

Aus dem Institut für Rechtsmedizin  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Morphologischer Formvergleich tödlicher  
Subduralhämatome aus verschiedenen Blutungsquellen  
- Eine autoptische Studie-

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Katharina Adolf  
aus Roßlau

Gutachter/in:      1. Prof. Dr. med. M. Tsokos  
                             2. Prof. Dr. med. K. Püschel  
                             3. Prof. Dr. med. M. Bohnert

Datum der Promotion: 19.11.2010

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Klassifizierung und Epidemiologie.....	1
1.2 Zeitliche Entwicklung und Symptomatik.....	4
1.3 Folgen und Prognose.....	5
<b>2 Fragestellung</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Untersuchungsmaterial und Methodik</b> .....	<b>9</b>
3.1 Protokolle und Bilder.....	9
3.2 Methodik.....	10
3.3 Statistische Auswertung.....	11
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>15</b>
4.1 Ergebnisse aus den Sektionsprotokollen.....	15
4.1.1 Alter und Geschlecht.....	15
4.1.2 Blutungsquellen.....	16
4.1.3 Überlebenszeit.....	18
4.1.4 Volumen der Subduralblutung.....	19
4.1.5 Ursache/ Hergang der Subduralblutung.....	21
4.1.6 Lokalisation der Blutungsquelle.....	24
4.1.7 Gehirngewicht.....	24
4.1.8 Lebergewicht.....	26
4.1.9 Alkoholismus.....	27
4.2 Darstellung der Messwerte.....	28
4.2.1 Volumen und Blutungsquelle.....	28
4.2.2 Messwerte der SDB in Abhängigkeit von der Blutungsquelle.....	29
4.2.3 Messwerte der MLV in Abhängigkeit von der Blutungsquelle.....	33
4.2.4 Messwerte der SDB in Abhängigkeit vom Volumen.....	37
4.2.5 Messwerte der MLV in Abhängigkeit vom Volumen.....	40
4.2.6 Überlebenszeit in Abhängigkeit von Messwerten der SDB und der MLV.....	43
4.2.7 Differenz der MLV und der SDB in Abhängigkeit von Blutungsquelle, Volumen und Überlebenszeit.....	44

4.2.8	Flächen der SDB und der MLV.....	46
4.2.9	Vergleich prä- und postmortal:.....	47
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>52</b>
5.1	Alter und Geschlecht.....	52
5.2	Blutungsquellen und Lokalisation .....	53
5.3	Überlebenszeit und Mortalität.....	54
5.4	Volumen der Subduralblutung.....	55
5.5	Ursache/ Hergang der Subduralblutung.....	56
5.6	Gehirngewicht.....	57
5.7	Lebergewicht und Alkoholismus .....	57
5.8	Antikoagulationen.....	58
5.9	Volumen und Blutungsquelle.....	59
5.10	Messwerte der SDB in Abhängigkeit von der Blutungsquelle und dem Volumen .....	59
5.11	Messwerte der MLV in Abhängigkeit von Blutungsquelle und Volumen .....	60
5.12	Überlebenszeit und Messwerte .....	61
5.13	Differenz der MLV und der SDB .....	62
5.14	Vergleiche prä- und postmortaler Werte.....	62
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>64</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>67</b>
	<b>Danksagung .....</b>	<b>75</b>
	<b>Erklärung.....</b>	<b>77</b>
	<b>Lebenslauf: .....</b>	<b>79</b>

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschlecht und Alterskategorien.....	15
Tabelle 2: Blutungsquelle und Alterskategorien .....	17
Tabelle 3: Überlebenszeit und Geschlecht .....	19
Tabelle 4: Volumen des SDH und Alterskategorien .....	20
Tabelle 5: Volumen des SDH und Blutungsquelle.....	20
Tabelle 6: Volumen des SDH und Überlebenszeit.....	21
Tabelle 7: Ursache des SDH und Geschlecht.....	22
Tabelle 8: Ursache des SDH und Alterskategorien .....	23
Tabelle 9: Ursache des SDH und Blutungsquelle .....	23
Tabelle 10: Lokalisation des SDH.....	24
Tabelle 11: Gehirngewicht und Volumen des SDH .....	25
Tabelle 12: Gehirngewicht und Überlebenszeit .....	25
Tabelle 13: Lebergewicht und Blutungsquelle.....	26
Tabelle 14: Lebergewicht und Volumen des SDH.....	27
Tabelle 15: Alkoholismus und Geschlecht.....	27
Tabelle 16: Quotient des SDH und Volumen.....	37
Tabelle 17: Quotient der MLV und Volumen .....	40
Tabelle 18: Quotient des SDH und Überlebenszeit.....	43
Tabelle 19: Quotient der MLV und Überlebenszeit.....	43
Tabelle 20: Differenz von MLV und SDH und Überlebenszeit.....	45

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abbildung einer Brückenvenenverletzung (li.) und einer Rindenarterienverletzung (re.); zwei verschiedene Fälle .....	13
Abbildung 2: Abbildung der eingezeichneten Flächen und Linien zur Vermessung bei einer Brückenvenenverletzung.....	14
Abbildung 3: Abbildung der eingezeichneten Flächen und Linien zur Vermessung bei einer Rindenarterienverletzung .....	14
Abbildung 4: Alterskategorien in Prozent .....	16
Abbildung 5: Blutungsquelle in Prozent .....	17
Abbildung 6: Überlebenszeit in Prozent.....	18
Abbildung 7: Überlebenszeit in Prozent.....	22
Abbildung 8: Blutungsquelle und Volumen des SDH.....	29
Abbildung 9: Blutungsquelle und größte Breite des SDH.....	30
Abbildung 10: Blutungsquelle und Länge des SDH.....	30
Abbildung 11: Blutungsquelle und Fläche des SDH.....	31
Abbildung 12: Blutungsquelle und Quotient des SDH.....	32
Abbildung 13: Blutungsquelle und MLV .....	33
Abbildung 14: Blutungsquelle und Länge der MLV .....	34
Abbildung 15: Blutungsquelle und Fläche der MLV .....	35
Abbildung 16: Blutungsquelle und Quotient der MLV .....	36
Abbildung 17: Beziehung von Volumen und größter Breite des SDH.....	38
Abbildung 18: Beziehung von Volumen und Länge des SDH.....	38
Abbildung 19: Beziehung von Volumen und Fläche des SDH .....	39
Abbildung 20: Beziehung von Volumen und MLV .....	41
Abbildung 21: Beziehung von Volumen und Länge der MLV .....	41
Abbildung 22: Beziehung von Volumen und Fläche der MLV .....	42
Abbildung 23: Beziehung von Blutungsquelle und Differenz von MLV und SDH.....	44
Abbildung 24: Beziehung von Volumen und Differenz von MLV und SDH .....	45
Abbildung 25: Beziehung von größter Breite und Fläche des SDH.....	46
Abbildung 26: Beziehung von MLV und Fläche der MLV .....	46
Abbildung 27: Beziehung von Fläche des SDH und Fläche der MLV .....	47
Abbildung 28: CT und Obduktionsbild und größte Breite des SDH.....	48
Abbildung 29: CT und Obduktionsbild und Länge des SDH.....	49
Abbildung 30: CT und Obduktionsbild und Quotient des SDH.....	49

Abbildung 31: CT und Obduktionsbild und MLV .....	50
Abbildung 32: CT und Obduktionsbild und Länge der MLV .....	50
Abbildung 33: CT und Obduktionsbild und Quotient der MLV .....	51





# 1 Einleitung

Das subdurale Hämatom, die subdurale Blutung ist eine der wichtigsten Schädigungen des Gehirns beim Menschen. Gewöhnlich tritt es nach stumpfen Kopftraumen auf, ohne dass eine knöchernerde Schädelverletzung vorliegen muss (**Graham, Gennarelli** 2000). Dabei findet man es nach schweren traumatischen Kopfverletzungen bei bis zu etwa 20- 30% der Patienten (**Bullock et al.** 2006).

Subduralhämatome (SDH) sind also ein häufiger Befund nach Schädel-Hirn-Traumen, deren klinische Aspekte von der Schwere der Verletzungen und der Ausdehnung abhängen. Somit sind sie keine Seltenheit im rechtsmedizinischen Obduktionsgut (**Stein et al.** 2005).

Subduralblutungen (SDB) haben immer noch eine ungünstige Prognose, die mit einer Letalität von 40-60% (**Senft et al.** 2009; **Bullock et al.** 2006; **Leestma, Kirckpatrick** 1988) angegeben wird. Allerdings zeigen die Mortalitätsraten der letzten zwei Jahrzehnte einen leichten Abfall, weil die Nachweismöglichkeit mit Computertomographie- Scan (CT) inzwischen an vielen Stellen gegeben ist und dadurch eine entsprechende Therapie schneller eingeleitet werden kann (**Woertgen et al.** 2005).

Die Kosten der Versorgung eines Patienten mit Kopftrauma und eventuellem Koma sind dabei sehr hoch und belasten das gesamte Gesundheitssystem (**Tagliaferri et al.** 2006).

Genaue Informationen zu den Gesamtkosten sind sehr begrenzt, aber bereits für 1996 sind Kosten von etwa 1 Milliarde DM für die Versorgung der Patienten in Deutschland angegeben (**Firsching, Woischnek** 2001).

Besonders tragisch ist, dass viele Patienten mit stumpfen Kopftraumen Jugendliche oder junge Erwachsene sind und nach ihren Traumen institutionelle Hilfe oder Unterstützung von ihren Familien für viele Jahre benötigen.

Schon vor diesem Hintergrund kann gar nicht genug auf die Relevanz des Themas hingewiesen werden (**Roldan- Valadez et al.** 2006; **Graham, Gennarelli** 1997; **Pentland et al.** 2005; **McIntosh et al.** 1996)

## 1.1 Klassifizierung und Epidemiologie

Der Innenraum des Schädels wird von der Dura mater vollständig ausgekleidet. Sie ist mit ihrer Außenfläche mit dem Schädelknochen verwachsen und versorgt so über Blutgefäße das

Knochengewebe. Nach innen grenzt sie an die Arachnoidea mit der sie einen, im Normalzustand nicht entfaltenen, Subduralraum bildet (**Maxeiner 2009**).

Beim Subduralhämatom (SDH), bei der Subduralblutung (SDB) findet sich eine Blutansammlung zwischen der Dura mater und der Arachnoidea.

Dabei unterteilt man die Blutungen in solche aus Verletzungen eines Sinus oder einer Brückenvene (Vv) unmittelbar an oder außerhalb ihres Durchtritts durch die Arachnoidea,

in Blutungen einer Rindenarterie (Av) durch einen Defekt und Einreißen der Arachnoidea oder nach Countrecoup-Verletzungen (Kontusionen, Rindenverletzungen (Rv)) bei denen die Arachnoidea meistens mitverletzt ist.

Etwa 30- 40% der Fälle dabei sind isolierte SDH. In der Hauptanzahl der Fälle liegen aber weitere intra- und extrakranielle Verletzungen vor (**Bullock et al. 2006**).

Blutungen aus isolierten SDH finden sich typischerweise oberhalb der fronto-okzipitalen Schnittebene. In Abhängigkeit von der Blutungsquelle liegen sie mit ihrem Maximum entweder über der parietotemporalen Fläche (Rupturen kortikaler Arterien) oder nehmen die parasagittale Mantelkante ein (Brückenvenenrupturen) (**Maxeiner 2009**).

Beide Arten isolierter SDH unterscheiden sich bereits durch ihre Form. Dabei zeigen venöse Blutungen über nahezu ihre gesamte Länge eine sich kaum zur Mitte hin vergrößernde Breite. Sie sind „lang und dünn“. Arterielle Blutungen zeichnen sich durch eine linsenförmige Verbreiterung im Bereich ihrer Quelle aus. Sie sind „kurz und dick“. (**Krauland 1961; Maxeiner, Wolff 2002** )

Blutungen bei Countrecoup-Verletzungen der Hirnrinde finden sich typischerweise basal fronto-temporal.

Daneben wird seit langem in der Literatur über eine seltene Form des Subduralhämatoms aus Defekten kortikaler Arterien in der Nähe der Sylvian Region, die als Spontanblutungen angesehen werden (**Westermaier et al. 2007; Koc et al. 1997; Akioka et al. 2007; Depreitere et al. 2003**), berichtet. Der erste Fall wurde 1955 von Hasse dokumentiert, seitdem sind über zweihundert Fälle beschrieben worden (**Gelabert- Gonzalez et al. 2004**).

Spontane SDH entstehen ohne vorherige traumatische Einwirkung.

Auf dem Boden einer Ruptur eines cerebralen Aneurysmas oder einer Malformation sind diese spontanen Hämatomate gewöhnlich arteriellen Ursprungs (**Gelabert- Gonzalez et al. 2004; Meyer, Sandvoss 1997**).

Gelegentlich werden auch spontane akute SDHe, als Folge eines Druckanstieges und somit als ein natürliches Phänomen beschrieben (**Avis 1993; Tokoro et al. 1988**).

Auch Alkoholismus, Demenz oder eine SDB in der Vorgeschichte scheinen eine Rolle beim Auftreten zu spielen (**Yagi et al 1996**).

Eine zuverlässige Unterscheidung zwischen einer traumatischen Ruptur und einer spontanen Ruptur eines Aneurysmas ist dabei nur möglich, wenn man die Blutungsquelle feststellt (**Ehrlich et al 2008**), dabei ist es häufig nicht möglich, die Blutungsursache mit dem bloßen Auge zuerkennen (**Leestma, Kirckpatrick 1988**).

Auch ein subdurales Hygrom, eine Ansammlung von cerebrospinaler Flüssigkeit im subduralem Spalt, kann wie eine akute SDB klinisch auffallen (**Kamezaki et al. 2004**). Aber es gibt klare Unterschiede beider im CT- Scan und bei den Behandlungsstrategien.

Subdurale Hygrome treten gewöhnlich in 5-20% der Fälle nach geschlossenen Kopfverletzungen auf. Die meisten bleiben klinisch unauffällig und asymptomatisch. Im Allgemeinen dehnen sie sich im Laufe der Zeit aus, dann nehmen sie wieder in der Größe ab und lösen sich auf. Auch scheint in einigen Fällen der Übergang in ein SDH wahrscheinlich (**Lee 1998**). Klassischerweise präsentiert es sich einige Tage nach einem Schädel- Hirn Trauma (**Herold et al. 2004**).

SDH werden durch Stürze und Tötlichkeiten zu etwa 72% oder seltener durch Verkehrsunfälle zu etwa 24% verursacht. Dies steht im Kontrast zu den Patienten, die nach einem Schädelhirntrauma für über 24h im Koma liegen. Diese Patienten haben ihre Verletzungen in 89% der Fälle aus Verkehrsunfällen und sind überwiegend Jugendliche oder junge Erwachsene. Weitere 10% resultieren aus Stürzen oder Überfällen und es handelt sich häufiger um ältere Patienten (**Graham, Gennarelli 2000; Yavuz et al. 2003**).

Dabei entstehen SDH v.a. bei besonders schnellen und kurzen Beschleunigungsphasen (<10 ms) (**Gennarelli 1983; Maxeiner 2009**). Also durch Kopfbewegungen wie Acceleration und Deceleration. Derzeit scheint es, dass dabei Winkelbeschleunigungen eine größere Rolle spielen, also zu größeren Schäden führen, als lineare Beschleunigungen (**King et al. 2003**). Wobei diese Ergebnisse auf Untersuchungen beruhen, die einzelne Belastungsrichtungen nachstellen, in der Realität und am Computermodell erweisen sich die intrakraniellen Komponenten, die zu einer

Verletzung führen als viel komplexer und müssen in ihrem Zusammenhang erst weiter untersucht werden (**Kleiven** 2003).

Außerdem scheinen bestimmte Vorschädigungen durch Bluthochdruck oder Alkoholismus und Störungen der Blutgerinnung (endogen oder medikamentös) eine Rolle zu spielen (**Akioka et al.** 2007; **Tokoro et al.** 1988)

## **1.2 Zeitliche Entwicklung und Symptomatik**

SDH werden eingeteilt in akut, subakut, chronisch, wobei es keine Uniformität in der Nomenklatur oder der Altersfeststellung gibt (**Graham, Gennarelli** 2000; **Lee** 1998; **Graham, Gennarelli** 1997).

Akut bezeichnet SDH, die sich innerhalb eines Tages oder auch bis zu drei Tagen manifestieren. Blutungen, die erst später, aber in den ersten zwei bis drei Wochen nach Trauma auftreten, nennt man subakut. Chronische Blutungen meint Blutungen, die sowohl aus akuten symptomatischen Blutungen ohne Operation entstehen können oder jene, die meist nach leichten Traumen erst längere Zeit später (Wochen bis Monate) auffällig werden (**Maxeiner** 2009).

Man kann SDH auch nach ihrem Erscheinungsbild einteilen. So zeigt ein akutes SDH geronnenes Blut, ein subakutes einen Mix aus geronnenem und flüssigem Blut und im Unterschied dazu ein chronisches SDH nur flüssiges Blut. Dabei ist das Blut mindestens 48h geronnen und nach drei Wochen liegen keine Blutklumpen mehr vor (**Graham, Gennarelli** 2000; **Graham, Gennarelli** 1997; **Leestma, Kirckptrick** 1988).

Das akute subdurale Hämatom führt zu einer intrakraniellen Drucksteigerung und liegt meistens einseitig. Dadurch zeigen sich klinische Symptome wie Kopfschmerzen, Konfusion, Ptosis, Übelkeit, Schwindel und u. a. Halbseitensymptomatik. Da das verdrängte Hirngewebe den nervus oculomotorius an der Klivuskante abdrückt, kommt es zur Pupillenerweiterung (Pupillendifferenz) auf der betroffenen Seite (Klivuskantensyndrom).

Die zunehmende Raumforderung führt zur Beeinträchtigung der Spontanatmung und zur Bewusstlosigkeit. Das Intervall zwischen Blutung und klinischer Symptomatik kann dabei beim subduralen Hämatom viele Stunden betragen. So wird in der Literatur von Patienten berichtet „die sprechen und sterben“ (**Reilly et al.** 1975; **Dunn et al.** 2003; **Berker et al.** 2003). Es kann auch ein luzides Intervall vorliegen, d. h., dass nach einer traumabedingten Bewusstlosigkeit bis

zur erneuten Eintrübung eine zeitweise Aufklärung möglich ist. Der Nachweis einer SDH erfolgt mit einem CT-Scan. Hier stellt sich die Blutung als bikonvexes, hyperdenses Areal dar.

Parameter wie die Ausdehnung der Blutung und die Mittellinienverlagerung lassen sich in den Aufnahmen gut beurteilen. Rückschlüsse auf die verursachenden Blutungsquellen sind dabei aber nur eingeschränkt möglich und werden deshalb in der Literatur wenig diskutiert.

Routineuntersuchungen von Patienten mit Schädelhirntrauma haben dabei gezeigt, dass SDH oft schon im CT-Scan präsent sind, bevor sie klinische Symptome zeigen (**Graham, Gennarelli** 2000). So führt die Verfügbarkeit eines CT-Scanners zu einer früheren und zuverlässigeren Erkennung eines intrakraniellen Hämatoms und dessen schnellere Behandlung (**Dunn et al.** 2003) und damit zu größeren Überlebenschancen. Dies bestätigen auch Berichte über später auftretende SDH nach leichten Kopfverletzungen, die sich erstmals mit einem CT darstellten (**Matsuda et al.** 2008; **Manjunath** 2008).

Aufgrund der zu erwartenden Symptome in Abhängigkeit zum Volumen und der daraus abgeleiteten Dringlichkeit der Behandlung werden SDH auch aufgrund ihres Ausmaßes bzw. ihres Volumens eingeteilt. So bietet sich eine Einteilung in minimal („Schmierblutung“, <10 ml), gering (bis 25 ml), deutlich (25-50 ml), stark, raumfordernd, >50 ml), massiv (>100ml) an (**Maxeiner** 2009).

### **1.3 Folgen und Prognose**

Lange wurde die Therapie des SDH darauf fokussiert, die Blutung neurochirurgisch auszuräumen. Die Dauer bis zur einer druckentlastenden Operation ist für das Überleben oft entscheidend, denn verschiedene Studien belegen, dass die Zeit zwischen dem Ereignis und der Operation potenziellen Einfluss auf die Prognose der Patienten mit SDH hat (**Seelig et al.** 1981; **Wilberger et al.** 1990). Darum sollte in den meisten Fällen so schnell wie möglich operiert werden (**Zhao, Bai** 2009; **Hanif et al.** 2009), wobei die eigentliche Operationszeit keinen Einfluss auf die Prognose hat (**Tian et al.** 2008).

Doch die Prognose wird auch bestimmt durch die Hirnsubstanzverletzungen und die ischämische Schädigung des Gehirns bei intrakraniellem Druckanstieg und die damit verbundenen zellulären Dysfunktionen der Gehirnzellen, wobei die Mechanismen dieser Schädigung bisher kaum verstanden werden. Es gibt auf jeden Fall eine Korrelation zwischen einem akuten SDH und einer darunterliegenden Gewebsschwellung (**Graham, Gennarelli** 2000; **Graham, Gennarelli** 1997;

**Gennarelli 1993; Abe et al. 2003; Oehmichen et al. 2003; Marmarou et al. 2006; McIntosh et al. 1996).** Auch hier können CT Scans dazu beitragen, Ödeme eventuell vorherzusagen und ihre Behandlung und die Prognose zu verbessern (**Beaumont, Gennarelli 2006**).

Dabei spielen neben der Größe der Blutung auch das Ausmaß der Mittellinienverlagerung (MLV) bei vielen Klinikern eine Rolle bei der Entscheidung, ob ein SDH operiert werden soll oder nicht und welche anderen therapeutischen Notwendigkeiten sich daraus ergeben.

SDHe mit einer Dicke von mehr als 10 mm oder einer Mittellinienverlagerung von mehr als 5 mm auf einem CT-Scan sollten chirurgisch so schnell wie möglich und in Abhängigkeit vom Glasgow- Coma- Scale (GCS) des Patienten beräumt werden (**Bullock et al. 2006**). Allerdings gehen neuere Untersuchungen davon aus, dass eine Operation nur zu empfehlen ist, wenn die Mittellinienverlagerung kleiner ist als die Dicke der SDB (**Petridis et al. 2009**).

Ein weiterer Parameter, an dem sich die Prognose einer SDB ableiten lässt, ist der Glasgow-Coma- Scale (GCS). 37-80% der Patienten mit akutem SDH zeigen initial einen GCS scores von 8 oder weniger (**Bullock et al. 2006; Dent et al. 1995; Servadei et al. 2000**). Es gibt Studien bei denen die Mortalität bei einem GCS von 4 und 5 zwischen 75-95 liegt und alle Patienten mit einem GCS von 3 starben (**Koc et al. 1997**). Bei einem GCS von über 9 erreichen 91% der Patienten und bei einem GCS kleiner 9 nur noch 23% der Patienten funktionale Wiederherstellung.

Bereits erwähnte Pupillenabnormalitäten fanden sich in 30- 50% der Fälle (**Dent et al. 1995, Servadei et al. 2000**). Wobei Patienten mit einem GCS zwischen 3-8 und beidseits dilatierten Pupillen nicht mehr operiert werden sollten (**Petridis et al. 2009**).

Bei der Diskussion der Prognose und des weiteren Verlaufs nach einer Operation muss auch die Möglichkeit des Auftretens von epileptischen Komplikationen berücksichtigt werden. Diese treten besonders bei Patienten mit einem niedrigen GCS vor und während 24 Stunden nach einer Kraniotomie auf (**Rabinstein et al. 2009**).

