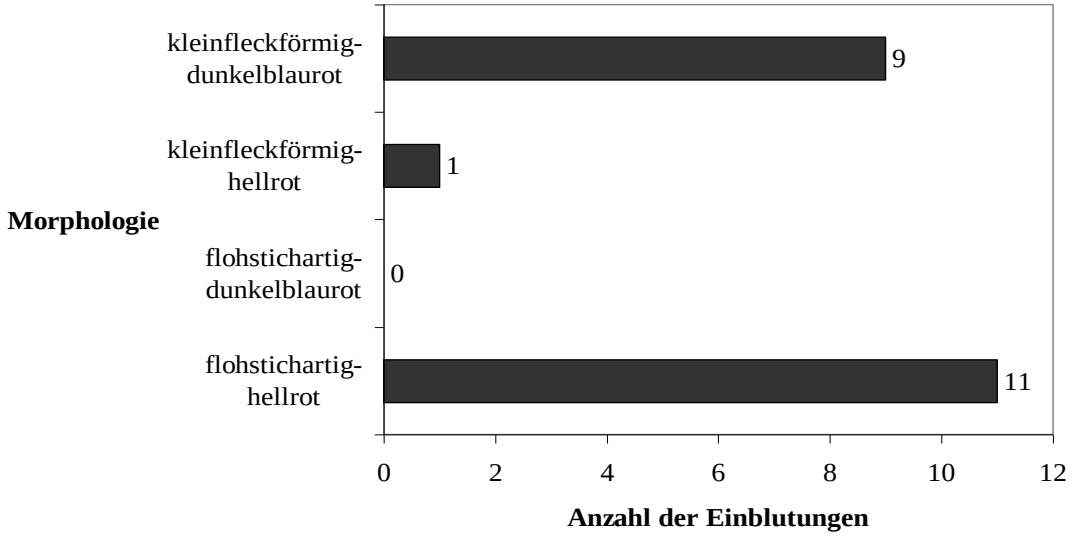


Abb. 7: Morphologie und Farbe der entstandenen Einblutungen (n=31). (Zehn Einblutungen sind morphologisch nicht erfasst worden.)

Abb. 8. Kleinfleckförmige dunkelblaurote Einblutungen im Bereich des Unterlides.

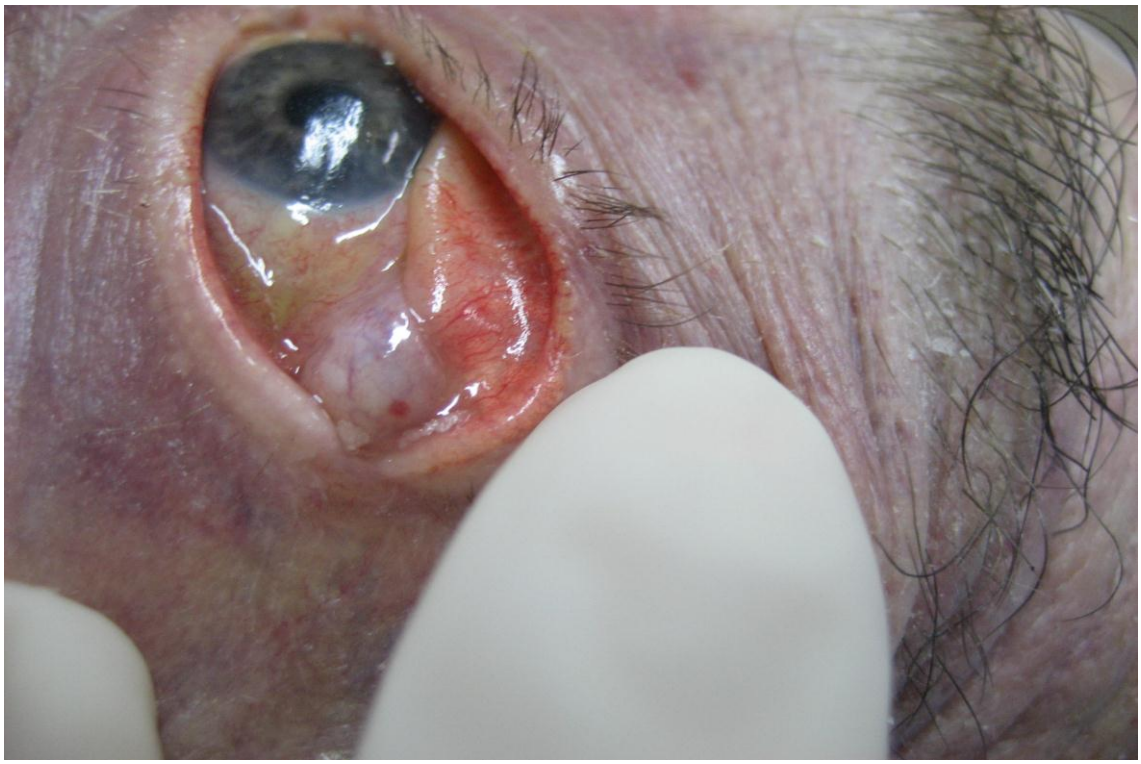


Abb. 9. Kleinfleckförmige hellrote Einblutung.

3.3. Das Auftreten von Einblutungen in Abhängigkeit von den untersuchten Parametern

3.3.1. Das Geschlecht

Bei den weiblichen Leichen haben sich in sechs von zwölf Fällen (50%), bei den Männlichen in zwei von acht Fällen (25%) Einblutungen entwickelt (s. Tab. 1 im Anhang).

3.3.2. Das Alter

In allen gebildeten Altersgruppen haben sich in je zwei Fällen Einblutungen entwickelt. Dies bedeutet für die Gruppe der bis 59 Jährigen in 67% der Fälle. In den Gruppen der 60-69 und 70-79 Jährigen sind es jeweils 40%. In der Gruppe der 80-89 Jährigen ist es in 29% zu einem positiven Ergebnis gekommen(s. Abb. 10 unten und Tab. 1 im Anhang).

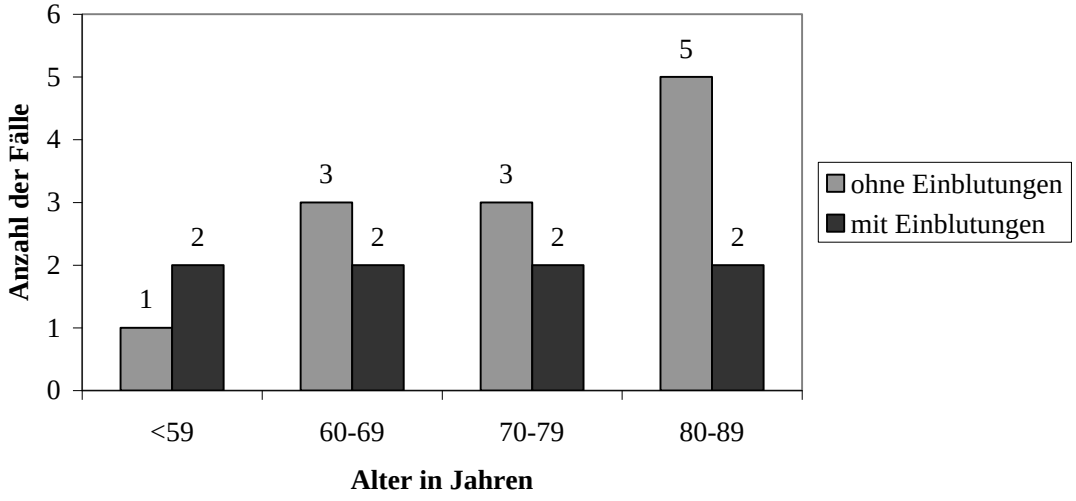


Abb. 10: Anzahl der Fälle mit und ohne Einblutungen in Abhängigkeit vom Alter (n=20).

3.3.3. Der Body Mass Index

Der Body Mass Index (BMI) ist eine Maßzahl für die Bewertung des Körpergewichts eines Menschen und berechnet sich aus der dem Körpergewicht in Kilogramm durch die Körpergröße in Metern zum Quadrat. Dabei wird ein normaler BMI im Bereich von 18,5-24,9 kg/m² angenommen. Ab einem Wert von 25 kg/m² wird von Übergewicht (Präadipositas) gesprochen. Adipositas Grad 1 beginnt bei 30 kg/m², Grad 2 bei 35 kg/m² und Grad 3 bei 40 kg/m² (Herold 2006).

Von den 20 untersuchten Leichen haben vier einen BMI unter 20 kg/m2 und einer einen BMI über 35 kg/m2 gehabt, der Mittelwert hat bei einem BMI von 25 kg/m2 gelegen (s. Abb. 11).