Die Prognose einer SDB wird also bestimmt durch das Alter des Patienten, die Art der Verletzung, die Art der Blutung, dem Glasgow- Coma- Scale Score, die Präsenz von Pupillenabnormalitäten, davon ob der Patient komatös ist oder war, dem CT- Befund, dem Volumen der SDB und damit ihrer Ausdehnung, dem Ausmaß der Mittellinienverlagerung, durch den intrakraniellen Druck, die Zeit von der Verletzung bis zur Operation, dem Verfahren der Operation und durch Vorschädigungen des Patienten (**Graham, Gennarelli 2000; Tandon 2001; Woertgen et al. 2005; Petridis et al. 2009; Servadei 1997** ).

## 2 Fragestellung

Subduralblutungen haben immer noch eine schlechte Prognose in Bezug auf die Mortalität. Sie wird in der Literatur zwischen 40 und 60% angegeben. Sie ist unter anderem abhängig vom Volumen und von der Blutungsquelle, jedoch findet man darüber kaum Hinweise in der klinischen Literatur.

An postmortal festgestellten Befunden lassen sich die Ausdehnung der Subduralblutung, das Volumen und die Ausdehnung der Mittellinienverlagerung feststellen und vergleichen. Auch die Unterscheidung der Blutungsquellen und die Art der Verletzung sind feststellbar.

Lassen sich aus diesen Angaben Beziehungen herstellen zwischen:

- der Blutungsquelle und dem Volumen
- der Blutungsquelle und der Fläche sowie der größten Breite der Subduralblutung
- der Blutungsquelle und der Fläche sowie der größten Breite der Mittellinienverlagerung
- einem sich daraus ableitenden Formquotienten bei verschiedenen Blutungsquellen und ergeben sich daraus wichtige Informationen für die Kliniker?

Die bereits von Krauland anhand von Einzelbeobachtungen niedergelegte Beobachtung eines Formunterschiedes zwischen arteriell bzw. venös entstandener Subduralblutung wurde bereits an einer kleineren Fallsammlung morphometrisch bestätigt (Maxeiner, Wolff 2002). Das Ausgangsmaterial ist inzwischen deutlich angewachsen und enthält nun auch eine Reihe von Fallpaaren, bei denen CT- Bilder und postmortale Fotos der intrakraniellen Situation vorliegen. Da sich in der Literatur kaum Daten zu diesen Vergleichen finden lassen, weil immer häufiger operiert wird, erlaubt diese Untersuchung auch eine Beantwortung der Fragen:

- a) ob der postmortal oft deutliche Formunterschied arterieller und venöser SDH auch bei noch zu Lebzeiten vorgenommenen CT-Untersuchungen besteht und
- b) zwischen der SDH-Form am noch lebenden Patienten und dem postmortalen Befund wesentliche Veränderungen stattfinden und ob es dabei Unterschiede zwischen den Blutungsquellen gibt.

Auch unter dem Gesichtspunkt, dass es seit längerer Zeit zunehmend Berichte gibt über spontane Subduralblutungen, ausschließlich arteriellen Ursprungs ohne vorangegangenes Trauma, könnten diese Fragen für rechtsmedizinische Untersuchungen von Interesse sein.

Da sich bislang keine umfassenden Untersuchungen von SDHen an Horizontalschnitten finden lassen, soll diese Arbeit dazu beitragen, die gestellten Fragen zu klären.



## **3 Untersuchungsmaterial und Methodik**

### **3.1 Protokolle und Bilder**

Aus den Obduktionsakten des Institutes der Rechtsmedizin der Charite ließ sich das Ausgangsmaterial für die Untersuchung zusammenstellen. Dabei war es möglich auf 94 Fälle von Subduralblutungen aus den Jahren 1961- 2005 zurückzugreifen, die folgende Kriterien erfüllen:

- fotografisch festgehaltener Befund des nach Flechsig- Technik eröffneten Schädels
- Angabe der Blutungsquelle mit eindeutiger Zuordnung als Rindenarterien- oder Venenblutung oder Blutung nach Kontusion
- Angabe des Volumens der SDB im Sektionsprotokoll
- Angabe des Schädelumfangs im Sektionsprotokoll

Kriterien, die zum Ausschluss führten waren dabei:

- keine raumfordernde, ursächlich tödliche Blutung
- doppelseitige SDB
- SDB bei bis ins Marklager greifenden Kontusionen
- Blutungen, die sich nicht eindeutig einer Blutungsquelle zuordnen ließen (oder gemischte Blutungen)

Unter den so ausgewählten 94 Fällen war es möglich, 12 Fälle zu gewinnen, bei denen sowohl eine prämortale CT-Aufnahme sowie ein Obduktionsbild vorlagen.

Die untersuchten Fotos werden seit 1960 im Bildarchiv des Institutes aufbewahrt.

Der Schädelumfang wird während der Obduktion an der so genannten Hutkrempeinie (in Höhe der Glabella und der Protuberantia occipitalis externa), die in der Regel den größten Schädelumfang in der Horizontalen bildet, gemessen. Die Genauigkeit beträgt dabei +/-5 mm. Der Umfang dient als Bezugsgröße für die Vermessung verschiedener Strukturen der zweidimensionalen Schädelinnenfläche.

Die Volumenbestimmung der SDB erfolgt über das Einbringen des Blutes in ein Spitzglas um auch sich gebildete Blutkoageln in die Messung aufzunehmen. Diese Angaben haben eine Genauigkeit von +/- 10 ml.

Bei zahlreichen Sektionen erfolgt eine Asservierung des Gehirns und seiner Häute in Formalin. So ist es möglich, bei einer später eingehenden Untersuchung die Blutungsquellen eindeutig festzustellen und auch das Alter der Blutung unter histologischen Gesichtspunkten zu untersuchen.

### **3.2 Methodik**

Mit Hilfe einer über einen Rechner angeschlossenen Kamera (Fa. Fuji), konnten die ausgewählten Negative zur Auswertung in ein Bildbearbeitungsprogramm überführt werden. Dabei wurde die Längsachse des Schädelfotos so positioniert, dass sie sich nahezu exakt in der Bildschirmhorizontalen befand.

Das so erhaltene Bild wurde auf der Festplatte gespeichert und stand so der späteren Vermessung zur Verfügung.

Mit der Bildbearbeitungssoftware der Firma KONTRON (Version 2.5) konnten nun die gespeicherten Bilder teils interaktiv, teils automatisch zur Auswertung kommen. Mit einer Maus und einem „Digi-pad“ wurden die Umrisse des Schädels, der subduralen Blutung und der verdrängten und der komprimierten Hirnhälften als digitale Linien gespeichert. Jede Messung wurde dreimal durchgeführt und ein Mittelwert gebildet, um eine größere Genauigkeit zu erreichen. Die Fläche der Mittellinienverlagerung konnte dann aufgrund der horizontalen Ausrichtung leicht bestimmt werden. Die so gewonnenen Teilflächen wurden nun digital berechnet.

Für die größte Breite der SDB wurde die Entfernung zwischen innerer Schädelwand und der größten Ausdehnung bis zur Hirnrinde, für die größte Breite der MLV die Entfernung von eingezeichneter Schädellängsachse und größter Verschiebung, im rechten Winkel gemessen. Die Blutungsfläche wurde mit Hilfe einzelner vorher bestimmter Fragmente annähernd in eine waagerechte Position gedreht. So konnte an jeder Stelle des Bildes die Breite im Abstand von einem count (jeweils zwei Pixeln) über die gesamte Ausdehnung der Blutung und somit auch ihre Länge ermittelt werden.

Alle gewonnenen Werte lagen in Pixeln vor und konnten mit Hilfe des Wertes des Schädelumfangs in cm über einen daraus erhaltenen Umrechnungsfaktor in metrische Angaben umgerechnet werden.

Mit Hilfe des Programmes Corel Designer und eines Bildbearbeitungsprogrammes war es möglich, über die cm Werte der Schädelumfänge ein skaliertes Bild in Originalgröße des Schädels zu erzeugen und so die errechneten Umrechnungsfaktoren zu überprüfen.

### **3.3 Statistische Auswertung**

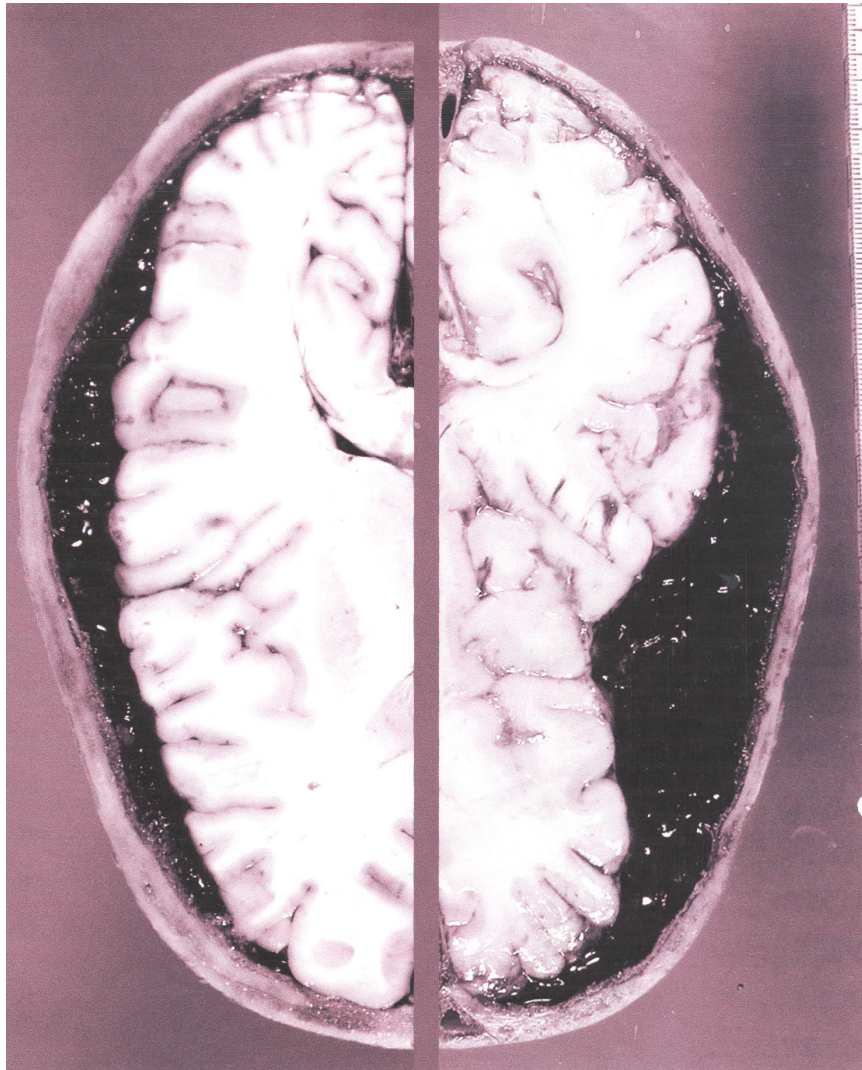
Zur Analyse der gegebenen Daten werden nichtparametrische Testverfahren angewendet. Mit dem Kruskal-Wallis-Test wird überprüft, ob sich in diesem Fall die drei Gruppen Arterienverletzung (Av), Venenverletzung (Vv) und Hirnrindenverletzung (Rv) hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz (Median) bezüglich einer Zielgröße unterscheiden. Die Hypothese des K-W-Tests lautet: Die untersuchten Gruppen haben hinsichtlich einer Zielgröße dieselbe zentrale Tendenz (Median). Liefert der Kruskal-Wallis-Test signifikante Ergebnisse, interessiert es zu erfahren zwischen welchen Gruppen diese Unterschiede existieren. Dazu wird der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

Das zweite Testverfahren, der Mann-Whitney-U-Test testet paarweise, ob, z.B. zwischen der Hirnrinden- und Arterienverletzung, hinsichtlich einer Zielgröße, z.B. Mittellinienverlagerung in cm, statistisch signifikante Unterschiede bestehen. Die Hypothese des MWU-Tests lautet: Die zentrale Tendenz (Median) der beiden zu untersuchenden Gruppen ist hinsichtlich einer Zielgrößen gleich. Die Signifikanzen des MWU-Test müssen zusätzlich gemäß der getätigten Paarvergleiche adjustiert werden. Dazu wird die Bonferroni-Holm-Korrektur verwendet.

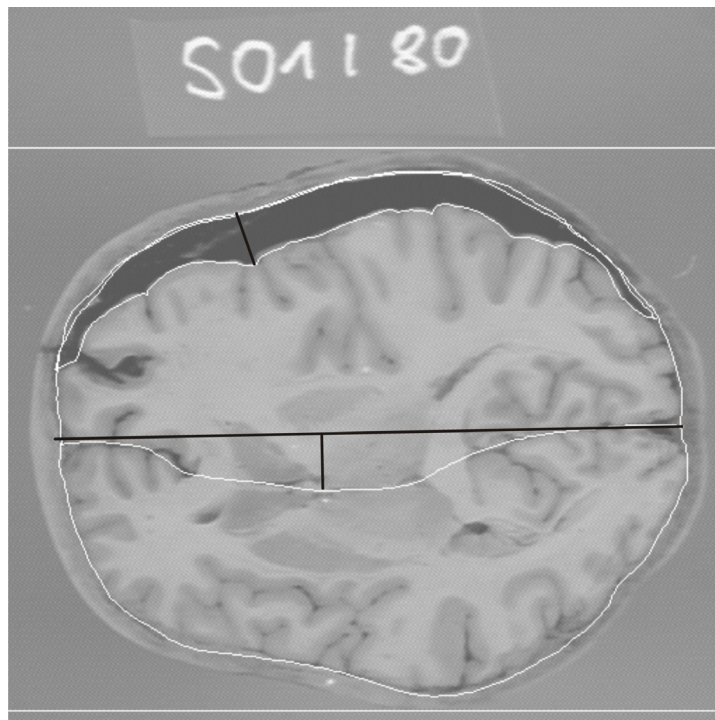
Zusätzlich zu diesen Tests wird die Rangkorrelation nach Spearman für die Zielgrößen berechnet. Diese gibt einen Wert zwischen -1 und +1 an. Ist der Wert negativ, so besteht ein negativer monotoner Zusammenhang. Im Falle eines positiven Wertes besteht ein positiver monotoner Zusammenhang. Je größer bzw. kleiner dieser Wert ist, umso stärker ist die Wirkung.

Die Testergebnisse werden durch das Signifikanzniveau alpha festgelegt. Standardmäßig wird ein alpha von 0,05 verwendet. Liefert der jeweilige Test einen p-Wert (in der Spalte Signifikanz) größer als 0,05 kann die Hypothese nicht verworfen werden. Bei einem Signifikanzniveau kleiner 0,05 wird die Hypothese verworfen und die Alternativhypothese gilt.

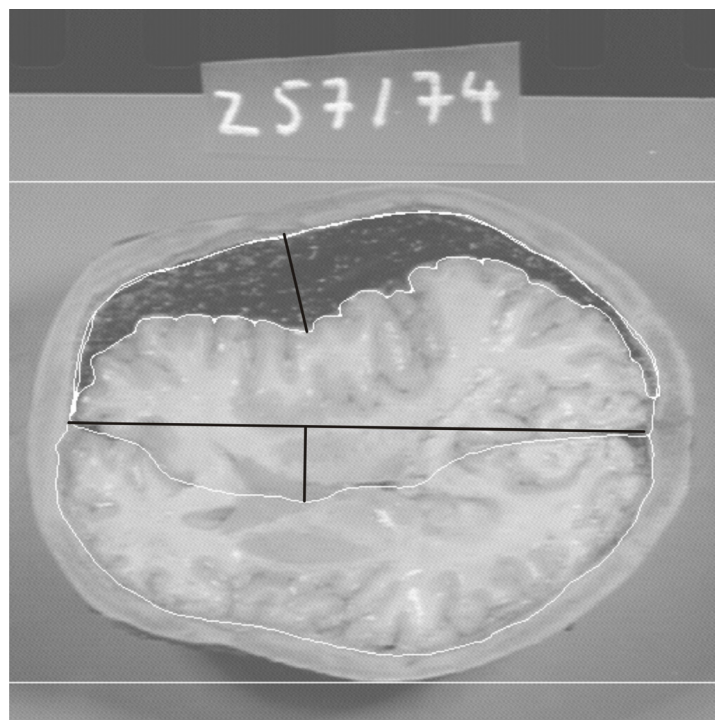
Für die grafische Darstellung wurden Boxplots verwendet. Der Boxplot ist gekennzeichnet durch eine Box in der die mittleren 50 % der Daten liegen. Der schwarze dicke Strich innerhalb der Box kennzeichnet den Median, da 50 % der Daten über und 50 % unterhalb liegen. Damit bilden das 25 % und das 75 % Quantil den Anfang und das Ende der Box. Die horizontal verlaufenden Striche über und unter der Box kennzeichnen den letzten Wert, der noch nicht als Ausreißer betrachtet wird. Als Ausreißer, in der Grafik ein Kreis, gilt ein Wert, wenn er zwischen dem 1,5 und 3 fachen der Boxhöhe von der Box entfernt ist. Ist er noch weiter entfernt wird er als Extremwert bezeichnet und mit einem Sternchen gekennzeichnet.



**Abbildung 1: Abbildung einer Brückenvenenverletzung (li.) und einer Rindenarterienverletzung (re.); zwei verschiedene Fälle**



**Abbildung 2:** Abbildung der eingezeichneten Flächen und Linien zur Vermessung bei einer Brückenvenenverletzung



**Abbildung 3:** Abbildung der eingezeichneten Flächen und Linien zur Vermessung bei einer Rindenarterienverletzung

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse aus den Sektionsprotokollen

Für die vorliegende Untersuchung lagen 94 Fälle aus den Jahren 1961 bis 2005 vor.

Im nachfolgenden Abschnitt wird auf Angaben aus den Sektionsprotokollen eingegangen. Diese sind Alter, Geschlecht, Überlebenszeiten, Volumen der Subduralblutungen, Ursache/ Hergang der Subduralblutungen und Blutungsquellen und ihre Lokalisation.

Außerdem enthält die Auswertung Daten zu Gehirn- und Lebergewichten und zum Alkoholis-  
mus.

#### 4.1.1 Alter und Geschlecht

Das Verhältnis von Frauen und Männern in dieser Untersuchung liegt etwa bei 1:1.

Dies sind 42 Frauen (45%) und 52 Männer (55%). Das Altersminimum liegt bei 23 Jahren, das Altersmaximum bei 95 Jahren bei einem Mittelwert von 58. Die größte Gruppe stellt dabei die Gruppe der 51- 60 jährigen mit 27,7 % (n= 26) dar. Gefolgt von der Gruppe der über 70 jährigen, die für nachfolgende Tabellen mit denen der 81-90 jährigen und denen der über 90 jährigen zusammengefasst wurde und so 24,5% (n=23) beträgt. Da nur zwei Fälle aus der Gruppe der 21-30 jährigen vorlagen, wurde diese mit der Gruppe der 31-40 jährigen zur Gruppe der unter 40 jährigen zusammengefasst (n= 15).

**Tabelle 1: Geschlecht und Alterskategorien**

	Total		Alterskategorien									
	%	N	<= 40		41 bis 50		51 bis 60		61 bis 70		>= 71	
			%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
männlich	55%	52	53%	8	39%	7	54%	14	83%	10	57%	13
weiblich	45%	42	47%	7	61%	11	46%	12	17%	2	43%	10
Summe	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23
Gültig	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23
Gesamt	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23

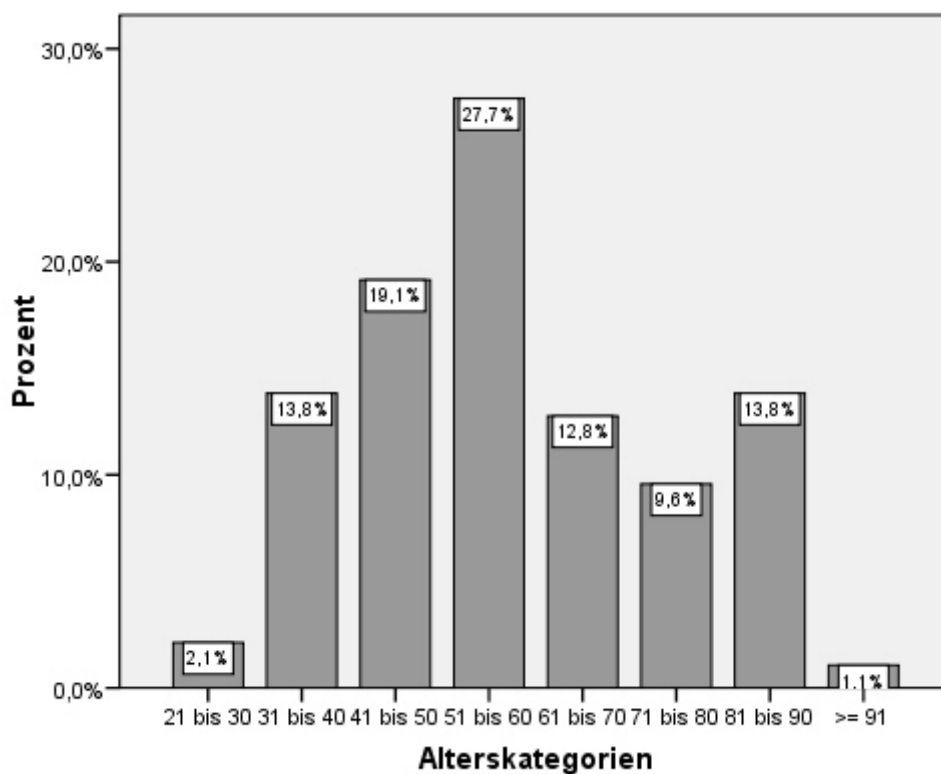


Abbildung 4: Alterskategorien in Prozent

#### 4.1.2 Blutungsquellen

Zur Auswertung kamen nur Fälle, deren Blutungsursache eine Rindenarterien- oder Venen-Verletzung zuzuordnen war oder deren Blutung aus einer Kontusion (Rindenverletzung) stammt. Hilfreich waren dabei vor allem die Berichte über Nachuntersuchungen des Gehirns bei denen gezielt nach der Blutungsursache gesucht wurde.

Die größte Gruppe bildet die Gruppe der Arterienverletzung mit 42,6% (n= 40), gefolgt von der Gruppe der Venenverletzung mit 34 % (n= 32) und den Kontusionen.

Dabei fällt auf, dass der Anteil der Venenverletzungen in der Gruppe der unter 40 jährigen überwiegt, wobei bei den 41- 50 jährigen und bei den über 70 jährigen der Anteil der Arterienverletzungen sehr hoch ist. Der Anteil der Kontusionen ist in der Gruppe der 61-70 jährigen erhöht.