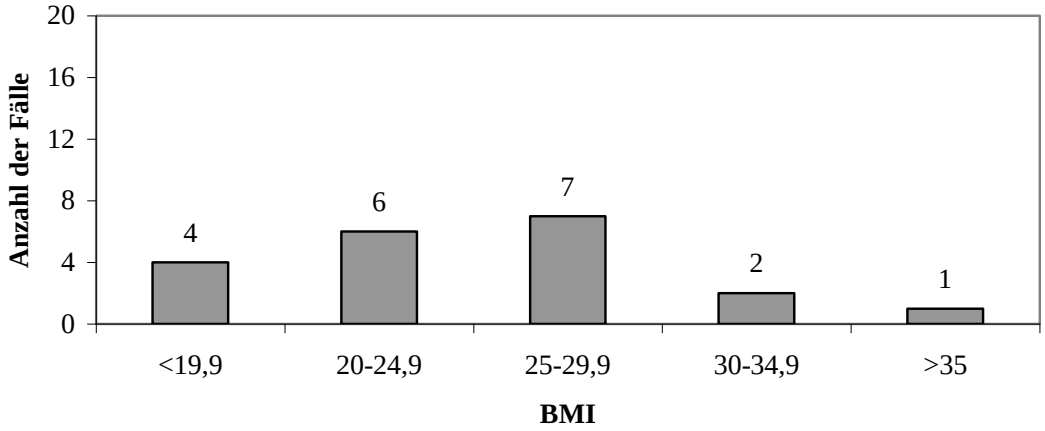


Abb. 11: BMI Verteilung in kg/m² der untersuchten Fälle (n=20).

Die meisten Leichen mit einem positiven Ergebnis haben einen BMI im Bereich von 25-35 kg/m^2 (vier von sieben, 57,1%). In dieser Gruppe gibt es auch die größte Anzahl von Einblutungen pro positiven Fall, nämlich durchschnittlich fünf Einblutungen pro Leiche (Abb. 13). In zwei Fällen in der Gruppe mit einem BMI von 20-25 kg/m^2 zeigen sich ebenfalls Einblutungen (25%).

Auch im Fall 19, dem einzigen Fall mit einem BMI kleiner 20 kg/m^2 und im Fall 3, dem einzigen Fall mit einem BMI von mehr als 35 kg/m^2, haben sich Einblutungen entwickelt. In beiden Fällen sind zwei Einblutungen entstanden. In der Gruppe der Leichen mit einem BMI von 30-35 kg/m^2 sind keine Einblutungen entstanden (s. Abb. 12 unten und Tab. 1 im Anhang).

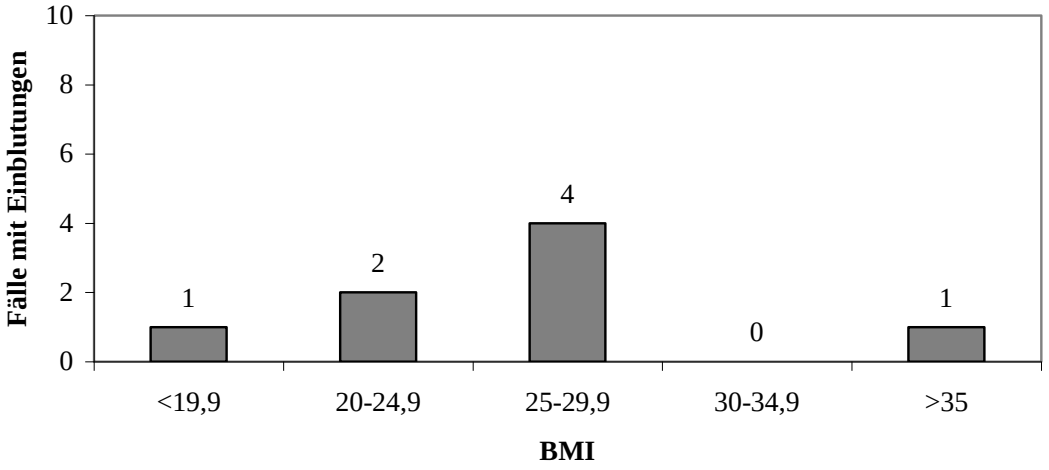


Abb. 12: Fälle mit Einblutungen in Abhängigkeit von ihrem BMI in kg/m^2 (n=20).

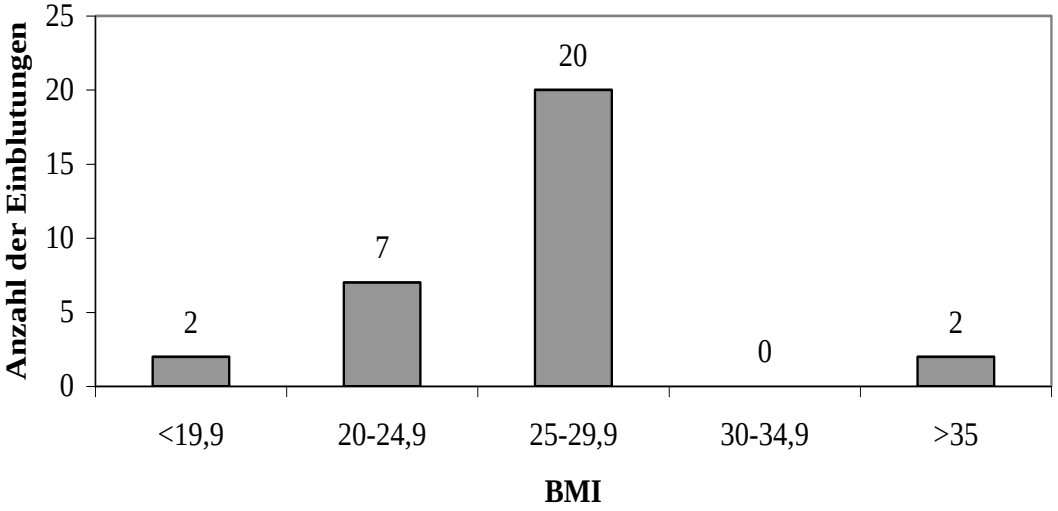


Abb. 13: Anzahl der entstandenen Einblutungen in Abhängigkeit vom BMI in kg/m^2 (n=31 entstandene Einblutungen).

Morphologisch sind sechs der neun entstandenen Einblutungen bei den Leichen mit einem BMI kleiner 25 kg/m^2 flohstichartig und hellrot, die anderen drei sind kleinfleckförmig und dunkelblaurot. Im Bereich ab 25 kg/m^2 sind acht kleinfleckförmige Einblutungen entstanden, bis auf eine von dunkelblauroter Farbe. Es

entstanden außerdem vier flohstichartig hellrote. Bei zehn Einblutungen in dieser Gruppe wurde die Morphologie nicht erfasst (s. Tab. 2 im Anhang).

3.3.4. Die Blutgerinnung

Da die Blutgerinnung einen Einfluss auf die Entstehung von punktförmigen Einblutungen zu haben scheint, ist anhand der Todesbescheinigungen versucht worden, eine Aussage über den Gerinnungsstatus des Verstorbenen zum Zeitpunkt des Todes zu treffen.

Bei elf der untersuchten Verstorbenen hat sich keine Aussage über den Gerinnungsstatus vor dem Tode treffen lassen; in fünf dieser Fälle haben sich Einblutungen entwickelt.

In neun Fällen ist mutmaßlich davon auszugehen, dass eine Störung der Gerinnung vor dem Tode vorgelegen hat. In zwei der Fälle ist auf der Todesbescheinigung ein Herzinfarkt und in einem Fall sind Symptome angegeben, die auf einen Herzinfarkt oder eine Lungenembolie schließen lassen. In diesen Fällen werden im klinischen Alltag meist gerinnungshemmende Medikamente verabreicht. In vier Fällen ist eine Leberfunktionsstörung/Leberversagen bzw. ein Multiorganversagen dokumentiert, welches mit einer Minderproduktion von Gerinnungsfaktoren einhergehen kann. Des Weiteren wurde eine HIT (Heparin induzierte Thrombozytopenie) und eine Panzytopenie dokumentiert. Von diesen neun Fällen haben drei Fälle ein positives Ergebnis gezeigt (Abb. 14 und Tab. 1 und 2 im Anhang).

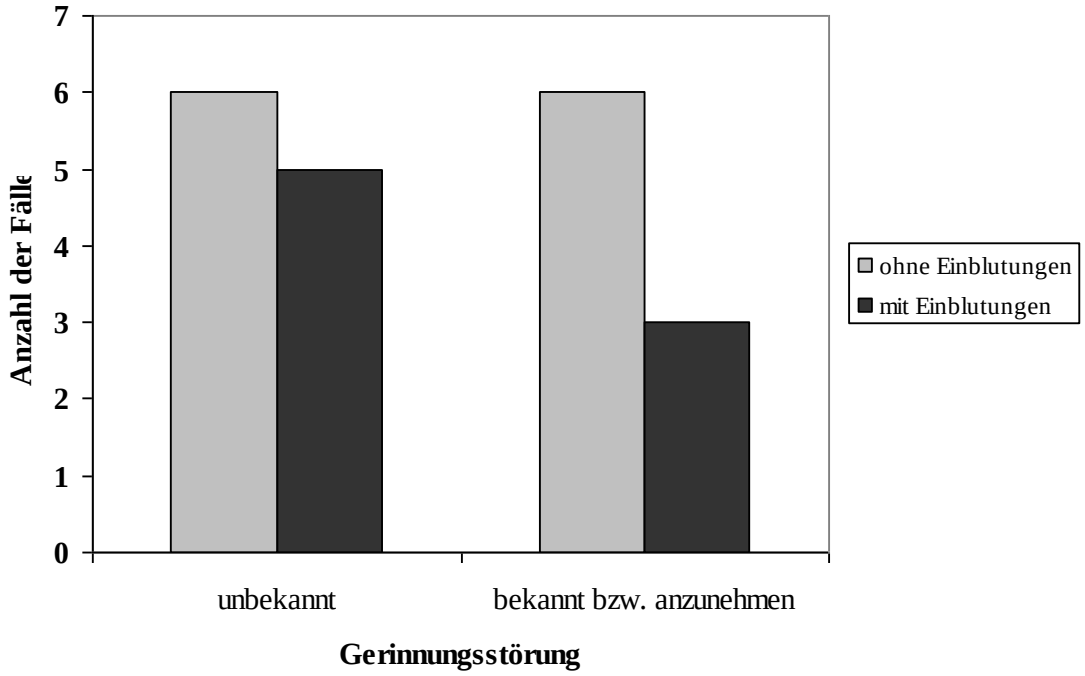


Abb. 14: Auftreten der Einblutungen in Abhängigkeit von einer Gerinnungsstörung (n=20).

In den Fällen mit einem unbekannten Gerinnungsstatus sind 19 Einblutungen entstanden, morphologisch erfasst sind davon neun. Von diesen sind zwei Drittel flohstichartig hellrot und ein Drittel kleinfleckförmig dunkelblaurot.

Bei den Fällen mit einer mutmaßlichen Gerinnungsstörung haben sich 12 Einblutungen entwickelt. Sieben sind kleinfleckförmig dunkelblaurot, vier flohstichartig hellrot und eine kleinfleckförmig hellrot.

3.3.5. Der Untersuchungszeitraum

Sämtliche Untersuchungen haben im frühpostmortalen Intervall stattgefunden.
Der Zeitraum zwischen dem Todeszeitpunkt und dem Untersuchungsbeginn hat durchschnittlich acht Stunden betragen.

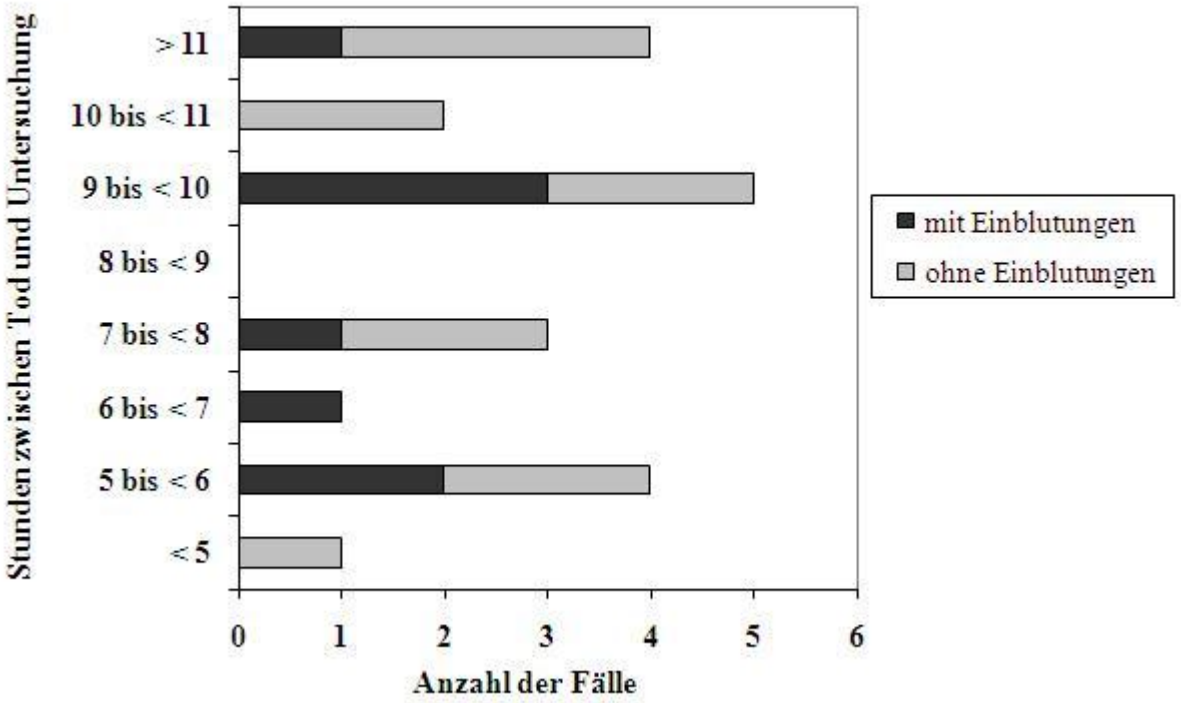


Abb. 15 Anzahl der entstandenen Einblutungen in Abhängigkeit vom Zeitraum zwischen Tod und Untersuchungsbeginn.

An zwei von vier Leichen, die länger als fünf Stunden tot gewesen sind, haben sich zwei Einblutungen entwickelt. Diese sind beide hellrot, eine flohstichartig und die andere kleinfleckförmig. Ins Intervall größer sechs Stunden fällt ein Fall, in dem sich zwei hellrote flohstichartige Einblutungen entwickelt haben. Im nächsten Intervall größer sieben Stunden ist ebenfalls ein Fall positiv. Hier haben sich insgesamt sechs Blutungen entwickelt, drei flohstichartig hellrot und drei kleinfleckförmig dunkelblaurot. Die nächsten positiven Fälle haben im Intervall größer neun Stunden gelegen. In diesem Intervall haben sich zehn Blutungen gebildet, deren Morphologie nicht erfasst worden ist. Des Weiteren haben sich in diesem Intervall eine flohstichartig-

hellrote und eine kleinfleckförmig-dunkelblaurote Blutung gebildet. Der letzte positive Fall fällt ins Intervall größer elf Stunden. Hier haben sich neun Einblutungen gebildet, von denen drei flohstichartig-hellrot und sechs kleinfleckförmig-dunkelblaurot sind.

3.3.6. Die Leichenflecke

Bei elf der Verstorbenen sind die Leichenflecke zum Untersuchungsbeginn auf leichten Fingerkuppendruck noch vollständig wegdrückbar gewesen. In mehr als der Hälfte dieser Fälle sind Einblutungen entstanden.
In den anderen neun Fällen sind die Leichenflecke nur unvollständig wegdrückbar gewesen. In diesen Fällen haben sich bei zwei Leichen Einblutungen gebildet (s. Abb. 16 und Tab. 1 im Anhang).

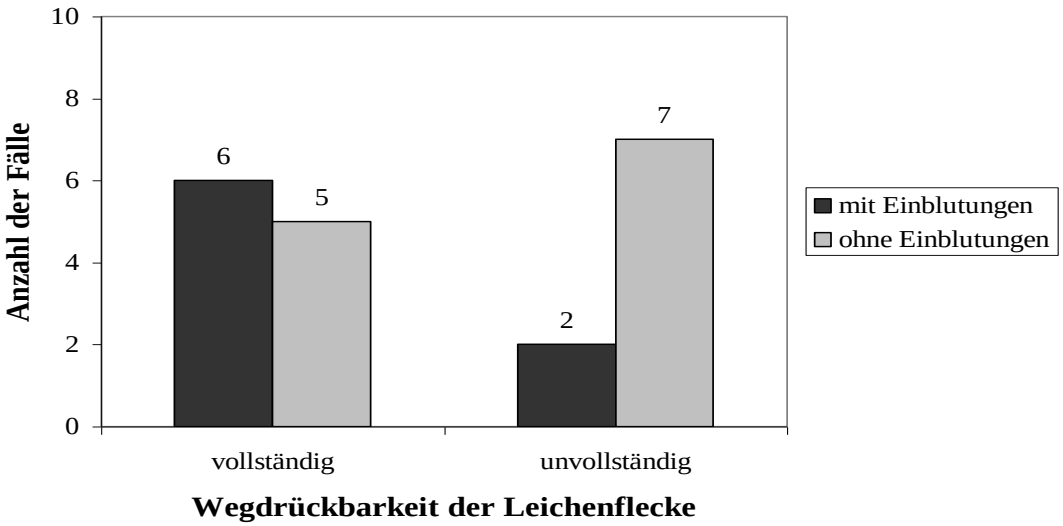


Abb. 16: Vergleich der Fälle (n=20) mit und ohne Einblutungen in Abhängigkeit von der Wegdrückbarkeit der Leichenflecke

68% der Einblutungen haben sich an Leichen mit vollständig wegdrückbaren Leichenflecken gebildet (21 Einblutungen), 32% an Leichen mit unvollständig wegdrückbaren Leichenflecken (10 Einblutungen).

3.3.7. Vorangegangene Reanimationsmaßnahmen

In den Fällen 4, 5 und 19 sind Reanimationsmaßnahmen durchgeführt worden; in all diesen Fällen sind Einblutungen entstanden. Diese machen mehr als die Hälfte der gesamten Einblutungen aus (n=16/31). Von diesen war die Hälfte flohstichartig hellrot und die andere Hälfte kleinfleckförmig dunkelblaurot.

In zwölf Fällen ist nicht reanimiert worden. In vier dieser Fälle haben sich insgesamt zwölf Blutungen gezeigt. Acht sind morphologisch nicht erfasst worden. Von den restlichen vier Einblutungen sind zwei flohstichartig hellrot, eine kleinfleckförmig hellrot und eine kleinfleckförmig und dunkelblaurot.

In weiteren fünf Fällen ist nicht bekannt, ob bei dem Verstorbenen Reanimationsmaßnahmen durchgeführt worden sind, in einem dieser Fälle (Fall 3) sind zwei Einblutungen aufgetreten. Die Morphologie dieser Einblutungen ist nicht erfasst (s. Abb. 17 und Tab. 1 und 2 im Anhang).