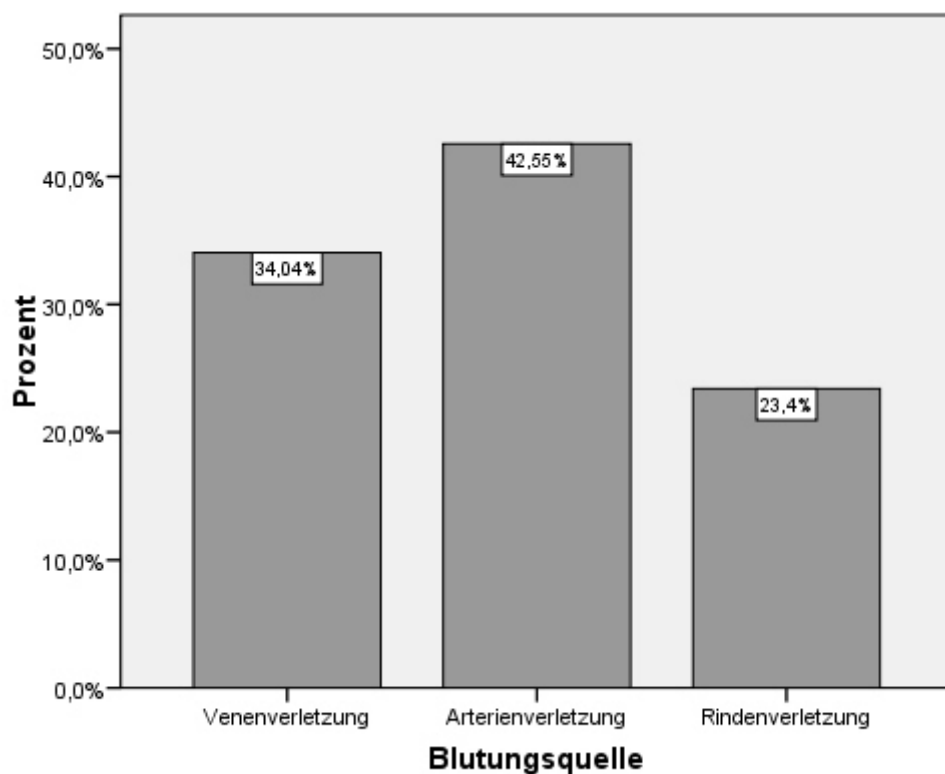


Abbildung 5: Blutungsquelle in Prozent

Tabelle 2: Blutungsquelle und Alterskategorien

	Total		Alterskategorien									
	%	N	<= 40		41 bis 50		51 bis 60		61 bis 70		>= 71	
			%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Venenverletzung	34%	32	47%	7	39%	7	35%	9	25%	3	26%	6
Arterienverletzung	43%	40	40%	6	56%	10	30%	8	25%	3	57%	13
Rindenverletzung	23%	22	13%	2	5%	1	35%	9	50%	6	17%	4
Summe	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23
Gültig	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23
Gesamt	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23

### 4.1.3 Überlebenszeit

In einigen Fällen fehlte im Sektionsprotokoll aufgrund mangelnder Zeugenaussagen die Angabe der Überlebenszeit (ÜZ) (n=26). Alle anderen ließen sich einer der in Tabelle 3 angegebenen Kategorien zuordnen. Die Gruppe der Frauen, die tot aufgefunden wurden und bei denen keine Angaben möglich waren, ist dabei die größte (n= 16). Sie wird gefolgt von denen der Männer mit einer Überlebenszeit von unter 12 Stunden (n=14). Beide Gruppen sind auch bei einer Gesamtbetrachtung beider Geschlechter die größten Gruppen. Bei den unbekannt/ tot aufgefundenen beträgt der Anteil 27,7 %, bei den Fällen mit einer Überlebenszeit von unter 12 Stunden beträgt sie 21,3 %.

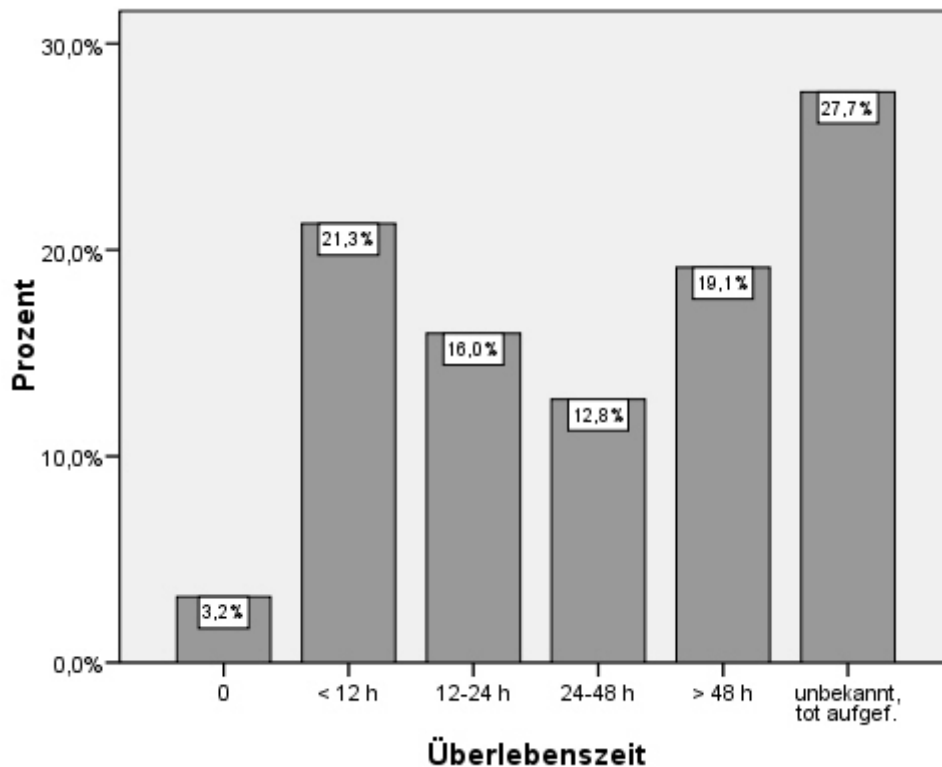


Abbildung 6: Überlebenszeit in Prozent

**Tabelle 3: Überlebenszeit und Geschlecht**

	Total		Überlebenszeit											
	%	N	0		< 12 h		12-24 h		24-48 h		> 48 h		unbekannt, tot aufgef.	
			%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
männlich	55%	52	67%	2	70%	14	60%	9	58%	7	56%	10	38%	10
weiblich	45%	42	33%	1	30%	6	40%	6	42%	5	44%	8	62%	16
Summe	100%	94	100%	3	100%	20	100%	15	100%	12	100%	18	100%	26
Gültig	100%	94	100%	3	100%	20	100%	15	100%	12	100%	18	100%	26
Gesamt	100%	94	100%	3	100%	20	100%	15	100%	12	100%	18	100%	26

#### 4.1.4 Volumen der Subduralblutung

Die Angaben der Volumina liegen in Millilitern vor. Das Minimum lag bei 30 ml, das Maximum bei 260 ml. Im Durchschnitt fanden sich 127 ml. Das Volumen wurde in Abhängigkeit vom Alter, der Blutungsquelle und der Überlebenszeit aufgeführt.

In 7 % der Fälle (n=7) fanden sich Volumina bis einschließlich 50 ml. Zwischen 51 und 100 ml ließen sich 28 % der Fälle finden (n= 26).

Die größte Gruppe bildet mit 43% (n= 40) der Fälle die Gruppe mit einem Volumen zwischen 101- 150 ml. 17 % (n= 16) der SDB hatten ein Volumen von 151- 200 ml und lediglich in 5 % (n=5) der Fälle konnte ein Volumen von über 200 ml ermittelt werden.

Der größte Mittelwert des Volumens in Abhängigkeit vom Alter zeigt sich mit 146 ml bei den 41- 50 jährigen und mit 140 ml bei den über 70 jährigen. Der kleinste Mittelwert liegt mit 112 ml bei den unter 40 jährigen vor.

**Tabelle 4: Volumen des SDH und Alterskategorien**

	Total	Alterskategorien				
		<= 40	41 bis 50	51 bis 60	61 bis 70	>= 71
Mittelwert	127,26	112,14	145,77	113,48	127,50	140,23
Standardabweichung	52,83	55,63	50,82	55,91	56,04	44,79
Standardfehler des Mittelwertes	5,83	14,87	14,09	11,66	17,72	9,55
Minimum	30,00	30,00	55,00	30,00	40,00	30,00
Maximum	260,00	200,00	220,00	260,00	250,00	250,00
Gültige N	94	15	18	26	12	23
Gesamt	94	15	18	26	12	23

Bei den Arterienverletzungen findet sich mit 141 ml (n=40) der höchste Mittelwert aller drei Blutungsquellen, bei den Rindenverletzungen mit 110 ml (n=22) der kleinste.

**Tabelle 5: Volumen des SDH und Blutungsquelle**

	Total	Blutungsquelle		
		Vv	Av	Rv
Mittelwert	127,26	121,07	140,83	109,72
Standardabweichung	52,83	51,86	51,00	53,81
Standardfehler des Mittelwertes	5,83	9,80	8,50	12,68
Minimum	30,00	30,00	40,00	30,00
Maximum	260,00	260,00	250,00	250,00
Gültige N	94	32	40	22
Gesamt	94	32	40	22

Bei der Überlebenszeit finden sich hohe Mittelwerte der Volumina in der Gruppe bis 12 Stunden (141 ml) und in der Gruppe mit einer Überlebenszeit von 12- 24 Stunden (157 ml). Der niedrigste Mittelwert ist in der Kategorie keine Überlebenszeit (90 ml) und bei über 48 h (108 ml) zu finden.

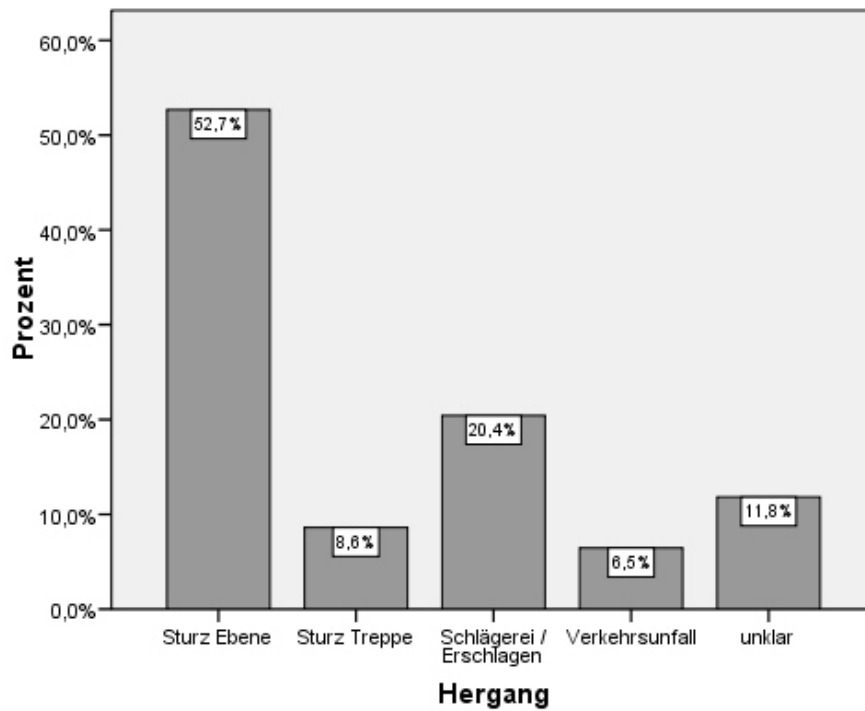
**Tabelle 6: Volumen des SDH und Überlebenszeit**

	Total	Überlebenszeit					
		0	< 12 h	12-24 h	24-48 h	> 48 h	unbek.
Mittelwert	127,26	90,00	141,05	157,00	127,27	107,69	119,81
Standardabweichung	52,83	34,64	31,74	56,18	51,01	69,66	52,87
Standardfehler des Mittelwertes	5,83	20,00	7,28	17,77	15,38	19,32	10,37
Minimum	30,00	70,00	90,00	70,00	30,00	30,00	40,00
Maximum	260,00	130,00	200,00	260,00	200,00	250,00	250,00
Gültige N	94	3	20	15	12	18	26
Gesamt	94	3	20	15	12	18	26

#### **4.1.5 Ursache/ Hergang der Subduralblutung**

Als Ursache der Subduralblutung konnten in einigen Fällen keine Angabe aus den Sektionsprotokollen entnommen werden. Insbesondere dann, wenn der Tod einige Zeit vor dem Auffinden und zuhause eintrat, ohne dass Zeugenaussagen vorlagen.

Die häufigste Ursache ist der Sturz in der Ebene mit 53 % (n= 49). Schlägerei/ Erschlagen wird mit 20% (n= 19) angegeben und liegt am zweithäufigsten vor. Im Untersuchungsmaterial liegen Verkehrsunfälle in 6,5% der Fälle der Blutung zu Grunde und bilden damit die kleinste Gruppe.



**Abbildung 7: Überlebenszeit in Prozent**

Bei den Frauen ist der Anteil in den Gruppen Schlägerei/ Erschlagen (n=10), Sturz Treppe (n=5) und unklar (n=7) gegenüber dem Anteil der Männer erhöht.

Bei den Gruppen Sturz Ebene (n=31) und Verkehrsunfall (n=4) überwiegen die Männer.

**Tabelle 7: Ursache des SDH und Geschlecht**

	Total		Geschlecht			
	%	N	männlich		weiblich	
			%	N	%	N
Sturz Ebene	53%	49	61%	31	43%	18
Sturz Treppe	9%	8	6%	3	12%	5
Schlägerei/Erschlagen	20%	19	18%	9	24%	10
Verkehrsunfall	6%	6	8%	4	5%	2
unklar	13%	12	10%	5	17%	7
Gesamt	100%	94	100%	52	100%	42

Ab 51 Jahren wird am häufigsten als Ursache einer SDB der Sturz in der Ebene angegeben. Insgesamt liegen 40 Fälle vor. Die Ursache Schlägerei/ Erschlagen ist am häufigsten bis 50 Jahre zu finden.

**Tabelle 8: Ursache des SDH und Alterskategorien**

	Total		Alterskategorien									
	%	N	<= 40		41 bis 50		51 bis 60		61 bis 70		>= 71	
			%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Sturz Ebene	53%	49	27%	4	28%	5	58%	15	64%	7	78%	18
Sturz Treppe	9%	8	7%	1	11%	2	12%	3			9%	2
Schlägerei Erschlagen	20%	19	40%	6	39%	7	12%	3	18%	2	4%	1
Verkehrsunfall	6%	6	7%	1	6%	1	4%	1	18%	2	4%	1
unklar	13%	12	20%	3	17%	3	15%	4	8%	1	4%	1
Gesamt	100%	94	100%	15	100%	18	100%	26	100%	12	100%	23

In der Gruppe der Arterienverletzungen war als Grund zu 63 % (n=25) der Sturz in der Ebene angegeben. Festzustellen ist außerdem, dass in der Gruppe der Schlägerei/ Erschlagen die Venenverletzungen überwiegen (n= 10 von 19) und in der Gruppe der Verkehrsunfälle die Rindenverletzungen (n=4 von 6).

**Tabelle 9: Ursache des SDH und Blutungsquelle**

	Total		Blutungsquelle					
	%	N	Vv		Av		Rv	
			%	N	%	N	%	N
Sturz Ebene	53%	49	41%	13	63%	25	52%	11
Sturz Treppe	9%	8	6%	2	13%	5	5%	1
Schlägerei/Erschlagen	20%	19	31%	10	20%	8	5%	1
Verkehrsunfall	6%	6	6%	2			19%	4
unklar	13%	12	16%	5	5%	2	24%	5
Gesamt	100%	94	100%	32	100%	40	100%	22

#### 4.1.6 Lokalisation der Blutungsquelle

In den Sektionsprotokollen und den Unterlagen der Nachuntersuchungen war die Lokalisation der Blutungsquelle ebenfalls mit aufgeführt und soll als zusätzliche Angabe hier Eingang finden.

Bei 98% (n=39) der Arterienverletzungen (Av) liegt die Blutung lateral. In 75 % der Venenverletzungen (Vv) liegt die Stelle der Blutung parasagittal.

Ist die Ursache einer Blutung eine Rindenverletzung (Rv), so liegt diese zu 82 % ( n=18) basal.

**Tabelle 10: Lokalisation des SDH**

	Total		Blutungsquelle					
	%	N	Vv		Av		Rv	
			%	N	%	N	%	N
parasagittal	29%	27	75%	24	2%	1	9%	2
lateral	47%	44	9%	3	98%	39	9%	2
basal	24%	23	16%	5			82%	18
Summe	100%	94	100%	32	100%	40	100%	22
Gültig	100%	94	100%	32	100%	40	100%	22
Gesamt	100%	94	100%	32	100%	40	100%	22

#### 4.1.7 Gehirngewicht

In vielen Fällen ließen sich Gewichtsangaben des Gehirns finden und sollen in die Untersuchung mit einfließen. In den nachfolgenden Tabellen sind die Beziehungen des Volumens und der Überlebenszeit zum Gehirngewicht dargestellt. Bei 32 Fällen lagen keine Angaben vor.

Die höchsten Mittelwerte finden sich in der Volumenkatgorie über 200 ml (1340 g).

Der niedrigste Mittelwert in der Kategorie unter 50 ml (1290 g), wobei das Gewicht durchschnittlich 1305 g beträgt.



**Tabelle 11: Gehirngewicht und Volumen des SDH**

	Total	Volumenkategorien				
		< 50ml	51-100ml	101-150ml	151-200ml	> 200ml
Mittelwert	1.305	1.290	1.256	1.282	1.320	1.340
Standardabweichung	172	95	72	220	170	
Standardfehler des Mittelwertes	22	55	23	55	120	
Minimum	920	1.230	1.140	920	1.200	1.340
Maximum	1.980	1.400	1.360	1.915	1.440	1.340
Gültige N	62	3	17	29	10	3
w.n. / k.A	32	4	9	11	6	2
Gesamt	94	7	26	40	16	5

Die Gehirngewichte lagen in der Kategorie Überlebenszeit 12- 24 h mit einem Mittelwert von 1379 g am höchsten und waren in der Kategorie Überlebenszeit 0 mit dem Mittelwert 1197 g am niedrigsten.

**Tabelle 12: Gehirngewicht und Überlebenszeit**

	Total	Überlebenszeit					
		0	< 12 h	12-24 h	24-48 h	> 48 h	unbek.
Mittelwert	1.305	1.197	1.263	1.329	1.379	1.371	1.243
Standardabweichung	172	166	112	113	220	244	130
Standardfehler des Mittelwertes	22	96	30	34	73	70	36
Minimum	920	1.040	1.070	1.160	1.200	1.000	920
Maximum	1.980	1.370	1.440	1.580	1.915	1.980	1.450
Gültige N	62	3	14	11	9	12	13
w.n. / k.A	32	0	6	4	3	6	13
Gesamt	94	3	20	15	12	18	26

#### 4.1.8 Lebergewicht

In 64 Fällen fanden sich auch Angaben zu den Lebergewichten.

Nachfolgend sind Beziehungen zu den Blutungsquellen und zum Volumen dargestellt.

Der größte Mittelwert findet sich bei arteriellen Blutungen (2035 g) und ist bei Rindenverletzungen am niedrigsten (1693 g).

**Tabelle 13: Lebergewicht und Blutungsquelle**

	Blutungsquelle			
	Total	Vv	Av	Rv
Mittelwert	1.887	1.868	2.035	1.693
Standardabweichung	592	557	705	404
Standardfehler des Mittelwertes	74	109	147	104
Minimum	1.000	1.100	1.270	1.000
Maximum	4.080	3.440	4.080	2.400
Gültige N	64	26	23	15
w.n. / k.A	30	6	17	7
Gesamt	94	32	40	22

Bei einem Blutungsvolumen von 151- 200 ml findet sich das höchste mittlere Lebergewicht von 2254 g. Der niedrigste Wert kommt in der Kategorie 51- 100 ml vor und beträgt 1644 g.

**Tabelle 14: Lebergewicht und Volumen des SDH**

	Total	Volumenkategorien				
		< 50ml	51-100ml	101-150ml	151-200ml	> 200ml
Mittelwert	1.887	2.100	1.644	2.010	2.254	1.815
Standardabweichung	592	1.160	442	532	978	530
Standardfehler des Mittelwertes	74	670	123	109	370	375
Minimum	1.000	1.430	1.000	1.190	1.100	1.440
Maximum	4.080	3.440	2.735	3.720	4.080	2.190
Gültige N	64	3	17	31	10	3
w.n. / k.A	30	4	9	9	6	2
Gesamt	94	7	26	40	16	5

#### 4.1.9 Alkoholismus

Da Angaben zum Alkoholismus für diese Untersuchung relevant sein können, wurden auch diese Information aus den Sektionsprotokollen festgehalten.

Dabei findet sich die größte Gruppe bei den Frauen (n= 24) mit der Angabe Alkoholismus bekannt.

**Tabelle 15: Alkoholismus und Geschlecht**

	Total		Geschlecht			
	%	N	männlich		weiblich	
			%	N	%	N
keine Angabe	37%	35	44%	23	29%	12
nicht bekannt	11%	10	10%	5	12%	5
anzunehmen	12%	11	19%	10	2%	1
bekannt	40%	38	27%	14	57%	24
Gesamt	100%	94	100%	52	100%	42

## **4.2 Darstellung der Messwerte**

Um die gemessenen Werte in Bezug zur Blutungsquelle zu setzen und diese abzubilden, wird nachfolgend unter anderem die Form des Boxplots gewählt.

Für alle 94 Fälle sind angegeben Volumen in ml, größte Breite in cm, Länge in cm, Fläche in Prozent und ein Formquotient aus Länge durch größte Breite, jeweils für die SDB und für die MLV.

Die Beziehungen zum Volumen für die genannten Größen, auch hier jeweils für die SDB und die MLV, werden anschließend als Streudiagramme dargestellt, um die einzelnen Wertepaare aller 94 Fälle abbilden zu können.

Es folgen Angaben zur Überlebenszeit in Abhängigkeit zu Größen der SDB und der MLV, Angaben der Differenz zwischen MLV und SDB im Zusammenhang mit Blutungsquelle, Volumen und Überlebenszeit sowie einige Auswertungen der Flächen.

In dieser Untersuchung war es möglich 12 Fälle zu gewinnen, in denen ein prämortales CT- Bild und ein postmortales Foto der SDB vorlagen. Die Messwerte dieser Vergleichspaare finden sich im Anschluss.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung werden an entsprechender Stelle erwähnt.

### **4.2.1 Volumen und Blutungsquelle**

Die Mediane der einzelnen Blutungsquellen betragen 120 ml für die Venenverletzung, 140 ml für die Arterienverletzung und 105 ml für die Kontusionen.

Die Unterschiede sind in der statistischen Auswertung nicht signifikant.