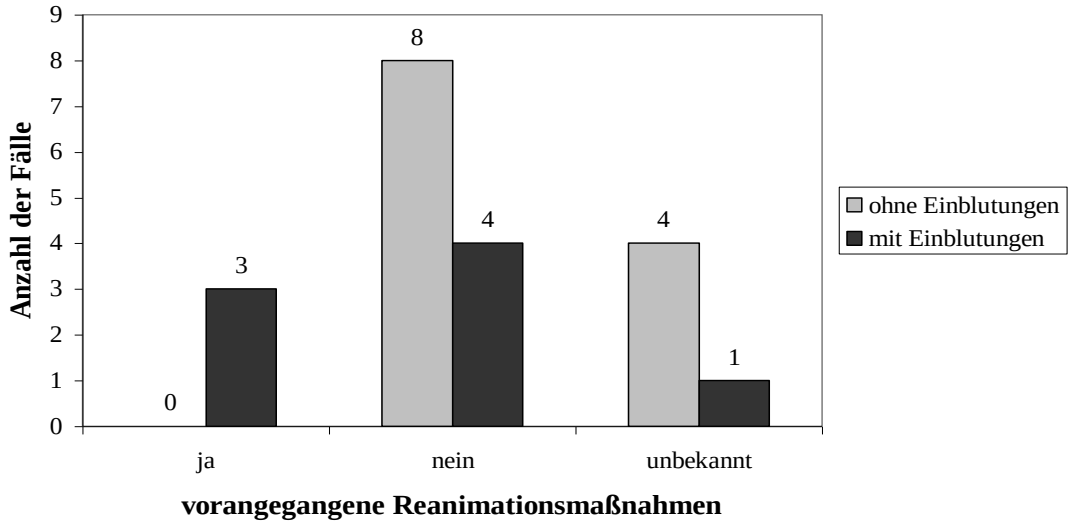


Abb. 17 Fälle mit und ohne Einblutungen in Abhängigkeit von einer vor dem Tod stattgefundenen Reanimation.

3.3.8. Zeichen einer Blutstauung im Gesicht

Es wird unterschieden zwischen Fällen ohne Blutstauung und mit einer mäßigen Blutstauung im Kopf-/Halsbereich im Sinne einer perimortalen oberen Einflussstauung. Eine mäßige Blutstauung meint eine nicht konfluierende Blaufärbung des Gesichtes.
In sechzehn Fällen hat es keine Hinweise auf eine Blutstauung im Gesicht gegeben; bei diesen haben sich in fünf Fällen (Fälle 1, 3, 4, 17 und 19) Einblutungen gezeigt.
In den Fällen 2, 5, 10 und 20 ist eine mäßige Stauung vorhanden gewesen. In drei dieser Fälle (Fälle 5, 10 und 20) haben sich Einblutungen entwickelt (s. Abb. 18).

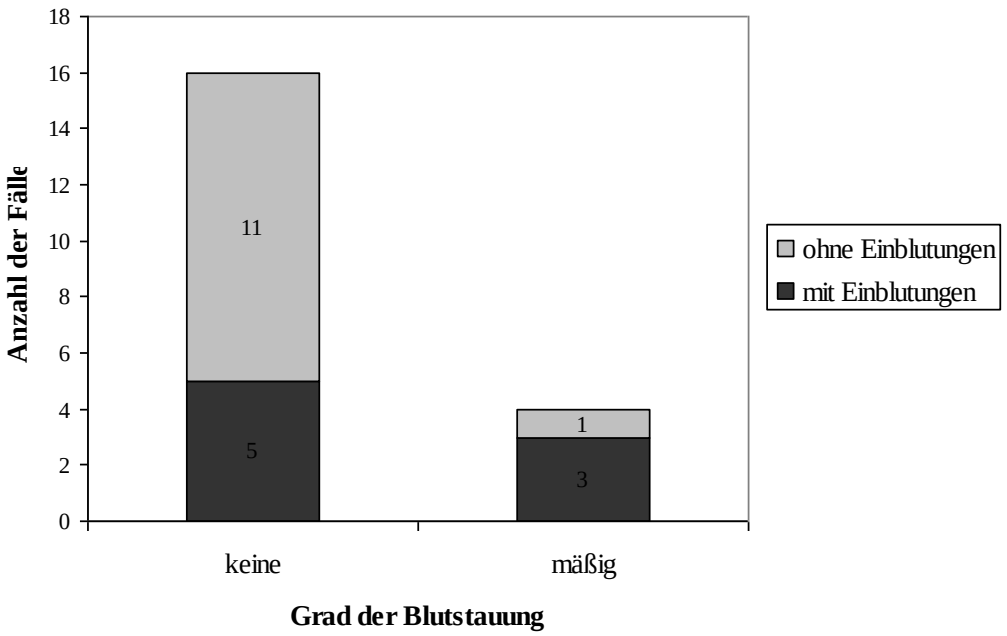


Abb. 18: Fälle mit und ohne Einblutungen im Abhängigkeit vom Grad der Stauung im Gesicht (n=20).

In den Fällen ohne eine Stauung des Gesichts haben sich 21 Einblutungen (71%) gebildet, davon sind fünf punktförmig hellrot, sechs kleinfleckförmig dunkelblaurot und eine kleinfleckförmig hellrot gewesen. Zehn Einblutungen sind morphologisch nicht erfasst.
In den Fällen mit einer mäßigen Stauung des Gesichts haben sich neun Einblutungen (29%) entwickelt (s. Abb. 19 und Tab. 1 und 2 im Anhang). Davon sind fünf punktförmig-hellrot und vier kleinfleckförmig-dunkelblaurot.

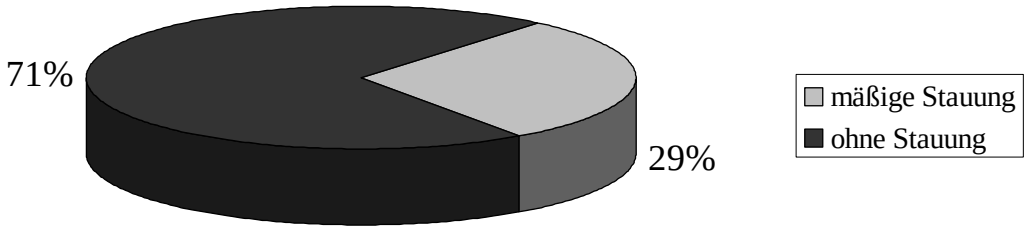


Abb. 19 Prozentuale Verteilung der entstandenen Einblutungen in Abhängigkeit von einer Stauung im Gesicht (n=20 Fälle, 71%=22 und 29%=9 Einblutungen).

3.3.9. Zum Ektropionieren genutzte Methode

20 Augen sind vor der Bauchlage mit einer Pinzette ektropioniert und 20 mit einem Wattestäbchen. In einem Drittel (n=7/20) der mit Pinzette untersuchten Augen, haben sich Einblutungen gebildet. Dagegen sind nur in drei der 20 Augen, die mit einem Wattestäbchen untersucht wurden, Einblutungen entstanden (s. Abb. 20). Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant (p=0,15; Chi-Quadrat-Vierfeldertest).

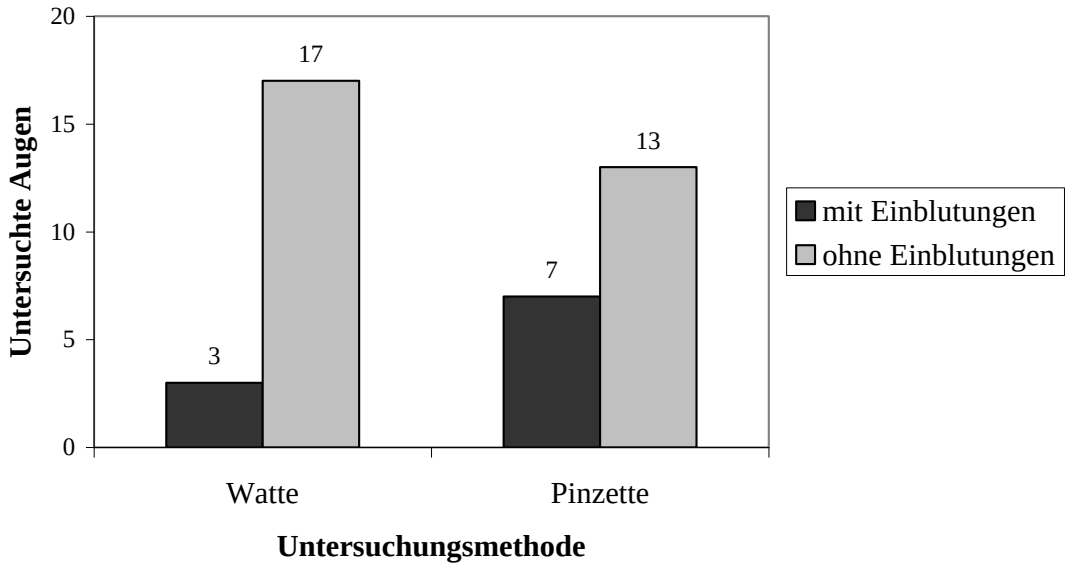


Abb. 20 Auftreten von Einblutungen in Abhängigkeit von der Untersuchungsmethode (n=40 untersuchte Augen bei 20 untersuchten Fällen).

Es haben sich insgesamt 31 Einblutungen entwickelt. An den mit Pinzette untersuchten Augen sind 27 Einblutungen entstanden, dies entspricht 87% aller entstandenen Einblutungen (s. Abb. 21). Sie sind überwiegend am Oberlid lokalisiert. In nur einem einzigen Fall treten auch Einblutungen an anderer Stelle als den Bindehäuten auf, nämlich in der Haut des rechten äußeren oberen Augenlides. Bei den mit dem Wattestäbchen untersuchten Augen sind bei drei Augen insgesamt vier Einblutungen aufgetreten.

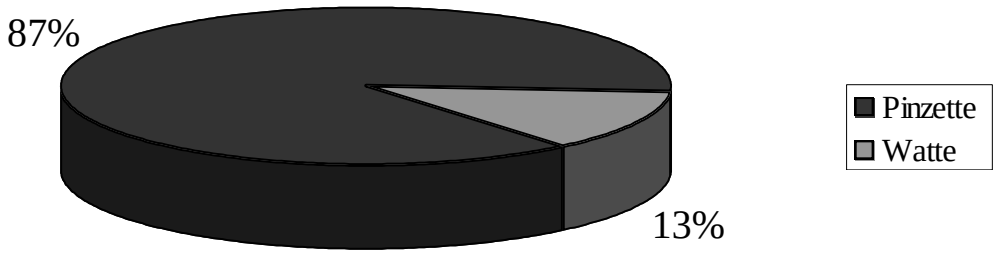


Abb. 21: 87% der konjunktivalen Einblutungen sind an den mit Pinzette untersuchten Augen entstanden (n=40 untersuchte Augen).

Von den 27 Einblutungen an den mit Pinzette untersuchten Augen sind zehn kleinfleckförmig-dunkelblaurot und sieben flohstichartig-hellrot. Bei zehn Einblutungen ist die Morphologie nicht erfasst worden. Die vier Einblutungen, die an den mit Wattestäbchen untersuchten Augen entstanden sind, sind alle hellrot, drei sind flohstichartig und eine kleinfleckförmig (s. Tab. 2 im Anhang).

4. Diskussion

Die postmortale Entstehung von punktförmigen Blutungen ist auch vor der hier durchgeführten Untersuchung nicht umstritten gewesen, denn schon im 19. Jahrhundert ist ihre Entstehung experimentell gezeigt worden. Haberda (1898) hat dafür Leichen von neugeborenen Kindern aufgehängt, an denen es binnen Stunden zum Auftreten von kleinen punktförmigen Einblutungen gekommen ist. Solche Versuche sind in der heutigen Zeit natürlich nicht mehr vorstellbar. Allerdings sind in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts von Reh und Haarhof (1975) erneut Versuche durchgeführt worden, um die Entstehung von postmortalen Einblutungen zu untersuchen. Sie haben Leichen in verschiedene Kopftieflagen bis zum Scheitelstand gebracht, um den Stellenwert und das Verteilungsmuster von diesen postmortalen Einblutungen zu ermitteln. Bis jetzt ist aber nicht untersucht worden, ob allein durch die Bauchlage eines Leichnams Einblutungen hervorrufen werden, eine für viele Sterbefälle realistische Situation. Ebenso wenig ist bisher untersucht worden, welche Faktoren neben der Lage der Leiche eine Entstehung von Einblutungen begünstigen.

In der hier durchgeführten Untersuchung wird gezeigt, dass in acht der untersuchten 20 Fälle nach einer zweistündigen Bauchlage Petechien und Ekchymosen in den Konjunktiven entstehen. Zu den beeinflussenden Faktoren ergeben sich Hinweise, aber eindeutige Ergebnisse werden nicht gewonnen. Dies liegt nicht zuletzt an der mit zwanzig Leichen relativ kleinen Größe des untersuchten Kollektivs. Eine größere Fallzahl konnte aufgrund der strengen Anwendung der Ausschlusskriterien nicht realisiert werden. Diese strenge Anwendung ist aber notwendig, um zur Beantwortung der Fragestellung möglichst realistische Bedingungen zu schaffen. Denn in der einzig existierenden vergleichbaren Studie (hier war n=14) von Reh und Haarhoff (1975) entstehen zwar durchaus zahlreich Petechien und Ekchymosen postmortal, vor allem aber bei Kopftieflagen beziehungsweise wenn der Leichnam in Scheitelstand gebracht wird. Diese Lageposition spielt für die Praxis aber eine untergeordnete Rolle. Erwähnenswert scheint außerdem, dass ihre Experimente zwischen fünf und 47 Stunden dauern.

In den jetzt gemachten Untersuchungen scheint vor allem die zum Ektropionieren genutzte Methode einen gewissen, wenn auch statistisch nicht belegbaren Einfluss zu haben. Der Gedanke, dass die zum Ektropionieren genutzte Methode eine Rolle spielen könnte, ist erst im Laufe der Untersuchung entstanden. Denn in den ersten Fällen zeigt sich häufig ein Verteilungsmuster der Einblutungen im Bereich der Stelle, an der das Lid mit der Pinzette gegriffen wird. Dies ist vor allem bei den Einblutungen im Bereich der Unterlider auffällig. Die neuentstandenen Blutungen im Bereich der Oberlider sind zwar überwiegend hinter dem Tarsus lokalisiert, aber durch eine Pinzette lässt sich mutmaßlich auch dort ein größerer Zug auf das Gewebe aufbauen, wodurch es zu Mikroverletzungen der Kapillaren kommen kann. Aus diesen kann passiv durch eine Lageveränderung Blut in das umliegende Gewebe austreten (Rhexisblutung). Um den Verletzungsfaktor zu minimieren, haben wir die Hälfte der Augen mit einem Wattestäbchen untersucht. Diese Methode ist zwar in der Praxis der Rechtsmedizin nicht als Untersuchungstechnik etabliert, dient hier aber als eine gute Vergleichsmöglichkeit. In den Fällen, die mit Pinzette untersucht worden sind, entstehen zwar deutlich mehr Einblutungen (n=27/31) als in den mit Watte untersuchten Augen; ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Techniken kann aber nicht belegt werden (p=0,15).

Auffällig ist des Weiteren, dass sich bei den mit einer Pinzette untersuchten Augen häufiger dunkelblaurote Ekchymosen bilden. Sie ähneln eher Vibices als vital entstandenen Petechien. Diese Art der Einblutungen kommt bei den mit Watte untersuchten Augen gar nicht vor. Hier sind alle Einblutungen hellrot und mit einer Ausnahme sehr klein. Damit sind sie morphologisch vital entstandenen Petechien ähnlich, jedoch sind sie nur vereinzelt entstsanden. Eine Verwechselung von postmortalen mit vital entstandenen Einblutungen lässt sich anhand unserer Ergebnisse also zum Einen durch die Menge ausschließen und zum Anderen morphologisch, denn in der Hälfte der Fälle ähnelten die entstandenen Einblutungen Vibices.

Reh und Haarhoff (1975) schließen in ihren Untersuchungen eine Verwechslung von postmortal mit vital entstandenen Einblutungen anhand des Verteilungsmusters aus, sie unterscheiden dabei morphologisch in Eckchymosen und Vibices. Erwähnenswert scheint an dieser Stelle, dass sie in ihren Versuchen nur vereinzelte Vibices nach einer Bauchlage beschreiben, trotz deutlich längerer Versuchsdauer.

Ein weiterer Faktor bei der Entstehung von postmortalen Einblutungen scheint der Zeitraum zwischen dem Todeseintritt und der Veränderung der Lage der Leiche zu sein (Haberda 1898, Hofmann 1876, Reh und Harrhoff 1975, Lesser 1884). Harberda (1898) beschreibt, dass es an dem Leichnam eines Kindes, der zwei Tage nach seinem Tod zu Versuchszwecken aufgehängt worden ist, zu keiner Bildung von Ekchymosen gekommen ist. An Leichen von Kindern, die kurz vor oder während der Geburt verstorben sind und bei denen er zeitnah mit seinen Versuchen beginnen kann, entwickeln sich dagegen deutliche Einblutungen. Auch Reh und Haarhoff (1975) stellen in ihren Versuchen fest, dass es in Fällen, in denen die Verstorbenen bei Versuchsbeginn länger als 50 Stunden tot gewesen sind, zu keiner Ausbildung von Ekchymosen gekommen ist.

In den in dieser Studie untersuchten zwanzig Fällen ist gewährleistet, dass der Todeszeitpunkt zu Versuchsbeginn nicht länger als zwölf Stunden zurück liegt. Dennoch entwickeln sich nur in knapp der Hälfte der Fälle Einblutungen. Es kann auch keine Häufung der Einblutungen in einem bestimmten postmortalen Zeitfenster, z.B. sechs Stunden nach dem Tod, festgestellt werden. Es soll hier aber kritisch angemerkt werden, dass sich eine Todesbescheinigung als Beleg für den Todeszeitpunkt nur bedingt eignet. Der Tod eines Patienten muss nicht sofort bemerkt werden. Es ist somit davon auszugehen, dass der Todeszeitpunkt als ein näherungsweise genauer Wert gelten muss, deshalb manche Fälle eventuell ein längeres postmortales Intervall aufweisen und so ein negatives Ergebnis entstanden ist.

Um einen zweiten Parameter zur Todeszeitbestimmung zu haben, wird deshalb die Wegdrückbarkeit der Leichenflecke dokumentiert. Sie verhält sich in ähnlicher Weise wie deren Umlagerbarkeit. Im Allgemeinen wird von einer vollständigen Umlagerbarkeit bis zu sechs Stunden post mortem ausgegangen. Unvollständig umlagerbar sind Leichenflecke noch bis zu 24 Stunden postmortal (Brinkmann und Madea 2004).