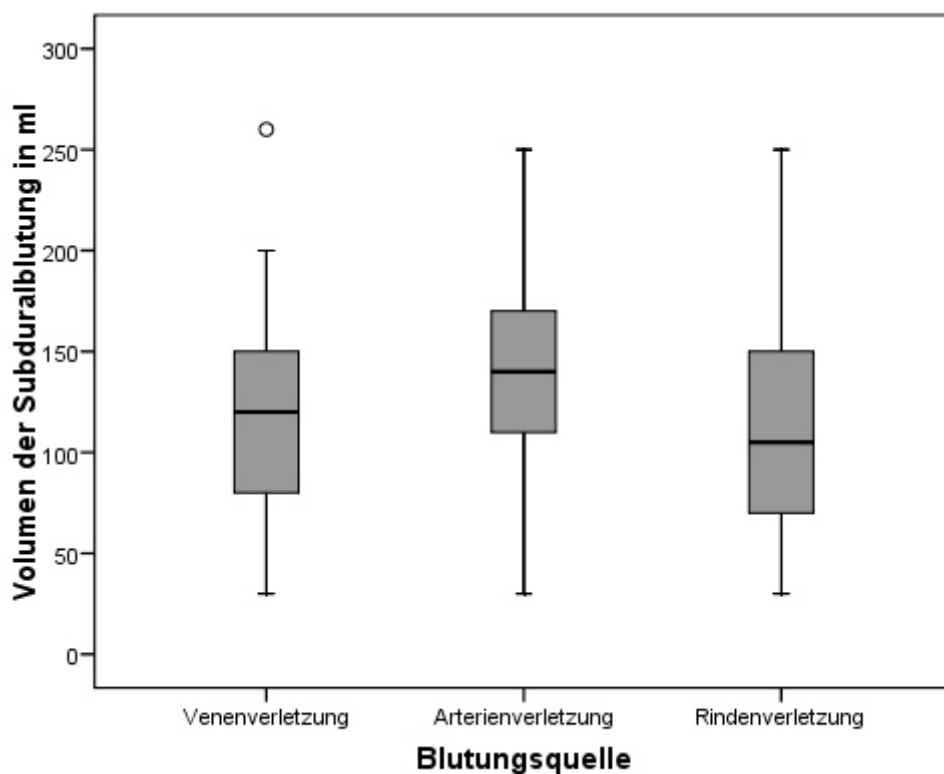


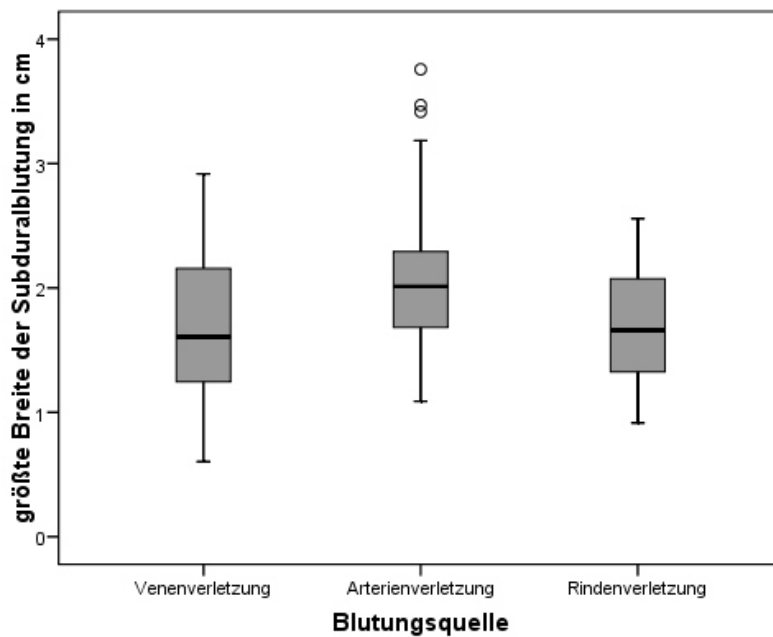
Abbildung 8: Blutungsquelle und Volumen des SDH

#### 4.2.2 Messwerte der SDB in Abhängigkeit von der Blutungsquelle

Die größte Breite aller gemessenen SDBen beträgt 3,76 cm, die kleinste Breite 0,60 cm. Der Mittelwert der Breiten der SDBen ist bei den Verletzungen aus Rindenarterien am größten und liegt bei 2,10 cm.

Die Mediane der größten Breite der SDB betragen für Venenverletzung 1,61 cm, für die Arterienverletzung 2,10 cm und für die Kontusionen 1,66 cm.

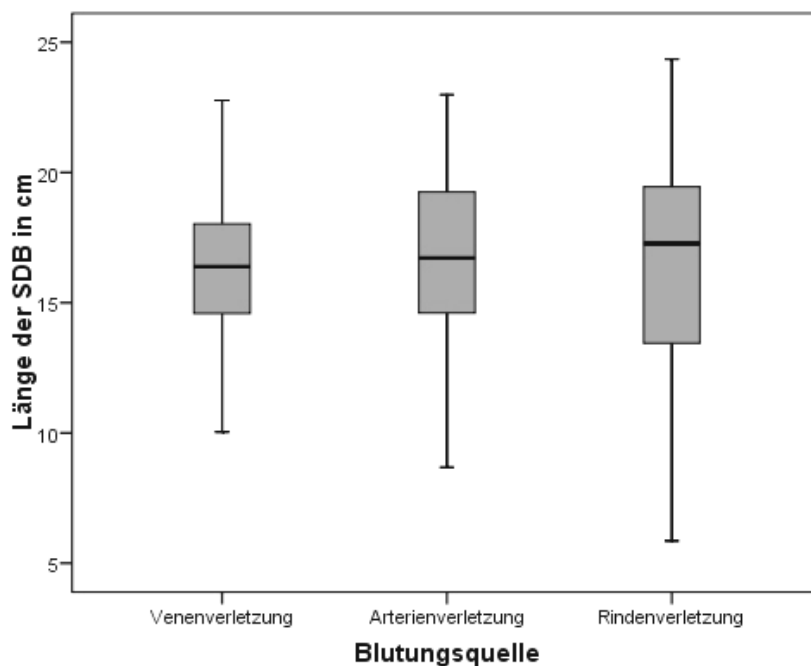
Der Unterschied ist dabei signifikant zwischen Arterien- und Venenverletzung ( $p=0,036$ ) und zwischen Arterien- und Rindenverletzung ( $p=0,047$ ).



**Abbildung 9: Blutungsquelle und größte Breite des SDH**

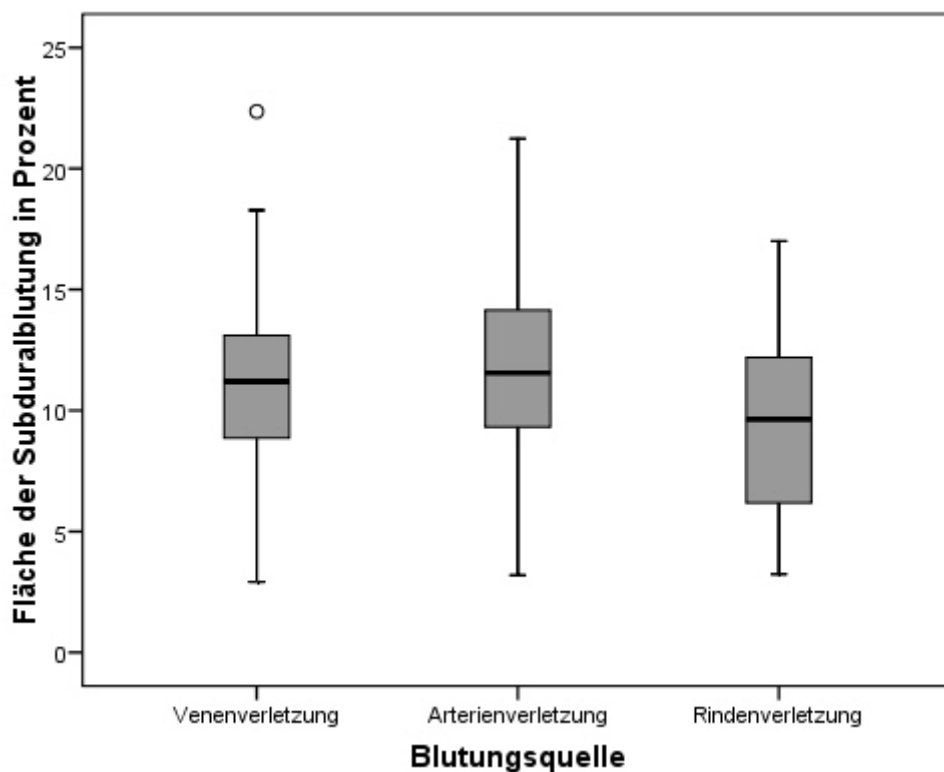
Die längste SDB ist 24,35 cm, die kürzeste 5,86 cm.

Der Mittelwert der Längen der SDBen (Vv 16,52, Av 16,54, Rv 16,73) ist bei den drei verglichenen Blutungsquellen fast gleich. Auch die Mediane unterscheiden sich kaum.



**Abbildung 10: Blutungsquelle und Länge des SDH**

Der prozentuale Anteil der Fläche der SDB an der Gesamtfläche der im Bild vermessenen Innenfläche des Schädels liegt zwischen 2,92 % und 22,36 %. Der Mittelwert unterscheidet sich für Blutungen aus Rindenarterien und aus Brückenvenen kaum (Vv 11,44 %, Av 11,80 %, Rv 9,53 %). Auch die Mediane der Flächen in Prozent der einnehmenden SDB unterscheiden sich, wie auch ihre Mittelwerte kaum. Der leichte Unterschied des Mittelwertes der Rindenverletzung zu den anderen beiden Blutungsquellen ist nicht signifikant.



**Abbildung 11: Blutungsquelle und Fläche des SDH**

Der hier eingeführte Formquotient soll ermöglichen die Form der Blutung aus den verschiedenen Blutungsquellen besser zu beschreiben und untereinander besser zu vergleichen.

Er wird aus der Länge der SDB durch die größte Breite der SDB für jeden Fall ermittelt. Sein Maximum liegt bei 33,75, sein Minimum bei 4,45.

Festzustellen ist, dass die Mittelwerte dieser Quotienten für die drei Blutungsquellen unterschiedlich sind. So ist er für die Blutungen aus Rindenarterienverletzung mit 8,32 am kleinsten

und für die Blutungen aus Brückenvenenverletzung mit 11,31 am größten. Die Mediane der Quotienten betragen für die Vv 10,72, für die Av 7,82 und für die Rv 9,76.

Der Unterschied des Quotienten für die Venen- und der Arterienverletzung ist dabei signifikant ( $p=0,003$ ).

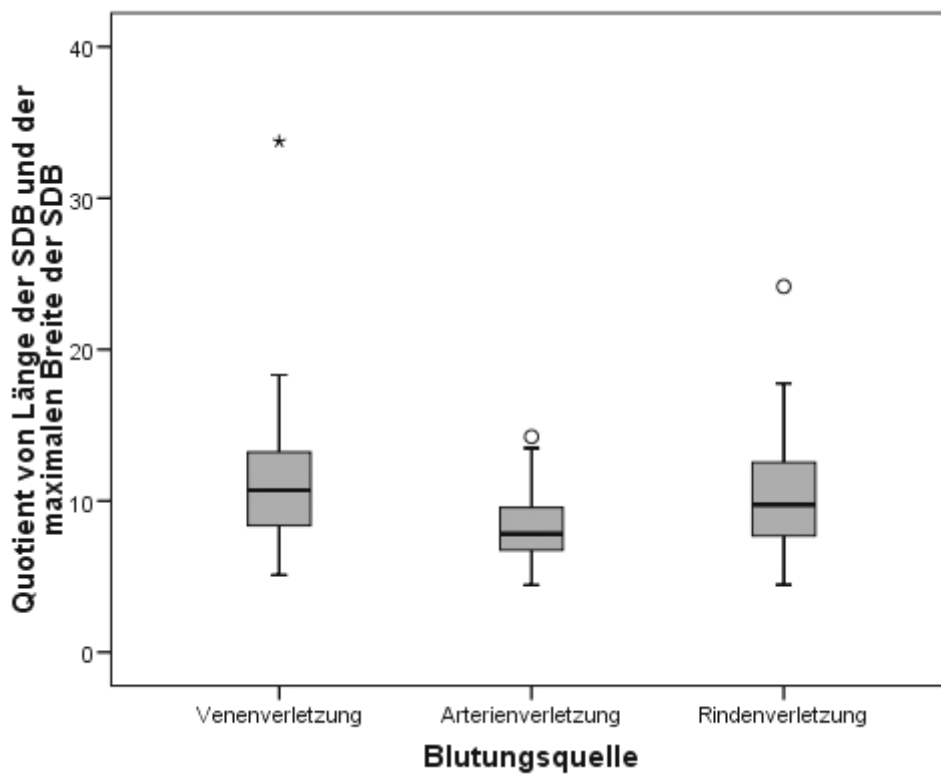


Abbildung 12: Blutungsquelle und Quotient des SDH



### 4.2.3 Messwerte der MLV in Abhängigkeit von der Blutungsquelle

Die größte Breite aller gemessenen MLVen beträgt 3,07 cm, die kleinste Breite 0,31 cm.

Der Mittelwert der Breiten der MLVen ist bei den Verletzungen aus Rindenarterien am größten und liegt bei 1,70 cm (Vv 1,48 cm, Rv 1,35 cm).

Die Mediane betragen für Venenverletzung 1,39 cm, für die Arterienverletzung 1,69 cm und für die Kontusionen 1,27 cm. Die Unterschiede sind in der statistischen Auswertung nicht signifikant.

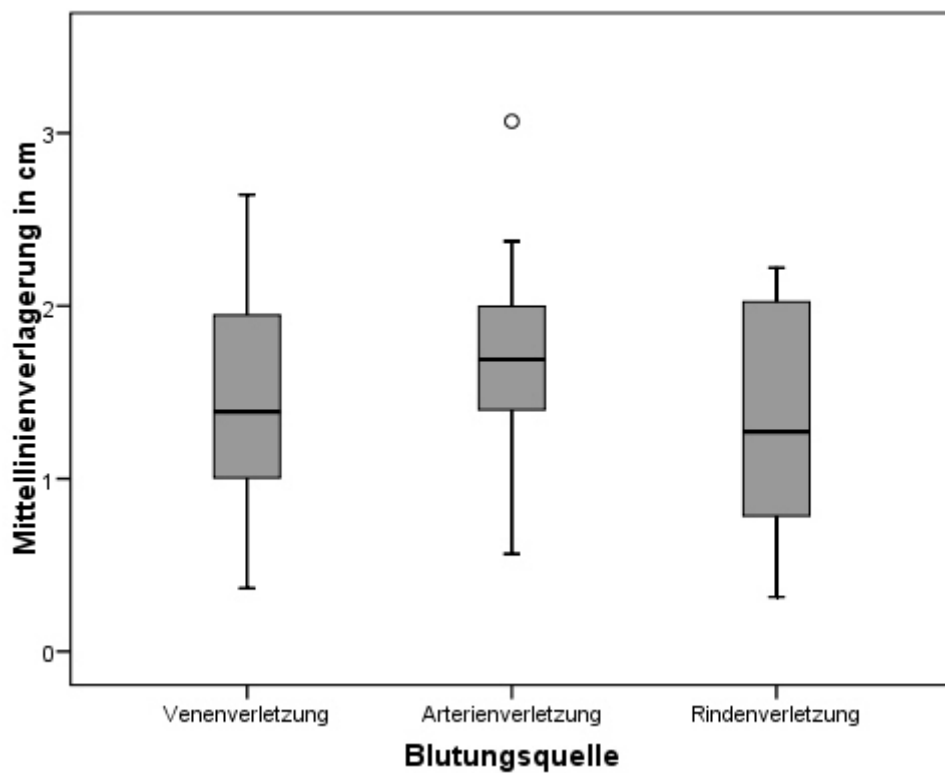


Abbildung 13: Blutungsquelle und MLV

Die längste MLV ist 15,60 cm, die kürzeste 4,58 cm.

Der Mittelwert der Längen der MLV ist dabei mit 12,12 cm bei den Blutungen aus Rindenarterien am größten und bei den Blutungen nach Kontusion mit 10,12 cm am kleinsten (Venenerletzung 11,38 cm).

Die Unterschiede zwischen den Längen der MLV aus Rindenarterienblutungen sind dabei signifikant zu den Längen der MLV nach Blutungen durch Kontusionen ( $p=0.020$ ).

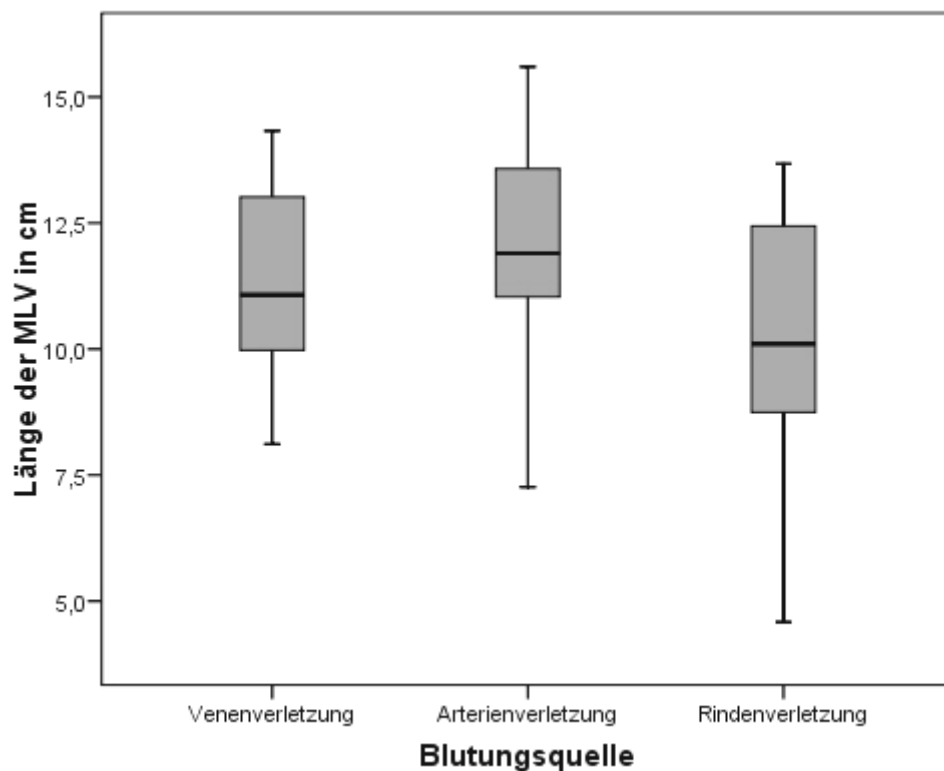


Abbildung 14: Blutungsquelle und Länge der MLV

Der prozentuale Anteil der Fläche der MLV an der Gesamtfläche der im Bild vermessenen Innenfläche des Schädels liegt zwischen 0,82 % und 13,06 %. Der größte Mittelwert für diese Fläche findet sich bei den Rindenarterienverletzungen mit 7,59 %, der kleinste bei den Rindenverletzungen mit 5,75 % (Venenerverletzung 6,54 %).

Die Mediane der Flächen in Prozent die über die Mittellinie verschoben wurden, betragen für die Venenerverletzung 5,91 %, für die Arterienverletzung 7,87 % und für die Kontusionen 5,08 %.

Der Unterschied zwischen der MLV der Arterienverletzung und der MLV der Rindenverletzung ist dabei signifikant ( $p=0,035$ ).

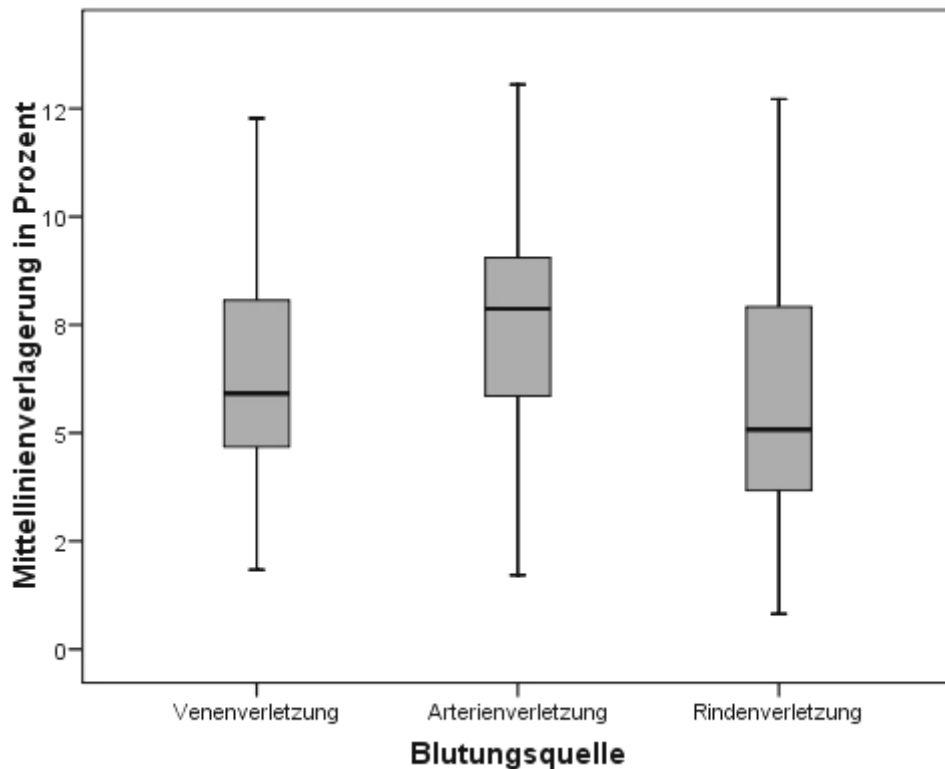


Abbildung 15: Blutungsquelle und Fläche der MLV

Der für die SDB eingeführte Formquotient soll auch herangezogen werden, um die MLV aus verschiedenen Blutungsquellen besser zu beschreiben.

Er wird aus der Länge der MLV durch die größte Breite der MLV für jeden Fall ermittelt.

Das Maximum beträgt 38,40 und das Minimum 3,92.

Festzustellen ist auch hier, dass die Mittelwerte dieser Quotienten für die drei Blutungsquellen unterschiedlich sind. So ist er für die Blutungen aus Rindenarterienverletzung mit 7,86 am kleinsten und für die Blutungen aus Brückenvenenverletzung mit 9,45 am größten (Rindenverletzung 8,54).

Die Unterschiede der Mediane der Quotienten sind dabei zu gering, um signifikant zu sein.

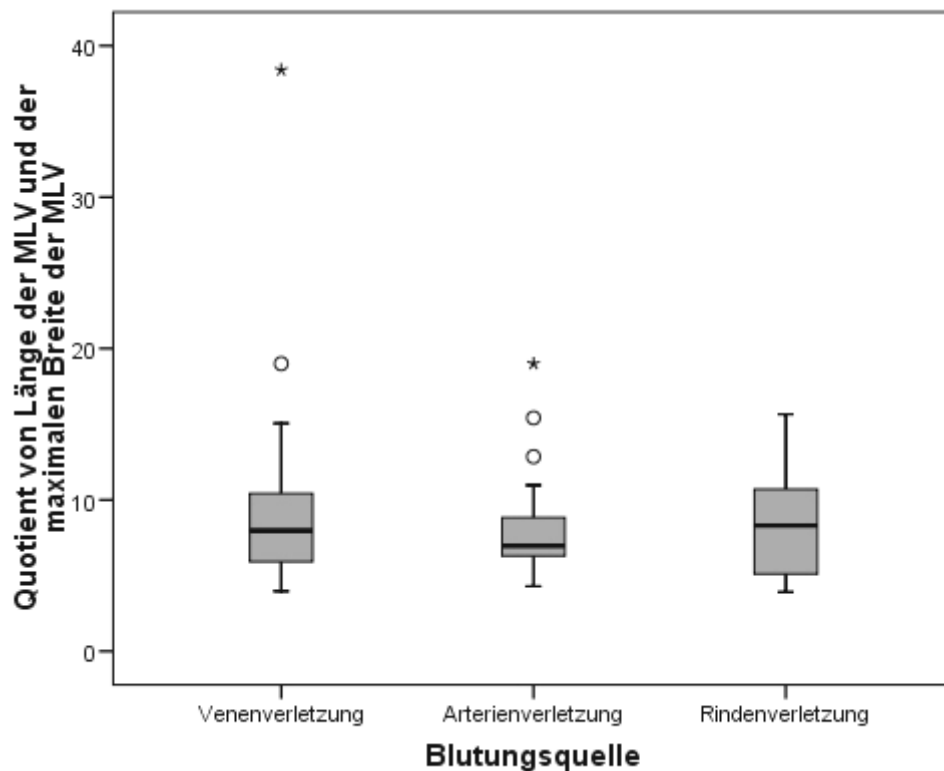


Abbildung 16: Blutungsquelle und Quotient der MLV

#### 4.2.4 Messwerte der SDB in Abhängigkeit vom Volumen

Da der Formquotient die Form der SDB beschreibt, soll hier sein Zusammenhang zum Volumen aufgeführt werden. Er ist in der Kategorie Blutungsvolumen unter 50 ml mit 12,55 am größten und in der Kategorie Volumen über 200 ml mit 7,37 am kleinsten.

Das Volumen korreliert dabei gegenläufig mit dem Quotienten ( $\rho = -0,505$ ).

**Tabelle 16: Quotient des SDH und Volumen**

	Total	Volumenkategorien				
		< 50ml	51-100ml	101-150ml	151-200ml	> 200ml
Mittelwert	9,84	12,55	12,60	10,41	7,59	7,37
Standardabweichung	4,19	3,00	6,48	3,45	1,63	3,28
Standardfehler des Mittelwertes	0,43	1,73	1,57	0,64	0,52	1,90
Minimum	4,45	9,11	6,39	5,41	5,49	4,45
Maximum	33,75	14,61	33,75	24,16	11,14	10,93
Gültige N	94	7	26	40	16	5
Gesamt	94	7	26	40	16	5

Es liegt eine gleichläufige Korrelation zwischen Volumen und größter Breite der SDB vor ( $\rho=0,662$ ).

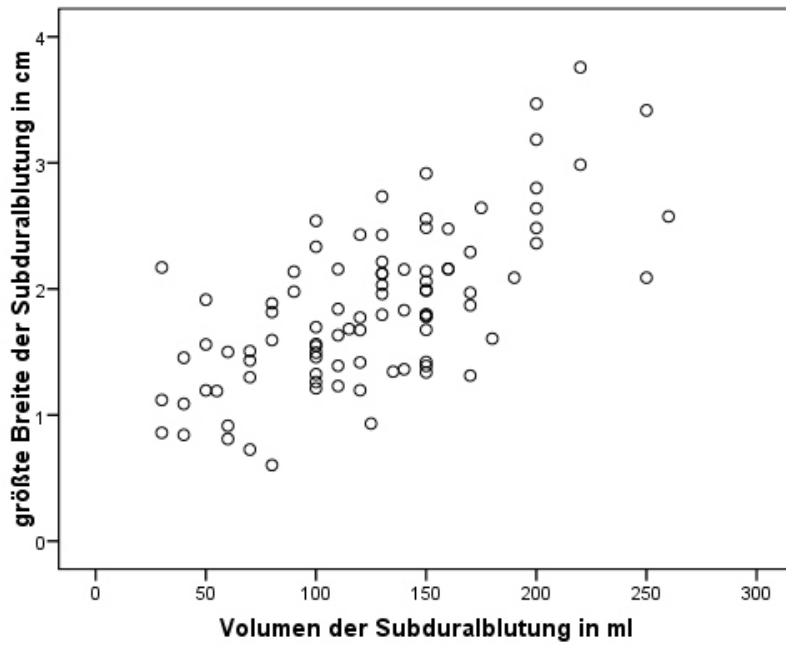


Abbildung 17: Beziehung von Volumen und größter Breite des SDH

Dargestellt ist die Beziehung von Längen der SDB und den Volumina ( $\rho=0,267$ ).

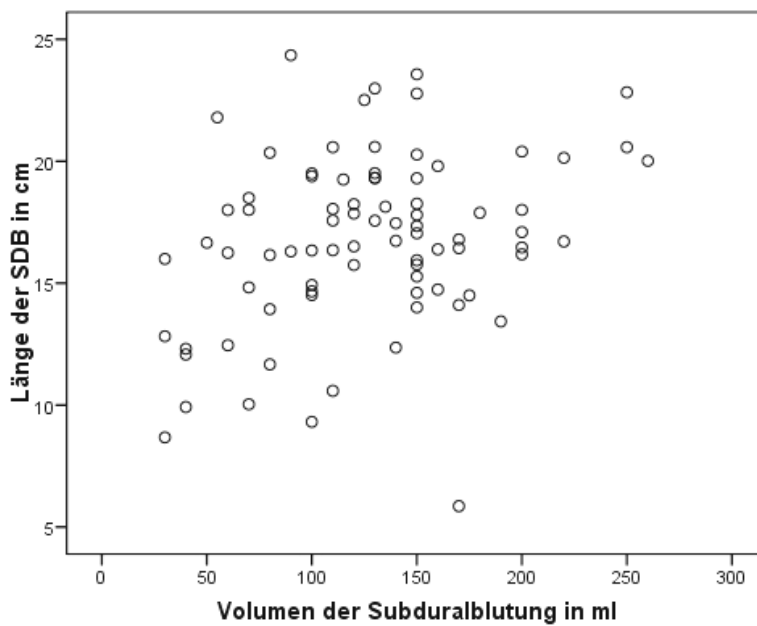


Abbildung 18: Beziehung von Volumen und Länge des SDH

Im Diagramm dargestellt ist die gleichläufige Korrelation ( $\rho=0,634$ ) der Fläche in % der SDB und dem Volumen.

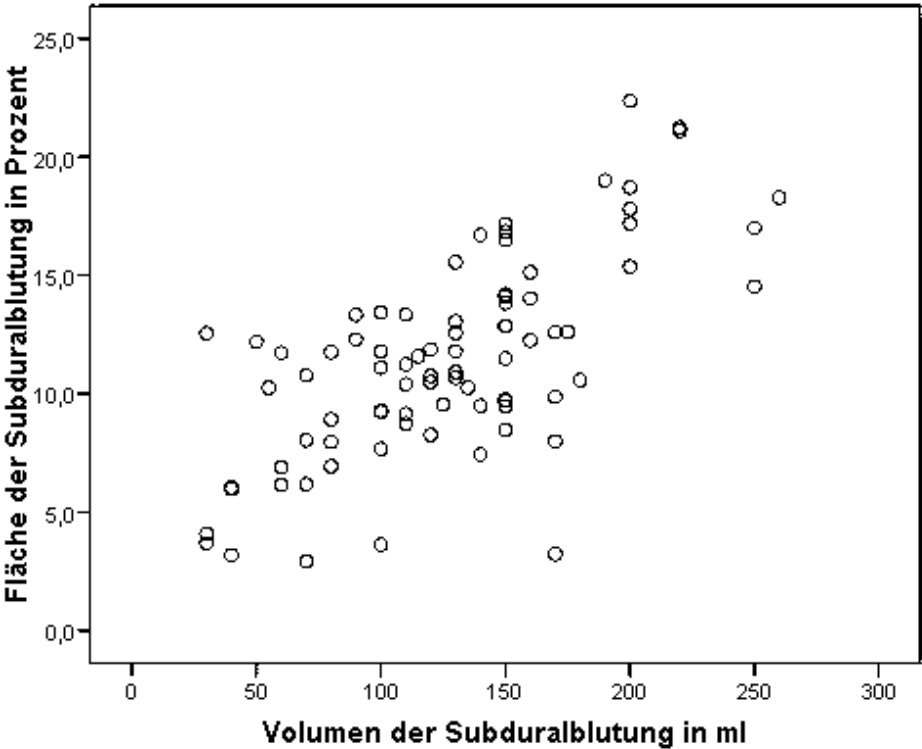


Abbildung 19: Beziehung von Volumen und Fläche des SDH

#### 4.2.5 Messwerte der MLV in Abhängigkeit vom Volumen

Der Formquotient beschreibt ebenfalls die Form der MLV und soll auch im Zusammenhang mit dem Volumen aufgeführt werden. Er ist in der Kategorie Blutungsvolumen unter 50 ml mit 20,55 am größten und in der Kategorie Volumen über 200 ml mit 5,41 am kleinsten.

Das Volumen korreliert gegenläufig mit dem Quotienten ( $\rho = -0,590$ ).

**Tabelle 17: Quotient der MLV und Volumen**

	Total	Volumenkategorien				
		< 50ml	51-100ml	101-150ml	151-200ml	> 200ml
Mittelwert	8,56	20,65	10,02	7,82	6,64	5,41
Standardabweichung	4,45	15,41	3,23	2,19	1,70	0,51
Standardfehler des Mittelwertes	0,46	8,89	0,78	0,41	0,54	0,29
Minimum	3,92	10,71	4,26	3,97	4,49	4,85
Maximum	38,40	38,40	19,00	12,37	9,79	5,83
Gültige N	94	7	26	40	16	5
Gesamt	94	7	26	40	16	5



Volumen und größte Mittellinienverlagerung korrelieren gleichläufig mit einem Wert von  $\rho=0,632$  miteinander.

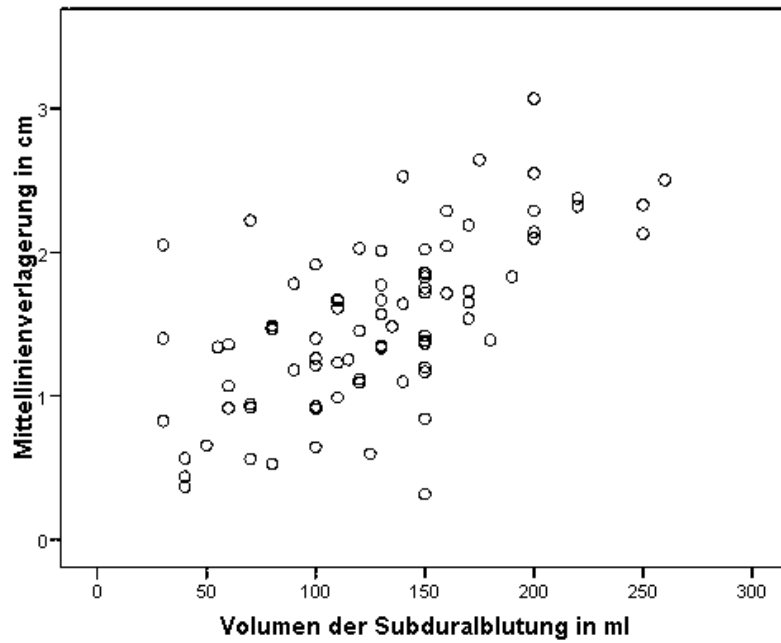


Abbildung 20: Beziehung von Volumen und MLV

Dargestellt sind Beziehung von Länge der MLV und dem Volumen ( $\rho=0,251$ ).

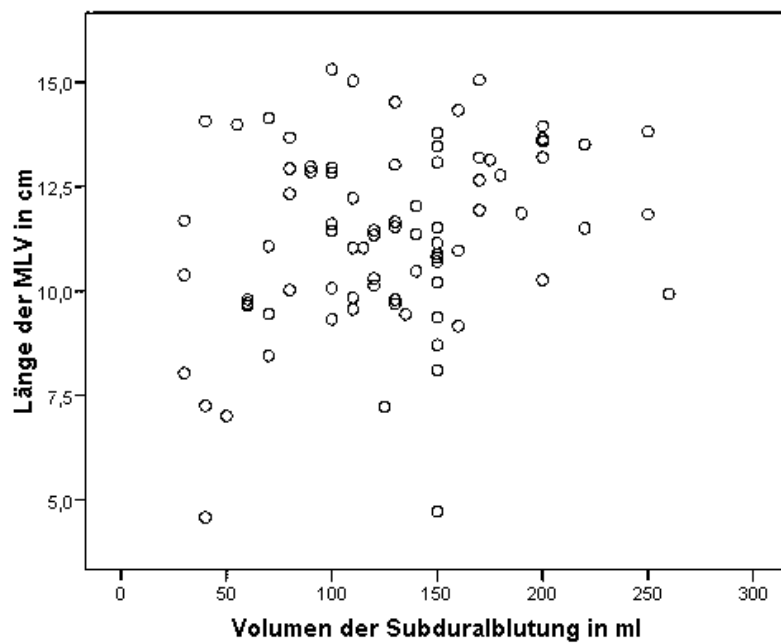


Abbildung 21: Beziehung von Volumen und Länge der MLV

Auch die Mittellinienverlagerung in % der Gesamtfläche korreliert gleichläufig mit dem Volumen (-0,590).

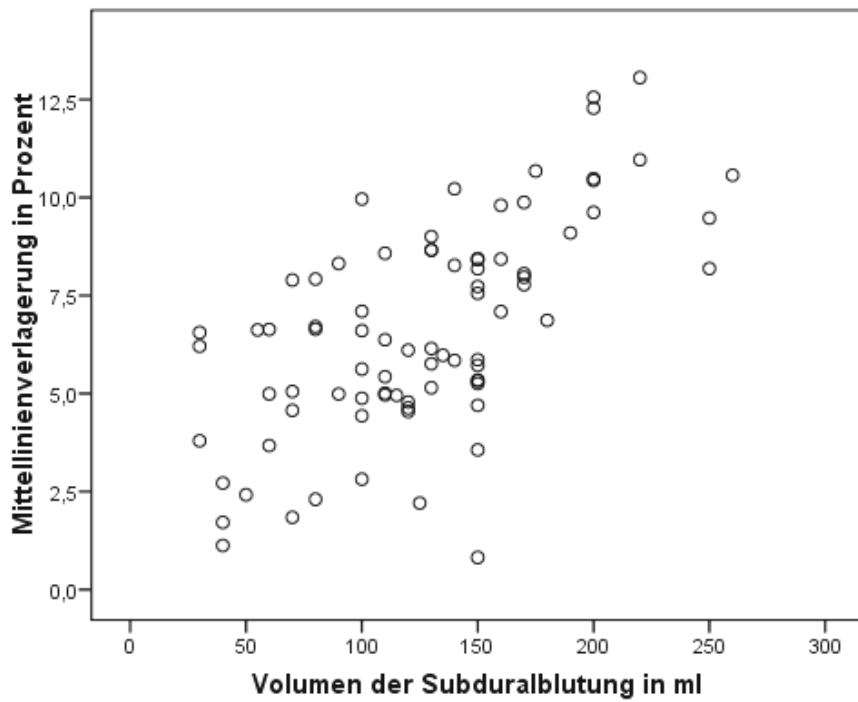


Abbildung 22: Beziehung von Volumen und Fläche der MLV

#### 4.2.6 Überlebenszeit in Abhängigkeit von Messwerten der SDB und der MLV

Der Formquotient der SDB ist in den Kategorien Überlebenszeit null und unbekannt tot aufgefunden am größten und beträgt etwa 12. In den anderen Kategorien ist er annähernd gleich und zeigt keine großen Unterschiede.

**Tabelle 18: Quotient des SDH und Überlebenszeit**

	Total	Überlebenszeit					
		0	< 12 h	12-24 h	24-48 h	> 48 h	unbekannt, tot aufgef.
Mittelwert	9,84	11,99	9,55	8,21	9,58	8,27	11,97
Standardabweichung	4,19	3,53	2,89	2,31	3,02	2,11	6,26
Standardfehler des Mittelwertes	0,43	2,04	0,65	0,60	0,87	0,50	1,23
Minimum	4,45	7,93	5,49	5,11	4,46	4,93	4,45
Maximum	33,75	14,24	13,89	12,65	14,92	11,95	33,75
Gültige N	94	3	20	15	12	18	26
Gesamt	94	3	20	15	12	18	26

Der Formquotient der MLV zeigt ebenfalls in den Kategorien Überlebenszeit null und unbekannt den größten Wert und beträgt 12,57/ 10,15. In den anderen Kategorien ist er annähernd gleich und zeigt keine großen Unterschiede.

**Tabelle 19: Quotient der MLV und Überlebenszeit**

	Total	Überlebenszeit					
		0	< 12 h	12-24 h	24-48 h	> 48 h	unbekannt, tot aufgef.
Mittelwert	8,56	12,57	8,01	6,68	7,69	8,35	10,15
Standardabweichung	4,45	4,63	3,23	2,62	2,29	3,68	6,42
Standardfehler des Mittelwertes	0,46	2,67	0,72	0,68	0,66	0,87	1,26
Minimum	3,92	7,22	4,49	3,97	5,11	3,92	4,15
Maximum	38,40	15,42	15,65	14,00	12,61	19,00	38,40
Gültige N	94	3	20	15	12	18	26
Gesamt	94	3	20	15	12	18	26

#### 4.2.7 Differenz der MLV und der SDB in Abhängigkeit von Blutungsquelle, Volumen und Überlebenszeit

In der Klinik hat die Differenz der größten Ausbreitung der MLV und der größten Ausbreitung der SDB eine prognostische Bedeutung. Sie ist für die untersuchten Fälle im Zusammenhang mit Blutungsquelle, Volumen und Überlebenszeit dargestellt.

Bei einem negativen Wert übersteigt die Breite der SDB die Breite der MLV. Das Maximum der Differenz beträgt 0,79, das Minimum -1,44.

Der kleinste Mittelwert liegt dabei in der Gruppe der Rindenarterienblutung (-0,39), gleich gefolgt von den Rindenverletzungen (-0,33), vor und ist deutlich unterschiedlich von dem Mittelwert der Differenzen bei den Venenverletzungen (-0,18).

Die Mediane für die Differenzen der größten Breiten der MLV und der SDB aus den drei Blutungsquellen liegen zu nah beieinander und sind nicht signifikant unterschiedlich ( $p=0,063$ ).

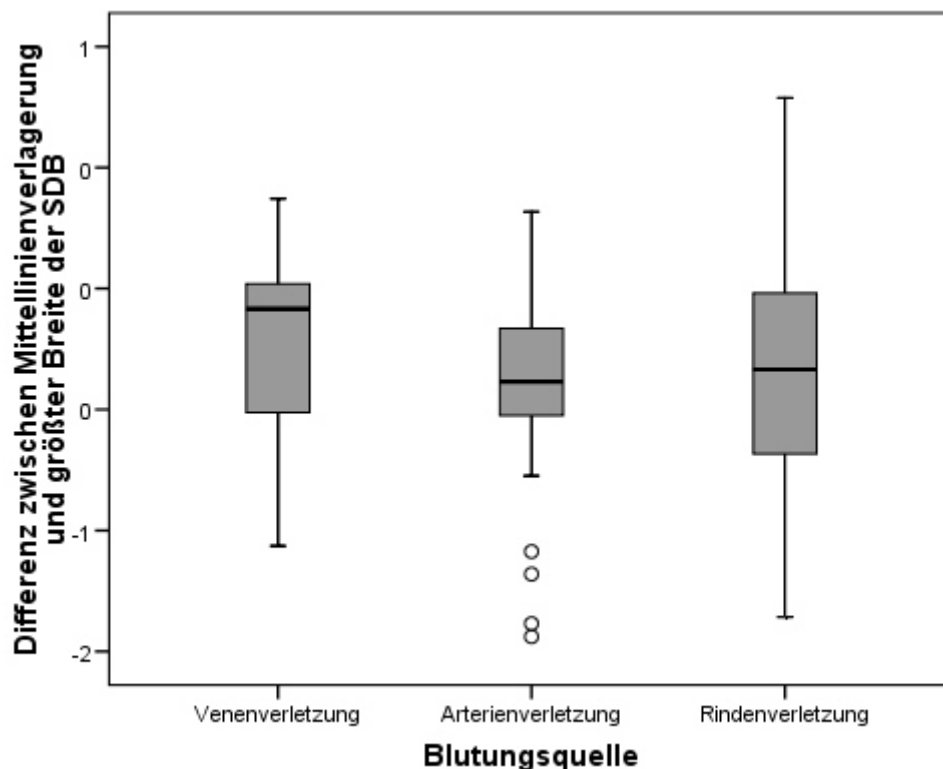


Abbildung 23: Beziehung von Blutungsquelle und Differenz von MLV und SDH

Die kleinsten Mittelwerte der Differenzen in den verschiedenen Volumenkategorien finden sich unter 50 ml (-0,51) und über 200 ml (-0,67). Die Volumina und die Differenzen korrelieren nicht miteinander ( $\rho$  0,098).

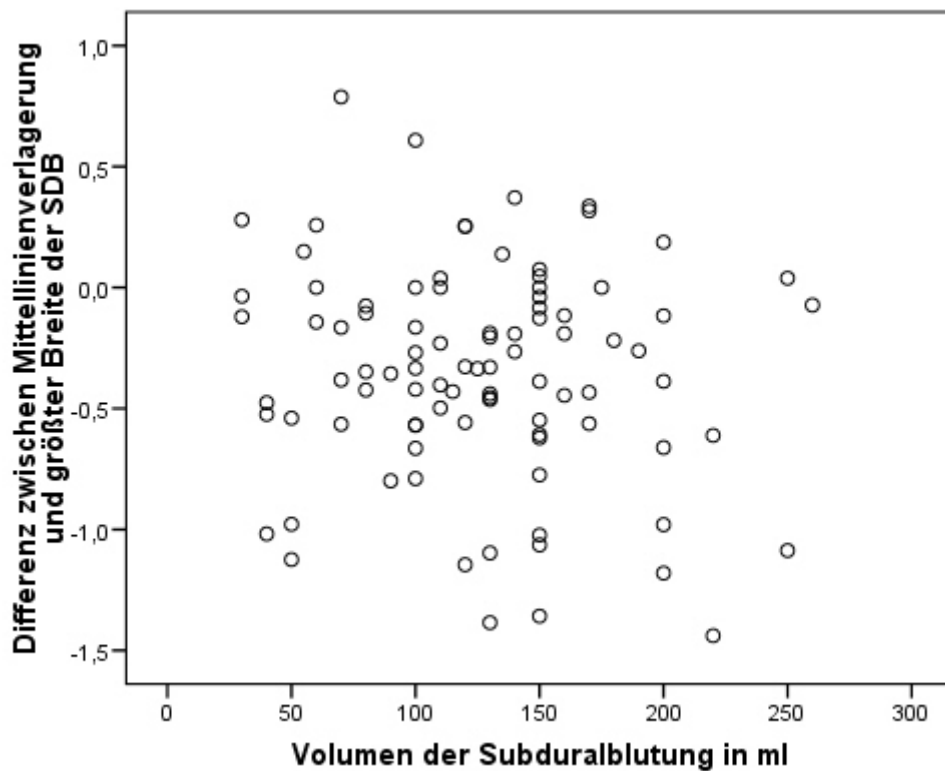


Abbildung 24: Beziehung von Volumen und Differenz von MLV und SDH

Bei der Überlebenszeit sind bis 24 h größere Mittelwerte für die Differenzen zu finden. Ab 24 h Überlebenszeit die kleineren Mittelwerte.

Tabelle 20: Differenz von MLV und SDH und Überlebenszeit

	Total	Überlebenszeit					unbek.
		0	< 12 h	12-24 h	24-48 h	> 48 h	
Mittelwert	-0,31	-0,25	-0,28	-0,21	-0,30	-0,38	-0,34
Standardabweichung	0,42	0,12	0,33	0,45	0,56	0,46	0,43
Standardfehler des Mittelwertes	0,04	0,07	0,07	0,12	0,17	0,12	0,08
Minimum	-1,44	-0,38	-1,02	-1,06	-1,36	-1,18	-1,44
Maximum	0,79	-0,17	0,25	0,79	0,34	0,28	0,37
Gültige N	94	3	20	15	12	18	26
Gesamt	94	3	20	15	12	18	26

#### 4.2.8 Flächen der SDB und der MLV

Die Fläche in % der SDB korreliert mit der größten Breite der SDB ( $\rho=0,755$ ).

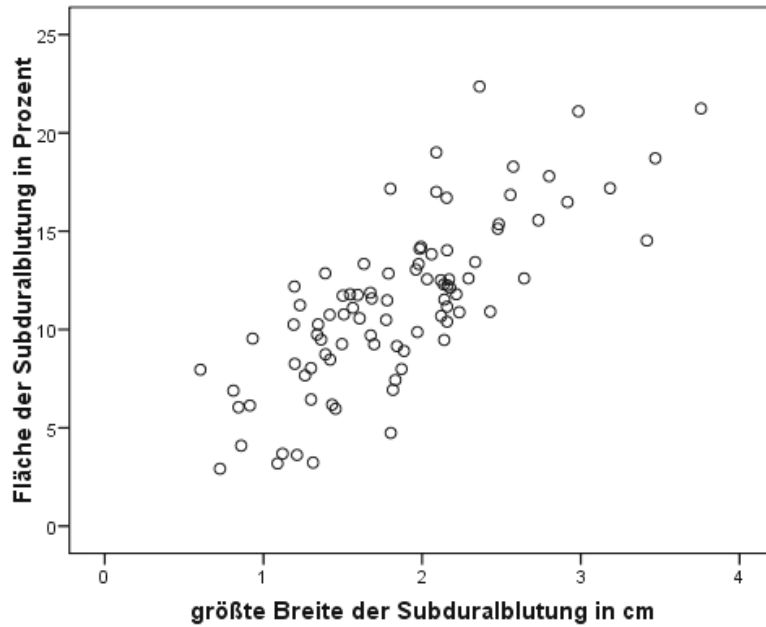


Abbildung 25: Beziehung von größter Breite und Fläche des SDH

Auch die Fläche in % der MLV korreliert mit der Mittellinienverlagerung ( $\rho=0,884$ ).