Betrachtet man nun die Fälle, in denen Einblutungen entstanden sind, zeigt sich, dass in sechs von acht Fällen mit Einblutungen die Leichenflecke noch vollständig wegdrückbar gewesen sind. Diese Ergebnisse passen zu unseren theoretischen

Überlegungen, dass Einblutungen eher an Leichen mit noch vollständig umlagerbaren Leichenflecken entstehen.
Diese Ergebnisse decken sich allerdings nicht mit den Erfahrungen anderer Untersucher. Denn Bockholdt et al (2005) und Maxeiner (1997) beobachten ein Auftreten von Einblutungen in Fällen von Bauchlage nur bei fixierten Livores, das heißt bei gar nicht mehr wegdrückbaren Leichenflecken.
In zwei Fällen sind die Leichenflecke nur spärlich ausgebildet gewesen, was an eine Anämie denken lässt. Diese ist auch auf der Todesbescheinigung dokumentiert worden (Fall 8 und 18). In beiden Fällen entwickeln sich keine Einblutungen. Adebahr G. (1981) hält es allerdings bei einer Anämie für möglich, dass es zwar zu einem Austritt von Gefäßinhalt in das umliegende Gewebe gekommen ist, dies aber nicht als Blutung erkennbar wird.

Des Weiteren haben vor den Versuchen theoretische Überlegungen bestanden, dass eine vor dem Tode bestehende Blutungsneigung für das Entstehen von postmortalen Einblutungen ein zusätzlich positiv beeinflussender Faktor sein könnte. Diese Überlegungen decken sich mit Erfahrungen aus der bestehenden Literatur. Denn schon Hofmann (1876) stellt fest, dass es besonders dann zur Ausbildung von postmortalen Einblutungen kommt, wenn die „Quantität des vorhandenen Blutes eine reichhaltige und die Qualität eine besonders dünnflüssige geblieben ist“. Häufig wird von einem besonders flüssigen Leichenblut in Abhängigkeit von der Dauer der Agonie ausgegangen (Hofmann 1903). Nach unserer Vorstellung allerdings ist auch bei einer hämorrhagischen Diathese von flüssigem Leichenblut auszugehen. In den meisten Fällen ist diese Blutungsneigung erworben, am häufigsten durch Medikamente induziert (Herold 2006). Dabei spielen folgende drei Medikamente eine wichtige Rolle. Erstens Heparin, welches Antithrombin 3 aktiviert, wodurch Thrombin gehemmt wird. Diese Protease spaltet zum einen Fibrinogen in niedermolekulare Peptide, aus denen dann ein Fibrinnetz gebildet wird und zum anderen aktiviert sie Thrombozyten (Bauer 2003). Zweitens Acetylsalicylsäure, welche durch eine irreversible Hemmung des Enzyms Cyclooxygenase zu einer Hemmung der Thromboxan-A2-Synthese führt. Hierdurch wiederum entsteht eine Thrombozytenaggregationshemmung (Mutschler et al 2006). Drittens Clopidogrel, ein modernerer Hemmstoff der Thrombozytenaggregation; diese

Substanz blockiert selektiv die Bindung von Adenosindiphosphat an seinen Rezeptoren auf Thrombozyten und verhindert so deren Vernetzung (Mutschler et al 2006). Diese drei Substanzen werden in der Regel allein oder in Kombination bei Patienten mit zum Beispiel einer koronaren Herzerkrankung eingesetzt. In drei der untersuchten Fälle ist durch die Dokumentation der klinischen Todesursachen auf den jeweiligen Todesbescheinigungen von einer Behandlung mit einem oder mehreren dieser Medikamente auszugehen (Fall 4, Fall 10 und Fall 15). In vier weiteren Fällen ist von einer Gerinnungsstörung aufgrund von einer Leberfunktionsstörung auszugehen (Fall 11, 13, 16 und 17). In Fall 18 ist eine Panzytopenie beschrieben worden, durch welche es aufgrund eines Mangels an Thrombozyten ebenfalls zu einer vermehrten Blutungsneigung kommen kann. In Fall 8 ist eine HIT (Heparin induzierte Thrombozytopenie) auf der Todesbescheinigung dokumentiert worden; es fehlt aber die Angabe der genauen Form. Nur die HIT 1 führt zu einer Hemmung der Gerinnung über einen Abfall der Thrombozytenzahl. Auch in diesem Fall nehmen wir eine Gerinnungsstörung an.
Insgesamt lässt sich durch die gewonnenen Ergebnisse aber nicht belegen, dass eine vor dem Tod bestehende Blutungsneigung die Entstehung von Einblutungen begünstigt.

Als ein weiterer beeinflussender Parameter bei der Entstehung von punktförmigen Einblutungen in den Konjunktiven wird immer wieder die vor dem Tode stattgefundene Reanimation diskutiert. Während Hood et al (1988), Knight (1996), Rao u. Wetli (1988) und Risse und Weiler (1990) an eine Entstehung durch Herzdruckmassage glauben, kommt Maxeiner (2001) zu dem Schluss, dass Reanimationsmaßnahmen nicht als eigenständiger Kausalfaktor für die Entstehung petechialer Lid- und Konjunktivalblutungen angesehen werden kann.
In drei der in dieser Studie untersuchten Fälle sind Reanimationsmaßnahmen durchgeführt worden (Fall 4, 5 und 19). In all diesen Fällen entstehen Einblutungen, so dass die Reanimation als beeinflussender Faktor nach unseren Ergebnissen nicht auszuschließen ist.

Bei den allgemeinen Faktoren wie Geschlecht und Alter, sowie dem individuellen Körpergewicht ist davon auszugehen, dass sie einen untergeordneten Einfluss auf die

Entstehung von postmortalen Einblutungen haben. Zwar entstehen mehr Einblutungen bei den über 60 jährigen, aber in diese Gruppe fallen 17 der 20 untersuchten Fälle.
Ähnlich zu interpretieren sind die Ergebnisse bei der Betrachtung der Entstehung von Einblutungen in Abhängigkeit vom Körpergewicht. Es entstehen die meisten Einblutungen an Leichen mit einem BMI von 25-29,9 kg/m², aber auch hier handelt es sich mit sieben Leichen um die größte Gruppe. Maxeiners und Winklhofers (1999) Untersuchungen zu vital entstandenen Petechien zeigen allerdings die Tendenz, dass Petechien bei Zunahme der Körpermasse häufiger auftreten.

Für die rechtsmedizinische Praxis lassen sich aus unseren Ergebnissen nun zwei wesentliche Schlussfolgerungen ziehen:

1. Durch die früh-postmortale Umlagerung eines Leichnams (etwa durch intentionelle Veränderung an einem Tatort oder im Rahmen eines Leichentransportes) kann es bereits nach zwei Stunden Bauchlage zum Auftreten von artifiziellen Bindehautblutungen kommen.

2. Bei der Prüfung der Umlagerbarkeit von Leichenflecken zur Eingrenzung der Todeszeit muss durch den Rechtsmediziner zuvor eine gewissenhafte Inspektion der Bindehäute erfolgen, da durch diese Maßnahme ebenfalls artifizielle Bindehautblutungen entstehen können.

5. Zusammenfassung

Zur Klärung der Frage, ob petechiale Einblutungen postmortal durch Bauchlage entstehen können, sind zwanzig Leichen im Alter von 29 bis 84 Jahren unterschiedlichen Geschlechts für zwei Stunden in Bauchlage gebracht worden. Die Untersuchungen haben dabei im frühen postmortalen Intervall stattgefunden. Der Todeszeitpunkt ist anhand der Todesbescheinigung erfasst worden.

In knapp der Hälfte der untersuchten Fälle entstehen Einblutungen in den Konjunktiven, in einem Fall auch am Außenlid. Allerdings sehen diese Einblutungen nur selten vital entstandenen ähnlich, so dass eine Verwechselung anhand der Morphologie meist auszuschließen ist. In den Fällen, in denen die Morphologie der Einblutungen der von vital entstandenen Petechien entspricht, lässt sich die Unterscheidung anhand des Verteilungsmusters treffen. Dies meint, die Einblutungen treten im Gegensatz zu vital entstandenen nur vereinzelt auf.

Des Weiteren scheint das Instrument, das zum Ektropionieren der Augenlider genutzt wird, einen Einfluss auf die Entstehung der Einblutungen zu haben. Denn die eine Hälfte der Augen wurde vor der Bauchlage mit einer anatomischen Pinzette und die andere Hälfte mit einem Wattestäbchen untersucht. Hierbei zeigt sich ein häufigeres Auftreten von Einblutungen an den mit einer Pinzette untersuchten Augen, allerdings ohne statistische Signifikanz.

Auch eine vorangegangene Reanimation ist weiterhin als beeinflussender Faktor nicht auszuschließen. Denn in allen der hier untersuchten Fälle, in denen reanimiert wurde, entstehen postmortal Einblutungen.

Eine vor dem Tode mutmaßlich bestehende Blutungsneigung dagegen scheint nach den jetzt gewonnenen Ergebnissen keinen Einfluss zu haben. Hier gibt es aus unserer Sicht aber für die Zukunft Untersuchungspotential.