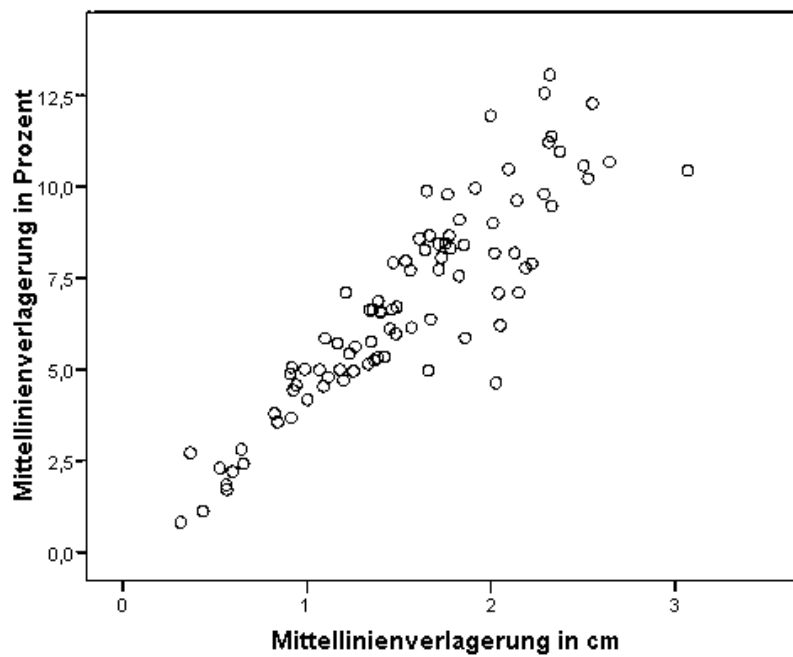


Abbildung 26: Beziehung von MLV und Fläche der MLV

Auch die prozentualen Flächen korrelieren schwach miteinander ( $\rho=0,505$ ).

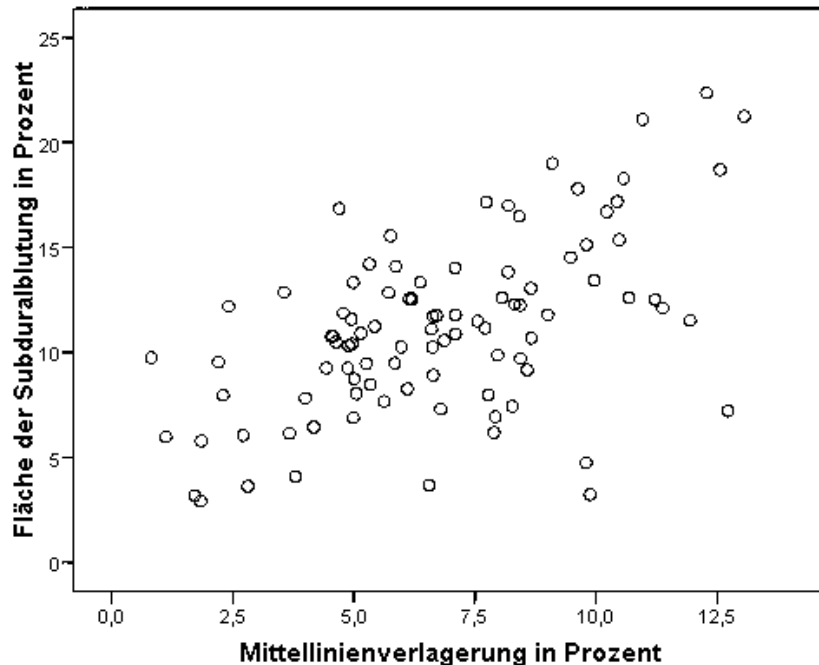


Abbildung 27: Beziehung von Fläche des SDH und Fläche der MLV

#### 4.2.9 Vergleich prä- und postmortal:

An dieser Stelle sollen Messwerte von 12 Fallpaaren vorgestellt werden, in denen ein prämortaler CT- Scan und ein postmortales Bild vorlagen.

Dabei handelt es sich um 2 Fälle bei denen eine Venenverletzung, um 8 Fälle bei denen eine Rindenarterienverletzung und um 2 Fälle bei denen eine Rindenverletzung ursächlich für die aufgetretene SDB war.

Wie in der obigen Untersuchung auch, wurden für alle Fallpaare Länge, Breite und ein Formquotient für die SDB und die MLV ermittelt und prä- und postmortal miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden in Diagrammen einzeln dargestellt.

Die statistischen Testergebnisse werden an entsprechender Stelle mit erwähnt.

Der Mittelwert der größten Breiten der SDB liegt bei den CT- Scans bei 2,4 cm und bei den Obduktionsbildern bei 2 cm. Die Unterschiede sind nicht signifikant.

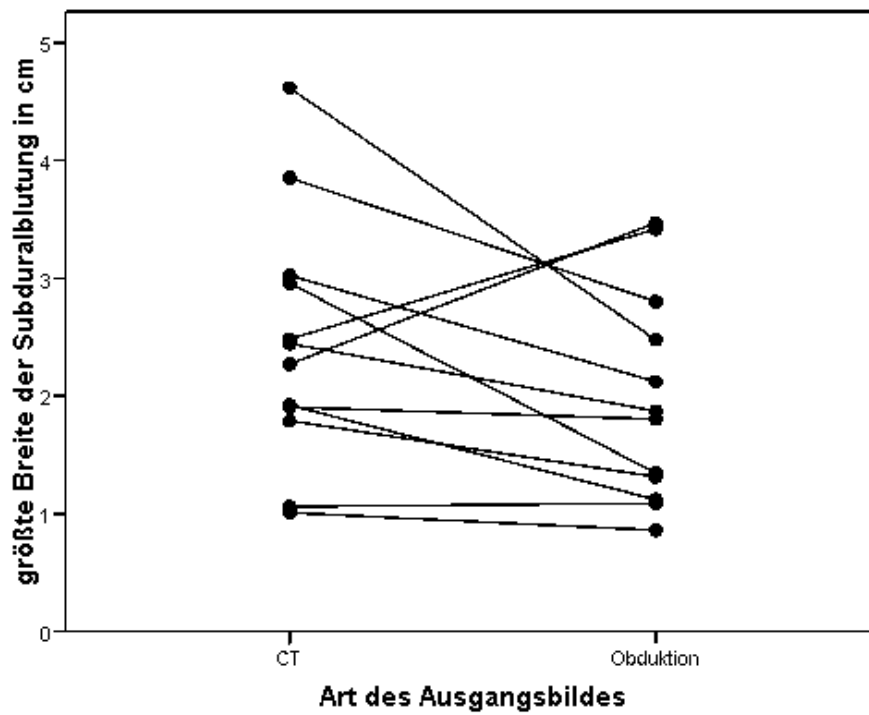


Abbildung 28: CT und Obduktionsbild und größte Breite des SDH

Die ermittelten Mittelwerte der Längen liegen bei 14,40 cm für die CT- Scans und bei 14,42 cm für die Obduktionsbilder. Es liegt kein signifikanter Unterschied vor.



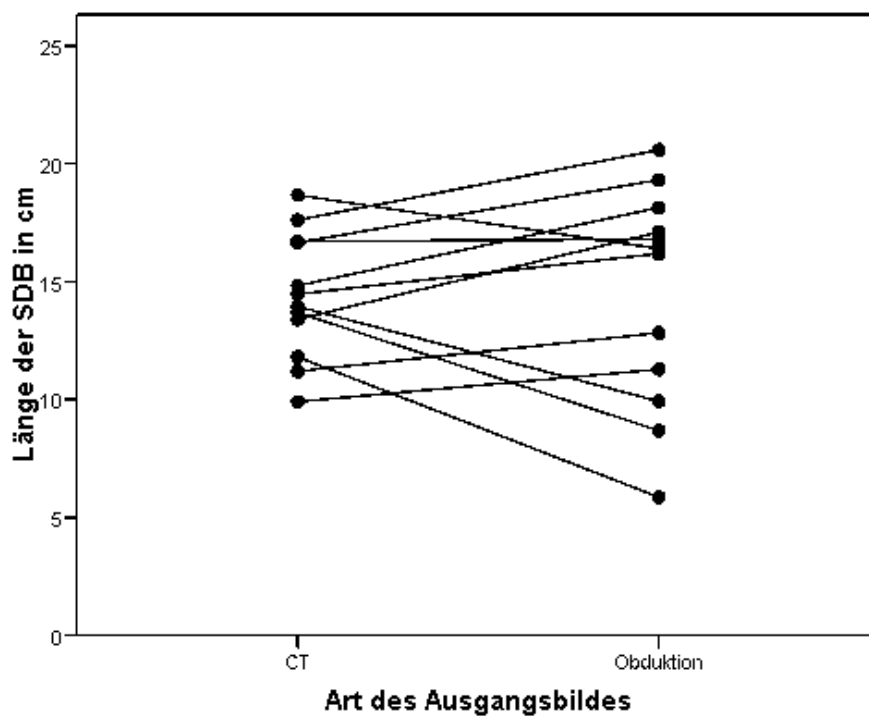
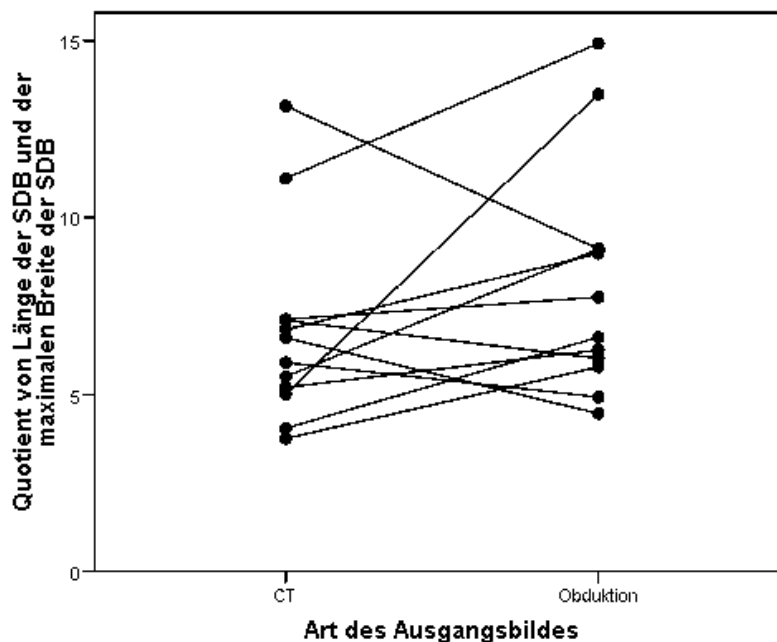


Abbildung 29: CT und Obduktionsbild und Länge des SDH

Beim Formquotienten finden sich prä mortal Mittelwerte von 6,78 und postmortal von 8,12, aber auch hier liegt keine Signifikanz vor.



Ähnliches lässt sich bei den Werten für die MLV finden. So liegen die Mittelwerte für die größte Breite der MLV prä mortal bei 2,08 cm post mortal bei 1,72 cm. Es liegt für den Unterschied keine Signifikanz vor.

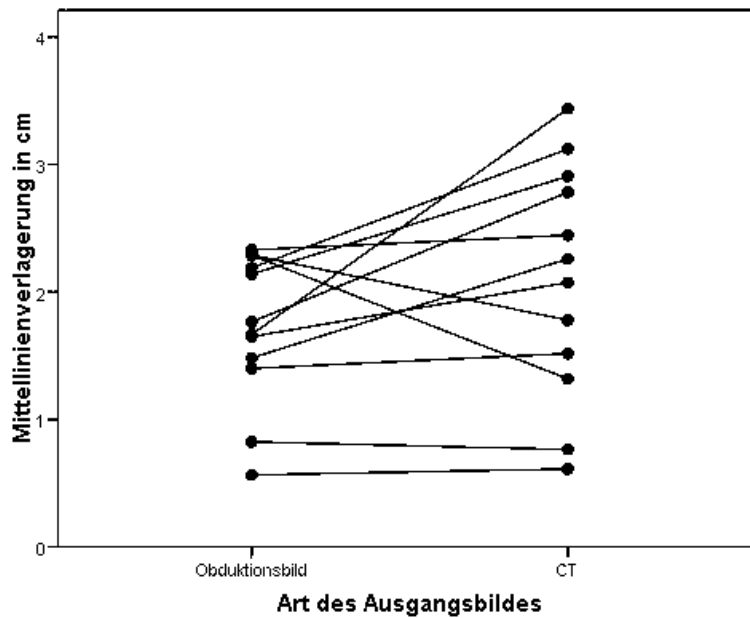


Abbildung 31: CT und Obduktionsbild und MLV

Bei den Mittelwerten der Längen der MLV für die 12 Fallpaare ergeben sich Werte von 12,43 cm prä- und 11,78 cm post mortal. Diese liegen also sehr nah bei einander.

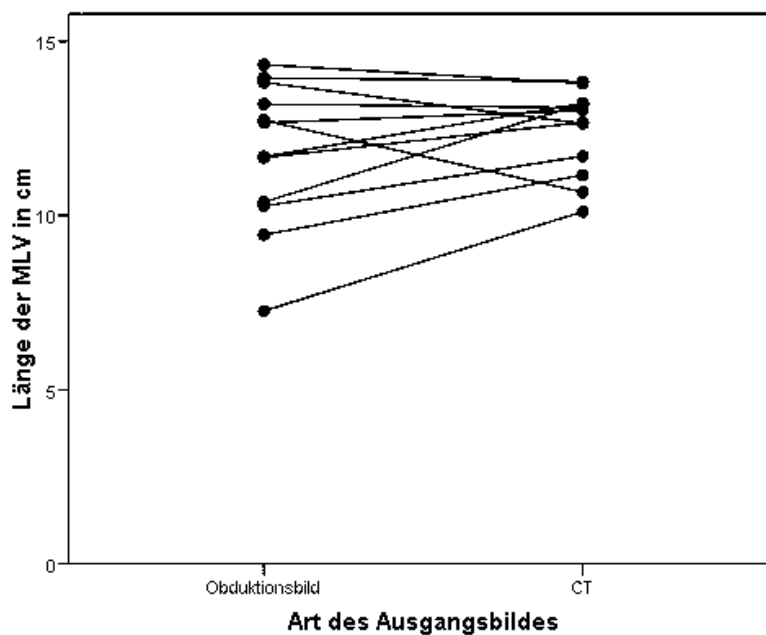


Abbildung 32: CT und Obduktionsbild und Länge der MLV

Für den Formquotienten ergibt sich, dass die Mittelwerte beider Quotienten mit 7,74 bei den CT-scans und 7,60 bei den Obduktionsbildern fast gleich bleiben.

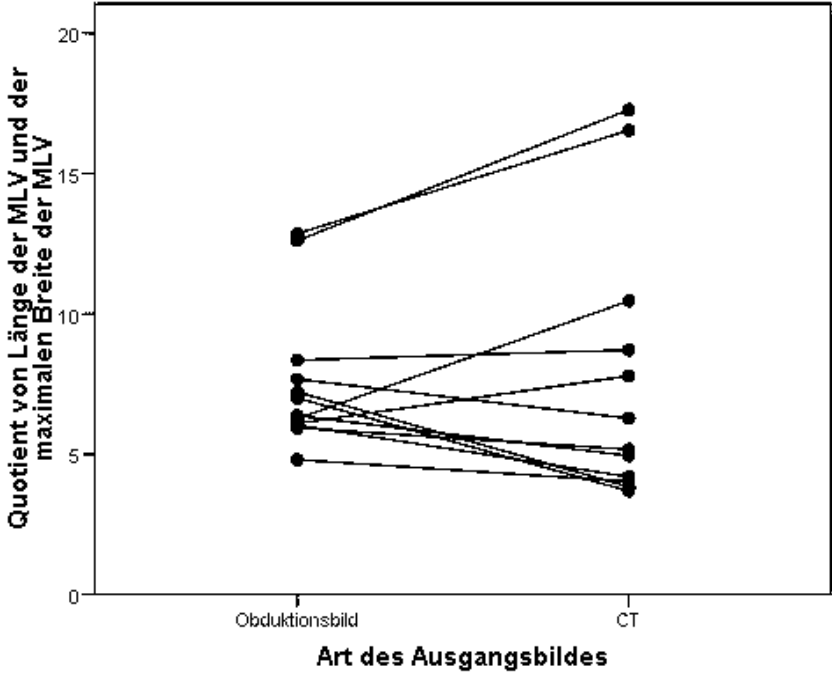


Abbildung 33: CT und Obduktionsbild und Quotient der MLV

## 5 Diskussion

Für die vorliegende Arbeit wurden in einem Zeitraum von 1961- 2005 94 Obduktionsfälle mit akuten Subduralhämatomen ausgewertet, die zum Teil bereits in einer früheren Untersuchung Eingang fanden (**Maxeiner, Wolff** 2002) .

Neu enthalten sind u.a. 12 Obduktionsfälle, bei denen eine CT- Aufnahme zu Lebzeiten und ein postmortales Bild des geöffneten Schädels vorliegt. Dies ermöglicht einen Vergleich der prä- und postmortalen Situation.

Um in die Auswertung aufgenommen zu werden, mussten die obduzierten Subduralhämatome eingangs besprochene Auswahlkriterien erfüllen.

Darum führte das Fehlen relevanter Angaben bei einem Teil der Obduktionsberichte von SDB, z.B. Schädelumfang oder das Volumen der Subduralblutung, bei der Auswahl der Fälle von vornherein zum Ausschluss. Auch andere Angaben z. B. Gehirngewicht wurden dabei nicht immer vollständig erfasst und konnten so nicht komplett miteinander verglichen werden.

Dies liegt zum Teil daran, dass eine Vielzahl von Obduzenten in diesem Zeitraum tätig waren und jeder von ihnen seine speziellen Interessen verfolgt und somit nicht alle für Subduralhämatome wichtigen Daten erfasst hat.

### 5.1 Alter und Geschlecht

In der vorliegenden Arbeit waren 2/3 der Fälle der an SDB Verstorbenen älter als 50 Jahre. Diese Tendenz zeigt sich auch in früheren postmortalen Studien (**Krauland** 1961; **Krauland** 1982).

Dabei lag das Verhältnis von Frauen und Männern im eigenen Untersuchungsmaterial etwa bei 1:1.

In klinischen Studien liegt das Hauptalter für SDB jedoch zwischen 30 und 50 Jahren und es handelt sich überwiegend um männliche Patienten (**Bullock et al.** 2006). Das Verhältnis von Frauen zu Männern liegt etwa bei 1:2 bis 1:3.

Allerdings sind Patienten mit Eingangs erwähntem akutem spontanem Subduralhämatom deutlich häufiger weiblich und im Durchschnitt älter als Patienten mit SDB nach Trauma. Das Verhältnis von Frauen und Männern liegt dabei etwa bei 7:3 (**Yagi et al.** 1996)

## 5.2 Blutungsquellen und Lokalisation

Sehr selten finden sich in klinischen Studien Veröffentlichungen über den Nachweis von Blutungsquellen beim SDH. Dabei wurde die prognostische Bedeutung der Blutungsquellen, soweit die Literatur überblickt werden kann, nie untersucht. Da sich die Brückenvenenverletzungen hauptsächlich an der Mantelkante und die Rindenarterienverletzungen hauptsächlich im parietalen Bereich in der Umgebung der Fissura Sylvii befinden (**Maxeiner, Wolff** 2002), könnte die Kenntnis der vermutlichen Blutungsquelle den Zugang bei lebenden Patienten erleichtern und bei der Operation ein geeignetes Trepanationsfenster gewählt werden (**Maxeiner, Gumpert** 2008). So finden sich auch in dieser Untersuchung 98% der Rindenarterienblutungen lateral, die Brückenvenenverletzungen zu 75% parasagittal und die Blutungen nach Rindenverletzung zu 82% basal.

Allerdings steht in der Klinik die Sicherung des Überlebens des Patienten im Vordergrund und nicht das Aufspüren der Blutungsquelle, z.B. mit Angiographie.

Durch die Herangehensweise bei Leichenöffnungen lassen sich Verletzungen der intrakraniellen Blutleiter durch Anwendung adäquater und sorgfältiger Techniken meist vollständig nachweisen.

Dabei ist die Darstellung traumatischer Brückenvenenrupturen bei der Leichenöffnung oft schwierig, aber bei der forensischen Begutachtung von großer Bedeutung für die Zuordnung von Blutung und einem zeitlich datierten Ereignis (**Stein et al.** 2005).

Schon 1922 schrieb **Werkgartner**: „Um bei der Leichenöffnung die Quelle einer subduralen Blutung der beschriebenen Art mit möglichster Sicherheit aufzudecken, ist größte Sorgfalt am Platze“ und meinte damit eine Brückenvenenzerreißung.

Oft werden Hirnverletzungen, die häufig mit Gefäßverletzungen in der Schädelhöhle kombiniert sind, als alleinige Blutungsquelle angesehen. Deshalb wird dabei nicht nach zusätzlichen Gefäßverletzungen gezielt gesucht und Brückenvenenverletzungen bleiben unentdeckt (**Krauland** 1961; **Krauland** 1982).

Im Institut erfolgt bei zahlreichen Sektionen eine Asservierung des Gehirns und seiner Häute in Formalin. So ist es möglich, bei einer später eingehenden Untersuchung auch zunächst nicht sichtbare Blutungsquellen festzustellen und auch das Alter der Blutung unter histologischen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Außerdem werden seit einigen Jahren am Institut bei allen Obduktionen mit Schädel- Hirn-Trauma Röntgenkontrastmitteluntersuchungen der venösen Blutleiter des Gehirns durchgeführt, um nicht erkennbare Verletzungen darstellen zu können (**Ehrlich et al.** 2003).

Auch wenn die Suche nach der Blutungsquelle ein oft langwieriger und zeitaufwendiger Vorgang ist, ist die Kenntnis nachgewiesener traumatischer Gefäßverletzungen gerade bei gutachterlichen Fragestellungen für die Beurteilung von vielen Kausalzusammenhängen unerlässlich (**Maxeiner** 1998).

Obwohl Verletzungen der Brückenvenen seit jeher als eine der häufigsten Blutungsquelle für SDH genannt werden (**Graham, Genarelli** 1997; **Knight** 1996), überwiegen im eigenen Untersuchungsmaterial mit 43 % die Verletzungen von Rindenarterien. Dabei ist festzustellen, dass besonders Frauen in der Alterskategorie 41- 50 Jahre und Männer in der Alterskategorie über 70 Jahren aus Rindenarterien bluten. Weiterhin spielen bei Männern Brückenvenenverletzungen in der Alterskategorie bis 40 Jahre und Blutungen aus Kontusion der Hirnrinde zwischen 61- 70 Jahren eine große Rolle.

Auch in anderen Untersuchung ist die Verteilung von Brückenvenenverletzung und Rindenarterienverletzung ähnlich. So lagen bei **Depreitere et al.** (2006) etwa in der Hälfte der Fälle Brückenvenenrupturen vor.

### **5.3 Überlebenszeit und Mortalität**

Mit zunehmendem Alter steigt die Mortalität nach einem akuten SDH (**Petridis et al.** 2009; **Woertgen et al.** 2005). Bedingt durch die normale Altersatrophy des Gehirns steigt auch die Disposition zum Bluten. Zum einen werden die Brückenvenen durch die Hirnatrophie mehr gestreckt und die Distanz zwischen Gehirnoberfläche und Dura mater wird größer (**Kominato et al.** 2004) zum anderen kann das Blut ungehindert in den freien Raum eindringen (**Graham, Genarelli** 1997) und führt zu besonders umfangreichen Hämatomen (**Maxeiner** 2009; **Firsching, Woischneck** 1997). So liegt die Mortalität der über 70- jährigen Patienten bei etwa 74%, die der 40- 70- jährigen Patienten bei etwa 48% und die der unter 40 jährigen bei 30% (**Hanif et al.** 2009).

In der eigenen Untersuchung zeigt sich, dass bei der Überlebenszeit bis 48 h die Männer schlechter abschneiden. Dies bestätigt den für die Mortalität und dem Alter oben genannten Zusammen-

hang, da der Anteil der Männer in den eigenen Fällen über 60 Jahre deutlich über dem der Frauen liegt.

Dies wird auch in anderen Studien erwähnt. **Davis et al.**(2006) schreibt dazu, dass die Mortalität vergleichbar war zwischen Männern und Frauen. Auffallend war, dass es keinen statistischen Unterschied gab im Ergebnis zwischen Männern und prämenopausalen Frauen, aber eine deutlich bessere Prognose für postmenopausale Frauen im Vergleich mit den Männern.

Welche Rolle dabei bestimmte Vorschädigungen durch Alkoholkonsum oder medikamentöse Störungen der Blutgerinnung spielen, soll in nachfolgenden Abschnitten diskutiert werden. Für die Überlebenszeit spielt die entlastende Operation eine wichtige Rolle beim Auftreten eines SDH, denn je kürzer die Zeit zwischen Auftreten der Blutung und der Operation ist, umso niedriger ist die Mortalitätsrate und umso höher die funktionale Überlebensrate.

Bei der Operation selbst sollte eine Kraniotomie mit oder ohne einer Entfernung einer Knochenklappe erfolgen, die anschließend duroplastisch versorgt wird (**Bullock et al.** 2006). Wobei die Art der Operation in einigen Untersuchungen keinen großen Einfluss auf die Mortalität hatte (**Koc et al.** 1997; **Joki et al.** 1992).

## 5.4 Volumen der Subduralblutung

Die Überlebenszeit ist neben anderen Parametern auch von der Größe des Volumens abhängig und den damit verbundenen Auswirkungen auf das Gehirn (**Servadei** 1997; **Firsching, Woischneck** 1997).

Patienten mit schweren Schädel-Hirn Traumen haben bereits bei einem Subduralhämatom größer 50 ml eine deutlich erhöhte Mortalität (**Wong et al.** 2009; **Tian et al.** 2008). Allerdings kann kein eindeutig prognoserelevanter Grenzwert für das Volumen ermittelt werden (**van den Brink et al.** 1999).

Beim Fehlen von primären cerebralen Kontusionen/ Quetschungen/ Prellungen ist aber nicht das Volumen allein ausschlaggebend für die Prognose des Patienten sondern das Vorhandensein von Ödemen, die wie eine zusätzliche raumfordernde Läsion wirken (**Sawauchi et al.** 2004) und u.a. Einfluss auf die Mittellinienverlagerung (MLV) haben. Dieser wichtige prognostische Umstand wird an anderer Stelle diskutiert.

Im eigenem Untersuchungsmaterial liegt die Mehrzahl der gemessenen Volumina bei bis zu 150 ml. Größere Volumina über 200 ml finden sich kaum.

Größere Volumen finden sich dabei u.a. im Alter über 70 Jahre und bei einer Überlebenszeit unter 24 h und bestätigen oben erwähntes.

## 5.5 Ursache/ Hergang der Subduralblutung

In Europa sind Verkehrsunfälle die zweithäufigste Todesursache nach Krebs. Für Menschen jünger als 45 Jahre ist die Inzidenz an einem Verkehrsunfall zu sterben oder eine schwere Verletzung zu erleiden sechsmal höher als an Krebs zu sterben. Verkehrsunfälle schädigen oft das Zentralnervensystem durch die hohe kinetische Energie, die auf das Gehirn wirkt, in einem verheerenden Ausmaß. Dabei ist die Mortalität von daraus resultierenden SDHn höher als die meisten anderen Verletzungen des Gehirns (**Kleiven** 2003).

Oft kommt es dabei auch zu einer Schädelfraktur. In vielen Fällen findet sich trotz Fraktur kein Hinweis auf eine Verletzung des Gehirns und die meisten Patienten haben eine reibungslose Besserung, aber es liegt trotzdem ein erhöhtes Risiko für Blutungen vor (**Graham, Genarelli** 1997).

Verkehrsunfälle spielen dabei in den untersuchten gerichtsmedizinischen Fällen kaum eine Rolle (n=6), führen aber in diesen Fällen meistens zu einer Hirnrindenverletzung (n=4). Deutlich erhöht ist ab 51 Jahren der Sturz in der Ebene (n= 40), bei dem die Zahl der Männer überwiegt. Bei diesen Stürzen kommt es verstärkt zu Blutungen aus Rindenarterien (n=25), aber auch zu Venenverletzungen und Kontusionen.

Der Anteil der Venenverletzungen ist im Untersuchungsmaterial hauptsächlich in der Alterskategorie bis 50 Jahren erhöht. Diese Verletzungen treten oft bei einer Schlägerei oder dem Erschlagen auf (n=10 von 19), führen allerdings auch oft zu einer Rindenarterienverletzung (n=8 von 19). Auffallend ist in der Untersuchung der hohe Anteil der Frauen, die hierbei ums Leben kamen.

Bei Brückenvenenrupturen kommt es zu einer intensiven Rotationsbelastung, die dabei die unterschiedliche Dezeleration von Schädel und Gehirn zur Folge hat. (**Gumpert, Maxeiner** 2008; **Kleiven** 2003; **Depreitere et al.** 2006).

Es lassen sich auch zwei unklare Blutungen aus Arterien finden, die keiner Traumaursache zuzuordnen sind und bei denen zumindest der Verdacht eines spontanen SDH besteht.



## 5.6 Gehirngewicht

In der Literatur lassen sich keine Aussagen zum Zusammenhang von Gehirngewicht und Volumen und Gehirngewicht und Überlebenszeit finden.

Feststellbar ist, dass in den untersuchten Fällen der Mittelwert der Gehirngewichte mit steigendem Blutungsvolumens zunimmt, oder anders gesagt, dass schwerere Gehirne stärker bluten. Bedenkt man, dass auch mit dem Alter die Volumina zunehmen scheint dies widersprüchlich zu sein, da es im Alter eher zu einer Atrophie des Gehirns kommt, also zu einer Abnahme des Gehirngewichts im Vergleich zu Jüngeren.

Auszugehen ist wahrscheinlich davon, dass die kleinen Fallzahlen in den jeweiligen Gruppen diese Tatsache nicht ausreichend widerspiegelt.

Bei der Überlebenszeit und dem Gehirngewicht erkennt man, dass mit steigenden Mittelwerten für das Gehirngewicht auch die Überlebenszeit steigt. Erklärbar scheint dies durch den geringeren Platz im Schädel im Falle einer Blutung zu sein. Außerdem sind die Druckverhältnisse andere und führen wahrscheinlich eher zu einem Persistieren der Blutung.

## 5.7 Lebergewicht und Alkoholismus

In einem Review über 23 europäische Studien zum Thema Kopfverletzungen geben nur vier der Studien Informationen darüber, ob die Patienten um Zeitpunkt ihrer Verletzung unter Alkoholeinfluss standen oder nicht (**Tagliaferri et al.** 2006). Dabei scheint der Alkoholisierungsgrad eine maßgebliche Rolle beim Auftreten eines SDH zu haben.

So waren in einer spanischen Studie 51% zum Zeitpunkt ihres Unfalls alkoholisiert, wobei mehr Männer als Frauen betroffen waren (**Vazquez- Barquero et al.** 1992). In anderen Studien waren zum Zeitpunkt eines Treppensturzes 49% alkoholisiert (**Albrecht- Anoschenko et al.** 2005) und Alkoholkonsum erhöht die Wahrscheinlichkeit in eine Schlägerei mit Kopfverletzung verwickelt zu sein (**Ingebrigsten et al.** 1998). Da chronische Alkoholiker öfter fallen oder angegriffen werden, kann es vorkommen, dass neben dem akuten SDH auch ein chronisches SDH obduziert werden kann (**Leestma, Kirckpatrick** 1988). Außerdem sind ihre Brückenvenen bedingt durch die Hirnatrophie anfälliger zu zerreißen (**Kominato et al.** 2004).

Aufgrund von Alkoholanalysen aus Oberschenkelvenen- oder Subduralblut kann in dieser Untersuchung Angaben zur Alkoholisierung der Verstorbenen gemacht werden. Dabei war in über der

Hälfte der Fälle (n=49) der Alkoholismus bekannt oder anzunehmen. Außerdem ist der Anteil der Frauen, die zum Zeitpunkt des Traumas alkoholisiert waren sehr hoch (n=25 von 42).

Chronischer Alkoholmissbrauch führt zur Veränderung der Leber (u.a. zur Fettleber) und damit zur Gewichtszunahme. Außerdem hat er durch die Schädigung der Leber auch Einfluß auf das Blutungsrisiko und die Blutstillung.

So lässt sich im eigenen Material zwischen 50 und 200 ml Blutungsvolumen eine Zunahme des mittleren Lebergewichtes erkennen. Ein weiteres erkennbares Ergebnis ist, dass die mittleren Lebergewichte bei den Arterienblutungen am höchsten sind und im Einzelfall bei 4080 Gramm liegen. Diese Blutungen kommen auffallend oft bei Stürzen oder bei Schlägereien vor. Ausgehend von diesen Erkenntnissen, liegt der Verdacht nahe, dass Alkoholismus durch Vorschädigungen bei Traumen zu Rindenarterienblutungen führt.

## **5.8 Antikoagulation**

Neben dem Einfluss von Alkohol auf das Blutungsrisiko spielen auch andere auf die Blutstillung eine Rolle beim Auftreten von SDB.

So wird bei bereits hoher Sterblichkeit beim Auftreten eines SDH von einer noch erhöhten Sterblichkeitsrate bei der Einnahme von Antikoagulantien berichtet (**Senft et al.**; **Davis et al.** 2007;).

Dabei ist die Nutzung von Antikoagulantien besonders in der Altersgruppe über 65 Jahre anzutreffen (**Itshayek et al.** 2006) Hier spielt auch die Kombination mit einer Vielzahl anderer Medikamente, die antikoagulierend wirken oder die Wirkung verstärken können eine Rolle (**McClaskey, Michalets** 2007). Bedenkt man, dass Schädeltraumen an fünfter Stelle der Todesursachen in dieser Altersgruppe stehen, ist es sehr wahrscheinlich, in der Klinik auf antikoagulierte Patienten mit SDH zu treffen.

Dabei haben verschiedene Studien u.a. dokumentiert, dass Antikoagulation mit einem Risiko von spontanen intrakraniellen Blutungen von 1% pro Jahr assoziiert sind (**Cohen et al.** 2006).

Auch beim chronischen SDH wird berichtet, dass die Zeit zwischen Kopftrauma und der ersten Operation unter der Einnahme von Antikoagulantien deutlich kürzer ist (**Torihashi et al.** 2008).

In einigen europäischen Ländern gibt es darum bereits ein vorgeschriebenes Protokoll zur Behandlung von Patienten mit Schädel-Hirn-Traumen unter Antikoagulation, das besagt, dass unabhängig vom Alter ein zweiter CT- Scan angebracht ist.

Leider können für die vorliegende Arbeit keine Aussagen zu einer Antikoagulation während des Traumas gemacht werden, da diese klinische Information gerichtsmedizinisch nicht zur Verfügung stand. Es ist aber davon auszugehen, dass dies sicherlich auch in dieser Untersuchung und vor dem Hintergrund eines hohen Anteils an älteren Verstorbenen eine Rolle spielt.

## **5.9 Volumen und Blutungsquelle**

Betrachtet man die Volumina in Abhängigkeit von der Blutungsquelle fällt auf, dass im Durchschnitt deutlich höhere Volumina bei Arterienverletzungen (141 ml) vorliegen als bei Venenverletzungen (121 ml) und der Unterschied zum Mittelwert zur Blutung aus Rindenverletzung (110 ml) noch größer ist. Eine Erklärung hierfür könnte der hohe Druck sein mit dem das Blut bei Arterienverletzungen in den Subduralspalt trifft. Allerdings konnten diese festgestellten Unterschiede nicht signifikant getestet werden.

## **5.10 Messwerte der SDB in Abhängigkeit von der Blutungsquelle und dem Volumen**

Eine weitere Erklärung der größeren Volumina bei arteriellen Verletzungen liegt in der Tatsache, dass diese Blutungen durch den größeren Druck an der Stelle der Blutung zu einer schnelleren und größeren Ausbreitung in der Breite (Mittelwert 2,10 cm) gegenüber den Venenverletzungen (Mittelwert 1,66 cm) und den Rindenverletzungen (Mittelwert 1,68 cm) führen. Dabei liegt das Maximum arteriell sogar bei 3,76 cm.

Diese Unterschiede sind signifikant zwischen Av und Vv ( $p= 0,036$ ) und zwischen Av und Rv ( $p= 0,047$ ). Zwischen Venen- und Rindenverletzungen liegt kaum ein Unterschied vor.

Die größte Breite korreliert dabei mit dem Volumen ( $\rho 0,662$ ).

Passend dazu konnte gemessen werden, dass sich die Längen kaum unterscheiden und im Mittelwert um 16,5 cm liegen.

Interessant ist, dass sich dabei der prozentuale Anteil der Flächen der einnehmenden Blutung an der Gesamtfläche des Schädels in den vermessenen Bildern aus den unterschiedlichen Blutungsquellen kaum unterscheidet. Das heißt, dass die Rindenarterienverletzung in der größten Breite dominiert, die Venenverletzung dies aber durch eine gleichförmigere Blutungsbreite ausgleicht und so die gleiche Fläche einnimmt. Die Fläche der Blutung nach Rindenverletzung ist dabei am

kleinsten (Vv 11,44 %, Av 11,80 %, Rv 9,53 %). Auch hier korrelieren gemessene Fläche und ermitteltes Volumen ( $\rho$  0,634).

Die größte Breite der Blutung bei Av weicht dabei so stark von der größten Breite bei Vv und Rv ab, dass sich dies trotz gleicher Längen deutlich in dem zur Beschreibung der Blutung eingeführten Formquotienten niederschlägt. So ist dieser Quotient aus Länge durch größte Breite bei Av sehr viel kleiner (8,32) als bei Vv (11,31). Dieser Unterschied ist mit  $p = 0,003$  signifikant und beschreibt so den schon von **Krauland** (1961) erklärten deutlichen Formunterschied zwischen Rindenarterien- und Brückenvenenverletzung (**Maxeiner, Wolff** 2002). Er ist auch zwischen Av und Rv vorhanden, hier allerdings nicht signifikant.

Bei der Betrachtung der Quotienten in Abhängigkeit vom Volumen fällt auf, dass diese mit einander korrelieren. Bei kleinen Volumen ergibt sich ein großer Formquotient, bei großen Volumen ein kleiner. Dies bestätigt auch oben erwähnten Zusammenhang zwischen Blutungsquelle und Volumen und maximaler Ausbreitung der Blutung.

### **5.11 Messwerte der MLV in Abhängigkeit von Blutungsquelle und Volumen**

Für die Prognose eines Patienten ist aber nicht das Volumen und damit die Größe der SDB allein ausschlaggebend, sondern auch die Größe der Mittellinienverlagerung (**Servadei** 1997). Dabei wird die Größe der MLV jedoch nicht vom Volumen allein bestimmt, sondern auch durch das Vorhandensein von Ödemen, die wie eine zusätzliche raumfordernde Läsion wirken (**Sawauchi et al.** 2004).

Es konnte gezeigt werden, dass Patienten, die sterben oder mit einer schweren Behinderung überleben, eine größere MLV haben als Patienten mit einem besseren Ergebnis/ Resultat (**Tian et al.** 2008; **D'Amato et al.** 2007).

In der eigenen Untersuchung unterscheiden sich die Mittelwerte der größten Breiten der MLV aus unterschiedlichen Blutungsquellen nur geringfügig (Vv 1,48 cm, Av 1,70 cm, Rv 1,35 cm), spiegeln aber doch die Unterschiede der größten Breiten der SDB aus den unterschiedlichen Blutungsquellen wider und korrelieren mit den Volumina ( $\rho$  0,632).

Anders als bei den Längen der SDB unterscheiden sich die resultierenden Längen der MLV (Vv 11,38 cm, Av 12,12 cm, Rv 10,12 cm). Dieser Unterschied ist zwischen Arterien- und Rindenverletzungen sogar signifikant ( $p$  0,020).

Dies findet man auch in der prozentualen Fläche der Verlagerung. Sie unterscheidet sich für alle drei Blutungsquellen (Vv 6,54 %, Av 7,59 %, Rv 5,75 %) und ist auch hier zwischen Arterien- und Rindenverletzungen signifikant ( $p = 0,035$ ).

Blutungen aus Venen- und Rindenarterienverletzungen scheinen also einen ähnlichen Einfluss auf die Mittellinienverlagerung zu haben. Passend dazu korreliert die MLV in Prozent mit dem Volumen ( $\rho = -0,590$ ).

Ableitend davon lässt sich feststellen, dass der auch für die MLV eingeführte Formquotient zwar mit dem Volumen korreliert (bei größeren Volumen wird er kleiner), aber er nicht hinreichend die Verlagerung der unterschiedlichen Blutungsquellen wiedergibt. So unterscheidet er sich zwar für alle drei Blutungsquellen aber nur gering und damit nicht signifikant.

## 5.12 Überlebenszeit und Messwerte

**D'Amato et al.** (2007) schreibt MLV und nicht Volumen oder Dicke der SDH korrelieren am stärksten mit dem Outcome des akuten SDH Patienten. Allerdings können dabei keine festen Angaben gemacht werden, welche Größe der MLV zu welcher Prognose des Patienten führt.

Es ist festzustellen, dass die Mortalitätsrate der Patienten mit einer MLV- Breite und einer Dicke der SDB  $>1$  cm signifikant größer ist als bei einer Breite der MLV und der SDB  $<1$  mm (**Sawauchi, Abe** 2008).

Betrachtet man die Mittelwerte der Breite der SDB und der MLV der eigenen Untersuchung und bedenkt man, dass alle hier betrachteten Patienten ursächlich an ihrer Blutung verstorben sind, lässt sich dieser Zusammenhang bestätigen.

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Formquotienten für die SDB und die MLV in Bezug zur Überlebenszeit kann man erkennen, dass der Quotient der SDB Blutung keinen erkennbaren Zusammenhang zur Überlebenszeit aufweist, allerdings bei den unbekannt, tot aufgefunden und ÜZ 0 h ein sehr großer Quotient errechnet wurde. Dieser könnte sich aus massiven Blutungen ergeben, die mit großer Wahrscheinlichkeit zum schnellen Tode führten. Für den Quotienten der MLV lässt sich sagen, dass er zumindest für die Kategorien ab 12 h ÜZ zunehmend größer wird. Das kann zum einen Ausdruck der höheren Mortalität der arteriellen Verletzungen in den ersten Stunden nach dem Trauma oder zum anderen Ausdruck einer zunehmenden Schwellung des Gehirns sein, da sich der Quotient der SDB nicht im gleichen Sinne ändert. Damit könnte der sich verändernde Quotient nicht nur die Blutungsform beschreiben, sondern im Vergleich auch Hin-

weise auf eine Schwellung geben. Nicht nur für die Prognose ist die Größe der SDB und der MLV relevant, sondern auch für die Frage der Operation.

So schreibt **Bullock et al.** (2006), dass ein komatöser Patient mit einem GCS weniger als 9 und einer Dicke der SDB weniger als 10 mm sowie einer Mittellinienverlagerung weniger als 5 mm eine operative Entlastung erfahren sollte.

### **5.13 Differenz der MLV und der SDB**

Die Entscheidung zu einer Operation hängt nicht nur von den Werten für die Größe von SDB und von MLV an sich ab. In der Literatur lassen sich viele Anmerkungen dazu finden, dass für Prognose und einer Abschätzung der Operierbarkeit die Differenz zwischen Breite der MLV und Breite der SDB eine entscheidende Rolle spielt. Diese Differenz ist wieder Ausdruck einer zusätzlichen Schwellung des Gehirns als Folge der SDB, die man auch am intrakraniellen Druck ablesen kann. Ist dabei die MLV größer als die Dicke der SDB und ist der ICP > 40 mmHg sollte nicht operiert werden (**Petridis et al.** 2009).

Wobei in anderen Studien keine signifikanten Unterschiede hierzu gefunden wurden (**Hlatky et al.** 2004).

Die Differenz für die drei unterschiedenen Blutungsquellen in dieser Untersuchung, weißt dabei einen deutlichen Unterschied zwischen Venen- und Arterienverletzungen auf, was den bereits erwähnten Formunterschied der Blutungen aus verschiedener Quelle bestätigt. Im Bezug zum Volumen ist diese Differenz sehr unterschiedlich und bestätigt somit wieder, dass die Differenz nicht allein vom Volumen abhängt, sondern auch massgeblich durch die Schwellung des Gehirns beeinflusst wird.

Diese Zusammenhänge gelten natürlich auch für spontane arterielle Blutungen, denn auch hier hängt die Prognose hauptsächlich vom prä- operativem neurologischen Status und damit von der Größe der Blutung und der MLV ab (**Gelabert- Gonzales et al.** 2004).

### **5.14 Vergleiche prä- und postmortaler Werte**

In der Literatur lassen sich kaum Angaben darüber finden, wie sich die Form der Subduralblutung über die Zeit verändert, wobei es einzelne Berichte gibt, in denen beschrieben wird, dass sich ein SDH auflösen oder neuverteilen kann (**Tsui et al.** 2000).

Im Untersuchungsmaterial war es möglich, Messwerte zur größten Breite, zur Länge und zum Formquotienten der SDB und der MLV in 12 Fällen miteinander prä- und postmortal zu vergleichen. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Messwerte ganz überwiegend nah beieinander liegen. Allerdings ist die Zahl der Beobachtungen zu klein, um daraus einen Beweiswert abzuleiten, aber es ergeben sich Ansatzpunkte, dass der erhobene Formunterschied arteriell und venöser Blutungen prä- und postmortal besteht und es in den meisten Fällen zu keiner großen Änderung der gemessenen Größen der SDB und der MLV kommt. Auch in Bezug auf die erwähnten spontanen SDHe, ausschließlich arteriellen Ursprungs, könnte diese Feststellung vielleicht in der forensischen Begutachtung ein wichtiger Hinweis sein.

## 6 Zusammenfassung

Subduralhämatome (SDH) sind ein häufiger Befund nach Schädel-Hirn-Traumen und somit keine Seltenheit im rechtsmedizinischen Obduktionsgut. Sie haben immer noch eine sehr ungünstige Prognose, die mit einer Letalität von 40-60 % einhergeht.

Dabei wird die Prognose bestimmt von verschiedenen Parametern, u.a. der Blutungsquelle, dem Volumen, der Ausdehnung der Subduralblutung (SDB) und dem Ausmaß der Mittellinienverlagerung (MLV).

In der vorliegenden Arbeit war es möglich eine größere Gruppe von einseitigen, akuten raumfordernden SDH zu untersuchen, in denen ein fotografisch vorhandener Befund des nach Flechsig-Technik geöffneten Schädels, der Umfang des Schädels, die Blutungsquelle, mit eindeutiger Zuordnung zu einer Brückenvenenverletzung (Vv), zu einer Rindenarterienverletzung (Av) oder zu einer Blutung nach Hirnrindenkontusion (Rv), und das Volumen vorlagen.

Da sich in der Literatur kaum Hinweise zur Abhängigkeit der SDB vom Volumen und der Blutungsquelle finden lassen, soll diese Arbeit dazu beitragen, offene Fragen zu beantworten und Hinweise für die Kliniker zu geben, z. B. bei der Wahl des Trepanationsfensters. Außerdem war es möglich 12 Fallpaare zu gewinnen, bei denen ein direkter Vergleich der Veränderung der SDB prä- und postmortal möglich war.