Es kann außerdem nicht gezeigt werden, dass ein bestimmter postmortaler Zeitraum, die Entstehung von Einblutungen begünstigt. Die Wegdrückbarkeit der Leichenflecke, als Zeichen für ihre noch mögliche Umlagerbarkeit, scheint dagegen einen Einfluss auf die postmortale Entstehung von Einblutungen zu haben, denn in sechs von acht Fällen mit

Einblutungen waren die Leichenflecke vor Beginn der Untersuchung noch wegdrückbar.

Allgemeine Faktoren wie Geschlecht und Alter sowie individuelle Faktoren wie die Körpermasse haben keinen Einfluss auf die Entstehung von Einblutungen.

Insgesamt ist die Aussagekraft der Studie durch das relativ kleine Kollektiv zwar begrenzt, sie liefert aber wichtige neue Erkenntnisse für die rechtsmedizinische Praxis. Denn es ist nun erwiesen das artifizielle Bindehautblutungen postmortal durch eine Bauchlage des Leichnams entstehen. Außerdem wird ihre Entstehung höchst wahrscheinlich durch die zum Ektropionieren genutzten Instrumente begünstigt, so dass die sehr genaue Inspektion der Augenbindehäute vor Lageveränderung des Leichnams noch essentieller ist.

6. Anhang

Tab.1: komplette Falltabelle mit den allgemeinen Parametern (n=20, grau unterlegt = Fälle mit Einblutungen)

Fall	Alter	Sex	BMI (kg/m^2)	Wie lange tot? (Std.)	Wegdrückbarkeit der Leichenflecke	Z.n. CPR	Gesichts-stauung	Vorerkrankungen	Mutmaßliche Gerinnungstörung
1	84	W	26	9,11	vollständig	Nein	Keine	Herzschwäche	Unbekannt
2	67	M	30	11,35	unvollständig	k.A.	Mäßig	Unbekannt	Unbekannt
3	78	W	37	9,06	vollständig	k.A.	Keine	Z.n. gedekt perforiertem Aortenaneurysma mit OP, KHK, art. Hypertonus, COPD, Arteriosklerose, ARDS, Z.n. septischem Schock	Unbekannt
4	82	W	30	11,03	unvollständig	Ja	Keine	plötzlich auf dem WC kollabiert, vorher thorakale Schmerzen	Ja bei Symptomen eines Herzinfarktes oder einer Lungenembolie
5	39	M	24	7	vollständig	Ja	Mäßig	Drogenabusus,, Intoxikation	Unbekannt
6	46	M	23	11,25	vollständig	k.A.	Keine	Pneumonie bei Immunsuppression bei Z.n. NTX, V.a. HRST	Unbekannt
7	65	M	30	9,25	vollständig	Nein	Keine	Mal. Melanom, Hirn- u. Lungenmetastasen	Unbekannt
8	81	W	20	5,35	vollständig	Nein	Keine	Pneumonie, Anämie, V.a. Sigma Ca, HIT	Ja bei HIT
9	80	M	14	7,15	vollständig	k.A.	Keine	Kachexie	Unbekannt
10	61	W	26	9,04	vollständig	Nein	Mäßig	Met. Aderhautmelanom, paraneopl. Thrombembolien, STEMI u. kardiogener Schock	Ja da Intensiv Patient mit STEMI und kardiogenem Schock

Fall	Alter	Sex	BMI (kg/m^2)	Wie lange tot? (Std.)	Wegdrückbarkeit der Leichenflecke	Z.n. CPR	Gesichts-stauung	Vorerkrankungen	Mutmaßliche Gerinnungstörung
11	84	W	22	4,55	unvollständig	Nein	Keine	unbekannt	Unbekannt
12	82	W	29	5,24	vollständig	Nein	Keine	Multiorganversagen bei Pneumaonie	Ja bei Multiorganversagen
13	75	M	24	7,45	unvollständig	Nein	Keine	Bronchial Ca, mit Hirnmetastasen	Unbekannt
14	69	M	23	10,45	unvollständig	Nein	Keine	Leberinsuffiziens mit Laktatazidose, T-Zell Lymphom, N-STEMI, Cholezystitis	Ja bei Leberinsuffiziens
15	80	W	34	10,02	unvollständig	k.A.	Keine	Aortenklappenstenose mit Bioklappenersatz, Vorderwandinfarkt mit PTCA+Stent, mult. Cerebr. Infarkte, resp. Insuff.	Ja bei Z.n. Herzinfarkt mit Stentimplantation
16	73	W	19	9	unvollständig	Nein	Keine	Ethyltoxische Leberzirrhose	Ja bei Leberversagen
17	66	M	26	5,55	unvollständig	Nein	Keine	intracerebrale Blutung, dekomp. Herzinsuff., Z.n. HI mit ACVB, chr. Niereninsuff., Hypothyreose	Ja bei Leberfunktions-störung mit Gerinnungsstörung
18	73	W	28	11,55	unvollständig	Nein	Keine	Seot. Schock mit Multiorganvers., Immunozytom, Z.n. Chemo, Pyelonephritis, Immunsupp., Panzytopenie	Ja bei Panzytopenie
19	71	W	19	6,15	vollständig	Ja	Keine	Unbekannt	Unbekannt
20	29	W	21	5	vollständig	Nein	Mäßig	Pneumonie	Unbekannt

Tab.2: komplette Falltabelle mit Ektropioniermethode, Menge, Morphologie und Lokalisation der entstandenen Einblutungen (n=20, grau unterlegt = Fälle mit Einblutungen)

Fall	Unters. - Methode re.	Unters. - Methode li.	Tarsus re.	Oberlid re.	Unterlid re	Tarsus li.	Oberlid li.	Unterlid li.	Andere Lokalis.	Flohstich- artig / rot	Kleinfleck- förmig / dunkelblaurot
1	Pinzette	Pinzette	3	0	0	5	0	0	Äußeres Augenlid	Nicht dokumentiert	Nicht dokumentiert
2	Pinzette	Pinzette	0	0	0	0	0	0	Nein	Nicht dokumentiert	Nicht dokumentiert
3	Pinzette	Pinzette	0	0	0	0	0	2	Nein	Nicht dokumentiert	Nicht dokumentiert
4	Pinzette	Pinzette	0	0	0	1	2	6	Nein	3	6
5	Pinzette	Pinzette	2	0	3	0	1	0	Nein	2 rechts/1 links	3 rechts
6	Wattest.	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
7	Wattest.	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
8	Wattest.	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
9	Wattest.	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
10	Pinzette	Wattest.	2	0	0	0	0	0	Nein	1	1
11	Wattest.	Pinzette	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
12	Wattest.	Pinzette	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
13	Pinzette	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
14	Pinzette	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
15	Pinzette	Pinzette	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
16	Pinzette	Wattest.	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
17	Wattest.	Wattest.	0	0	0	1	0	0	Nein	0	1 (Rot!)
18	Pinzette	Pinzette	0	0	0	0	0	0	Nein	0	0
19	Wattest.	Wattest.	0	0	0	0	0	2	Nein	2	0
20	Wattest.	Wattest.	0	0	0	0	0	1	Nein	1	0

Datenerfassungsbogen

Geburtsjahr:

Bogennummer						
Leichen-Nummer						
Datum						
Uhrzeit						

1. persönliche Daten

	Männlich	Weiblich	Unbekannt
Geschlecht			

Größe_____cm Gewicht_____kg

2. Todeszeitpunkt

Bekannt	Datum		Uhrzeit	

Bei Drehung in Bauchlage war der also Patient _____ Stunden tot (max. 12 h).

3. Wegdrückbarkeit der Leichenflecke

Vollständig wegdrückbar	Unvollständig wegdrückbar

4. Stauung im Gesicht

keine	Nicht konfluiert (marmoriert)	Diffuse flächige Blaufärbung

5. Zeichen der Herzdruckmassage

Wurde der Patient reanimiert? (Existiert z.B. ein vorläufiger Totenschein des Notarztes/RTW Beföderungsbericht auf dem eine Reanimation (meint 40 min CPR) dokumentiert wurde?)

ja	nein	unbekannt

Fanden sich andere Zeichen der Herzdruckmassage/Reanimation?

Zugang	Defielektroden	Druckmarken

Brustkorbstabilität?

Stabil	Fraglich instabil	Instabil

6. Vorerkrankungen

	ja	nein
Sind Vorerkrankungen bekannt?		

Wenn ja welche?

7. Gibt es Anhalt für eine Gerinnungsstörung?

ja	mutmaßlich	nein	unbekannt

Ja,_____

_____

_____

Mutmaßlich,_____

_____

_____

9. Lokalisation von Unterblutungen nach 2 h Bauchlage:

Lokalisation der Petechien	Umschlagfalte (hinter dem Tarsus)	Oberlid (vor dem Tarsus)	Unterlid
Rechts (Menge)			
Links (Menge)			

Fanden sich Unterblutungen an anderer Stelle?

Ja	Nein

Wenn ja, wo?

10. Morphologie der Unterblutungen?

Grobfleckig (Menge/Farbe, z.B. livide...)	Flohstichartig (Menge/Farbe z.B. rot, hell, dunkel...)	Weiß nicht

Notizen:

Foto vorhanden?