Vor dem Hintergrund selten auftretender spontaner akuter SDH, ausschließlich arterieller Art, könnte dieser Vergleich auch Hinweise für die rechtsmedizinische Begutachtung geben. Dazu wurden aus dem Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin der Charite Berlin aus den Jahren 1961 bis 2005 94 Fälle gewonnen. Mit Hilfe einer Bildanalysesoftware konnten die Fotos des Horizontalschnittes morphometrisch ausgewertet.

So wurden Längen, Breiten, Flächen und ein Formquotient der jeweiligen SDB und der dazugehörigen MLV ermittelt und u.a. in Zusammenhang mit Blutungsquellen und dem Volumen betrachtet und statistisch überprüft.

Feststellbar war, dass zwar die Mittelwerte der Volumina der drei untersuchten Blutungsquellen unterschiedlich waren, aber der Unterschied in dieser Untersuchung nicht signifikant ist. Allerdings gab es eine deutliche Signifikanz beim Unterschied der größten Breiten der SDB der für die Rindenarterienverletzungen bei 2,10 cm (Mittelwert) lag und sich damit deutlich vom Mittelwert bei Venen- und der Rindenverletzung unterscheidet (1,66 cm/ 1,68 cm). Damit bestätigt



sich auch die bereits von **Krauland** (1961) beschriebene unterschiedliche Form der Subduralhämatome (**Maxeiner, Wolff** 2002).

Noch deutlicher war das Ergebnis der Unterschiede für einen eingeführten Formquotienten aus Länge durch Breite der SDB, der ermöglicht, die Form einer Blutung aus unterschiedlicher Blutungsquelle besser zu beschreiben.

Der Formquotient zeigte signifikante Unterschiede zwischen Arterien- und Venenverletzungen (8,32/ 11,31) und zwischen Arterien- und Rindenverletzungen (8,32/ 10,47).

Da in der Klinik die Verdrängung des Gehirns über die Mittellinie hinaus eine prognostische Rolle spielt, wurden die Untersuchungen für die drei verschiedenen Blutungsquellen auch für diese MLV durchgeführt.

Dabei konnten signifikante Unterschiede der Längen und dem prozentualen Anteil der verdrängten Fläche an der Gesamtfläche des Schädels der MLV zwischen Arterien- und der Rindenverletzung festgestellt werden. Zwischen den Arterien- und Venenverletzungen gab es keinen signifikanten Unterschied in ihrer Wirkung auf die MLV.

Aus dem Vergleich der Messwerte ließ sich ableiten, dass nicht das Volumen allein der entscheidende Faktor für die Größe MLV ist, sondern auch noch andere Einflussgrößen vorliegen müssen. So kann mit dem zeitlichen Vergleich der Formquotienten der SDB und der MLV auch ein auftretendes Hirnödem abgeschätzt und beschrieben werden.

Im Vergleich der Fallpaare bei denen ein prä- und postmortales Bild vorlagen und ausgewertet wurde, konnten keine signifikanten Veränderungen der Blutung und der Verlagerung über die Zeit festgestellt werden. Alle Messwerte lagen ganz überwiegend nah beieinander, d. h. die Blutungen änderten ihre Form kaum und wiesen prä- und postmortal beschriebenen für die Blutungsquellen typischen Formquotienten auf. Allerdings ist die untersuchte Fallzahl für diesen Vergleich sehr klein und kann nur Hinweise zu dieser Fragestellung geben.

Vielleicht könnte eine größere Untersuchung die Veränderungen der Blutung über die Zeit auch unter rechtsmedizinischen Aspekten diese Aussage bestätigen.



## Literaturverzeichnis

- Abe, M.; Udono, H.; Tabuchi, K.; Uchino, A.; Yoshikai, T. und Taki, K. (2003): Analysis of ischemic brain damage in cases of acute subdural hematomas, *Surg Neurol* 59 [6], Seite 464-72; discussion 472.
- Akioka, N.; Fukuda, O.; Takaba, M.; Kameda, H.; Saito, T. und Endo, S. (2007): Clinical investigation of acute spontaneous subdural hematoma cases, *J Stroke Cerebrovasc Dis* 16 [3], Seite 109-13.
- Albrecht-Anoschenko, J.; Uhl, E.; Gilsbach, J. M.; Kreitschmann-Andermahr, I. und Rohde, V. (2005): Head injury after a fall on stairs: poorer prognosis in inebriated patients?, *Zentralbl Neurochir* 66 [2], Seite 59-62
- Avis, S. P. (1993): Nontraumatic acute subdural hematoma. A case report and review of the literature, *Am J Forensic Med Pathol* 14 [2], Seite 130-4.
- Beaumont, A. und Gennarelli, T. (2006): CT prediction of contusion evolution after closed head injury: the role of pericontusional edema, *Acta Neurochir Suppl* 96, Seite 30-2.
- Berker, M.; Gulsen, S. und Ozcan, O. E. (2003): Ultra rapid spontaneous resolution of acute posttraumatic subdural hematomas in patient with temporal linear fracture, *Acta Neurochir (Wien)* 145 [8], Seite 715-7; discussion 717.
- Bullock, M. R.; Chesnut, R.; Ghajar, J.; Gordon, D.; Hartl, R.; Newell, D. W.; Servadei, F.; Walters, B. C. und Wilberger, J. E. (2006): Surgical management of acute subdural hematomas, *Neurosurgery* 58 [3 Suppl], Seite S16-24; discussion Si-iv.
- Cohen, D. B.; Rinker, C. und Wilberger, J. E. (2006): Traumatic brain injury in anticoagulated patients, *J Trauma* 60 [3], Seite 553-7.
- D'Amato, L.; Piazza, O.; Alliata, L.; Sabia, G.; Zito, G.; Frassanito, L.; Della Corte, F. und Tufano, R. (2007): Prognosis of isolated acute post-traumatic subdural haematoma, *J Neurosurg Sci* 51 [3], Seite 107-11.
- Davis, D. P.; Douglas, D. J.; Smith, W.; Sise, M. J.; Vilke, G. M.; Holbrook, T. L.; Kennedy, F.; Eastman, A. B.; Velky, T. und Hoyt, D. B. (2006): Traumatic brain injury outcomes in pre- and post- menopausal females versus age-matched males, *J Neurotrauma* 23 [2], Seite 140-8.

- Davis, D. P.; Kene, M.; Vilke, G. M.; Sise, M. J.; Kennedy, F.; Eastman, A. B.; Velky, T. und Hoyt, D. B. (2007): Head-injured patients who "talk and die": the San Diego perspective, *J Trauma* 62 [2], Seite 277-81.
- Dent, D. L.; Croce, M. A.; Menke, P. G.; Young, B. H.; Hinson, M. S.; Kudsk, K. A.; Minard, G.; Pritchard, F. E.; Robertson, J. T. und Fabian, T. C. (1995): Prognostic factors after acute subdural hematoma, *J Trauma* 39 [1], Seite 36-42; discussion 42-3.
- Depreitere, B.; Van Calenbergh, F. und van Loon, J. (2003): A clinical comparison of non-traumatic acute subdural haematomas either related to coagulopathy or of arterial origin without coagulopathy, *Acta Neurochir (Wien)* 145 [7], Seite 541-6; discussion 546.
- Depreitere, B.; Van Lierde, C.; Sloten, J. V.; Van Audekercke, R.; Van der Perre, G.; Plets, C. und Goffin, J. (2006): Mechanics of acute subdural hematomas resulting from bridging vein rupture, *J Neurosurg* 104 [6], Seite 950-6.
- Dunn, L. T.; Fitzpatrick, M. O.; Beard, D. und Henry, J. M. (2003): Patients with a head injury who "talk and die" in the 1990s, *J Trauma* 54 [3], Seite 497-502.
- Ehrlich, E.; Farr, T. und Maxeiner, H. (2008): Detection of arterial bleeding points in basilar subarachnoid hemorrhage by postmortem angiography, *Leg Med (Tokyo)* 10 [4], Seite 171-6.
- Ehrlich, E.; Maxeiner, H. und Lange, J. (2003): Postmortem radiological investigation of bridging vein ruptures, *Leg Med (Tokyo)* 5 Suppl 1, Seite S225-7.
- Firsching, R.; Heimann, M. und Frowein, R. A. (1997): Early dynamics of acute extradural and subdural hematomas, *Neurol Res* 19 [3], Seite 257-60.
- Firsching, R. und Woischneck, D. (2001): Present status of neurosurgical trauma in Germany, *World J Surg* 25 [9], Seite 1221-3.
- Gelabert-Gonzalez, M.; Fernandez-Villa, J. M.; Iglesias-Pais, M.; Gonzalez-Garcia, J. und Garcia-Allut, A. (2004): [Acute spontaneous subdural haematoma of arterial origin], *Neurocirugia (Astur)* 15 [2], Seite 165-70.
- Gelabert-Gonzalez, M.; Iglesias-Pais, M. und Fernandez-Villa, J. (2004): Acute subdural haematoma due to ruptured intracranial aneurysms, *Neurosurg Rev* 27 [4], Seite 259-62.

- Gennarelli, T. A. (1983): Head injury in man and experimental animals: clinical aspects, *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 32, Seite 1-13.
- Gennarelli, T. A. (1993): Mechanisms of brain injury, *J Emerg Med* 11 Suppl 1, Seite 5-11.
- Graham, David I. und Gennarelli, Thomas A. (1997): *Trauma 1, Sixth Edition. Auflage*, Graham, David I. und Lantos, Peter L., *Greenfield's Neuropathology, A Hodder Arnold Publication*, London, Sydney, Auckland, ISBN: ISBN-13: 978-0340742310.
- Graham, David I. und Gennarelli, Thomas A. (2000): *Pathology of brain damage after head injury, 4 edition. Auflage*, Cooper, Paul R. und Golfinos, John, *Head Injury*, McGraw-Hill Professional, New York, ISBN: ISBN-13: 978-0838536872.
- Gumpert, S. und Maxeiner, H. (2008): Sturzbedingte tödliche Schädel-Hirn-Traumen: Vorkommen und Nachweis von Brückenvenenrupturen, *Rechtsmedizin* 18 [4], Seite 247-250.
- Hanif, S.; Abodunde, O.; Ali, Z. und Pidgeon, C. (2009): Age related outcome in acute subdural haematoma following traumatic head injury, *Ir Med J* 102 [8], Seite 255-7.
- Herold, T. J.; Taylor, S.; Abbrescia, K. und Hunter, C. (2004): Post-traumatic subdural hygroma: case report, *J Emerg Med* 27 [4], Seite 361-6.
- Hlatky, R.; Valadka, A. B.; Goodman, J. C. und Robertson, C. S. (2004): Evolution of brain tissue injury after evacuation of acute traumatic subdural hematomas, *Neurosurgery* 55 [6], Seite 1318-23; discussion 1324.
- Ingebrigtsen, T.; Mortensen, K. und Romner, B. (1998): The epidemiology of hospital-referred head injury in northern Norway, *Neuroepidemiology* 17 [3], Seite 139-46.
- Itshayek, E.; Rosenthal, G.; Fraifeld, S.; Perez-Sanchez, X.; Cohen, J. E. und Spektor, S. (2006): Delayed posttraumatic acute subdural hematoma in elderly patients on anticoagulation, *Neurosurgery* 58 [5], Seite E851-6; discussion E851-6.
- Joki, T.; Hashimoto, T.; Akachi, K.; Boku, M.; Suzuki, K. und Nakamura, N. (1992): [Rapid resolution of acute subdural hematoma; report of two cases], *No Shinkei Geka* 20 [8], Seite 915-9
- Kamezaki, T.; Yanaka, K.; Fujita, K.; Nakamura, K.; Nagatomo, Y. und Nose, T. (2004): Traumatic acute subdural hygroma mimicking acute subdural hematoma, *J Clin Neurosci* 11 [3], Seite 311-3.

- King, A. I.; Yang, King H.; Zhang, Liying; Hardy, Warren und Viano, David C (2003): Is Head Injury Caused By Linear Or Angular Acceleration?, IRCOBI Conference, Lisbon(Portugal)
- Kleiven, S. (2003): Influence of impact direction on the human head in prediction of subdural hematoma, *J Neurotrauma* 20 [4], Seite 365-79.
- Knight, B. (1996): *Forensic pathology*, Arnold, London.
- Koc, R. K.; Akdemir, H.; Oktem, I. S.; Meral, M. und Menku, A. (1997): Acute subdural hematoma: outcome and outcome prediction, *Neurosurg Rev* 20 [4], Seite 239-44.
- Koc, R. K.; Pasaoglu, A.; Kurtsoy, A.; Oktem, I. S. und Kavuncu, I. (1997): Acute spontaneous subdural hematoma of arterial origin: a report of five cases, *Surg Neurol* 47 [1], Seite 9-11.
- Kominato, Y.; Matsui, K.; Hata, Y.; Kuwayama, N.; Ishizawa, S. und Takizawa, H. (2004): Acute subdural hematoma due to arteriovenous malformation primarily in dura mater: a case report, *Leg Med (Tokyo)* 6 [4], Seite 256-60
- Krauland, W. (1961): *Über die Quellen des akuten und chronischen subduralen Hämatoms.*, Bargmann, W. und Doerr, W., Zwanglose Abhandlung aus dem Gebiet der normalen und pathologischen Anatomie., Thieme, Stuttgart.
- Krauland, W. (1982): *Verletzungen der intrakraniellen Schlagadern.*, Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- Lee, K. S. (1998): The pathogenesis and clinical significance of traumatic subdural hygroma, *Brain Inj* 12 [7], Seite 595-603.
- Leestma, Jan E. und Kirkpatrick, Joel B. (1988): *Forensic neuropathology*, Raven Press, New York, ISBN: 0881673382.
- Manjunath, B. R. (2008): Computed tomography or not? A case report of an acute subdural hematoma without any external head injury in an elderly patient of advanced dementia, *J Am Geriatr Soc* 56 [2], Seite 378-9.
- Marmarou, A.; Signoretti, S.; Fatouros, P. P.; Portella, G.; Aygok, G. A. und Bullock, M. R. (2006): Predominance of cellular edema in traumatic brain swelling in patients with severe head injuries, *J Neurosurg* 104 [5], Seite 720-30.

- Matsuda, W.; Sugimoto, K.; Sato, N.; Watanabe, T.; Fujimoto, A. und Matsumura, A. (2008): Delayed onset of posttraumatic acute subdural hematoma after mild head injury with normal computed tomography: a case report and brief review, *J Trauma* 65 [2], Seite 461-3.
- Maxeiner, H. (1997): Detection of ruptured cerebral bridging veins at autopsy, *Forensic Sci Int* 89 [1-2], Seite 103-10.
- Maxeiner, H. (1998): Entstehungsbedingungen, Quellen und Typologie von tödlichen Subduralblutungen 9, *Rechtsmedizin*.
- Maxeiner, H. (2009): Subduralblutungen Ursachen, Arten, Folgen und forensische Aspekte, *Rechtsmedizin* 19 [2], Seite 111-128.
- Maxeiner, H. und Wolff, M. (2002): Pure subdural hematomas: a postmortem analysis of their form and bleeding points, *Neurosurgery* 50 [3], Seite 503-8; discussion 508-9.
- McClaskey, E. M. und Michalets, E. L. (2007): Subdural hematoma after a fall in an elderly patient taking high-dose omega-3 fatty acids with warfarin and aspirin: case report and review of the literature, *Pharmacotherapy* 27 [1], Seite 152-60.
- McIntosh, T. K.; Smith, D. H.; Meaney, D. F.; Kotapka, M. J.; Gennarelli, T. A. und Graham, D. I. (1996): Neuropathological sequelae of traumatic brain injury: relationship to neurochemical and biomechanical mechanisms, *Lab Invest* 74 [2], Seite 315-42.
- Meyer, F. und Sandvoss, G. (1997): Acute subdural hematoma associated with nontraumatic aneurysm rupture, *Zentralbl Neurochir* 58 [2], Seite 66-70.
- Oehmichen, M.; Walter, T.; Meissner, C. und Friedrich, H. J. (2003): Time course of cortical hemorrhages after closed traumatic brain injury: statistical analysis of posttraumatic histomorphological alterations, *J Neurotrauma* 20 [1], Seite 87-103.
- Pentland, B.; Hutton, L. S. und Jones, P. A. (2005): Late mortality after head injury, *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 76 [3], Seite 395-400.
- Petridis, A. K.; Dorner, L.; Doukas, A.; Eifrig, S.; Barth, H. und Mehdorn, M. (2009): Acute subdural hematoma in the elderly; clinical and CT factors influencing the surgical treatment decision, *Cen Eur Neurosurg* 70 [2], Seite 73-8.

- Rabinstein, A. A.; Chung, S. Y.; Rudzinski, L. A. und Lanzino, G. (2009): Seizures after evacuation of subdural hematomas: incidence, risk factors, and functional impact, *J Neurosurg.*
- Reilly, P. L.; Graham, D. I.; Adams, J. H. und Jennett, B. (1975): Patients with head injury who talk and die, *Lancet* 2 [7931], Seite 375-7.
- Roldan-Valadez, E.; Facha, M. T.; Martinez-Lopez, M. und Herrera-Mora, P. (2006): Subdural hematoma in a teenager related to roller-coaster ride, *Eur J Paediatr Neurol* 10 [4], Seite 194-6.
- Sawauchi, S. und Abe, T. (2008): The effect of haematoma, brain injury, and secondary insult on brain swelling in traumatic acute subdural haemorrhage, *Acta Neurochir (Wien)* 150 [6], Seite 531-6; discussion 536.
- Sawauchi, S.; Marmarou, A.; Beaumont, A.; Signoretti, S. und Fukui, S. (2004): Acute subdural hematoma associated with diffuse brain injury and hypoxemia in the rat: effect of surgical evacuation of the hematoma, *J Neurotrauma* 21 [5], Seite 563-73.
- Seelig, J. M.; Becker, D. P.; Miller, J. D.; Greenberg, R. P.; Ward, J. D. und Choi, S. C. (1981): Traumatic acute subdural hematoma: major mortality reduction in comatose patients treated within four hours, *N Engl J Med* 304 [25], Seite 1511-8.
- Senft, C.; Schuster, T.; Forster, M. T.; Seifert, V. und Gerlach, R. (2009): Management and outcome of patients with acute traumatic subdural hematomas and pre-injury oral anticoagulation therapy, *Neurol Res* 31 [10], Seite 1012-8.
- Servadei, F. (1997): Prognostic factors in severely head injured adult patients with acute subdural haematoma's, *Acta Neurochir (Wien)* 139 [4], Seite 279-85.
- Servadei, F.; Nasi, M. T.; Giuliani, G.; Cremonini, A. M.; Cenni, P.; Zappi, D. und Taylor, G. S. (2000): CT prognostic factors in acute subdural haematomas: the value of the 'worst' CT scan, *Br J Neurosurg* 14 [2], Seite 110-6.
- Stein, Dr. med. Kirsten Marion; Ruf, Katharina; Ganten, Dr. med. Maria Katharina und Mattern, Prof. Dr. med. Rainer (2005): Darstellung der Brückenvenen mit der postmortalen Computertomographie, *Archiv für Kriminologie* 215, Seite 18-26.
- Tagliaferri, F.; Compagnone, C.; Korsic, M.; Servadei, F. und Kraus, J. (2006): A systematic review of brain injury epidemiology in Europe, *Acta Neurochir (Wien)* 148 [3], Seite 255-68; discussion 268.



- Tandon, P. N. (2001): Acute subdural haematoma : a reappraisal, *Neurol India* 49 [1], Seite 3-10.
- Tian, H. L.; Chen, S. W.; Xu, T.; Hu, J.; Rong, B. Y.; Wang, G.; Gao, W. W. und Chen, H. (2008): Risk factors related to hospital mortality in patients with isolated traumatic acute subdural haematoma: analysis of 308 patients undergone surgery, *Chin Med J (Engl)* 121 [12], Seite 1080-4.
- Tokoro, K.; Nakajima, F. und Yamataki, A. (1988): Acute spontaneous subdural hematoma of arterial origin, *Surg Neurol* 29 [2], Seite 159-63.
- Torihashi, K.; Sadamasa, N.; Yoshida, K.; Narumi, O.; Chin, M. und Yamagata, S. (2008): Independent predictors for recurrence of chronic subdural hematoma: a review of 343 consecutive surgical cases, *Neurosurgery* 63 [6], Seite 1125-9; discussion 1129.
- Tsui, E. Y.; Fai Ma, K.; Cheung, Y. K.; Chan, J. H. und Yuen, M. K. (2000): Rapid spontaneous resolution and redistribution of acute subdural hematoma in a patient with chronic alcoholism: a case report, *Eur J Radiol* 36 [1], Seite 53-7.
- van den Brink, W. A.; Zwienenberg, M.; Zandee, S. M.; van der Meer, L.; Maas, A. I. und Avezaat, C. J. (1999): The prognostic importance of the volume of traumatic epidural and subdural haematomas revisited, *Acta Neurochir (Wien)* 141 [5], Seite 509-14.
- Vazquez-Barquero, A.; Vazquez-Barquero, J. L.; Austin, O.; Pascual, J.; Gaité, L. und Herrera, S. (1992): The epidemiology of head injury in Cantabria, *Eur J Epidemiol* 8 [6], Seite 832-7.
- Werkgartner, A. (1922): Subdurale Blutungen aus verborgener Quelle, *Beitr. Gerichtl. Med.* 5, Seite 191-211.
- Westermaier, T.; Eriskat, J.; Kunze, E.; Gunthner-Lengsfeld, T.; Vince, G. H. und Roosen, K. (2007): Clinical features, treatment, and prognosis of patients with acute subdural hematomas presenting in critical condition, *Neurosurgery* 61 [3], Seite 482-7; discussion 487-8.
- Wilberger, J. E., Jr.; Harris, M. und Diamond, D. L. (1990): Acute subdural hematoma: morbidity and mortality related to timing of operative intervention, *J Trauma* 30 [6], Seite 733-6.
- Woertgen, C.; Rothoerl, R. D.; Schebesch, K. M. und Albert, R. (2006): Comparison of craniotomy and craniectomy in patients with acute subdural haematoma, *J Clin Neurosci* 13 [7], Seite 718-21.

- Wong, G. K.; Tang, B. Y.; Yeung, J. H.; Collins, G.; Rainer, T.; Ng, S. C. und Poon, W. S. (2009): Traumatic intracerebral haemorrhage: is the CT pattern related to outcome?, Br J Neurosurg 23 [6], Seite 601-5.
- Yagi, T.; Suzuki, T.; Nagata, Y.; Naruse, H. und Nakagawa, O. (1996): [The cases of acute spontaneous subdural hematoma], No Shinkei Geka 24 [7], Seite 665-9.
- Yavuz, M. S.; Asirdizer, M.; Cetin, G.; Gunay Balci, Y. und Altinkok, M. (2003): The correlation between skull fractures and intracranial lesions due to traffic accidents, Am J Forensic Med Pathol 24 [4], Seite 339-45
- Zhao, H. und Bai, X. J. (2009): Influence of operative timing on prognosis of patients with acute subdural hematoma, Chin J Traumatol 12 [5], Seite 296-8.

## **Danksagung**

Abschließend möchte ich es nicht versäumen, Herrn Prof. Maxeiner für die Überlassung und Herrn Prof. Tsokos für die Übernahme des Themas zu danken.

Ihre Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit der Thematik haben zum Gelingen der Arbeit beigetragen.



## **Erklärung**

Ich, Katharina Adolf, erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema „Morphologischer Formvergleich tödlicher Subduralhämatome aus verschiedenen Blutungsquellen“ selbst ohne die Hilfe Dritter verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten dargestellt habe.

Datum

Unterschrift



## **Lebenslauf:**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.