7. Literaturverzeichnis

1. Adebahr G (1981) Über die Wertigkeit von Zyanose und Petechien bei Gewalteinwirkung auf den Hals und gleichzeitig vorhandener erheblicher Anämie. Z Rechtsmedizin 86:123-128

2. Bauer Chr (2003) Blut:Ein flüssiges Organsystem. In: Klinke R, Silbernagel S (Hrsg.) Lehrbuch der Physiologie (4.Aufl.). Thieme. Stuttgart. NewYork. S..211-213

3. Betz P, Hausmann R, Eisenmenger W (1998) A contribution to a possible differentiation between SIDS and asphyxiation. Forensic Sci Int 91:147-152

4. Betz P, Penning R, Keil W (1994) The detection of petechial haemorrhages of the conjunctivae in dependency on the postmortem interval. Forensic Sci Int 64:61-67

5. Bockholdt B, Maxeiner H, Hegenbarth W (2005) Factors and circumstances influencing the development of hemorrhages in livor mortis. Forensic Sci. Int. 149:133-137

6. Brinkmann B (1978) Zur Pathophysiologie und Pathomorphologie bei Tod durch Druckstauung. Z. Rechtsmedizin 81:79-96

7. Brinkmann B, Koops E, Wischhusen F, Kleiber M (1981) Compression of the neck and arterial obstruction (Halskompression und arterielle Obstruktion). Z Rechtsmedizin 87:59-73

8. Brinkmann B, Madea B (2004) Handbuch der gerichtlichen Medizin, Band 1, Springer, Berlin, Heidelberg; New York, S. 298, S.361, S.716

9. Bschor F (1965) Befunde bei Brandleichen und deren Bewertung. Arch. F. Krim. 136:93-105

10. Bschor F (1969) Beurteilung von Stauungsblutaustritten im Kopfbereich bei Strangulation und anderen Todesursachen. Beitr. Gerichtl. Med. 25:146-152

11. Eidam J, Windus G, Tröger HD (1988) Beweiswert von Stauungsblutungen im Kopfbereich Neugeborener. Beitr. Gerichtl. Med. 46:339-344

12. Fracasso T, Vennemann M, Klöcker M, Bajanowski T, Brinkmann B, Pfeiffer H (2011) Petechial bleedings in sudden infant death. Int J Legal Med 125: 205-210

13. Geserick G, Kämpfe U (1990) Zur Bedeutung von Stauungsblutungen bei der gewaltsamen Asphyxie. In: Brinkmann B, Püschel K (Hrsg.) Ersticken-Fortschritte in der Beweisführung, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 73-85

14. Haberda A (1898) Ueber das postmortale Entstehen von Ecchymosen. Vierteljahresschr Gerichtl Med 15:248-260

15. Härm T, Rajs J (1983) Face and neck injuries due to resuscitation versus throttling. Fororensic Sci. Int. 23:109-116

16. Hamer KM (2008) Über Stauungsblutungen bei Strangulierten in Abhängigkeit von der Auffindesituation, Dissertation Berlin

17. Haarhoff K (1971) Autoptische Befunde beim Erwürgen und Erdrosseln. Beitr. Gerichtl. Med. 28:137-141

18. Henn RHE, Liebhardt E, Haug W. (1973) Serienschnittuntersuchungen an Stauungsblutungen. Beitr. Gerichtl. Med. 30:146-147

19. Herold G (2006) Innere Medizin. S. 277 Eigenverlag, Köln

20. Hofmann E (1876) Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Vjschr. Gerichtl. Med. 25:229-261

21. Hofmann ER (1903) Lehrbuch der gerichtlichen Medicin, 9. Auflage, Hrsg. Dr. Alexander Kolisko, Urban und Schwarzberg, Berlin und Wien S. 370-373, S. 511-512

22. Hofmann ER, vollständig umgearbeitet von Dr. Albin Haberda, psychiatrischer Teil Dr. Julius Wagner-Jauregg (1927) Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, 11. Auflage, Urban und Schwarzberg, Berlin und Wien, S. 607-608

23. Hood I, Ryan D, Spitz WU (1988) Resuscitation and petechiae. Am J Forensic Med Pathol 9:35-37

24. Jaffe FA (1994) Petechial hemorrhages – A review of pathogenesis. Am J Forensic Med Pathol 15:203-207

25. Janssen W (1967) Zur Beurteilung von Blutungen der Leichenhaut , unter besonderer Berücksichtigung von Hämatomen der Orbita. Dtsch. Z. gesamte gerichtl. Med. 59:69-79

26. Jarosch K (1971) Experimentelle Untersuchungen über vaskuläre und neuronale Mechanismen bei gewaltsamer Erstickung. Habilitationsschrift Universität Salzburg

27. Kleemann WJ (1997) Intrathorakale und subkonjunktivale Petechien bei Säuglingstodesfällen. Rechtsmedizin 7:139-146

28. Knight B (1996) Forensic pathology. Oyford University Press, New York, p. 361

29. Koops E, Püschel K, Wischhusen F, Fechner G, Brinkmann B (1983) Zur Obstruktion der Halsarterien und der oberen Luftwege beim Würgen. Beitr. Gerichtl. Med. 41:315-321

30. Lasczkowski G, Riße M, Gamerdinger U, Weiler G (2005) Pathogenesis of conjunctival petechiae. Forensic Sci. Int. 147:25-27

31. Lesser A (1884) Kann postmortale Senkung des Blutes in frischen Leichen binnen 24 Stunden zu Gefässzerreissungen und Blutungen in der Haut führen? Vjschr. Gerichtl. Med. 40:69-74

32. Madea B, Grellner W (2002) Vitale Reaktionen. Rechtsmedizin 12, Springer, S. 378-394

33. Maxeiner H (1997) Über Kopfstauung, Petechien und „Zyanose“ beim Tod durch homizidale Halskompression. Rechtsmedizin 7:37-44

34. Maxeiner H (2001) Congestion bleeding of face and cardiopulmonary resuscitation - an attempt to evaluate their relationship. Forensic Sci. Int. 117:191-198

35. Maxheiner H, Winklhofer A (1999) Petechiale Lidhaut- und Konjunktivalblutungen bei verschiedenen Todesursachen - Häufigkeiten und Einflussfaktoren. Rechtsmedizin 10, Springer, S. 7-13

36. Mittmeyer HJ (1971) Über das Auftreten punktförmiger Blutaustritte in Totenflecken (Vibices). Z Rechtsmedizin 69:263-269

37. Mutschler E, Geisslinger G, Kroemer HK, Ruth P, Schäfer-Korting M (2006) Mutschler Arzeneimittelwirkungen kompakt. 2. Aufl. Wissenschaftliche Verlagsgemeinschaft mbH. Stuttgart. S. 106

38. Penning R (2006) Rechtsmedizin systematisch. 2. Aufl. Uni-Med Verlag, Bremen, S. 106

39. Prokop O, Wabnitz R (1970) Vorkommen von Bindehautblutungen bei Lebenden und Toten. Z Rechtsmedizin 67:249-257

40. Püschel K (1982) Vitale Reaktionen zum Beweis des Todes durch Strangulation. Habil. Hamburg

41. Rao VJ, Wetli CV (1988) The forensic significance of conjunctival petechiae. Am J Forensic Med Pathol 9:32-34

42. Reh H, Haarhoff K (1975) Zum Beweiswert der Stauungs- und Weichteilblutungen beim Erdrosseln und Erwürgen. Z Rechtsmedizin 77:47-60

43. Reuter F (1922) Über das Vorkommen, die Entstehung und Bedeutung von Muskelblutungen beim Erstickungstode. Beitr. Gerichtl. Med. 5:137-155

44. Ribbat C (2008) Häufigkeit und Ursachen petechialer Gesichtsblutungen (Stauungsblutungen) bei Verstorbenen.

45. Riße M, Weiler G (1990) Reanimationsmaßnahmen und petechiale Thymus-Blutungen beim plötzlichen Kindstod. Z Rechtsmedizin 103:207-212

46. Sachs L (2004) Angewandte Statistik. 11. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, S.452

47. Scharschmidt A, Bratzke H (1986) „Stauungsblutungen“ als Brandfolge? Arch. f. Krim. 182:94-100

48. Sido M (2009) Sogenannte Stauungsblutungen im Kopfbereich: Beweiswert, Differentialdiagnose und Befundanalyse. Med. Diss. Hamburg

49. Vanezis P (1989) Pathology of neck injury. Butterworths, London Boston Singapore

50. Wyss A, Lasczkowski G (2008) Vitality and age of conjunctival petechiae: The expression of P-selectin. Forensic Sci. Int. 178:30-33

8. Danksagung

Mein ganz herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Püschel und meinen Betreuern Dr. Anders und Dr. Gehl. Ihre Unterstützung sowie persönliche und fachliche Betreuung waren Grundlage für das Entstehen dieser Arbeit. Vielen Dank!

Ganz besonderer Dank gilt außerdem Prof. Dr. Beck-Bornholdt für ein immer offenes Ohr, Klarheit und stetige Ermutigung, welche maßgeblich zum Abschluss dieser Arbeit beigetragen haben.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des Instituts für Rechtsmedizin bedanken, für die stets freundliche Hilfe und problemlose Zusammenarbeit.

Größter Dank gebührt natürlich meiner Mutter für ihre Liebe, Unterstützung, ihren Rückhalt und ihr Vertrauen. Ohne sie wäre nicht nur diese Arbeit unmöglich geblieben. Meinem Bruder Karsten danke ich für Unterstützung und Rat in Computerfragen, meinem Bruder Harald für seinen Beistand.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, die mir in dieser Zeit zur Seite standen.

9. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
d.h.	das heißt
IfR	Institut für Rechtsmedizin
Tab.	Tabelle
u.	und
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel

Eidesstattliche Versicherung:

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig 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: