

Aus der Klinik für Anästhesiologie  
(Prof. Dr. M. Quintel)  
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

# **Vergleich von Anästhesieverfahren bei chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizinischen Fakultät der  
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

**Stephan Gregor Geibel**

aus

Göttingen

Göttingen 2016

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer  
Referent: PD. Dr. med. I. Bergmann  
Ko-Referent: PD Dr. med. M. Wachowski  
Promotor-Vertreterin: Prof. Dr. hum. biol. M. Schön

Datum der mündlichen Prüfung: 09.08.2017

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel "Vergleich von Anästhesieverfahren bei chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität" eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, Dezember 2016

Stephan Gregor Geibel

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bedeutung von ambulanten Operationen .....	1
1.2 Anästhesie bei ambulanten Operationen.....	2
1.3 Stellenwert der Anästhesieverfahren .....	2
1.4 Geschichte der Anästhesieverfahren.....	8
1.5 Zielsetzung .....	10
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>12</b>
2.1 Studiendesign .....	12
2.2 Patienten .....	12
2.2.1 Patientenrekrutierung.....	12
2.2.2 Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien.....	13
2.3 Anästhesieverfahren.....	13
2.3.1 Lokale Infiltration.....	14
2.3.2 Axilläre Plexusanästhesie.....	14
2.3.3 IV Regionalanästhesie nach Bier.....	15
2.3.4 Allgemeinanästhesie .....	15
2.4 Messgrößen und Erhebung.....	16
2.4.1 Prozesszeiten.....	16
2.4.2 Wirksamkeit.....	16
2.4.3 Hämodynamische Parameter.....	17
2.4.4 Sympathikotonus .....	17
2.4.5 Postoperatives Interview .....	18
2.4.6 Sekundäre Zielgrößen.....	18
2.5 Operationen .....	19
2.6 Klinische Datenerhebung und statistische Auswertung.....	19
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>20</b>
3.1 Gruppenübersicht .....	20
3.1.1 Alter .....	20
3.1.2 Gewicht und BMI .....	20

---

3.1.3	Geschlecht .....	20
3.1.4	Art der Eingriffe .....	21
3.2	Prozesszeiten .....	23
3.2.1	Anästhesiezeit .....	23
3.2.2	Gesamtdauer .....	24
3.2.3	Postoperative Betreuungszeit .....	24
3.3	Auswirkung auf die Hämodynamik und den Sympathikotonus .....	26
3.3.1	Blutdruck .....	26
3.3.2	Herzfrequenz .....	29
3.3.3	ESG .....	31
3.4	Postoperativ .....	33
3.4.1	Schmerz .....	33
3.4.2	Zufriedenheit .....	35
3.4.3	Wahrnehmung .....	37
3.4.4	Komplikationen .....	38
3.4.5	Wirksamkeit der Anästhesie und Abbruch des Verfahrens .....	39
<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>40</b>
4.1	Anthropometrische Daten .....	40
4.2	Prozesszeiten .....	42
4.3	Auswirkungen auf die Hämodynamik und den Sympathikotonus .....	44
4.3.1	Blutdruck .....	45
4.3.2	Herzfrequenz .....	46
4.3.3	ESG .....	46
4.4	Postoperative Ergebnisse .....	48
4.4.1	Schmerz .....	48
4.4.2	Zufriedenheit .....	50
4.4.3	Wahrnehmungen .....	51
4.4.4	Komplikationen .....	52
4.4.5	Wirksamkeit der Anästhesie und Abbruch des Verfahrens .....	53
4.5	Kritik an der Studie .....	54
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>57</b>
6.1	Einwilligung .....	57
6.2	Aufklärungsmaterial/Information .....	58
6.3	Protokoll .....	61
6.4	Fragebogen .....	64
6.5	Post-hoc-Test der anthropometrischen Daten .....	68
6.6	Post-hoc-Test Prozesszeiten .....	69
6.7	Post-hoc-Tests Hämodynamik und den Sympathikotonus .....	70
6.8	Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz .....	71
6.9	Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen .....	72

---

<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>73</b>
7.1	Internetquellen .....	80

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Übersicht der Studien im Flowdiagramm.....	11
Abbildung 2 Geschlechterverteilung in Prozent .....	22
Abbildung 3 Boxplot Anlagezeit der Anästhesie.....	23
Abbildung 4 Boxplot Postoperative Betreuungszeit.....	25
Abbildung 5 Abfall des Blutdruckes vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung .....	26
Abbildung 7 Abfall der Herzfrequenz vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung .....	29
Abbildung 8 Herzfrequenzen im Verlauf als Boxplot.....	30
Abbildung 9 Sympathikotonus im Verlauf als Boxplot.....	31
Abbildung 10 Übersicht über Schulnotengebung je Verfahren .....	35
Abbildung 11 Wahrnehmung während der Operation .....	37

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht über die Patientenverteilung je Verfahren .....	12
Tabelle 2 Anthropometrische Daten.....	22
Tabelle 3 Prozesszeiten.....	24
Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus .....	28
Tabelle 5 Schmerzübersicht.....	33
Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen .....	36
Tabelle 7 Post-hoc-Test der anthropometrischen Daten.....	68
Tabelle 8 Post-hoc-Test Prozesszeiten .....	69
Tabelle 9 Post-hoc-Tests Hämodynamik.....	70
Tabelle 10 Post-hoc-Tests Verlauf Hämodynamik und Sympathikotonus.....	70
Tabelle 11 Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz .....	71
Tabelle 12 Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen .....	72

## Abkürzungsverzeichnis

µg	Mikrogramm
AA	Allgemeinanästhesie
ASA	American Society of Anesthesiologists
AxPlex	axilläre Plexusanästhesie
BMI	Body Mass Index
cm	Zentimeter
DKGEV	Deutsche Krankenhausgesellschaft e.V.
EKG	Elektrokardiogramm
ESG	Elektro-Sympathikograph
G	Gauge
h	Stunde
i.v. /IV	intravenös
IVR	intravenöse Regionalanästhesie
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
LA	Lokalanästhesie
m	männlich
MAD	mittlerer arterieller Blutdruck
Mg	Milligramm
MHz	Megahertz
min	Minuten
Mio.	Million
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule

---

N	Anzahl
n.s.	nicht signifikant
NAS	numerische Analogskala
NRS	numerische Ratingskala
n.r.	nicht rechenbar
OP	Operation, Operationssaal
p.o.	per os
PONV	postoperative nausea and vomiting
SD	Standardabweichung
Tsd.	Tausend
u. a.	und andere
w	weiblich

# 1 Einleitung

## 1.1 Bedeutung von ambulanten Operationen

Die Bedeutung von ambulanten Operationen nimmt sowohl weltweit als auch in Deutschland kontinuierlich zu. In den vergangenen Jahren konnte ein 16-facher Anstieg der Anzahl an ambulanten Eingriffen in der Bundesrepublik verzeichnet werden. Im Jahr 1996 wurden in Deutschland 117 Tsd. ambulante Operationen durchgeführt, 2012 betrug die Anzahl ca. 1,9 Mio. (Frei et al. 1995; Kraus 2001; Hofer 2012; Statistisches Bundesamt 2012a; Statistisches Bundesamt 2012b; Statistisches Bundesamt 2013). Dies gilt sowohl für Operationen in Krankenhäusern als auch außerhalb von Krankenhäusern. So stiegen die Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen von 105,9 Mio. EUR im Jahr 2000 auf 619,9 Mio. EUR 2011 für ambulante Operationen im Krankenhaus. Für Eingriffe außerhalb von Krankenhäusern stiegen die Ausgaben im gleichen Zeitraum von 665,7 Mio. EUR im Jahr 2000 auf 1.672,6 Mio. EUR im Jahr 2011 (DKGEV 2013). In Hinblick auf die Zunahme der Anzahl der ambulant durchgeführten Eingriffe sowie auf die Ausgaben im Gesundheitssystem werden Untersuchungen und Studien über ambulante Operationen immer wichtiger (Fischer und Zechmeister-Koss).

In Deutschland bestand, anders als in vielen anderen Ländern, lange eine starke Ablehnung gegenüber dem ambulanten Bereich (Brökelmann 2007). Die Gründe dafür sieht Brökelmann historisch im preußischen System mit der Einführung der Polikliniken und des Chefarztsystems. Diese Ablehnung wird jedoch zunehmend abgebaut (ebd.). Der hierdurch resultierende Anstieg der Fallzahlen führt allerdings zu neuen Herausforderungen bei der Patientenversorgung. Zum einen nimmt die Anzahl der Patienten mit Vorerkrankungen deutlich zu (Prabhu und Chung 2001), zum anderen steigt die Zahl der Komplikationen bei ambulanten Operationen an, da die Vorerkrankungen der Patienten meist unbekannt sind (Bryson et al. 2004b; Bryson et al. 2004a). Um Komplikationen und die Belastung für Patienten so gering wie möglich zu halten, sollte aus anästhesiologischer Sicht immer das am besten zu einem Patienten und zum Eingriff passende Verfahren gewählt werden. In der folgenden Arbeit soll vor allem auf die Frage eingegangen werden, welches Verfahren in Hinblick auf Wirksamkeit, Prozesszeiten, Aktivität des sympathischen Nervensystems, perioperative Komplikationen und postoperative Schmerzen bei ambulanten Eingriffen für welchen Patienten geeignet ist.

## **1.2 Anästhesie bei ambulanten Operationen**

Vor der Wahl eines geeigneten Anästhesiefahrens für den Patienten sind die Voraussetzungen für eine ambulante Operation sowie das ambulant durchgeführte Anästhesieverfahren zu klären. Hierfür gilt eine Leitlinie des Bundesverbandes für Ambulantes Operieren e.V. sowie die Vereinbarung zur Qualitätssicherung ambulanter Anästhesie des Bundesverbandes Deutscher Anästhesisten und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband Deutscher Chirurgen (Weißbauer 1998; BDA 2006).

Die Auswahlkriterien richten sich nach der Eignung des Eingriffes zur ambulanten Durchführung und der Eignung des Patienten sowohl im Hinblick auf soziale Aspekte (Heimweg, häusliche Betreuung, telefonische Erreichbarkeit) als auch auf medizinische Aspekte (Einsicht in Notwendigkeit der Nachbetreuung, falls vorhanden: gut eingestellte/therapierte chronische Grunderkrankungen wie Diabetes oder Hypertonus sowie keine Adipositas per magna).

Neben den räumlichen und personellen Eignungen (Facharztstandard Anästhesie, erfahrene und qualifiziertes Pflegepersonal) werden in den Empfehlungen die Kriterien zur Patientenentlassung erörtert. Hierzu zählen unter anderem stabile Vitalzeichen seit mindestens einer Stunde postoperativ, ausreichende Schmerztherapie, minimale Übelkeit und Benommenheit, die Fähigkeit sich anzukleiden und die Möglichkeit der Aufnahme von Flüssigkeit durch Trinken.

Die Vereinbarung zur Qualitätssicherung ambulanter Anästhesie ergänzt die Empfehlungen im Wesentlichen um die Rückläufigkeit der Sensorik und Motorik bei regionalen Verfahren als Entlassungskriterium sowie die ausführliche Dokumentation der Voruntersuchung, der Vitalparameter und Ereignisse der intra- und postoperativen Betreuung (Weißbauer 1998; BDA 2006).

## **1.3 Stellenwert der Anästhesieverfahren**

Vor dem Hintergrund der Bedeutung des ambulanten Operierens ist der Stellenwert der einzelnen möglichen und gängigen Verfahren bzw. der Wahl zwischen Regional- oder Allgemeinanästhesie zu klären. In einer Übersichtsarbeit formulieren Schäfer und Wittenmeier die Wunschkriterien für das „ideale Anästhesieverfahren“ für ambulante Operationen:

- Exzellente Steuerbarkeit und Vorhersehbarkeit der Wirkung,
- optimale Operationsbedingungen,
- geringe Kosten,
- schnelles postoperatives Abklingen,
- keine negativen Wirkungen in der postoperativen Phase und
- ein hohes Maß an Patientenzufriedenheit.

(Schäfer und Wittenmeier 2003)

Diesen „Wünschen“ steht bei Eingriffen an der oberen Extremität eine Auswahl der Verfahren (lokale Infiltration, axilläre Plexusanästhesie, IV-Block nach Bier und Allgemeinanästhesie) gegenüber, die für die Anästhesie gewählt werden können. Gerade bei ambulanten Eingriffen an den Extremitäten sprechen sich viele Autoren für regionale Verfahren statt einer Allgemeinanästhesie aus (Auroy et al. 1997; Graf und Martin 2001; Heller et al. 2009). Doch in Bezug auf die regionalen Verfahren untereinander existieren unterschiedliche Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren wie z.B.: Dauer, Zuverlässigkeit, Auswirkungen auf den Kreislauf, Schwierigkeitsgrad der Durchführung.

Vor dem aktuellen Hintergrund der Debatten um Ökonomie im Gesundheitswesen ist die effiziente Nutzung von Ressourcen ein wichtiger Ansatzpunkt für Verbesserungen. Im Rahmen der Anästhesieverfahren bedeutet dies vor allem eine Optimierung der Prozesszeiten (Mende 2009; Henning et al. 2014).

Aus Gründen der Effizienz, gerade unter dem Zeitaspekt, aber auch der Zuverlässigkeit, wird häufig die Allgemeinanästhesie bevorzugt (Rawal 2001). Durch die Einführung der TIVA mittels Propofol und Remifentanyl sind die Zuverlässigkeit, gute Steuerbarkeit und Reduktion von postoperativer Übelkeit und postoperativem Erbrechen, kurz PONV, häufig angeführte Argumente für die Anwendung der Allgemeinanästhesie (Wilhelm et al. 2000; Rawal 2001; Wilhelm et al. 2003; Eikaas und Raeder 2009; Heller et al. 2009). Unter den Möglichkeiten einer Allgemeinanästhesie gilt die TIVA mittels Propofol und Remifentanyl heutzutage als Standard für ambulante Eingriffe (Standl und Lussi 2012). Zahlreiche Untersuchungen kommen allerdings zu dem Schluss, dass angesichts der Gesamtdauer inklusive postoperativer Betreuungszeit regionale Verfahren durchaus zeitsparender durchgeführt werden können. Voraussetzung hierfür ist ein perfektes Setting an infrastrukturellen und personellen Möglichkeiten, um parallel bzw. überlappend einzuleiten und so Wartezeiten zu minimieren (Bauer und Hinz 2010). Weitere Voraussetzung sind die Fähigkeiten des Anästhesisten im Hinblick auf regionale Verfahren

(Murphy und Chan 2000; Chan et al. 2001; Prabhu und Chung 2001; McCartney et al. 2004; Liu et al. 2005). Laut einer Umfrage im deutschsprachigen Raum zur Regionalanästhesie wird diese dank Hilfsmitteln wie Ultraschall immer häufiger durchgeführt (Grau et al. 2004).

Die richtige Auswahl des Anästhesieverfahrens entscheidet über das Outcome der Patienten (White 2000). Zu den Faktoren des Outcomes zählen einerseits die perioperative Betreuung und Schmerzfreiheit, nicht weniger wichtig ist aber auch die Kontrolle des postoperativen Schmerzes sowie das Auftreten von Übelkeit und Erbrechen (PONV) für die Patientenzufriedenheit (Ghosh und Sallam 1994; Myles et al. 2000).

Wenn ambulante Operationen verbessert und beschleunigt werden sollen, ist die Anästhesieleistung im Zeitmanagement zu verbessern und Nebenwirkungen sowie Komplikationen, wie postoperativer Schmerz und PONV, zu reduzieren (Pavlin et al. 1998; Gupta 2007). Übelkeit und postoperativer Schmerz verlängern in 30% der Fälle den Patientenaufenthalt und mindern die Patientenzufriedenheit (Shnaider und Chung 2006). Auch die postoperativen Schmerzen so gering wie möglich zu halten, ist ein wichtiges Ziel in der ambulanten Patientenversorgung (Beauregard et al. 1998; Chung et al. 1997; Jin und Chung 1998; White und Eng 2007). Regionale Anästhesie scheint eine gute und nebenwirkungsarme Methode zu sein, um postoperativen Schmerz zu verhindern (Woolf und Chong 1993; Rawal et al. 2001; Dahl und Raeder 2003). Dies ist vor allem darin begründet, dass Allgemeinanästhesien mit Remifentanyl durch eine Opiattoleranzentwicklung das postoperative Schmerzmanagement erschweren können (Guignard et al. 2000; Koppert 2004) beziehungsweise nach Beendigung der Gabe von Remifentanyl aufgrund der kurzen Wirkdauer schnell wieder Schmerzen auftreten können (Standl und Lussi 2012).

Die postoperative Nachbetreuung der Patienten im ambulanten Bereich scheint derzeit unzureichend, eine objektivere Messung in Bezug auf postoperative Schmerzen wäre wünschenswert (Kehlet und Dahl 2003). Nur 11% der befragten Anästhesisten und Chirurgen versorgen adäquat den postoperativen Schmerz (Lux et al. 2008; Heller et al. 2009).

Ebenso wie Schmerz, Übelkeit und Erbrechen ist auch die stabile Hämodynamik ein wichtiges Kriterium für kurze Überwachungszeiten (Flanckbaum et al. 1998; Macario et al. 1999). Dies könnte ein Argument für die regionalen Verfahren darstellen. Regionalanästhesien scheinen gute, sichere und schnelle Verfahren für den ambulanten

Bereich zu sein (Klein et al. 2002). Im Vergleich zur Allgemeinanästhesie zeigten Untersuchungen der Regionalanästhesie eine kürzere nicht chirurgische Zeit sowie schnellere Entlassungen bei Schulteroperationen mittels regionaler Blockaden (Brown et al. 1993; D'Alessio et al. 1995; Hadzic et al. 2004; Hadzic et al. 2005)

In der Gesamtbetrachtung der unterschiedlichen Verfahren dürfen Risiken und Nebenwirkungen der einzelnen Anästhesietechniken nicht unberücksichtigt bleiben. Bei der Allgemeinanästhesie sind, wie bereits erwähnt, PONV, postoperative Schmerzentwicklung nach Remifentanilgabe, postoperative Atemdepression (unter Remifentanil nur noch selten), Kreislaufdepression (aufgrund der kurzen Halbwertszeit des Propofols nur kurzzeitige Auswirkungen) vorherrschend (Brown et al. 1993; Macario et al. 1999; Guignard et al. 2000; Wilhelm et al. 2000; Wilhelm et al. 2003; Gupta et al. 2004; Gupta 2007; Eikaas und Raeder 2009; Standl und Lussi 2012).

Den Vorteilen der regionalen Verfahren an der oberen Extremität wie Kreislaufstabilität, fehlende respiratorische Beeinflussung, fehlende zentralnervöse Beeinflussung und weniger PONV (Standl und Lussi 2012), stehen allerdings andere Risiken gegenüber. Das Risiko einer Verletzung bei der Anlage der Anästhesie von bzw. an Gefäßen, Nerven (z.B. intraneurale Injektion) oder anderem Gewebe, kann jedoch dank ultraschallgestützter Punktion minimiert werden (Gorsewski et al. 2012). Eine weitere Gefahr stellt die irreversible Neurotoxizität des peripheren Nervens dar. Es wird vermutet, dass der Schaden durch ein Ödem innerhalb des Nervs aufgrund osmotischer Vorgänge entsteht (Dullenkopf und Borgeat 2003). Bei der intravenösen Regionalanästhesie nach Bier besteht das Risiko, dass hohe Mengen Lokalanästhetikum zentral wirken können, falls die Blutsperre vorzeitig aufgehoben wird. Hierdurch kann es nicht nur im Zielgebiet, sondern auch an Herz-, Gehirn- und Muskelzellen zur Blockade von Natriumkanälen, aber auch von Kaliumkanälen kommen. Folgen sind: orales Kribbeln, Metallgeschmack, Sprach- und Sehstörung bis hin zu Krämpfen, Koma, Atemdepression und höhergradige Herzrhythmusstörungen (Dullenkopf und Borgeat 2003). In Untersuchungen zeigte sich der Bierblock allerdings als bis zu 98% komplikationslos (Farrell et al. 1985; Brown et al. 1989).

Letztlich kann nach Entlassung des ambulanten Patienten aufgrund von falscher Lagerung bei noch anhaltender Missempfindung der Extremität ein Druckschaden an Nerven und Geweben entstehen (Ilfeld et al. 2002; Standl und Lussi 2012). Vor diesem Hintergrund ergibt sich ein Problem beim Vergleich der bis heute durchgeführten international vergleichenden Studien. Grund dafür ist die unterschiedliche Handhabung der Entlassung

bei Blöcken. In Deutschland wird oftmals bis zum kompletten Rückgang der sensorischen und motorischen Blockade abgewartet. Dagegen gibt es Empfehlungen, die beginnende Rückläufigkeit der sensorischen und motorischen Blockade als Entlassungskriterium zu werten (Weißauer 1998; BDA 2006; Heller et al. 2009). Auch eine aktuelle S1 Leitlinie für Spinalanästhesie hat diese Empfehlung aufgenommen (Wulf et al. 2013). Anderen Ortes gibt es Bestrebungen, Patienten mit Block nach Hause zu entlassen, teilweise sogar mit kontinuierlichen Katheterverfahren, um die postoperative Schmerzsituation positiv zu beeinflussen (Ilfeld et al. 2002; Klein et al. 2005).

Für einige Autoren scheint die Regionalanästhesie gerade in Anbetracht postoperativer Schmerzfreiheit und fehlender Übelkeit im Vergleich zur Allgemeinanästhesie ideal zu sein (Lux et al. 2008).

Neben der postoperativen Schmerzfreiheit und fehlender Übelkeit sind Patientenzufriedenheit und peri- und postoperativer Stress weitere Kriterien bei der Suche nach dem optimalen Anästhesieverfahren.

In einer Studie mit 10.811 Patienten konnte gezeigt werden, dass die subjektive Patientenzufriedenheit bei Anästhesieverfahren bei ambulanten Operationen von Übelkeit, Erbrechen, Komplikationen aber vor allem vom Schmerz abhängt (Myles et al. 2000). Auch eine weitere Studie, die mit Hilfe eines Fragebogens die Patientenzufriedenheit ermittelt hat, kommt zu dem Ergebnis, dass Schmerzen an erster Stelle für Unzufriedenheit steht (Ghosh und Sallam 1994). Neben der Möglichkeit der Messung der Zufriedenheit bzw. der aufgetretenen Schmerzen mittels Patientenfragebogen, ist es möglich, einen objektiven Eindruck über die Schmerz- und Stresssituation des Patienten zu erlangen. Durch die Messung der Sympathikusaktivität sind Rückschlüsse auf den Stress sowie die Schmerzsituation des Patienten möglich (Storm et al. 2002; Schiller et al. 2007; Storm 2008). Bei der Sympathikographie handelt es sich um eine vom Patienten nicht willkürlich beeinflussbare Messgröße, welche peripher gemessen werden kann. Die Veränderung des Hautwiderstandes spiegelt die Erregung der Sudomotorik, das heißt der Innervation der eccrinen Schweißdrüsen der Haut wider. Je mehr sympathische Aktivität ein Patient erlebt, desto mehr Aktionspotentiale werden auf sympathische Nervenbahnen geleitet und umso niedriger wird der gemessene Widerstand. Die Sudomotorik wird direkt durch die Sympathikusaktivität ausgelöst und hat keinen Gegenspieler (Janitzki und Götte 1986; Janitzki und Götte 1995; Schiller et al. 2007; Storm 2008; Janitzki 2010); die Korrelation zwischen Schmerz und Hautimpedanzänderung durch Aktivierung des Sympathikus

---

konnte inzwischen in unterschiedlichen Studien gezeigt werden (Storm 2008; Dalal et al. 2013).

Der Hautwiderstand ändert sich je nach Sympathikusaktivierung aufgrund der Innervation der Sudomotorik der eccrinen Schweißdrüsen.

## 1.4 Geschichte der Anästhesieverfahren

Die vier untersuchten Anästhesieverfahren sind gängige und bewährte Methoden, um die Operationsfähigkeit zu gewährleisten, wobei regionale Verfahren den Patienten, den Anästhesisten und den Operateur zufriedenstellen und im Vergleich zur Allgemeinanästhesie weniger Nebenwirkungen auftreten sollen (Philip 1992). Neben PONV und postoperativen Schmerzen führt Philip auch längere postoperative Betreuungszeiten und Airwaytraumata als Nachteile bei einer Allgemeinanästhesie an. Die lokalen Verfahren nutzen allesamt die Wirkung von Lokalanästhetika. Nach Diffusion des Anästhetikums in die Nervenzelle interagiert es mit den Natriumkanälen der Zellmembran und verhindert so die elektrische Erregbarkeit der Zelle und somit die Weitergabe des Impulses zur Schmerzwahrnehmung. Myelinisierte A-delta-Fasern werden aufgrund der Lipophilie der Lokalanästhetika schneller als unmyelinisierte C-Fasern blockiert (Aken und Wulf 2010; Dullenkopf und Borgeat 2003). Die lokale Infiltration zur Betäubung von Nerven wurde erstmals 1892 beschrieben, die Methode gilt als Grundlage der Lokalanästhesie (Schleich 1892; Schleich 1899; Goerig und Schulte am Esch 2008). Hierbei wird in die zu betäubende Region ein Depot eines Lokalanästhetikums appliziert, nach oben beschriebener Wirkweise setzt die Betäubung je nach Anschlagzeit des Medikamentes ein. August Bier entdeckte neben der Spinalanästhesie auch die Intravenöse Regionalanästhesie (Bier 1908; Raj et al. 1972), dieses Verfahren gilt als besonders einfach und effektiv (Brown et al. 1989; Chan et al. 1981; Dunbar und Mazze 1967), es hat allerdings nur eine begrenzte Wirkdauer, die von der Halbwertszeit des Lokalanästhetikums und der Dauer des Blutstaus abhängt. Die Wirkweise des Bierblockes besteht in der Blockade peripherer Nervenendigungen (Aken und Wulf 2010; Koppert et al. 2000). Für ambulante Eingriffe wird der Bierblock allerdings häufig empfohlen (Rawlings und Staniforth 1979; Rouso et al. 1979; Ware 1979). 86% der nordamerikanischen Anästhesisten wenden den IV-Block nach Bier regelmäßig an (Henderson et al. 1997). Die Erfolgsrate, d.h. eine zuverlässige Anästhesie, so dass die Operationsfreigabe erfolgen kann, liegt bei 98% (Dunbar und Mazze 1967). In 95% der Fälle treten keine Komplikationen auf (Farrell et al. 1985), so dass dieses Verfahren auch für Kinder von 3 bis 12 Jahren empfohlen wird (Fitzgerald 1976). Erwähnt werden muss, dass ein Bericht über eine tödlich verlaufene Komplikation bei vorzeitigem Lösen des Blutstaus vorliegt; dem Bericht nach war dabei allerdings nicht ausreichend qualifizierteres Personal beteiligt, das für das Auslösen dieser Komplikation verantwortlich war (Heath 1982). Dennoch bleibt der IV-Block nach Bier seit über 100 Jahren ein verbreitetes Verfahren (Reis 2008).

Eine weitere Methode, den Arm regional zu betäuben, stellt die axilläre Plexusanästhesie dar, sie wurde 1911 erstmals beschrieben (Hirschel 1911) und die Technik wurde seitdem kontinuierlich verbessert (De Jong 1961). Die Erfolgsquote des Verfahrens konnte von 79% (Hartung und Rupprecht 1989) auf 99% gesteigert werden (Pearce et al. 1996). Nebenwirkung und Komplikationen werden in der Literatur als unterschiedlich stark beschrieben.

Cooper berichtet, dass 51% der von ihm untersuchten Patienten Nebenwirkungen hatten, darunter führte er Blutergüsse, Schmerzen, anhaltendes Taubheitsgefühl und Übelkeit auf. Dennoch würden 93% dieser Patienten wieder eine axilläre Plexusanästhesie bei sich durchführen lassen (Cooper et al. 1995). Die guten anatomischen Voraussetzungen machen die axilläre Plexusanästhesie unter den Anästhesien des Plexus brachialis zu einem sicheren und effizienten Verfahren (Meier et al. 2003; Schmidt et al. 2008). Weiterentwicklungen der atraumatischen Nadeln (Selander et al. 1979), Beschreibung des Klick-Phänomens (Burnham 1959), Zuhilfenahme von Nervenstimulatoren (Selander et al. 1977) und nicht zuletzt die Einführung des Ultraschalls zum Auffinden der zu betäubenden Nerven (Barrington et al. 2012; Gorsewski et al. 2012; Schwemmer et al. 2006), trugen und tragen auch heute noch zur Verbesserung des Verfahrens bei.

William T. G. Morton, Begründer der modernen Allgemeinanästhesie, revolutionierte die Anästhesie 1846 durch seine öffentliche Demonstration einer Äthernarkose in Boston. Die Technik der Allgemeinanästhesie entwickelte sich seitdem kontinuierlich fort und das heute im ambulanten Bereich häufig verwendete total intravenöse Verfahren mit Remifentanyl und Propofol stellt eine gute und sichere Methode der Narkoseführung dar und ist inzwischen die Standardmethode (Lloyd 2007; Standl und Lussi 2012). Das beschriebene Verfahren der heutigen Allgemeinanästhesie ist einfach und effektiv anzuwenden und benötigt weniger Geschick und Zeit als die Regionalanästhesieverfahren (Graf und Martin 2001; Rawal 2001). Die Nebenwirkungen der Allgemeinanästhesie sind allerdings ein nicht zu vernachlässigendes Problem, gerade in der postoperativen Betreuung von ambulanten Patienten (Chan et al. 2001; Hadzic et al. 2004; McCartney et al. 2004; Liu et al. 2005). Durch die Einführung gut steuerbarer und kurzwirksamer Opiate wie Remifentanyl und Hypnotika wie Propofol konnten lange Überleitungszeiten und PONV weitgehend reduziert werden (Heller et al. 2009; Standl und Lussi 2012).

## 1.5 Zielsetzung

Die bis zum heutigen Tage durchgeführten Studien vergleichen meist nur ein regionales Verfahren mit der Allgemeinanästhesie oder sind aus infrastrukturellen Gründen nicht auf den deutschsprachigen Raum übertragbar. Ziel der durchgeführten Studie ist es, Hinweise zu finden, welches der Verfahren (Infiltrationsanästhesie, axilläre Plexusanästhesie, IV-Block nach Bier oder Allgemeinanästhesie) bei chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität das am besten geeignete Verfahren im Hinblick auf das Wohl des Patienten und die Kosteneffizienz ist. Die Kriterien, die der Untersuchung zu Grunde liegen, ergeben sich aus den aktuell beschriebenen Problemen der Prozesszeitoptimierung, der Komplikationsrate in Verbindung mit der objektiven Messung der Stressaktivität des sympathischen Nervensystems und der Hämodynamik, der peri- und postoperativen Schmerzsituation sowie der subjektiven Patientenzufriedenheit. Vor dem aktuellen Hintergrund der Debatten um Ökonomie im Gesundheitswesen ist die effiziente Nutzung von Ressourcen ein wichtiger Ansatzpunkt für Verbesserungen. Im Rahmen der Anästhesieverfahren bedeutet dies vor allem eine Optimierung der Prozesszeiten (Mende 2009; Henning et al. 2014).

Die einzelnen Verfahren sollen verglichen werden im Hinblick auf:

1. Prozesszeiten:
  - a. Anästhesiezeit
  - b. Gesamtdauer
  - c. Postoperative Betreuungszeit
2. Auswirkung auf den Körper
  - a. Blutdruck
  - b. Herzfrequenz
  - c. Stressentwicklung
3. Postoperative Ereignisse und Gesamteindruck
  - a. Schmerz (während des Eingriffs, unmittelbar danach sowie am ersten und zweiten postoperativen Tag)
  - b. Patientenzufriedenheit
  - c. Komplikationen
  - d. Wirksamkeit
  - e. Abbruchrate des Verfahrens

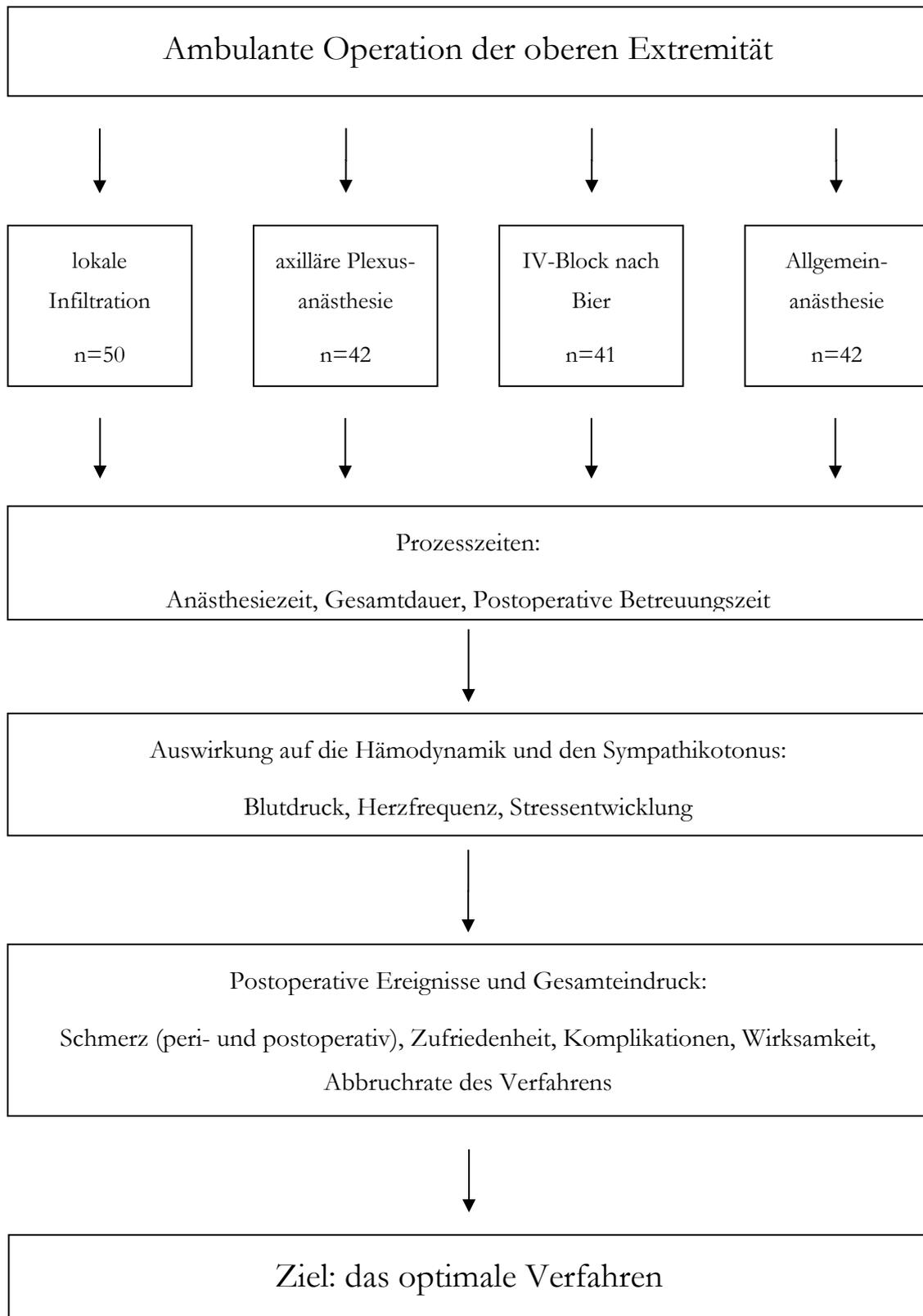


Abbildung 1 Übersicht der Studien im Flowdiagramm

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Das Studienprotokoll wurde der Ethik-Kommission der Medizinischen Universität Göttingen vorgelegt und genehmigt (Ethikantrag 15/2/11). Diese Vergleichsstudie wurde prospektiv angelegt.

### 2.2 Patienten

Im Studienzeitraum wurden insgesamt 175 Patienten aus 4 Studiengruppen im Alter von 18 bis 80 Jahren der ASA Kategorien 1, 2 und 3 untersucht.

Tabelle 1 Übersicht über die Patientenverteilung je Verfahren

Gruppen	N	in %
LA	50	28
AxPlex	42	24
IVR	41	24
AA	42	24
$\Sigma$	175	100

#### 2.2.1 Patientenrekrutierung

Die Patientenrekrutierung fand während des Studienzeitraums an vier Standorten in und in der Umgebung der Universitätsstadt Göttingen statt.

Standorte:

Universitätsmedizin Göttingen, Klinik für Anästhesiologie, Direktor: Prof. Dr. Quintel

Evangelisches Vereinskrankenhaus Hann. Münden, Handchirurgische Tagesklinik, Chefarzt Handchirurgie: Dr. Paetzold

Evangelisches Krankenhaus Göttingen Weende e.V., Ambulantes OP Zentrum, Chefarzt  
Anästhesie: Prof. Dr. Neumann

Ambulanter OP der Orthopädischen Praxisklinik in Baunatal, Ambulante Anästhesisten:  
Dr. Pöschl, Dr. Bergmann

Die Patienten wurden über den Studienablauf aufgeklärt und haben ihre freiwillige Teilnahme gemäß der Studieneinwilligung (siehe Anhang 6.1) unterschrieben.

### 2.2.2 **Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien**

In die Untersuchung konnten alle Patienten im Alter von 18 bis 80 Jahren aufgenommen werden, bei denen ein elektiver Eingriff an der oberen Extremität durchgeführt wurde. Es galten folgende Kriterien:

- Elektiver Eingriff an Hand, Unterarm oder Ellenbogen
- Alter zwischen 18 und 80 Jahren
- Aufklärung des Patienten über das angewandte Anästhesieverfahren
- Aufklärung des Patienten über den Zweck, den Nutzen und die Nachteile der Studie (siehe Anhang 6.2)
- Einwilligung des Patienten in schriftlicher Form

Patienten mit Noteingriffen, fehlender oder zurückgenommener Einwilligung zur Teilnahme an der Studie oder fehlender Eignung für eines der vier Anästhesieverfahren konnten nicht eingeschlossen werden.

## 2.3 **Anästhesieverfahren**

Die Patienten wurden je nach Studiengruppe vorbereitet, die Studiengruppen waren: lokale Infiltration, axilläre Plexusanästhesie, IV-Block nach Bier oder Allgemeinanästhesie.

Die allgemeinen Vorbereitungen einer Operation und Anästhesie gestalteten sich für alle Gruppen gleich: nichtinvasive Blutdruckmessung, Pulsoximetrie, zudem wurde einem Teil der Studienteilnehmenden ein Elektro-Sympathikograph (symPATI-GRAPH, kurz ESG)

angelegt. Dazu wurden zwei EKG-Elektroden an der palmaren Handfläche der nicht zu operierenden Hand angelegt und eine Ruhemessung durchgeführt (siehe Kapitel 2.4.4).

### 2.3.1 Lokale Infiltration

Nach Lagerung des Patienten und Umlegen der Blutsperre am Oberarm wurde die lokale Infiltration durch den Operateur im Operationsgebiet oder als Leitungsanästhesie durchgeführt. Hierbei wurde 1% Mepivacain mit einem Volumen bis 5 ml verwendet. Bei Mepivacain handelt es sich um ein Mittel der Amid-Lokalanästhetika, welches einen raschen Wirkungseintritt sowie eine mittellange Wirkdauer von 1,5 - 3 Stunden hat. Sowohl vor und während der Anlage der Infiltration als auch bei Hautschnitt und am Operationsende, wurden die hämodynamischen Parameter sowie der Sympathikotonus dokumentiert. Ebenso werden die Prozesszeiten gemäß dem Studienprotokoll festgehalten.

Nach Testung der Wirksamkeit der Betäubung durch den Operateur wurde die Blutsperre mit 300 mmHg betätigt, welche erst zum Ende der Operation wieder geöffnet wurde.

### 2.3.2 Axilläre Plexusanästhesie

Die axilläre Plexusanästhesie wurde entweder in einem separaten Vorbereitungsraum oder im Operationssaal durchgeführt. Nach Lagerung des Armes und Rasur der Achselhöhle wurde mit einem Linearschallkopf mit 11 MHz die Region untersucht. Die Haut wurde im Bereich des Zuganges mit 2 ml Mepivacain 1% lokal betäubt. Mit 10 ml Ropivacain 0,75% und 40 ml Prilocain 0,1% wurden unter Ultraschallkontrolle und ggf. mit Nervenstimulator die einzelnen Nerven mit einer 19G 55mm langen Punktionskanüle umspritzt (Nervus radialis, Nervus ulnaris, Nervus medianus und Nervus musculocutaneus). Durch die Zugabe von Ropivacain aus der Gruppe der langwirksamen Lokalanästhetika, mit seiner Wirkdauer von bis zu 6 Stunden, soll die Wirkdauer der Blockade und somit vor allem die postoperative Schmerzfreiheit erzielt werden (Freitag et al. 2006). Prilocain ist für die initiale Blockade verantwortlich und gehört zur Gruppe der mittellangwirksamen Lokalanästhetika. Während der Applikation wurde durch wiederholtes Aspirieren eine akzidentielle Gefäßpunktion ausgeschlossen. Die Einstichstelle wurde mit einem sterilen Verband versehen. Nach Testung der Wirksamkeit, rückläufigen Motorik und sensorischen Missempfindung konnte der Patient zur Operation freigegeben werden. Sowohl vor und

während der Anlage der Infiltration als auch bei Hautschnitt und am Operationsende wurden die hämodynamischen Parameter sowie der Sympathikotonus dokumentiert. Ebenso wurden die Prozesszeiten gemäß dem Studienprotokoll festgehalten. Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten in der Universitätsmedizin Göttingen wurde die postoperative Beobachtung für jeden Patienten individuell festgelegt. Bei zusätzlicher Medikamentengabe wie Sedativa, wurde eine längere Kontrollzeit veranschlagt, dagegen wurden Patienten, die stationär übernommen wurden, nach sehr kurzer Kontrolldauer aus dem Aufwachraum entlassen.

### 2.3.3 IV Regionalanästhesie nach Bier

Die intravenöse Anästhesie nach August Bier, der „Bierblock“, wurde im Operationssaal oder in einem Vorbereitungsraum durchgeführt. Als Prämedikation erhielten die Patienten Ibuprofen 600 mg oral. Nach Anlage der Blutdruckmanschette für nicht invasive Blutdruckmessung, der Pulsoximetrie und dem ESG am nicht zu operierenden Arm, wurde an beiden Handrücken ein intravenöser Zugang gelegt. An der zu operierenden Extremität wurde eine Doppelkammerdruckmanschette angelegt, sodann wurde der Arm hochgehalten und anschließend ausgewickelt. Die proximale Druckkammer der Doppelkammerdruckmanschette wurde mit 350 mmHg aufgepumpt. Nachdem die Extremität wieder abgelegt und die Wickelung entfernt worden war, wurden 40 ml Mepivacain 1% in den intravenösen Zugang gespritzt. Falls keine Nebenwirkungen auftraten und nach suffizientem Rückgang der motorischen und sensorischen Funktion, konnte der Patient zur Operation freigegeben werden. Alle 10 Minuten war ein Druckwechsel der proximalen und distalen Manschette möglich. Sollte der Patient den Druck dennoch nicht toleriert haben, war eine Titration von 0,5 mg Alfentanil schrittweise möglich und wurde dokumentiert. Sowohl vor und während der Anlage der Infiltration als auch bei Hautschnitt und am Operationsende wurden die hämodynamischen Parameter sowie der Sympathikotonus dokumentiert.

### 2.3.4 Allgemeinanästhesie

Die Patienten der Allgemeinanästhesie erhielten eine Prämedikation von 1,5 mg Midazolam i.v. bzw. 7,5 mg Midazolam p.o., bevor sie auf die Operation vorbereitet wurden. Nach Anlage von Blutdruckmanschette, Pulsoximetrie, EKG und ESG, wurde die Narkose in Form einer totalen intravenösen Anästhesie mit Remifentanil und Propofol 1% eingeleitet.

Remifentanyl wurde mit einem Bolus von 1,5 µg/kgKG appliziert, Erhaltungsdosis 0,2 - 0,3 µg/kgKG/min. Das Hypnotikum wurde als Bolus mit 2 mg/kgKG appliziert, Erhaltungsdosis 4 - 6 mg/kgKG/h.

Eine kontrollierte Beatmung mit 7 ml/kgKG bei einer Frequenz von 15/min wurde mittels Larynxmaske durchgeführt. Die postoperative Schmerztherapie wurde mit Piritramid 3 - 5 mg und NSAR durchgeführt. Sowohl vor und während der Anlage der Infiltration als auch bei Hautschnitt und am Operationsende, wurden die hämodynamischen Parameter sowie der Sympathikotonus dokumentiert.

## 2.4 Messgrößen und Erhebung

In dieser Studie wurden verschiedenste Messgrößen und Werte anhand des Studienprotokolls (Anhang 4) zu definierten Zeitpunkten erhoben.

### 2.4.1 Prozesszeiten

Festgehalten wurden die Zeiten für Durchführung der Anästhesie, Anästhesiepräsenz, Zeit bis zur Operationsfreigabe, Schnitt-Naht-Zeit, Ausleitungszeit, Aufwachraumdauer sowie Gesamtzeit.

### 2.4.2 Wirksamkeit

Die Wirksamkeit der Betäubung wurde durch Testung des Kraftgrades und sensorischer Testung des OP-Gebietes in Form von Schmerzreiz und Kältespray vom Anästhesisten bzw. Operateur getestet.

Zusätzlich spiegelte die Messung der Sympathikusaktivität die Wirksamkeit der Betäubung wider.

Der Narkoseeffekt wurde in die Kategorien A-C eingeteilt, je nachdem, ob die initial begonnene Narkose beibehalten werden konnte oder ob eine Intervention nötig war. Effekt A: Narkose konnte beibehalten werden. Effekt B: Lokalanästhesie musste nachgegeben werden. Effekt C: Abbruch des Verfahrens musste herbeigeführt werden.

### 2.4.3 Hämodynamische Parameter

Die Parameter der Hämodynamik wurden kontinuierlich gemessen. Zum Vergleich wurden definierte Zeitpunkte bzw. Ereignisse berücksichtigt. Sauerstoffsättigung, mittlerer arterieller Blutdruck nicht invasiv gemessen und die Herzfrequenz wurden vor Beginn der Anästhesie (als Ausgangswert), bei Anlage der Anästhesie, bei Schnitt des Operateurs und bei Ende einer Operation dokumentiert.

### 2.4.4 Sympathikotonus

Mittels des Elektro-Sympathikographen nach Janitzki (Ammenwerth et al. 1999; Lidberg und Wallin 1981; Janitzki und Götte 1986; Janitzki 2010; Janitzki und Götte 1995; Storm et al. 2002) konnte der Sympathikotonus der Patienten vor, während und nach der Operation gemessen und dokumentiert werden. Es handelt sich um einen vom Patienten nicht willkürlich beeinflussbaren Parameter, welcher peripher gemessen werden kann. Dieser gibt Rückschluss auf den Stress, den der Patient erlebt. Ebenso wie bei der Messung der hämodynamischen Parameter, wurde er in Ruhe, bei Anlage der Anästhesie, bei Schnitt und bei Operationsende gemessen.

Angewendet wurden das symPATI-GRAPH ESG-1001 Monitorsystem und der symPATI-GRAPH ESG-Mini/Transport.

Mittels Hautwiderstandsmessung über zwei EKG-Elektroden ist es möglich, eine Aussage über die Sympathikusaktivität des Patienten zu bekommen. Sympathikusaktivität zeigt sich ohne Gegenspieler an der Hautoberfläche durch die Innervation der eccrinen Schweißdrüsen (Janitzki 2010). Der Hautwiderstand ändert sich je nach Sympathikusaktivierung aufgrund der Innervation der Sudomotorik der eccrinen Schweißdrüsen. Je mehr sympathische Aktivität ein Patient erlebt, desto mehr Aktionspotentiale werden auf sympathische Nervenbahnen geleitet, und umso niedriger wird der gemessene Widerstand. Dies ergibt einen niedrigen Messwert im ESG. Die gemessenen Widerstände wurden nicht als absoluter Wert, sondern in ihrer Veränderung bewertet (Janitzki 2010, S. 6-6).

### 2.4.5 Postoperatives Interview

Zwei Tage nach dem operativen Eingriff und dem Anästhesieverfahren wurden die Patienten telefonisch oder persönlich standardisiert interviewt. Hierbei wurde nach einem für die Studie erarbeiteten Fragebogen (Anhang 6.4) vorgegangen.

Die protokollierten Werte sind:

- Schmerzen gemäß NRS-Skala
- intraoperativ und postoperativ am OP-Tag, Tag 1 und Tag 2
- Analgetika-Einnahmeschema
- gegebenenfalls zusätzlich eingenommene Schmerzmedikation
- Patientenzufriedenheit mit dem Anästhesieverfahren in Schulnoten
- Komplikationen:
  - PONV
  - Halsschmerzen
  - Schluckstörungen
  - Missempfindungen
  - schmerzhafte Punktionsstelle

### 2.4.6 Sekundäre Zielgrößen

Zusätzlich wurden folgende Parameter erfasst und dokumentiert:

- Alter
- Geschlecht
- ASA-Gruppe
- Gewicht
- Größe
- BMI
- Anzahl der Punktionsversuche
- Nadelgröße
- EKG-Auffälligkeiten
- zusätzliche Komplikationen
- zusätzliche Medikation
- Mengen der Infusionen

## 2.5 Operationen

Folgende Operationen an der oberen Extremität wurden in die Studie aufgenommen:

- Karpaltunnel-Operationen
- Epicondylitis ulnaris humeri Operationen
- Epicondylitis radialis humeri Operationen
- Sehnenverletzungen
- Bandverletzungen
- Metallentfernungen
- Entfernung von Ganglien

Zur Einteilung der Eingriffe in Hand und Arm wurden alle Eingriffe distal der Mitte des Unterarms zu Handgruppe gewertet, proximale zur Armgruppe.

## 2.6 Klinische Datenerhebung und statistische Auswertung

Die Datenerfassung erfolgte auf dem Studienprotokoll sowie auf dem Patientenfragebogen und in einem computerbasierten Tabellenkalkulationsprogramm und STATISTICA 10 und 12.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe von Prof. Dr. José Hinz sowie PD Dr. Ingo Bergmann, Klinik für Anästhesiologie Göttingen, sowie der Unterstützung von Prof. Dr. Tim Friede und Kollegen, Institut für Medizinische Statistik Göttingen.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Gruppenübersicht

Die 175 untersuchten Patienten und Patientinnen verteilten sich über die vier Studienarme wie folgt: 50 Personen erhielten als Anästhesieverfahren eine lokale Infiltration, 42 eine axilläre Plexusanästhesie, 41 wurden mittels IV-Block nach Bier anästhesiert und 42 erhielten eine Allgemeinanästhesie.

#### 3.1.1 Alter

Das mittlere Alter der untersuchten Personen lag bei der lokalen Infiltration bei  $55 \pm 12$  Jahren, bei der axillären Plexusanästhesie bei  $50 \pm 16$  Jahren, bei dem IV-Block nach Bier bei  $53 \pm 14$  und bei der Allgemeinanästhesie bei  $55 \pm 18$  Jahren. Tabelle 2 zeigt das Alter mit Standardabweichung. Es gab keinen signifikanten Unterschied aufgrund des Alters zwischen den Gruppen.

#### 3.1.2 Gewicht und BMI

Zudem wurden Gewicht und BMI der Patienten dokumentiert. Bei der lokalen Infiltration betrug das mittlere Gewicht der Patienten  $83 \pm 19$  und der mittlere BMI  $29 \pm 6$ . Die Patienten der axillären Plexusanästhesie wogen im Mittel  $82 \pm 21$  kg bei einem mittleren BMI von  $27 \pm 6$ . Das mittlere Gewicht der IV-Block nach Bier Patienten lag bei  $81 \pm 20$  kg bei einem mittleren BMI von  $28 \pm 5$  und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie zeigte sich ein mittleres Gewicht von  $80 \pm 18$  kg bei einem mittleren BMI von  $27 \pm 5$ . Das mittlere Gewicht in kg als auch der mittlere BMI der Patienten inklusive der Standardabweichungen ist in Tabelle 2 aufgeführt. Es gab keinen signifikanten Unterschied aufgrund des Gewichtes bzw. des BMIs zwischen den Gruppen.

#### 3.1.3 Geschlecht

Die Verteilung der Geschlechter zeigte bei der lokalen Infiltration mit dem Verhältnis m:w=38:62, beim IV-Block nach Bier ist das Verhältnis m:w=29:71 zum weiblichen Geschlecht verlagert. Bei der axillären Plexusanästhesie lag das Verhältnis mit 60:40 zugunsten der männlichen Probanden. Im Vergleich der Gruppe des IV-Blocks nach Bier

gab es einen signifikanten Unterschied zur Geschlechterverteilung der Gruppe der axillären Plexusanästhesie ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ), vgl. Tabelle 7 Post-hoc-Test der anthropometrischen Daten im Anhang. Bei der Allgemeinanästhesie herrschte mit 50:50 ein ausgewogenes Verhältnis. Vgl. hierzu Abbildung 2 und Tabelle 2 Anthropometrische Daten. Zwischen den übrigen Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied bezüglich des Geschlechts.

#### 3.1.4 Art der Eingriffe

Insgesamt konnten im Beobachtungszeitraum 175 Patienten und Patientinnen untersucht werden. Bei der Anästhesiemethode der lokalen Infiltration wurden 50 Patienten, bei der axillären Plexusanästhesie 42 Patienten, bei dem IV-Block nach Bier 41 Patienten und bei der Allgemeinanästhesie 42 Patienten bei ihrem operativen Eingriff begleitet. Die Art der Eingriffe an der oberen Extremität ist in der nachfolgenden Tabelle 2 Anthropometrische Daten zu entnehmen. Die Operationen wurden in Operationen an der Hand und Operationen am Arm aufgeteilt. Rund 90% (157) der Eingriffe fanden an der Hand statt, 10% (18) am Arm. Bezüglich der selbst gewählten Einteilung zwischen Hand (alle Eingriffe proximal des mittleren Unterarmes) und Arm (alle Eingriffe distal des mittleren Unterarmes) zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Verteilung der Lokalisation des Eingriffes und der gewählten Anästhesie. Die Gruppe der axillären Plexusanästhesie unterscheidet sich signifikant von der Gruppe der lokalen Infiltration ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ) und der Allgemeinanästhesie ( $p$ -Wert 0,04). Auch zwischen der Gruppe des IV-Blocks nach Bier und der Gruppe der lokalen Infiltration gab es einen Unterschied ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ). Vgl. hierzu Tabelle 7 Post-hoc-Test der anthropometrischen Daten im Anhang.

Tabelle 2 Anthropometrische Daten

	LA <i>n=50</i>	AxPlex <i>n=42</i>	IVR <i>n=41</i>	AA <i>n=42</i>	p- Wert
Alter [Jahren]	55 ± 12	50 ± 16	53 ± 14	55 ± 18	0,32
Gewicht [kg]	83 ± 19	82 ± 21	81 ± 20	80 ± 18	0,84
BMI	29 ± 6	27 ± 6	28 ± 5	27 ± 5	0,11
Geschlecht [m/w %]	38/62	60/40	29/71	50/50	0,03
Art des Eingriffes [Hand/Arm %]	100/0	74/26	90/10	93/7	<0,01

*Mittelwert ± Standardabweichung*

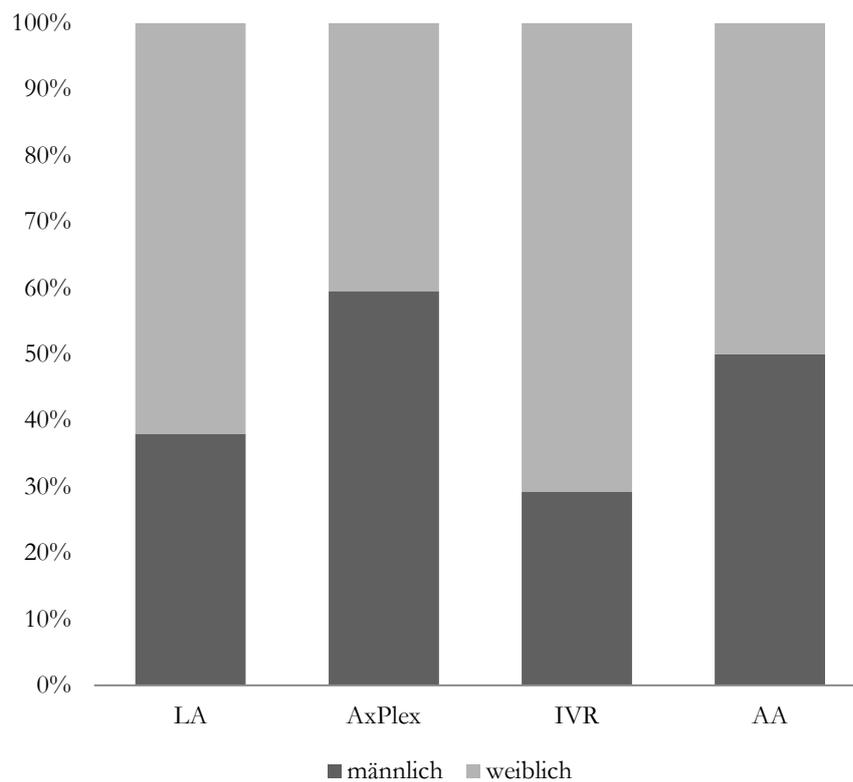


Abbildung 2 Geschlechterverteilung in Prozent

## 3.2 Prozesszeiten

In diesem Kapitel werden die Prozesszeiten in Minuten erfasst und aufgelistet.

### 3.2.1 Anästhesiezeit

Gemessen wurde die Zeit in Minuten, die der Arzt für die Betäubung von Beginn bis zur Operationsfreigabe benötigt. Die Anästhesiezeit wird in

Tabelle 3 als  $T_{\text{Anlage}} [\text{min}]$  und graphisch als Boxplot in Abbildung 3 dargestellt. Die Anlagezeit in der Gruppe der lokalen Infiltration betrug  $3 \pm 2$  Minuten, bei den Patienten der axillären Plexusanästhesie dauerte die Anlage  $14 \pm 12$  Minuten. Der IV-Block nach Bier benötigte  $10 \pm 6$  Minuten und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie wurde eine Dauer von  $4 \pm 3$  Minuten gemessen. Signifikante Unterschiede der  $T_{\text{Anlage}} [\text{min}]$  ergaben sich zwischen der Gruppe der lokalen Infiltration und der Gruppe des IV-Blocks nach Bier sowie der axillären Plexusanästhesie (p-Werte jeweils  $<0,01$ ). Die Allgemeinanästhesie unterschied sich ebenfalls signifikant von den Gruppen des IV-Blocks nach Bier und der axillären Plexusanästhesie (p-Werte jeweils  $<0,01$ ). Vergleiche hierzu Tabelle 8 Post-hoc-Test Prozesszeiten im Anhang.

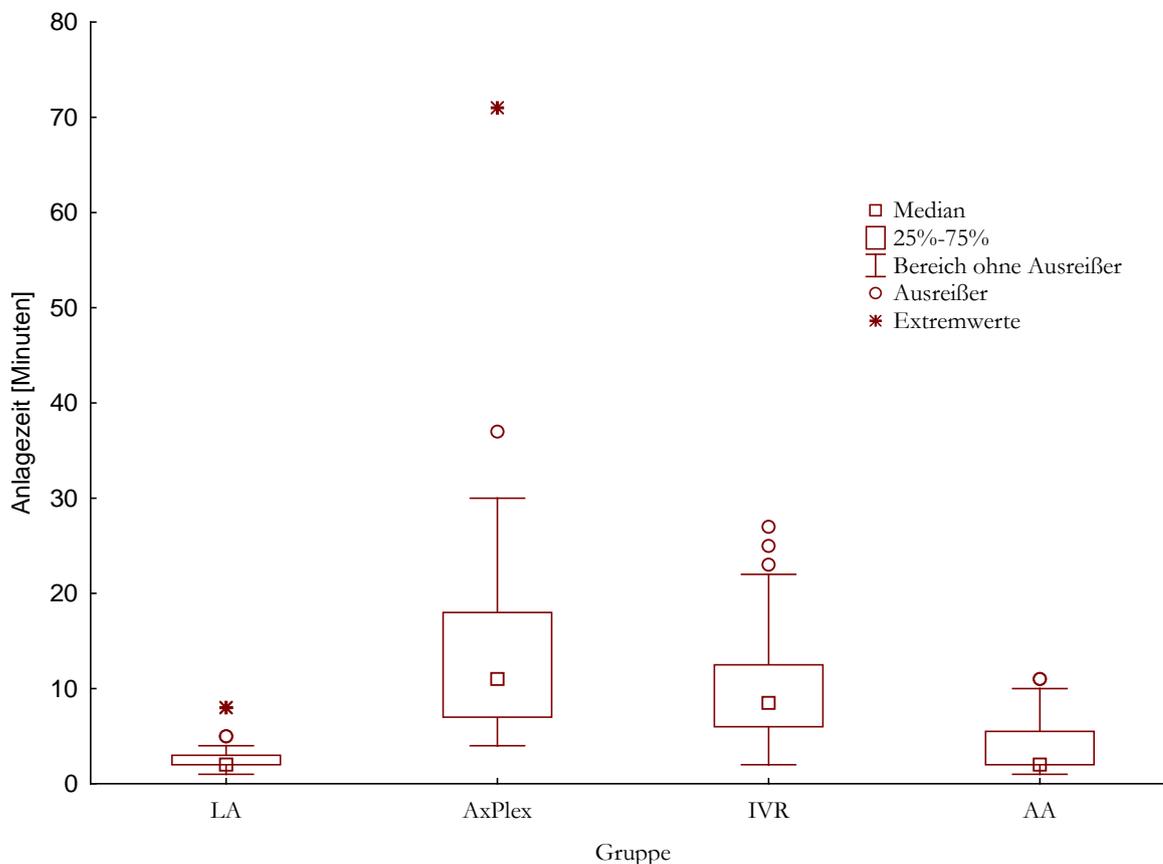


Abbildung 3 Boxplot Anlagezeit der Anästhesie

Tabelle 3 Prozesszeiten

	LA	AxPlex	IVR	AA	p-Wert
$T_{\text{Anlage}}$ [min]	$n=50$ $3 \pm 2$	$n=42$ $14 \pm 12$	$n=41$ $10 \pm 6$	$n=42$ $4 \pm 3$	<0,01
$T_{\text{Gesamt}}$ [min]	$n=49$ $29 \pm 6$	$n=34$ $266 \pm 98$	$n=32$ $98 \pm 29$	$n=31$ $130 \pm 40$	<0,01
$T_{\text{Postoperativ}}$ [min]	$n=49$ $0 \pm 0$	$n=30$ $168 \pm 91$	$n=32$ $47 \pm 23$	$n=31$ $94 \pm 29$	<0,01

*Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung*

### 3.2.2 Gesamtdauer

Die Gesamtdauer ist die Zeit von Beginn der Anästhesiepräsenz bis zur Entlassung des Patienten, gemessen in Minuten. In der Tabelle 3 Prozesszeiten ist diese als  $T_{\text{Gesamt}}$  [min] für jedes Verfahren dargestellt. Die Gesamtdauer in der Gruppe der lokalen Infiltration lag bei  $29 \pm 6$  Minuten, bei der axillären Plexusanästhesie wurde eine Dauer von  $266 \pm 98$  Minuten gemessen. Der IV-Block nach Bier benötigte  $98 \pm 29$  Minuten und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie betrug die Dauer  $130 \pm 40$  Minuten. Signifikante Unterschiede der  $T_{\text{Gesamt}}$  [min] ergaben sich zwischen der Gruppe der lokalen Infiltration und den Gruppen des IV-Blocks nach Bier sowie der axillären Plexusanästhesie (p-Werte jeweils <0,01). Die Allgemeinanästhesie unterschied sich ebenfalls signifikant von den Gruppen des IV-Blocks nach Bier und der axillären Plexusanästhesie (p-Werte jeweils <0,01). Vergleiche hierzu Tabelle 8 Post-hoc-Test Prozesszeiten im Anhang.

### 3.2.3 Postoperative Betreuungszeit

Die postoperative Betreuungszeit ergibt sich aus der eventuell nötigen Überwachung der Patienten nach Ende der chirurgischen Maßnahmen. Diese Zeit zeigt die

Tabelle 3 Prozesszeiten als der  $T_{\text{Postoperativ}}$  [min] und die Abbildung 4 als Boxplot. In der Gruppe der lokalen Infiltration war keine postoperative Betreuung vorgesehen, daher ergibt sich eine Dauer von 0 Minuten. Bei den Patienten der axillären Plexusanästhesie

dauerte die postoperative Betreuung  $168 \pm 91$  Minuten. Der IV-Block nach Bier wurde  $47 \pm 23$  Minuten und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie  $94 \pm 29$  Minuten nachbetreut. Signifikante Unterschiede der  $T_{\text{Postoperativ}} [\text{min}]$  ergaben sich zwischen allen vier Gruppen ( $p$ -Werte jeweils  $<0,01$ ). Vergleiche hierzu Tabelle 8 Post-hoc-Test Prozesszeiten im Anhang.

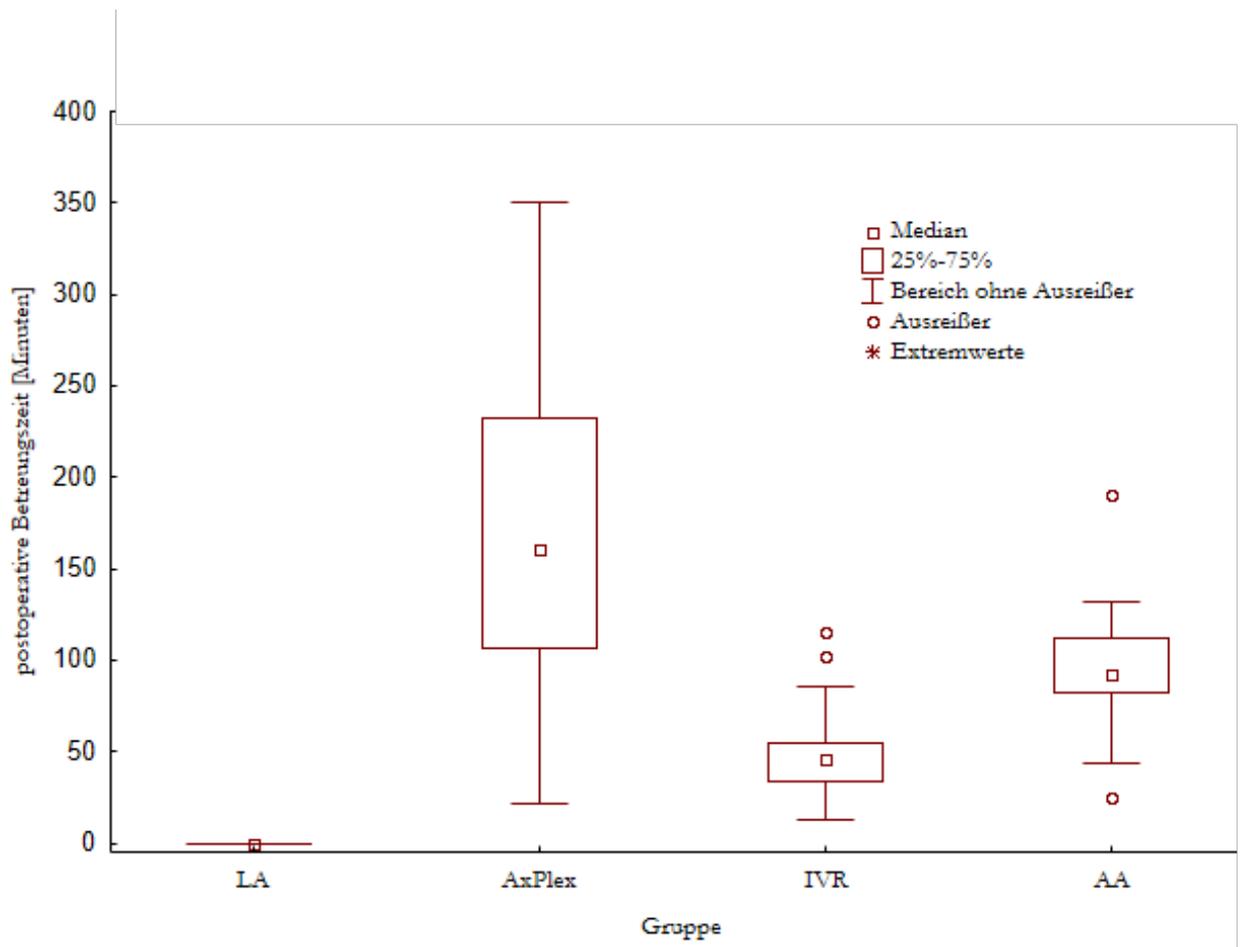


Abbildung 4 Boxplot Postoperative Betreuungszeit

### 3.3 Auswirkung auf die Hämodynamik und den Sympathikotonus

Die Auswirkungen auf den Körper der Patienten wurden zu fest definierten Zeitpunkten (in Ruhe, bei Anlage der Anästhesie, bei Schnitt und bei Ende der OP) gemessen. Zu den Messgrößen gehörten der mittlere arterielle Blutdruck in mmHg, die Herzfrequenz in Schlägen pro Minute sowie der Sympathikotonus in Relation zum Ausgangswert.

#### 3.3.1 Blutdruck

In der Gruppe der lokalen Infiltration betrug der prozentuale Abfall des Blutdruckes  $10 \pm 8 \%$ , in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie fiel der Druck um  $9 \pm 9 \%$ . Bei den Patienten des IV-Blocks nach Bier kam es zu einem Abfall von  $8 \pm 7 \%$  und in der Gruppe der Patienten mit Allgemeinanästhesie wurde ein Druckabfall von  $25 \pm 17 \%$  gemessen. Signifikante Unterschiede des Abfalles ergaben sich zwischen der Gruppe der Allgemeinanästhesie und jeweils den anderen drei Gruppen ( $p$ -Werte jeweils  $<0,01$ ). Vgl. Tabelle 9 Post-hoc-Tests Hämodynamik im Anhang und Abbildung 5 Abfall des Blutdruckes vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung.

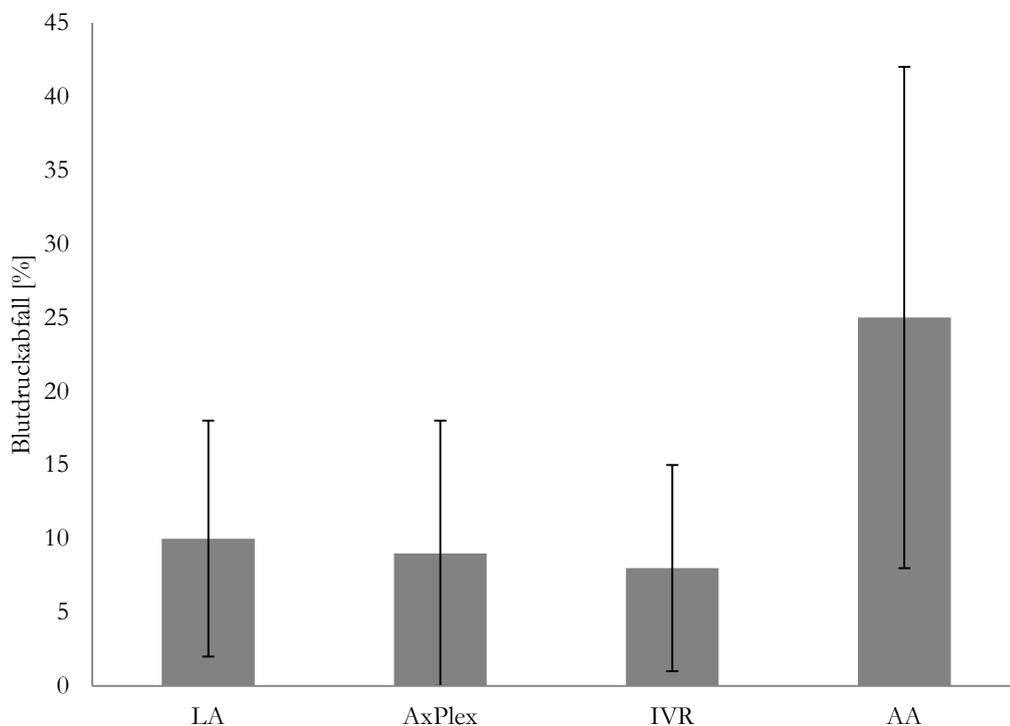


Abbildung 5 Abfall des Blutdruckes vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung

Der Verlauf des Blutdrucks wurde prozentual zum Ausgangswert zu den Zeitpunkten Anlage der Anästhesie, Schnitt und Operationsende gemessen. Zum Zeitpunkt  $T_{\text{Anlage/Ausgang}}$  betrugen die Blutdruckniveaus in den Gruppen der lokalen Infiltration sowie der axillären Plexusanästhesie 100%, bei den Patienten mit IV-Block nach Bier 98%. Die Allgemeinanästhesie unterschied sich mit 75% von den anderen. Bei  $T_{\text{Schnitt/Ausgang}}$  ergab die Messung in den Gruppen lokale Infiltration 101%, axilläre Plexusanästhesie 96%, IV-Block nach Bier 98% und Allgemeinanästhesie 72%. Zum Zeitpunkt  $T_{\text{Ende/Ausgang}}$  wurde für die Patienten der lokalen Infiltration 96%, der axillären Plexusanästhesie 94%, der

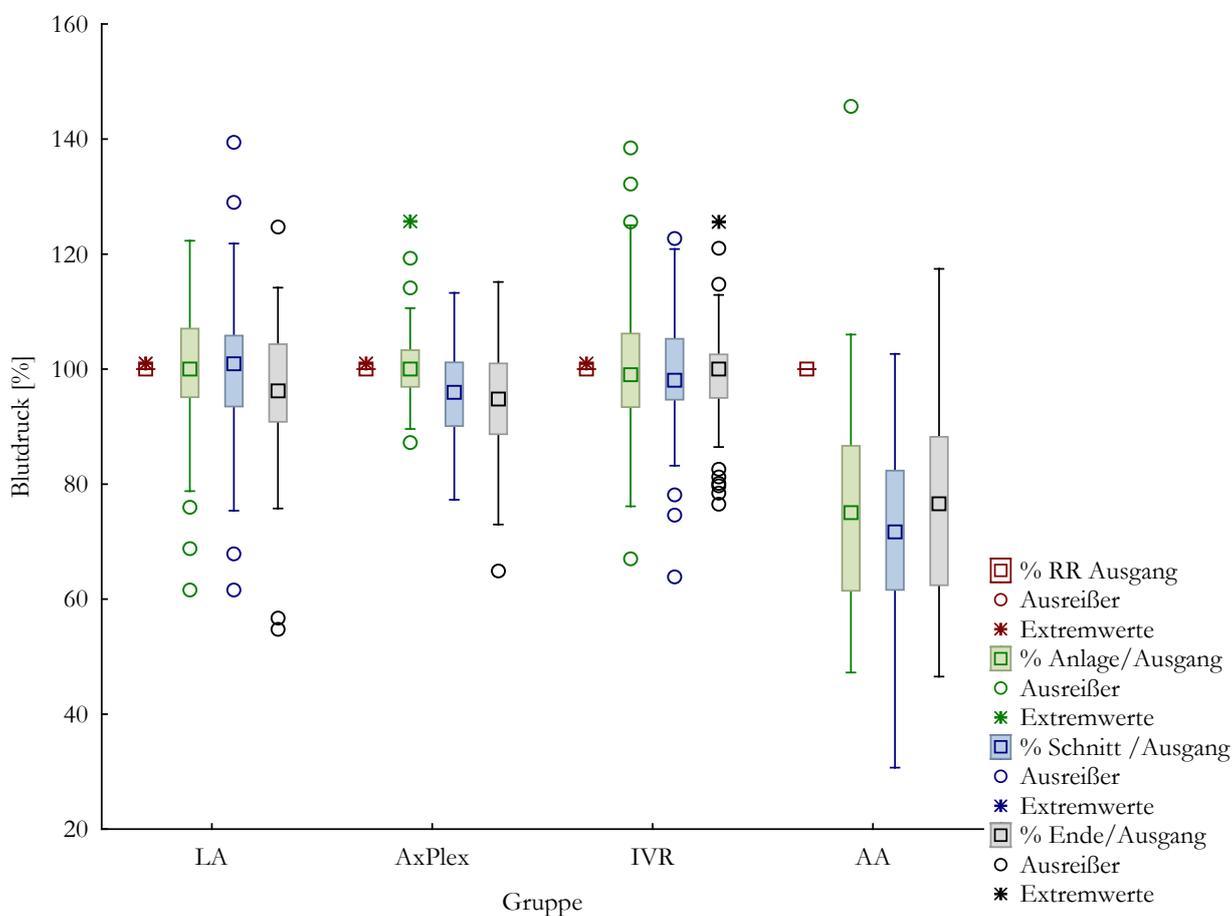


Abbildung 6 Blutdruck im Verlauf als Boxplot

Patienten mit IV-Block nach Bier 99% und 77% in der Gruppe der Allgemeinanästhesie gemessen. Der zeitliche Verlauf der vier Gruppen unterschied sich signifikant zwischen der Allgemeinanästhesie und den übrigen drei Gruppen ( $p$ -Werte  $<0,01$ ). Vergleiche Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus und Tabelle 10 Post-hoc-Tests Verlauf Hämodynamik und Sympathikotonus. Graphisch wurde der Verlauf in Abbildung 6 Blutdruck im Verlauf als Boxplot dargestellt.

Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus

	LA	AxPlex	IVR	AA	p-Wert
	n=50	n=42	n=41	n=42	
Blutdruckabfall [%]	10 ± 8	9 ± 9	8 ± 7	25 ± 17	<0,01
Blutdruckverlauf					
T <sub>Anlage/Ausgang</sub> [%]	100 (62 – 122)	100 (83 – 126)	98 (67 – 138)	75 (47 – 146)	<0,01*
T <sub>Schnitt/Ausgang</sub> [%]	101 (62 – 140)	96 (77 – 113)	98 (64 – 123)	72 (31 – 103)	<0,01*
T <sub>Ende/Ausgang</sub> [%]	96 (65 – 125)	94 (65 – 115)	99 (77 – 126)	77 (47 – 117)	<0,01*
Herzfrequenzabfall [%]	7 ± 5	7 ± 5	6 ± 6	16 ± 8	<0,01
Herzfrequenzverlauf					
T <sub>Anlage/Ausgang</sub> [%]	100 (73 – 134)	99 (72 – 119)	98 (75 – 136)	81 (53 – 106)	<0,01*
T <sub>Schnitt/Ausgang</sub> [%]	99 (61 – 134)	97 (70 – 123)	95 (47 – 195)	75 (53 – 105)	<0,01*
T <sub>Ende/Ausgang</sub> [%]	98 (75 – 121)	100 (82 – 120)	100 (83 – 188)	102 (83 – 102)	<0,01*
	n=30	n=33	n=25	n=33	
Sympathikotonusverlauf					
T <sub>Anlage/Ausgang</sub> [%]	90 (27 – 150)	89 (16 – 790)	101 (30 – 279)	220 (109 – 1163)	<0,01*
T <sub>Schnitt/Ausgang</sub> [%]	94 (150 – 243)	88 (36 – 1539)	112 (41 – 923)	404 (155 – 1791)	<0,01*
T <sub>Ende/Ausgang</sub> [%]	93 (40 – 840)	94 (25 – 904)	100 (36 – 976)	353 (93 – 2001)	<0,01*

Mittelwert ± Standardabweichung/ Median (Minimum – Maximum)/ \*ANOVA

### 3.3.2 Herzfrequenz

Parallel zur Erhebung der Blutdruckwerte erfolgte die Aufzeichnung und Auswertung der Herzfrequenz.

In der Gruppe der lokalen Infiltration sowie in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie betrug der prozentuale Abfall der Herzfrequenz je  $7 \pm 5$  %. Bei den Patienten des IV-Blocks nach Bier wurde ein Abfall von  $6 \pm 6$  % und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie ein Frequenzabfall von  $16 \pm 8$  % gemessen. Der Abfall der Frequenz unterschied sich signifikant zwischen der Gruppe der Allgemeinanästhesie und den jeweils anderen drei Gruppen ( $p$ -Werte jeweils  $<0,01$ ). Vgl. Tabelle 9 Post-hoc-Tests Hämodynamik im Anhang und Abbildung 7 Abfall der Herzfrequenz vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung.

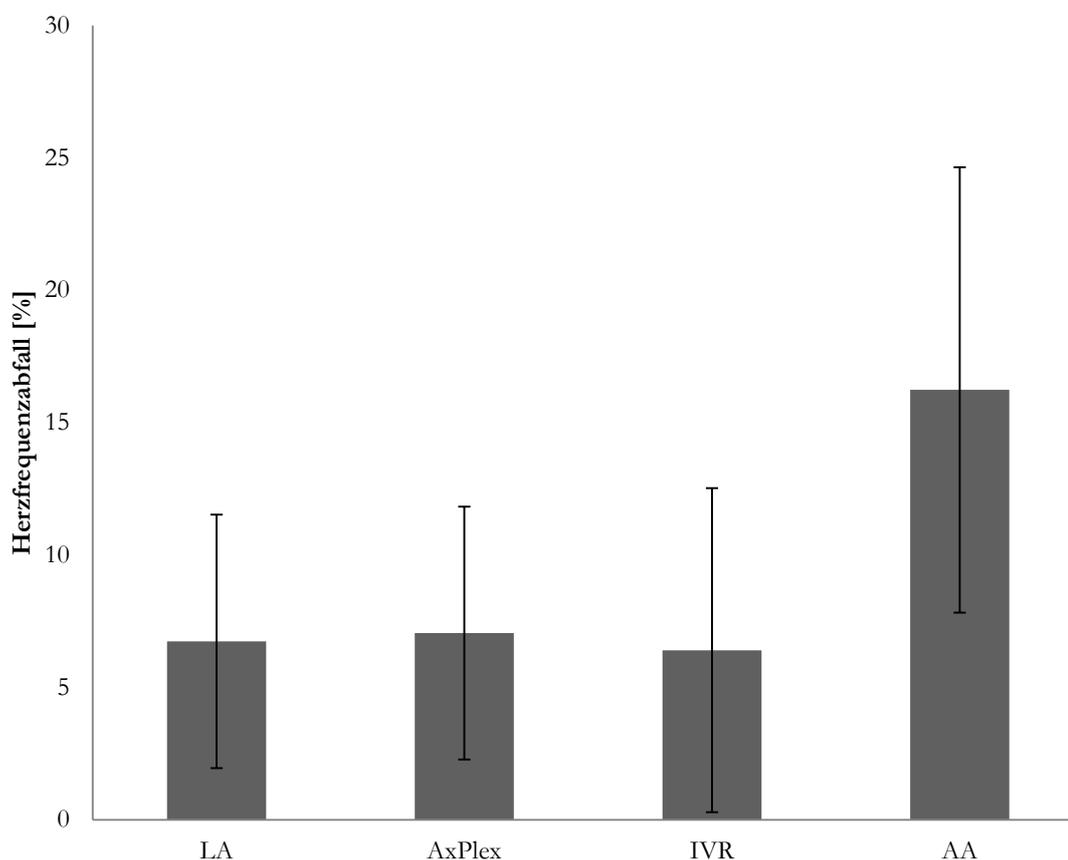


Abbildung 7 Abfall der Herzfrequenz vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung

Der Verlauf der Herzfrequenz wurde genau wie der Blutdruck prozentual zum Ausgangswert zu den Zeitpunkten Anlage der Anästhesie, Schnitt und Operationsende gemessen. Zum Zeitpunkt  $T_{\text{Anlage/Ausgang}}$  betrug das Frequenzniveau in der Gruppen der lokalen Infiltration 100%, bei den Patienten der axillären Plexusanästhesie 99% und bei den Patienten mit IV-Block nach Bier 98%. Die Gruppe der Patienten mit Allgemeinanästhesie

unterschied sich mit 81% von den anderen. Zum Zeitpunkt  $T_{\text{Schnitt/Ausgang}}$  ergab die Messung für die Gruppe der lokalen Infiltration 99%, der Gruppe der axillären Plexusanästhesie 97% und der Gruppe IV-Block nach Bier 95%. Die Gruppe der Allgemeinanästhesie unterschied sich bei  $T_{\text{Schnitt/Ausgang}}$  mit 75% von den anderen ( $p$ -Werte  $<0,01$ ).  $T_{\text{Ende/Ausgang}}$  ergab für die Gruppe der lokalen Infiltration 98%, für die axilläre Plexusanästhesie 100%, für die Patienten mit IV-Block nach Bier 100% und für die Gruppe der Allgemeinanästhesie 102%. Der Verlauf der Herzfrequenz zeigte einen signifikanten Unterschied ( $p$ -Werte  $<0,01$ ). Vgl. Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus und Tabelle 10 Post-hoc-Tests Verlauf Hämodynamik und Sympathikotonus. In der Abbildung 8 Herzfrequenz im Verlauf als Boxplot ist dieses graphisch dargestellt.

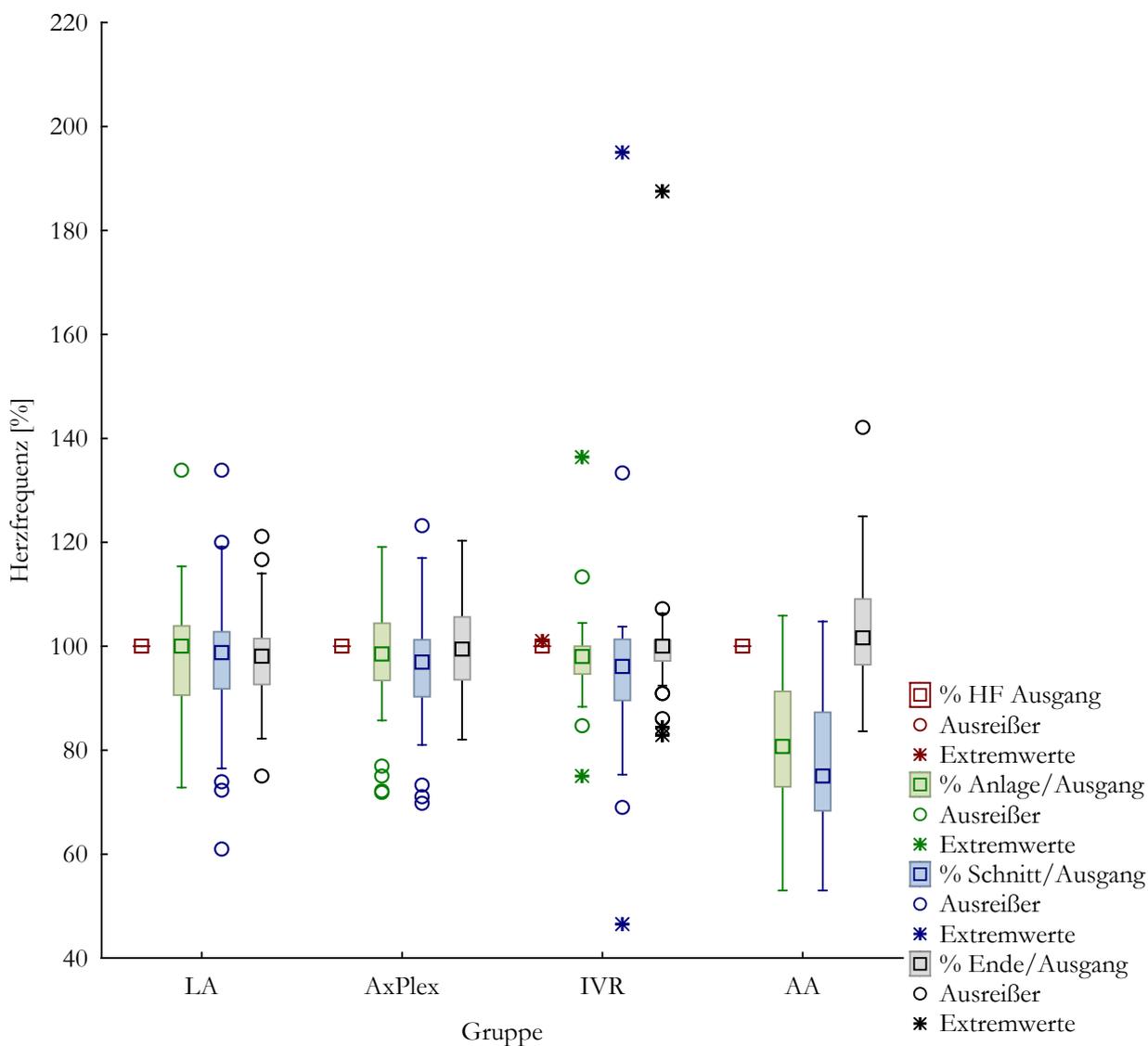


Abbildung 8 Herzfrequenzen im Verlauf als Boxplot

### 3.3.3 ESG

Neben Blutdruck und Herzfrequenz wurde auch der Stress des Patienten in Form der Aktivität des Sympathikotonus gemessen. Der Verlauf über Dauer des Eingriffs und die Veränderungen im Vergleich zum Ruhenniveau zeigen die vorangegangene Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus sowie die Abbildung 9 Sympathikotonus im Verlauf als Boxplot.

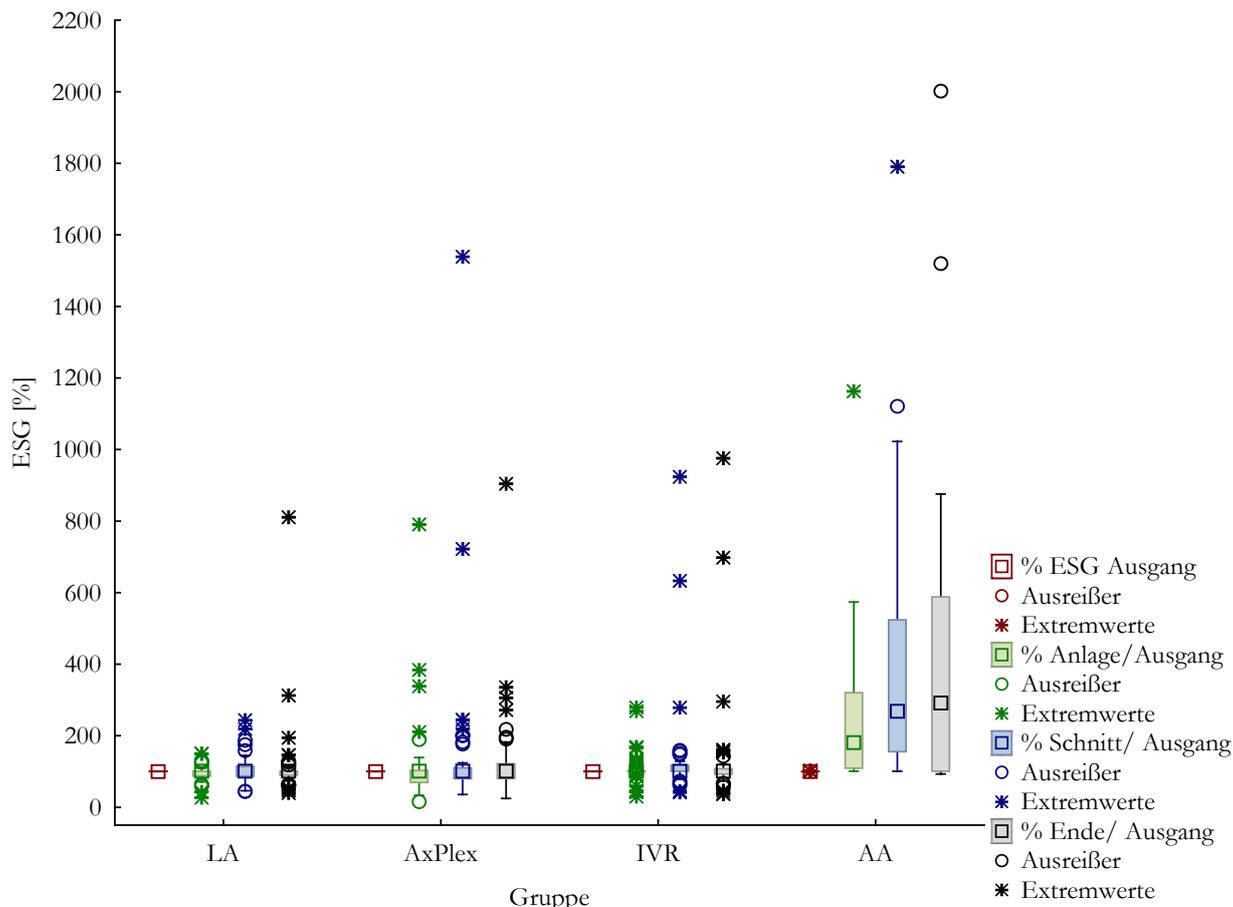


Abbildung 9 Sympathikotonus im Verlauf als Boxplot

Zum Zeitpunkt  $T_{\text{Anlage/Ausgang}}$  betragen das Sympathikotonusniveau in der Gruppe lokale Infiltration 90%, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie 89%, bei den Patienten mit IV-Block nach Bier 101% und in der Gruppe Allgemeinanästhesie 200%. Bei  $T_{\text{Schnitt/Ausgang}}$  wurde in der Gruppe der lokalen Infiltration 89%, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie 88% und bei den Patienten mit IV-Block nach Bier 112% gemessen. Die Allgemeinanästhesie unterschied sich zu diesem Zeitpunkt mit 404%.  $T_{\text{Ende/Ausgang}}$  ergab für die Patienten der lokalen Infiltration 93%, der axillären Plexusanästhesie 94%, der Patienten mit IV-Block nach Bier 100% und 353% in der Gruppe der Allgemeinanästhesie.

Der zeitliche Verlauf der vier Gruppen unterschied sich signifikant zwischen der Allgemeinanästhesie und den übrigen drei Gruppen, der lokalen Infiltration, der axillären Plexusanästhesie und dem IV-Block nach Bier (p-Werte  $<0,01$ ). Vgl. Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus und Tabelle 10 Post-hoc-Tests Verlauf Hämodynamik und Sympathikotonus.

### 3.4 Postoperativ

Postoperativ wurden die Patienten zu Schmerzen und Zufriedenheit befragt. Ebenso wurden Komplikationen, Abbrüche der Verfahren und Wirksamkeit der Verfahren erfasst.

#### 3.4.1 Schmerz

Die Schmerzen wurden anhand der numerischen Analogenskala (kurz: NAS) durch den Patienten angegeben. Ausgewertet wurden die Angaben zu Schmerzen während der Operation, direkter postoperativer Schmerz am Operationstag sowie die Schmerzen am ersten und zweiten postoperativen Tag.

Während des Eingriffes verspürten bei der lokalen Infiltration 16% der Patienten Schmerzen, bei der der axillären Plexusanästhesie 5% und bei dem IV-Block nach Bier 8%. Bei der Allgemeinanästhesie gaben 0% der Patienten Schmerzen an. Es besteht ein signifikanter Unterscheid zwischen den vier Gruppen (p-Werte 0,03), in der Subgruppenanalyse zeigte sich der signifikante Unterschied zwischen der Gruppe mit Allgemeinanästhesie und der Gruppe der lokalen Infiltration (p-Werte <0,01). Vgl. untenstehende Tabelle 5 Schmerzübersicht und Tabelle 11 Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz im Anhang.

Tabelle 5 Schmerzübersicht

	LA <i>n</i> =50	AxPlex <i>n</i> =42	IVR <i>n</i> =40	AA <i>n</i> =42	p-Wert
Schmerzinzidenz [%]					
Während der Operation	16	5	8	0	0,03
Nach der Operation	54	48	48	60	0,64
1. postoperative Tag	28	45	48	43	0,21
2. postoperative Tag	10	21	38	21	0,02
Schmerzintensität nach NAS 1-10					
Während der Operation	5 ± 2	5 ± 6	5 ± 1	0 ± 0	0,53
Nach der Operation	5 ± 2	5 ± 5	6 ± 2	5 ± 2	0,56
1. postoperative Tag	5 ± 2	4 ± 2	5 ± 2	4 ± 2	0,24
2. postoperative Tag	4 ± 2	5 ± 2	4 ± 2	4 ± 3	0,39

*Mittelwert ± Standardabweichung*

Am Operationstag hatten bei der lokalen Infiltration 54%, bei der axillären Plexusanästhesie 48%, beim IV-Block nach Bier 48% und bei der Allgemeinanästhesie 60% Schmerzen. Hier konnte kein signifikanter Unterschied gezeigt werden (p-Wert 0,64).

Am ersten postoperativen Tag gaben bei der lokalen Infiltration 28%, bei der axillären Plexusanästhesie 48%, in der Gruppe IV-Block nach Bier 48% und bei der Allgemeinanästhesie 43% der Patienten Schmerzen an. Ein signifikanter Unterschied besteht nicht.

Am zweiten postoperativen Tag gaben bei der lokalen Infiltration 10%, bei der axillären Plexusanästhesie 21%, beim IV-Block nach Bier 38% und bei der Allgemeinanästhesie 21% der Patienten an, Schmerzen verspürt zu haben. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (p-Wert 0,02). Die Nachtestung der Gruppen ergab einen Unterschied zwischen der Gruppe der lokalen Infiltration und des IV-Blocks nach Bier (p-Werte <0,01). Siehe vorangehende Tabelle 5 Schmerzübersicht und Tabelle 11 Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz im Anhang.

Die Stärke des Schmerzes ist ebenfalls der Tabelle 5 Schmerzübersicht zu entnehmen. Die Schmerzintensität während des Eingriffs wurde von den Patienten, die Schmerzen empfunden haben, mit  $5 \pm 2$  in der Gruppe der lokalen Infiltration beschrieben. In der Gruppe der axillären Plexusanästhesie wurde die Intensität mit  $5 \pm 6$ , in der Gruppe des IV-Block nach Bier mit  $5 \pm 1$  und in der Allgemeinanästhesie mit 0 angegeben (p-Wert 0,53).

Am Operationstag gaben die Schmerzpatienten eine Schmerzstärke von  $5 \pm 2$  bei der lokalen Infiltration an,  $5 \pm 5$  bei der axillären Plexusanästhesie,  $6 \pm 2$  beim IV-Block nach Bier und der  $5 \pm 2$  Allgemeinanästhesie (p-Wert 0,56).

Die Intensität der Schmerzen am ersten postoperativen Tag betrug bei den Schmerzpatienten der lokalen Infiltration  $5 \pm 2$ , bei der axillären Plexusanästhesie  $4 \pm 2$ , beim IV-Block nach Bier  $5 \pm 2$  und bei der Allgemeinanästhesie  $4 \pm 2$  (p-Wert 0,24).

Die am zweiten postoperativen Tag angegebenen Schmerzstärken betragen in der Gruppe der lokalen Infiltration  $4 \pm 2$ , bei der axillären Plexusanästhesie  $5 \pm 2$ , beim IV-Block nach Bier  $4 \pm 2$  und bei der Allgemeinanästhesie an  $4 \pm 3$ , (p-Wert 0,39).

Der Vergleich zwischen den Verfahren in Bezug auf die Schmerzintensität brachte zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede. Vergleiche hierzu Tabelle 5 Schmerzübersicht.

### 3.4.2 Zufriedenheit

Die Patientenzufriedenheit wurde ebenfalls mittels des postoperativen Fragebogens erfasst. Zum einem wurde das Anästhesieverfahren durch die Patienten mit einer Schulnote 1 (sehr gut), 2 (gut), 3 (befriedigend), 4 (ausreichend), 5 (mangelhaft), 6 (ungenügend) bewertet, zum anderen sollte mit Ja oder Nein beantwortet werden, ob die Patienten das Verfahren einem Bekannten empfehlen würden.

In der Gruppe der lokalen Infiltration betrug die mittlere Zufriedenheit  $1,50 \pm 0,6\%$ , in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie  $1,5 \pm 0,7\%$ . Bei den Patienten des IV-Blocks nach Bier lag sie bei  $1,6 \pm 0,7\%$  und in der Gruppe der Patienten mit Allgemeinanästhesie bei  $1,5 \pm 1\%$ . Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Gruppen nicht ( $p$ -Wert 0,54). Vgl. Abbildung 10 Übersicht über Schulnotengebung je Verfahren.

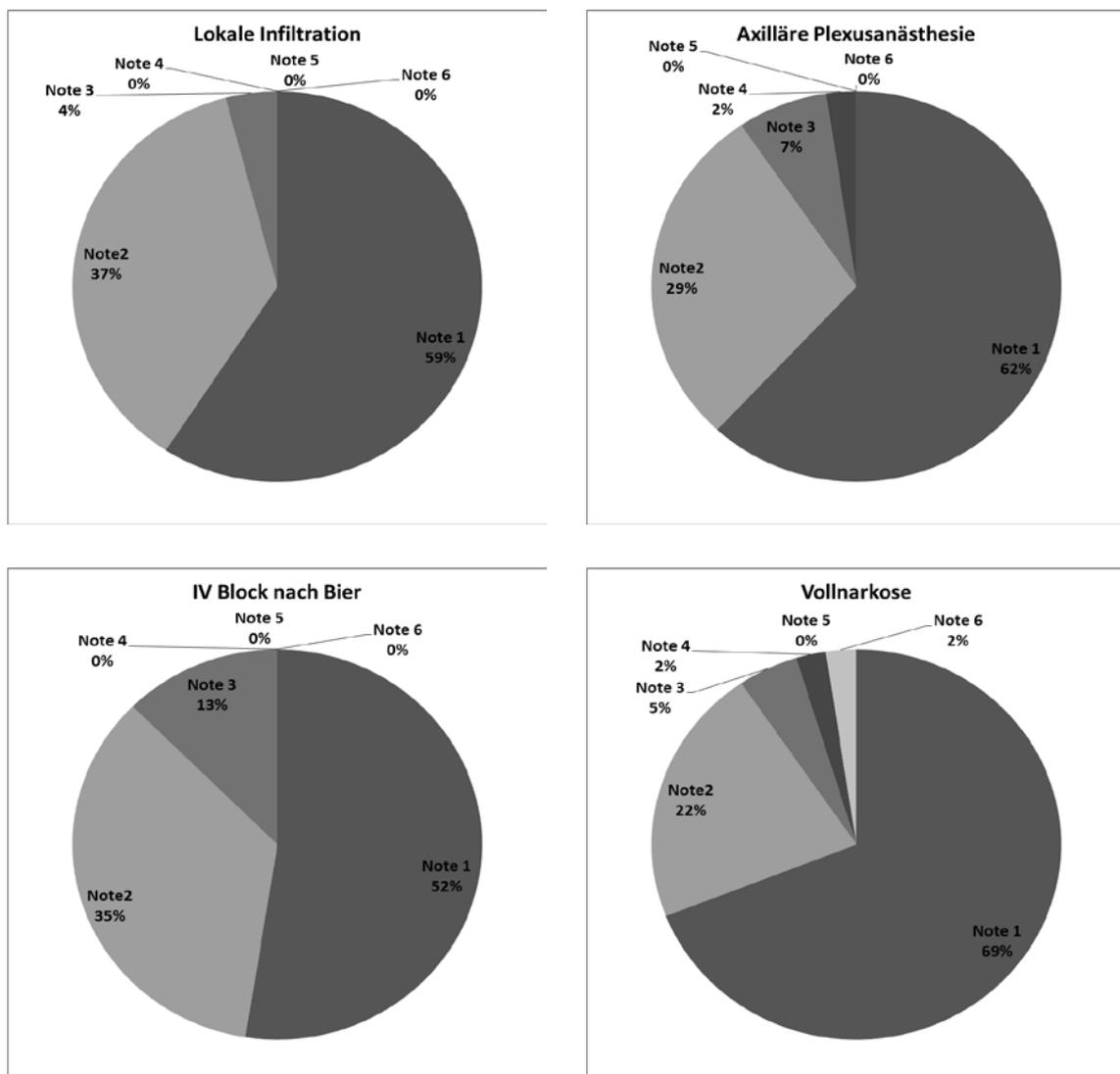


Abbildung 10 Übersicht über Schulnotengebung je Verfahren

Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen

	LA <i>n</i> =50	AxPlex <i>n</i> =42	IVR <i>n</i> =40	AA <i>n</i> =42	p-Wert
Zufriedenheit in Schulnoten	1,5 ± 0,6	1,5 ± 0,7	1,6 ± 0,7	1,5 ± 1	0,54
Weiterempfehlung [%]	96	93	93	97	0,56
Wahrnehmung während der Operation [%]	98	100	100	0	<0,01
Wahrnehmung während der Operation als unangenehm empfunden [%]	10	12	3	0	0,26
Übelkeit nach Op oder am Folgetag [%]	4	0	8	5	0,38
Erbrechen nach Op oder am Folgetag [%]	0	0	0	0	-
Postoperatives Zittern [%]	4	0	8	0	0,12
Missempfindung an der Hand ab 1. postoperativen Tag [%]	6	0	25	2	<0,01
Harnverhalt [%]	2	0	0	0	0,47
Postoperative Gedächtnisstörungen [%]	0	0	0	7	0,02
Heiserkeit [%]	0	0	0	2	0,37
Schluckbeschwerden [%]	0	0	0	7	0,02
Halsschmerzen [%]	0	0	0	10	<0,01
Effekt der Anästhesie					
A [%]	100	95	98	-	0,16
B [%]	0	5	0	-	n.r.
C [%]	0	0	2	-	n.r.

*Mittelwert ± Standardabweichung*

Die Weiterempfehlungsrate für das jeweilige Anästhesieverfahren betrug in der Gruppe der lokalen Infiltration 96%, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie 93%, bei den Patienten des IV-Blocks nach Bier 93% und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie

97%. Es besteht kein signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen in Hinblick auf die Weiterempfehlung (p-Wert 0,56). Vergleiche hierzu Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen.

### 3.4.3 Wahrnehmung

Des Weiteren wurden die Patienten gefragt, ob sie während der OP etwas wahrgenommen haben und wenn ja, ob dieses für sie unangenehm war.

Während des Eingriffes nahmen 98% der Patienten der lokalen Infiltration, 100% der Patienten mit axillärer Plexusanästhesie, 100% der Patienten mit IV-Block nach Bier und 0% der Gruppe der Patienten der Allgemeinanästhesie ihre Umgebung wahr. Zwischen den regionalen Verfahren und der Allgemeinanästhesie besteht ein signifikanter Unterschied (p-Wert <0,01). Vergleiche hierzu Abbildung 11 Wahrnehmung während der Operation und Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen.

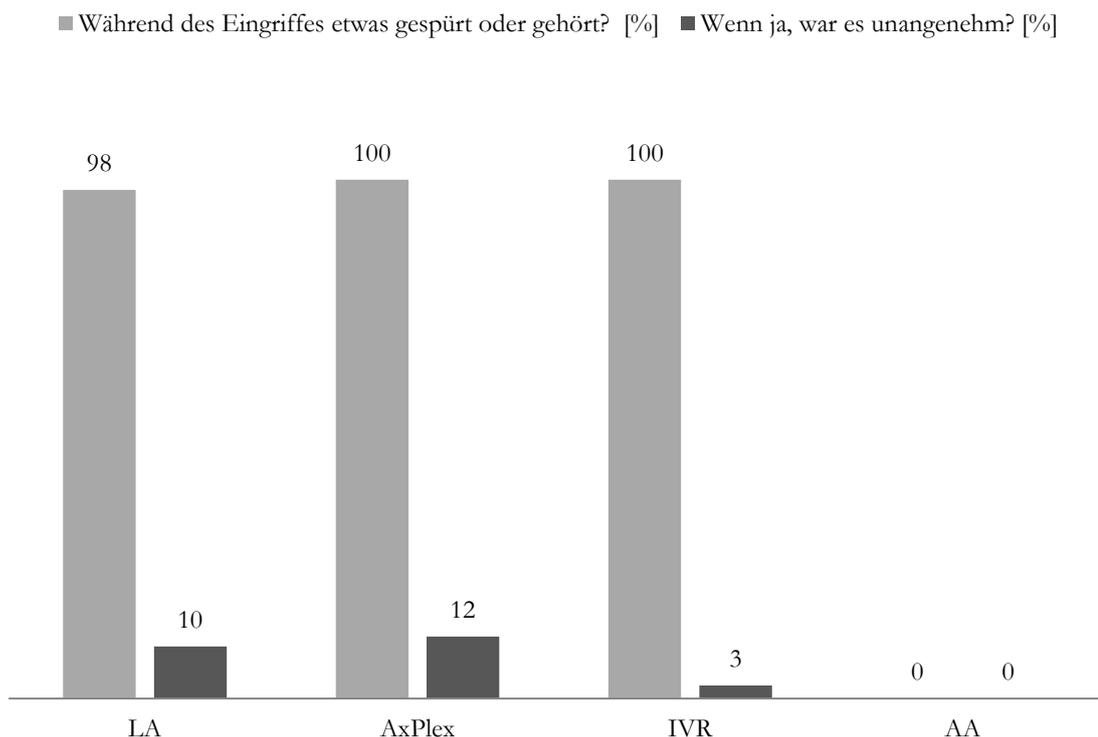


Abbildung 11 Wahrnehmung während der Operation

Die Wahrnehmung als unangenehmes Erlebnis wurde bei 10% der Patienten mit lokaler Infiltration, bei 12% mit axillärer Plexusanästhesie und 3% der Patienten mit IV-Block nach Bier beobachtet. Mit 0% wahrnehmungsfrei wurde die OP aus Sicht der Gruppe der

Allgemeinanästhesie-Patienten empfunden. Siehe hierzu Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen.

#### 3.4.4 **Komplikationen**

Während und nach dem Eingriff wurden Fragen zu Komplikationen und Beschwerden gestellt.

In der Gruppe der lokalen Infiltration betrug der Anteil der Patienten mit Übelkeit nach der Operation 4%, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie 0%. Bei den Patienten des IV-Blocks nach Bier 8% und in der Gruppe der Patienten mit Allgemeinanästhesie 5%. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p$ -Wert 0,38). Erbrechen wurde von keinem der befragten Patienten angegeben. Zu postoperativem Zittern kam es bei 4% der Patienten der lokalen Infiltration, bei 0% in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie. Bei den Patienten des IV-Blocks nach Bier wurde von 8% Zittern angegeben und bei den Patienten mit Allgemeinanästhesie gaben ebenfalls 0% ein Zittern an. Missempfindung an der Hand ab dem ersten postoperativen Tag gaben 6% der Befragten der lokalen Infiltration an, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie 0%. Bei den Patienten mit IV-Blocks nach Bier gaben 25% Missempfindungen an und in der Gruppe der Patienten mit Allgemeinanästhesie 2%, der Unterschied ist signifikant ( $p$ -Wert  $<0,01$ ). Vergleiche hierzu Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen und Tabelle 12 Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen.

Harnverhalt wurde von 2% der Patienten mit lokaler Infiltration angegeben, in den anderen Gruppen kam es zu keinem Harnverhalt. Postoperative Gedächtnisstörungen wurden in der Gruppe der Allgemeinanästhesie von 7% angegeben, in den Gruppen der lokalen Infiltration, der axillären Plexusanästhesie und im IV-Block nach Bier kam es zu keinen Gedächtnisstörungen, es ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen und der Gruppe der Allgemeinanästhesie ( $p$ -Wert 0,02), siehe Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen und Tabelle 12 Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen.

Heiserkeit wurde mit 2% ausschließlich in der Gruppe der Allgemeinanästhesie angegeben, der Unterschied ist nicht signifikant ( $p$ -Wert 0,37). Auch Schluckbeschwerden mit 7% und Halsschmerzen mit 10% wurden nur von Patienten aus der Gruppe der Allgemeinanästhesie angegeben. Dies bedeutet einen signifikanten Unterschied der Allgemeinanästhesie im Vergleich zur Gruppe der lokalen Infiltration, der axillären Plexusanästhesie und dem IV-Block nach Bier in Bezug auf Schluckbeschwerden

(p-Wert 0,02) und Halsschmerzen (p-Wert <0,01). Vergleiche Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen und Tabelle 12 Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen.

#### 3.4.5 **Wirksamkeit der Anästhesie und Abbruch des Verfahrens**

Die Wirksamkeit des Anästhesieverfahrens wurde nach Effekt A (Anästhesie wirkt so, dass chirurgische Maßnahmen ohne weitere Gabe oder Änderung erfolgen kann), Effekt B (nachträgliche Gabe eines Lokalanästhetikums) und Effekt C (das bisherige Verfahren muss abgebrochen werden) eingeteilt. Bei der lokalen Infiltration wurde bei allen Patienten Effekt A gemessen. Bei der axillären Plexusanästhesie musste bei zwei Patienten (5%) ein Lokalanästhetikum nachgegeben werden (Effekt B). Der IV-Block nach Bier musste in einem Fall (2% der Fälle) abgebrochen werden (Effekt C). Vergleiche hierzu Tabelle 6 Zufriedenheit und Komplikationen. Aufgrund der geringen Anzahl von Effekt B und C war eine Anwendung eines statistischen Testes nicht möglich.

Die Anästhesieverfahren konnten in 174 von 175 Fällen beibehalten werden. Bei einem Patienten, der einen IV-Block nach Bier erhielt, musste aufgrund von einer hypertensiven Entgleisung und Unwohlsein das Verfahren abgebrochen werden.

## 4 Diskussion

Aufgrund der Zunahme der Bedeutung des ambulanten Operierens in Deutschland mit einem Anstieg der ambulant durchgeführten Eingriffe um den Faktor 16 in den letzten 20 Jahren (Frei et al. 1995; Kraus 2001; Hofer 2012; Statistisches Bundesamt 2012a; Statistisches Bundesamt 2012b; Statistisches Bundesamt 2013) werden Studien über das ambulante Operieren immer bedeutsamer (Fischer und Zechmeister-Koss). In der aktuellen Literatur werden meist zwei bestimmte Fragestellungen in Hinblick auf das ambulante Operieren untersucht. Zum einen gibt es Arbeiten, die untersuchen, welches Verfahren aufgrund von Wirkungen und Nebenwirkungen am besten für ambulante Patienten geeignet ist, wie z.B. die Untersuchungen von Prabhu und Chung 2001 sowie Bryson 2004. Bedingt durch die Zunahme der Patienten erhöht sich auch die Zahl von vorerkrankten Patienten, die eventuell für einzelne Verfahren nicht in Betracht kommen, bzw. steigt die Zahl der Komplikationen bei ambulanten Operationen aufgrund unbekannter Vorerkrankungen der Patienten (Prabhu und Chung 2001; Bryson et al. 2004a; Bryson et al. 2004b). Dem gegenüber stehen ökonomische Untersuchungen, die die Prozessoptimierung sowie die Effektivität der Anästhesie als wichtigen Faktor für Wirtschaftlichkeit des ambulanten Operierens darstellen (Mende 2009; Henning et al. 2014).

Im Anschluss an Erkenntnisse der aktuellen Literatur ergab sich die vorliegende Untersuchung, die erstmals die vier Anästhesieverfahren der lokalen Infiltration, der axilläre Plexusanästhesie, der IV-Block nach Bier und der Allgemeinanästhesie bei chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität vergleicht, um das am besten geeignete Verfahren im Hinblick auf das Wohl des Patienten und die Kosteneffizienz zu finden. Als Kriterien galten Prozesszeitoptimierung, Komplikationsrate, Auswirkungen auf Hämodynamik und Stressreaktion in Verbindung mit einer objektiven Messung der sympathischen Nervensystemaktivität, peri- und postoperativen Schmerzsituation als auch die Patientenzufriedenheit.

### 4.1 Anthropometrische Daten

Um ein vergleichbares Ergebnis zwischen den einzelnen Gruppen der vier Anästhesieverfahren zu erlangen, wurden die Gruppen zunächst auf signifikante Unterschiede bezüglich Alter, Gewicht, BMI und Geschlecht geprüft.

Das mittlere Alter der 175 Patienten und Patientinnen lag in der Gruppe der lokalen Infiltration bei 50 Jahren (SD  $\pm 12$ ), bei der axillären Plexusanästhesie bei 50 Jahren (SD  $\pm 16$ ), bei dem IV-Block nach Bier bei 53 Jahren (SD  $\pm 14$ ) und bei der Allgemeinanästhesie betrug das mittlere Alter in Jahren 55 (SD  $\pm 18$ ). Diese gleichmäßige Verteilung der Altersstruktur über die vier Gruppen ermöglicht eine Vergleichbarkeit untereinander, so dass eine Verzerrung der Ergebnisse aufgrund des Alters nicht zu erwarten ist (p-Wert 0,32).

Das Gewicht bzw. der BMI hat Einfluss auf das Maß und die Anzahl von Komplikationen und postoperativen Schmerzen, vor allem bei der Allgemeinanästhesie (Chung et al. 1997). Die Verteilung des Gewichtes und des BMI kann ebenfalls als ausgeglichen betrachtet werden – auch hier bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (p-Wert-Gewicht 0,4; p-Wert-BMI 0,11). Das mittlere Gewicht betrug in der Gruppe der lokalen Infiltration 83 kg (SD  $\pm 19$ ), bei den axillären Plexen 82 kg (SD  $\pm 21$ ), beim IV-Block nach Bier 81 kg (SD  $\pm 20$ ) und bei der Allgemeinanästhesie 80 kg (SD  $\pm 18$ ). Auch die Werte des BMI bewegten sich je nach Verfahren im Mittel zwischen 27 und 29. Die hier untersuchten Studienteilnehmer zeigten sich normalverteilt über die verschiedenen Anästhesieverfahren, so dass die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht durch körperliche Gegebenheiten der Patienten verzerrt wird.

Auch die Geschlechterverteilung muss berücksichtigt werden, da z.B. Nebenwirkungen bei der axillären Plexusanästhesie bei Frauen häufiger beschrieben wurden (Cooper et al. 1995). In dieser Untersuchung waren bei der axillären Plexusanästhesie 60% der Personen männlich. Auch bei der Allgemeinanästhesie stellt das weibliche Geschlecht einen Risikofaktor für PONV dar (Apfel und Roewer 2004), das Auftreten ist 2-3 mal häufiger als bei Männern (Philip 1997). Bei der lokalen Infiltration und dem IV-Block nach Bier sind ca. 70% der untersuchten Personen weiblich. Das Verhältnis bei der Allgemeinanästhesie ist mit 50:50 ausgewogen.

Um die Prozesszeiten, aber auch die Schmerzsituation vergleichen zu können, sollten die Eingriffe möglichst gleich oder zumindest ähnlich einzustufen sein. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten der vier Studienorte variiert das Spektrum der Eingriffe. Dennoch stellen die Operationen im Bereich der Hand wie Karpaltunneloperation, Sehnen- und Bandverletzungen sowie Ganglienentfernung je Anästhesieverfahren die häufigsten Untersuchungen dar. In der Gruppe der lokalen Infiltration wurden ausschließlich Eingriffe im Handbereich inklusive Karpaltunneloperation durchgeführt, hieraus resultiert ein signifikanter Unterschied dieser Gruppe mit der der axillären Plexusanästhesie, in der 74% an der Hand operiert wurden (p-Wert  $< 0,01$ ), und der Gruppe der Patienten mit IV-Block

nach Bier, in der 90% an der Hand operiert wurden ( $p$ -Wert 0,04). Ebenso gab es einen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe der axillären Plexusanästhesie und der Allgemeinanästhesie, in der 93% an der Hand operiert wurden ( $p$ -Wert 0,04). Dies bedeutet für die Aussagekraft der Ergebnisse, dass zum Vergleich der Verfahren für die Lokalisation proximal des mittleren Unterarmes keine statistisch signifikanten Aussagen getroffen werden können. Dennoch können aufgrund des hohen Anteils der Eingriffe distal des mittleren Unterarmes signifikante Unterschiede analysiert und diskutiert werden.

## 4.2 Prozesszeiten

Beim Versuch, die vier Anästhesieverfahren nach den Prozesszeiten einzustufen, finden sich in der Literatur widersprüchliche Empfehlungen für oder gegen die einzelnen Verfahren. Die Allgemeinanästhesie ist ein sicheres und sehr schnell wirkendes Verfahren, um die Operationsbereitschaft herzustellen. Regionale Verfahren benötigen in der Regel mehr Zeit bzw. müssen von geübten Anwendern durchgeführt werden, um zeiteffektiv zu sein (Graf und Martin 2001; Rawal 2001). Andere Autoren vertreten die These, dass bei einem perfekten Setting, wie separaten Vorbereitungsräumen und nichtärztlichem Betreuungspersonal bei gesetzter Nervenblockade, die Regionalanästhesie der Allgemeinanästhesie nicht nachstehe (Armstrong und Cherry 2004; Bauer und Hinz 2010). Bei der Gliederung der Prozesszeiten in Anlagezeit, Gesamtdauer und postoperative Betreuungszeit ergeben sich neue Wertigkeiten in der Rangfolge der Verfahren. Wird die Anästhesiezeit der einzelnen Verfahren betrachtet, kommt es zu deutlichen Unterschieden in der Dauer ( $p$ -Wert  $<0,01$ ), vgl. Tabelle 3 Prozesszeiten im Kapitel 3.2 und Tabelle 8 Post-hoc-Test Prozesszeiten im Anhang. Die lokale Infiltration ermöglicht die Herstellung der Operationsfähigkeit in nur zwei Minuten und ist damit ebenso schnell wie die Allgemeinanästhesie. Die beiden Verfahren unterscheiden sich in diesem Punkt somit nicht signifikant voneinander ( $p$ -Wert 0,41). Beim IV-Block nach Bier wurde eine Anlagezeit von 10 Minuten gemessen. Gesondert zu betrachten ist die axilläre Plexusanästhesie. Die mediane Anlagezeit liegt hier bei 11 Minuten, die maximale Dauer allerdings bei 74 Minuten, vgl. Abbildung 3 Boxplot Anlagezeit der Anästhesie, S. 23. Diese Beobachtung stützt die These, dass gerade die axilläre Plexusanästhesie ein gutes Setting (Bauer und Hinz 2010) und genügend Erfahrung und Übung erfordert, bevor sie effektiv genutzt werden kann (Armstrong und Cherry 2004; Liu et al. 2005). Unter Betrachtung der Mittelwerte der Anlagezeit für die axilläre Plexusanästhesie ergab sich ein signifikanter Unterschied zu den Anlagezeiten der lokalen Infiltration und der Allgemeinanästhesie ( $p$ -Wert je  $<0,01$ ).

Ein Vergleich zwischen dem IV-Block nach Bier und der axillären Plexusanästhesie ergab ebenfalls die kürzere Analgezeit für den Bierblock, welche sich jedoch nicht signifikant unterschieden (p-Wert 0,07). Allerdings bevorzugten die Patienten laut Zufriedenheitsumfrage die axilläre Plexusanästhesie, da diese den postoperativen Schmerz besser abdeckt (Mackay und Bowden 1997). Dieses Ergebnis konnte in der aktuellen Untersuchung nicht im gleichen Maße gezeigt werden; bei der axillären Plexusanästhesie wie auch beim IV-Block nach Bier betrug der Anteil der zufriedenen Patienten 93%. Zum Vergleich der Zufriedenheit siehe Kapitel 4.4.2.

Gesondert muss beachtet werden, wie sich die Anlagezeiten auf die Gesamtdauer des einzelnen Verfahrens auswirkt. Die Gesamtdauer ist ausschließlich vor dem Hintergrund zu betrachten, dass diese Zeit nicht nur von der Leistung der Anästhesie abhängig ist, sondern in großem Maße von der Operationsdauer, die jedoch nicht primäres Untersuchungsziel dieser Studie ist. Die Gesamtdauer sollte, da sie den realen Zeitaufwand wiedergibt, dennoch mit betrachtet werden. Die kürzeste mittlere Gesamtdauer der vier Verfahren zeigte sich bei der lokalen Infiltration mit nur 29 Minuten, beim IV-Block nach Bier wurden 98 Minuten gemessen und bei der Allgemeinanästhesie betrug die Dauer 130 Minuten. Die axilläre Plexusanästhesie benötigte 266 Minuten, diese ist einerseits durch die lange Analgezeit, andererseits durch die postoperative Betreuungszeit zu erklären. Alle vier Gruppen unterschieden sich signifikant mit einem p-Wert von jeweils  $<0,01$  voneinander. Die Schlussfolgerung einer Metaanalyse zu dieser Fragestellung, die den regionalen Verfahren im Schnitt einen Zeitvorteil von 24 Minuten zuordnet (Liu et al. 2005), kann hier nur in Bezug auf die Infiltration und den IV-Block nach Bier bestätigt werden. Es ist zu beachten, dass gerade im postoperativen Betreuungsmanagement je nach Land unterschiedliche Empfehlungen gelten bzw. die Empfehlungen der aktuellen Leitlinie zum Umgang mit Spinalanästhesiepatienten im ambulanten Bereich zum Studienzeitpunkt noch nicht erschienen waren. Dennoch weisen Studien darauf hin, dass die in Deutschland gängige Praxis, abzuwarten, bis eine vollständige Rückentwicklung der motorischen und sensiblen Blockade vorliegt (Heller et al. 2009), nicht den aktuellen Empfehlungen der DGAI und des BDA sowie der Meinung der internationalen Forschung entspricht. Auch nordamerikanische Autoren sprachen sich für die Veröffentlichung der Leitlinie für die Entlassung noch sitzender Blockaden aus (Gallay et al. 2008; Heller et al. 2009; Klein et al. 2005).

Bei der Betrachtung der postoperativen Betreuungszeit fällt die Dauer von null Minuten bei der lokalen Infiltration auf. Bei diesem Verfahren war eine postoperative Betreuung nicht vorgesehen und nicht nötig. Dies verschafft der lokalen Infiltration in Bezug auf die

Prozesszeiten einen deutlichen Vorteil. Patienten mit einem IV-Block nach Bier mussten im Durchschnitt 47 Minuten nachbetreut werden und Patienten, die eine Allgemeinanästhesie erhielten, 94 Minuten. Bei den Patienten mit axillärer Plexusanästhesie wurde postoperativ eine Betreuungszeit von 168 Minuten gemessen. Diese Zeiten unterscheiden sich signifikant voneinander ( $p$ -Wert je  $<0,01$ ). Auch bei diesen Ergebnissen ist zu bedenken, dass für die axilläre Plexusanästhesie aufgrund des bereits erwähnten Umgangs mit Blockaden in Deutschland im Vergleich eine lange Betreuungszeit veranschlagt wird. Die These mehrerer Studien, dass Regionalanästhesie in der Gesamtdauer kürzer als eine Allgemeinanästhesie durchgeführt werden kann (D'Alessio et al. 1995; Hadzic et al. 2004; Hadzic et al. 2005; McCartney et al. 2004; Murphy und Chan 2000), wird vor diesem Hintergrund bestätigt. Die Nachteile bei der postoperativen Betreuungszeit der Allgemeinanästhesie lassen sich in den genannten Studien durch Komplikationen und Nebenwirkungen, wie PONV und Schmerzen erklären (Philip 1992; Brown et al. 1993; Guignard et al. 2000; Chan et al. 2001; Rawal et al. 2001; McCartney et al. 2004). Dies konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht gezeigt werden, vergleiche hierzu Kapitel 4.4.4. Die Empfehlungen der DGAI mit dem BDA sowie die Vereinbarung zur Qualitätssicherung ambulanter Anästhesie befürworten eine Entlassung zum Zeitpunkt der Rückläufigkeit der Sensorik und Motorik bei regionalen Verfahren (Weißbauer 1998; BDA 2006). Diese Empfehlung lässt allerdings offen, wie stark bzw. wie eindeutig die Rückläufigkeit der Blockade ausgeprägt sein sollte. Um das Wohl des Patienten nicht zu gefährden, bleibende Schäden z.B. durch Druck nach Lagerungsfehlern bei noch anhaltender Missempfindung zu verhindern, ergeben sich relativ lange postoperative Beobachtungszeiträume (Ilfeld et al. 2002; Standl und Lussi 2012). Diese Beobachtung deckt sich mit dem Ergebnis für die Gruppe der axillären Plexusanästhesie in dieser Untersuchung.

### 4.3 Auswirkungen auf die Hämodynamik und den Sympathikotonus

Ein weiteres Ziel dieser Untersuchung ist es, das nach objektiven Kriterien messbare, für den Patienten optimale Verfahren zu finden. Als Messgrößen hierfür wurden die Hämodynamik und der intraoperative Stress genutzt. Der Zusammenhang zwischen einer stabilen Hämodynamik und dem Outcome des Patienten konnte in mehreren Untersuchungen gezeigt werden (Flanckbaum et al. 1998; Chan et al. 2001). Auch die Schmerz- bzw. Stressfreiheit haben sowohl auf die Erholung als auch auf den

postoperativen Outcome einen nachweislichen Einfluss (White 2000; Shnaider und Chung 2006).

#### 4.3.1 Blutdruck

Es ist wünschenswert, den Kreislauf des Patienten durch den Eingriff so wenig wie möglich zu beeinflussen. Einbrüche im Kreislauf können zu Komplikation und Verlängerung der Gesamtdauer führen. Gerade im ambulanten OP-Bereich bestehen oftmals nur geringe Vorkenntnisse über Vorerkrankungen (Bryson et al. 2004b; Bryson et al. 2004a; Prabhu und Chung 2001). Die hieraus resultierenden Probleme können einen Nachteil für den Patienten, aber auch für die Behandelnden ergeben, daher stellen kreislaufneutrale Anästhesieverfahren wie die regionalen Methoden einen Vorteil gegenüber der Allgemeinanästhesie dar (Flancbaum et al. 1998).

Der Abfall des mittleren arteriellen Blutdrucks betrug bei den regionalen Verfahren zwischen 8% und 10%, bei der lokalen Infiltration 10%, der axillären Plexusanästhesie 9% und im IV-Block nach Bier 8%. Bei der Allgemeinanästhesie wurde ein Abfall des Blutdrucks von 25% beobachtet, dies stellt einen signifikanten Unterschied zwischen der Allgemeinanästhesie und den regionalen Verfahren dar (p-Wert je <0,01). Dazu ist anzumerken, dass in keinem Fall eine Intervention oder medikamentöse Therapie nötig wurde und sich keinerlei direkt sichtbare Komplikationen entwickelt haben. Die hier beobachteten Blutdruckabfälle während der Allgemeinanästhesie sind als verfahrensangemessen zu werten. Unter den drei regionalen Verfahren konnte kein signifikanter Unterschied für den prozentualen Blutdruckabfall festgestellt werden.

Im Detail wurde der Blutdruckverlauf zu den Zeitpunkten Anlage, Schnitt und Operationsende dokumentiert, vgl. Abbildung 6 Blutdruck im Verlauf als Boxplot auf S. 27 und Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus auf Seite 28. Hier konnte ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen den regionalen Verfahren, welche sich untereinander nicht unterschieden, und dem Verfahren der Allgemeinanästhesie gezeigt werden (p-Wert <0,01).

Eine Komplikation durch eine hypertensive Blutdruckspitze ergab sich beim IV-Block nach Bier. Hier musste aufgrund der hohen Blutdruckwerte, die über den Cuffdruck stiegen, das Verfahren abgebrochen und auf eine axilläre Plexusanästhesie gewechselt werden. Vgl. hierzu S. 53 das Kapitel Wirksamkeit der Anästhesie und Abbruch des Verfahrens.

### 4.3.2 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz blieb ebenso wie der Blutdruck im Verlauf der regionalen Verfahren stabil. Bei der lokalen Infiltration und der axillären Plexusanästhesie wurde ein Absinken von 7%, beim IV-Block nach Bier von 6% beobachtet. Bei der Allgemeinanästhesie betrug der Abfall 16%.

Die regionalen Verfahren zeigten sich kreislaufneutraler als die Allgemeinanästhesie, unter den drei Verfahren besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich des Herzfrequenzabfalls, vgl. Tabelle 9 Post-hoc-Tests Hämodynamik im Anhang und Abbildung 7 Abfall der Herzfrequenz vom Mittel in Prozent mit Standardabweichung im Ergebnisteil. Vergleicht man die regionalen Verfahren mit der Allgemeinanästhesie, so zeigt sich allerdings ein signifikanter Unterschied mit jeweils einem p-Wert von 0,01. Relevante Bradykardien lagen jedoch zu keinem Zeitpunkt vor. Wie beim Blutdruckabfall zeigten sich in Bezug auf die Herzfrequenz bei der Allgemeinanästhesie im Vergleich zu den regionalen Verfahren keine hämodynamische Komplikation und kein Interventionsbedarf.

Parallel zum Blutdruckverlauf wurde der Herzfrequenzverlauf zu den Zeitpunkten Anlage, Schnitt und Operationsende dokumentiert, vgl. Abbildung 8 Herzfrequenz im Verlauf als Boxplot auf Seite 30 und Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus, S. 28. Hier konnte ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen den regionalen Verfahren, welche sich untereinander nicht unterschieden, zum Verfahren der Allgemeinanästhesie gezeigt werden (p-Wert <0,01).

### 4.3.3 ESG

Der intraoperative Stress ist ein weiteres Kriterium, das bei den vier Anästhesieverfahren gemessen wurde. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass bei Schultereingriffen unter regionaler Anästhesie weniger Stress gemessen wurde als bei Allgemeinanästhesien (Wennervirta et al. 2008). Zudem belegen weitere Studien, dass trotz Allgemeinanästhesie Stress vorhanden ist und gemessen werden kann (Ahonen et al. 2007; Huiku et al. 2007). Zur Messung des intraoperativen Stresses wurde der Elektro-Sympathikograph nach Janitzki verwendet (Ammenwerth et al. 1999; Janitzki 2010; Janitzki und Götte 1986; Janitzki und Götte 1995; Lidberg und Wallin 1981; Storm et al. 2002).

Die gemessenen Werte zum Zeitpunkt  $T_{\text{Anlage/Ausgang}}$  zeigen einen signifikanten Unterschied im Sympathikotonusniveau zwischen den Gruppen der regionalen Verfahren

(LA 90%, AxPlex 89% und IVR 101%) im Vergleich zur Allgemeinanästhesie mit 200% des Ausgangswertes. Während bei der lokalen Infiltration und der axillären Plexusanästhesie eine geringe Zunahme des Stresses beobachtet wurde, blieb das Stressniveau beim IV-Block nach Bier nahezu gleich. Signifikant ist die Zunahme der Entspannung bei der Allgemeinanästhesie zum Zeitpunkt der Anlage ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ).

Diese Tendenz setzt sich zu den Messpunkten  $T_{\text{Schnitt/Ausgang}}$  und  $T_{\text{Ende/Ausgang}}$  fort. Bei  $T_{\text{Schnitt/Ausgang}}$  zeigte sich das Stressniveau in der Gruppe der lokalen Infiltration um 6% zum Ausgang erhöht, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie um 12% erhöht. Die Patienten mit IV-Block nach Bier waren um 12% entspannter im Vergleich zum Ausgangswert. Hier besteht kein signifikanter Unterschied zwischen diesen drei Gruppen. Zur Allgemeinanästhesie mit einer Zunahme der Entspannung auf 404% gegenüber dem Ausgangswert konnte ein signifikanter Unterschied gezeigt werden ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ).

Ein vergleichbares Ergebnis zeigt sich für den Zeitpunkt  $T_{\text{Ende/Ausgang}}$ . Die Patienten der lokalen Infiltration zeigten einen Sympathikotonus von 93%, die der axillären Plexusanästhesie 94%, der Patienten mit IV-Block nach Bier 100%. Mit 353% unterscheidet sich die Gruppe der Allgemeinanästhesie erneut signifikant von denen der Regionalanästhesie. Zusammenfassend zeigte der zeitlich Verlauf der vier Gruppen zu allen drei Messpunkten (Anlage/Schnitt/Ende) einen signifikanten Unterschied zwischen der Allgemeinanästhesie und den übrigen drei Gruppen der lokalen Infiltration, der axillären Plexusanästhesie und dem IV-Block nach Bier ( $p$ -Werte  $< 0,01$ ). Vgl. Tabelle 4 Hämodynamik und der Sympathikotonus und Tabelle 10 Post-hoc-Tests Verlauf Hämodynamik und Sympathikotonus. Damit konnte gezeigt werden, dass die Allgemeinanästhesie das einzige Verfahren mit Abnahme der Sympathikusaktivität ist. Die regionalen Verfahren sind andererseits als stressneutral und in dieser objektiven Messung untereinander vergleichbar anzusehen.

Diese Messergebnisse legen den Rückschluss nahe, dass in Bezug auf den Stress und die Stressabschottung die Allgemeinanästhesie den regionalen Verfahren überlegen ist. Interessant gestaltet sich der Vergleich der Ergebnisse der subjektiven Stressempfindung und dem Wohlergehen der Patienten laut Fragebogen, vgl. 4.4.2. Dabei gaben die Allgemeinanästhesie-Patienten, verfahrensbedingt, keine Erinnerung an die Operation selbst an. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Untersuchungen Wennervitas 2008, bei der mittels „Surgical Stress Index“ SSI die Plexusanästhesie mit und ohne ulnarer Blockade mit der Allgemeinanästhesie verglichen wurden. Ein Unterschied wurde allerdings lediglich bei einer Fallzahl von 4 mit ulnarer Blockade im Vergleich mit der

Allgemeinanästhesie nachgewiesen. Zwischen einem alleinigen axillären Plexus und einer Allgemeinanästhesie bestand kein Unterschied. Nach Studien von Ahonen 2007 und Huiku 2007 zeigte sich auch während Allgemeinanästhesien bei zu geringer Analgesie eine Erhöhung des Stressniveaus. Wendet man diese Erkenntnisse auf die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung an, so ergibt sich der Rückschluss, dass die Analgesie der Allgemeinanästhesie effektiv war.

## 4.4 Postoperative Ergebnisse

### 4.4.1 Schmerz

Die Schmerzentwicklung während und nach dem Eingriff ist eine vermeidbare Ursache in Bezug auf Patientenunzufriedenheit und die Verlängerung der Gesamtdauer (Beauregard et al. 1998; Shnaider und Chung 2006). Regionalanästhesien, insbesondere Blöcke mit langer Wirkdauer, scheinen ideal zur Schmerzbekämpfung und -vorbeugung (Rawal et al. 2001; Woolf und Chong 1993).

Intraoperativ beschrieben 16% der Patienten mit lokaler Infiltration Schmerzen, die im Mittel die Stärke 5 aufwiesen. Diese wurden von den Patienten erlebt, als der Nerv durch den Operateur mit den Operationsinstrumenten berührt wurde. Es handelt sich daher nicht um einen unzureichenden Anästhesieeffekt, sondern um die Grenzen des Verfahrens, welches keine Leitungsblockade bietet. Festzuhalten bleibt, dass diese elektrisierende Empfindung einerseits nur kurzzeitig erlebt wurde, andererseits von 16% der Patienten als Schmerz angegeben wurde. Bei der axillären Plexusanästhesie gaben 5% Schmerzen an, hier betrug die Schmerzstärke ebenfalls 5. 8% der Patienten mit IV-Block nach Bier gaben intraoperative Schmerzen an, wobei diese ebenfalls bei 5 Schmerzstärke lagen. Verfahrensbedingt kam es zu keiner Aussage der Patienten mit Allgemeinanästhesie bzw. kein Patient der Gruppe mit Allgemeinanästhesie gab Schmerzen an. Signifikante Unterschiede in der Schmerzstärke während der Operation konnten nicht gezeigt werden. Lediglich die Inzidenz der Schmerzen unterschied sich signifikant zwischen der lokalen Infiltration und der Allgemeinanästhesie ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ), vgl. Tabelle 5 Schmerzübersicht und Tabelle 11 Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz. Obwohl die Schmerzstärke bei allen regionalen Verfahren bei 5 lag, ist bei reiner Betrachtung der maximalen Schmerzen ein Unterschied zu erkennen. Der maximale Schmerz liegt bei der Infiltration bei 7 und bei der axillären Plexusanästhesie bei 9, beim IV-Block nach Bier weicht er jedoch mit 5 nicht vom Median ab. Demzufolge war bei der axillären Plexusanästhesie die Häufigkeit der

Schmerzen am geringsten, die Schmerzstärke betrug allerdings mit 9 die höchste von allen. Diese Beobachtung ist jedoch nicht signifikant.

Schmerzen nach dem Eingriff noch am Operationstag wurden bei der lokalen Infiltration von 54% der Patienten mit der Stärke von 5 angegeben. 48% der Patienten, die eine axilläre Plexusanästhesie erhalten hatten, gaben Schmerzen der Stärke 5 an. Dieses Ergebnis in Bezug auf die axilläre Plexusanästhesie spiegelt nicht die Studie von Mackay und Bowden wider, die eine Überlegenheit in der postoperativen Schmerzbehandlung durch Blockaden wie der Plexusanästhesie sieht (Mackay und Bowden 1997). Beim IV-Block nach Bier betrug der Anteil der Schmerzpatienten ebenfalls 48%, die Schmerzstärke betrug 6. Mit 60% ist der Anteil der Schmerzpatienten der vier Verfahren bei der Allgemeinanästhesie am höchsten. Die Schmerzstärke betrug hier 5 und unterscheidet sich nicht deutlich von den anderen Verfahren. Signifikante Unterschiede in Bezug auf Schmerzinzidenz und Stärke nach dem Eingriff konnten nicht gezeigt werden. Die Verfahren sind als gleichwertig zu bewerten.

Am ersten postoperativen Tag erlitten nur 28% der Patienten der lokalen Infiltration Schmerzen, hier lag die Schmerzstärke bei 5. Bei den Patienten der anderen drei Verfahren gaben deutlich mehr, durchschnittlich ca. 45% aller Befragten, Schmerzen an. Bei der axillären Plexusanästhesie gaben 45% Schmerzen an, die Schmerzstärke betrug 4. 48% der Patienten mit IV-Block nach Bier verspürten Schmerzen der Stärke 5. Bei der Allgemeinanästhesie gaben 43% der Patienten Schmerzen an, deren mediane Stärke bei 4 lag. Diese Zahlen bestätigen zum Teil das Ergebnis einer Umfrage, die zu dem Ergebnis kommt, dass die postoperative Schmerzbehandlung derzeit nicht ausreichend kontrolliert ist (Lux et al. 2008).

Die Befragung am zweiten postoperativen Tag ergab, dass nur noch 10% der Patienten mit lokaler Infiltration unter Schmerzen litten, die Schmerzstärke wurde im Median mit 4 angegeben. Die Patienten mit axillärer Plexusanästhesie gaben zu 21% Schmerzen mit einer Stärke von 5 an. 38% der Patienten mit IV-Block nach Bier hatten auch am zweiten postoperativen Tag Schmerzen, die Intensität des Schmerzes lag bei 4. In der Gruppe der Allgemeinanästhesie gaben 21% der Befragten Schmerzen an, hier betrug die Schmerzstärke 4.

Die Ergebnisse zeigen keinen eindeutigen Vorteil der Schmerzbekämpfung oder Vorbeugung durch eines der Verfahren. Signifikante Unterschiede konnten nur zweimal gezeigt werden. Die Schmerzinzidenz während der OP unterscheidet sich im Vergleich der Allgemeinanästhesie mit der lokalen Infiltration (0 vs. 16%, p-Wert < 0,01). Am zweiten

postoperativen Tag zeigt sich ein signifikanter Unterschied in der Schmerzinzidenz zwischen der lokalen Infiltration und dem IV-Block nach Bier (10% vs. 38%, p-Wert >0,01). Dieses Ergebnis führt zu der Hypothese, dass die Zunahme der Schmerzinzidenz am zweiten postoperativen Tag nicht auf das ursprüngliche Anästhesieverfahren, sondern auf andere, hier nicht erfasste Faktoren wie z.B. das Verhalten postoperativ, Schienung und Verband postoperativ und nicht zuletzt auf die Einnahme der Bedarfsmedikation postoperativ zurückzuführen ist.

Auch die Überlegenheit direkt nach dem Eingriff durch die Plexusblockade konnte nicht bestätigt werden. Am Operationstag zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der Plexusanästhesie und den der anderen Verfahren.

#### 4.4.2 Zufriedenheit

Die Patienten bewerteten im Interview zwei Tage nach dem ambulanten Eingriff das Anästhesieverfahren mit einer Schulnote. Die Zufriedenheit hängt von den postoperativen Schmerzen und vom PONV ab (Myles et al. 2000; Shnaider und Chung 2006). Bei der lokalen Infiltration entfielen 96% auf den Notenbereich *sehr gut* bis *gut*, es ergibt sich die Durchschnittsnote 1,5. Bei der axillären Plexusanästhesie betrug der Anteil der Note *gut* und *sehr gut* 90%, auch hier zeigt sich durchschnittlich die Note 1,5. 88% der IV-Block nach Bier-Patienten vergaben ein *gut* oder *sehr gut*, das Ergebnis entspricht einem Notendurchschnitt von 1,6. In der Gruppe der Allgemeinanästhesiegruppe bewerteten 90% der Patienten das Narkoseverfahren mit einer *eins* oder *zwei*, die Durchschnittsnote betrug 1,5.

Trotz ähnlicher Notendurchschnitte zeigen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren und Noten, vgl. hierzu Abbildung 10 Übersicht über Schulnotengebung je Verfahren, S. 35.

Betrachtet man die Noten des IV-Block nach Bier und der axillären Plexusanästhesie, so zeigt sich, dass der IV-Block geringfügig schlechter bewertet wurde. Die Ergebnisse aus vorhergehenden Studien, in denen die Zufriedenheit bei der Plexusblockade bei 100%, hingegen beim IV-Block bei nur 56% lag (Mackay und Bowden 1997), konnten hier nicht bestätigt werden. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Verfahren.

Ebenfalls statistisch nicht signifikant, aber dennoch nennenswert ist die Tatsache, dass die Noten *mangelhaft* und *ungenügend* nur einmal vergeben wurde. Ein Patient der Gruppe Allgemeinanästhesie gab eine *sechs*, das entspricht 2%.

Bevor eine Gesamtwertung der Zufriedenheit erfolgen kann, wird die Weiterempfehlung für das Verfahren diskutiert. Die Weiterempfehlungsraten bei jedem Verfahren lagen über 90%. Die lokale Infiltration würden 96% der Patienten weiterempfehlen. 93% der Patienten mit axillären Plexusanästhesie würden diese ihren Bekannten weiterempfehlen. Die Plexusanästhesie zeigte sich auch vorher als ein Verfahren mit hoher Patientenzufriedenheit, trotz Nebenwirkungen (Cooper et al. 1995). Beim IV-Block nach Bier betrug der Weiterempfehlungsanteil 93% und bei der Gruppe der Allgemeinanästhesiepatienten 97%. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Weiterempfehlung (p-Wert 0,56).

Der zulässige Rückschluss aus dieser Bewertung der Befragten ergibt, dass jedes der Verfahren eine große Zufriedenheit bei den Patienten zur Folge hat. Dieses Ergebnis war nach der Rangfolge der Noten und vor allem durch die oben genannte Untersuchung von Mackay und Bowden unerwartet.

Der 97%-Weiterempfehlungsrate für die Allgemeinanästhesie muss allerdings entgegengesetzt werden, dass die Allgemeinanästhesie gleichzeitig das einzige Verfahren darstellt, das mit der Schulnote 6 bewertet wurde. Die regionalen Verfahren hingegen wurden in keinem Fall mit einer ungenügenden oder mangelhaften Note versehen.

#### 4.4.3 Wahrnehmungen

Als weiteres Kriterium wurde die Frage einbezogen, ob Wahrnehmungen während des Eingriffs bei den Verfahren als störend oder unangenehm empfunden wurden. 10% der Patienten der Gruppe der lokalen Infiltration gaben an, es als unangenehm empfunden zu haben, während des Eingriffs die Umgebung wahrzunehmen. Bei der axillären Plexusanästhesie lag dieser Anteil bei 12%. Lediglich 3% der Patienten mit IV-Block nach Bier empfanden das Wachsein bzw. die Wahrnehmung der Umgebung während der Operation als störend. In der Gruppe der Allgemeinanästhesie gab kein Patient Wahrnehmungen während des Eingriffes an.

Von den 131 Patienten, die etwas wahrgenommen haben, beklagten nur 11 die Wahrnehmung als störend, dies entspricht 8%. Hier kann gezeigt werden, dass die Wahrnehmung bei regionalen Verfahren nicht als Gegenargument für das Verfahren der Allgemeinanästhesie angesehen werden kann, denn es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug darauf, ob die Wahrnehmung als

unangenehm empfunden wurde (p-Wert 0,26). Grundsätzlich scheint keine Ablehnung gegen eine Wahrnehmung der Umgebung während eines Eingriffes vorzuliegen.

#### 4.4.4 **Komplikationen**

Im Interview wurde auch nach eventuell aufgetretenen Komplikationen gefragt. Die Gesamtheit der Komplikation in allen Verfahren ist gering, in Bezug auf Übelkeit, Erbrechen, Zittern, Harnverhalt und Heiserkeit zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren.

Signifikante Unterschiede zeigten sich bei den Fragen nach Missempfindungen an der Hand ab dem ersten postoperativen Tag, postoperativen Gedächtnisstörungen, Schluckbeschwerden und Heiserkeit.

Über Übelkeit klagten 4% der Patienten mit lokaler Infiltration, 0% der axillären Plexusanästhesie-Patienten, 8% mit IV-Block nach Bier und 5% der Patienten mit Allgemeinanästhesie. Erbrechen kam bei keinem Patienten dieser Studie vor. Unter postoperativem Zittern litten 4% der Infiltrationspatienten und 8% der IV-Block nach Bier-Patienten. Die Frage nach Missempfindungen an der Hand ab dem ersten postoperativen Tag beantworteten 6% der Patienten mit lokaler Infiltration, 25% der Patienten mit IV-Block nach Bier, aber auch 2% der Patienten mit Allgemeinanästhesie positiv, dies stellt einen signifikanten Unterschied zwischen dem IV-Block nach Bier und der Allgemeinanästhesie sowie dem axillären Plexus dar (p-Wert jeweils  $< 0,01$ ). Zu der Gruppe der lokalen Infiltration konnte kein Unterschied gefunden werden. Die Ursache für die signifikanten Unterschiede ist unklar. Eine Blutsperre wurde bei allen vier Verfahren verwendet und gilt in der Literatur bei einer Dauer unter 2 Stunden als komplikationsarm (Klenerman 1980; Odinson und Finsen 2006). Zudem erfolgte in der Gruppe mit IV-Block nach Bier die Sperre mittels Doppeltourniquet-Manschette, bei der alle 10 Minuten eine Druckentlastung stattfand. Vergleicht man die Ergebnisse der Schmerzinzidenz am zweiten postoperativen Tag mit denen der Missempfindungen, so liegt die Ursache für die Missempfindungen bei hier nicht erfassten Faktoren wie z.B. Verhalten postoperativ, Schienung und Verband postoperativ, Operationstechnik sowie Erfahrungsgrad des Operateurs, die Einnahme der Bedarfsmedikation postoperativ und nicht zuletzt der Nervenschädigung durch das initiale Krankheitsbild.

Alle weiteren Komplikationen ergaben sich nur in der Gruppe der Allgemeinanästhesie: 7% litten unter Gedächtnisstörungen (p-Wert 0,02), 2% unter Heiserkeit (n.s.), 7% unter Schluckbeschwerden (p-Wert 0,02) und 10% unter Halsschmerzen (p-Wert  $< 0,01$ ). Diese

Nebenwirkungen sind typisch für die erforderliche Beatmung mittels Tubus oder Larynxmaske bei der Allgemeinanästhesie (Rieger und Brunne 1999), so dass hier ein Vorteil auf Seiten der regionalen Verfahren zu erkennen ist. Die Nachteile der Allgemeinanästhesie im ambulanten Bereich durch längere postoperative Betreuungszeit, welche aus PONV resultieren sollen (D'Alessio et al. 1995; Liu et al. 2005), konnten hier nicht bestätigt werden.

Nicht im Fragebogen aufgeführte Komplikationen, die vor, während oder nach dem Eingriff beobachtet worden sind, werden unter Punkt 4.4.5 behandelt.

#### 4.4.5 **Wirksamkeit der Anästhesie und Abbruch des Verfahrens**

Die Wirksamkeit lag beim Verfahren der lokalen Infiltration bei 100%, in der Gruppe der axillären Plexusanästhesie wurden 95% mit Effekt A erfolgreich betäubt, bei zwei Patienten (5%) musste nachbetäubt werden. Beim IV-Block nach Bier wurde in 98% Effekt A erreicht, in einem Fall (2%) musste das Verfahren abgebrochen und auf eine axilläre Plexusblockade gewechselt werden. Die Gruppe der Allgemeinanästhesie konnte ebenso wie die lokale Infiltration zu 100% mit voller Wirksamkeit durchgeführt werden. Die regionalen Verfahren unterscheiden sich nicht signifikant in ihrer Wirksamkeit voneinander und sind als gleich wirksam zu beurteilen. Das Effektivitätsschema ABC darf nicht auf die Allgemeinanästhesie angewendet werden. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass in der Gruppe der Allgemeinanästhesie 100% der Eingriffe unter der Narkose durchgeführt werden konnten. Auch dieses Verfahren ist in der Effektivität mit den anderen vergleichbar.

In 174 Fällen konnten die ursprünglichen Anästhesieverfahren beibehalten werden. Lediglich bei einem Patient in der Gruppe des IV-Blocks nach Bier wurde aufgrund von hypertensiver Entgleisung und Unwohlsein das Verfahren abgebrochen. Dies entspricht immerhin 2% der IV Blöcke nach Bier, eine statistische Signifikanz kann hier allerdings nicht gezeigt werden. Aufgrund der geringen Ausprägung sind statistische Test nicht anwendbar. Ein unzureichend eingestellter Hypertonus ist eine relative Kontraindikation für den IV-Block nach Bier und sollte im Anamnesegespräch erfragt werden. Die Verfahren der lokalen Infiltration, der axillären Plexusanästhesie und der Allgemeinanästhesie mussten nicht abgebrochen werden, was einen Vorteil in der Zuverlässigkeit für diese Methoden bedeutet.

## 4.5 Kritik an der Studie

Im Verlauf der Studie ergaben sich einzelne Punkte, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten. Die Studie wurde prospektiv, aber nicht randomisiert angelegt. Die Patienten wählten den Ort und somit das Anästhesieverfahren und den Operateur selbst aus. So waren sie möglicherweise in ihrer Meinungsfindung und Bewertung beeinflusst. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass eventuell die Aussagekraft der Ergebnisse durch Trainingseffekte der ausführenden Anästhesisten beeinflusst wurde. Des Weiteren liegen bei der Messung der Zufriedenheit und Weiterempfehlung keine zusätzlichen Informationen dazu vor, ob den Patienten die anderen Verfahren bekannt waren oder diese bei ihnen schon zuvor angewandt wurden. Auch kann die Zufriedenheit aufgrund von „Hörensagen“ und schon zuvor bestehenden Meinungen über einen Operationsort oder die behandelnden Ärzte aus der daraus resultierenden Erwartungshaltung beeinflusst sein.

Diese Kritikpunkte sind allerdings der faktischen Situation der freien Arztwahl und den Erfahrungsaustausch durch Patienten geschuldet und somit spiegeln die Ergebnisse durchaus den gültigen aktuellen Istzustand wider.

## 5 Zusammenfassung

Ambulantes Operieren ist ein zentrales Thema der heutigen Zeit, welches in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat. Vor diesem Hintergrund ergibt sich der Wunsch nach einem „perfekt“ für den jeweiligen Patienten geeigneten Anästhesieverfahren, welches einerseits sicher, effektiv und schnell die Operationsfähigkeit bieten soll, andererseits den Patienten operativ und postoperativ so wenig wie nötig belasten darf, um eine schmerzfreie Entlassung nicht zu verzögern.

Die zu dieser Thematik bereits verfügbaren Studien spiegeln entweder nicht alle Verfahren wider oder sind aus infrastrukturellen Gründen nicht auf den deutschsprachigen Raum übertragbar. Der daraus resultierende Bedarf an Forschung in diesem Bereich war ausschlaggebend für die vorliegende Studie, bei der die Infiltrationsanästhesie, die axilläre Plexusanästhesie, der IV-Block nach Bier und die Allgemeinanästhesie bei chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität verglichen wurden.

In vier Gruppen wurden 175 Patienten prospektiv untersucht, um Erkenntnisse über Prozesszeitoptimierung, Komplikationsraten in Verbindung mit objektiven Messungen der Stressaktivität und der Hämodynamik zu gewinnen. Des Weiteren wurden Unterschiede bei der peri- und postoperativen Schmerzsituation sowie der subjektiven Patientenzufriedenheit untersucht.

Sowohl in der Anlegezeit als auch in der postoperativen Betreuungsdauer konnten die Vorteile der lokalen Infiltration gezeigt werden. Bei der lokalen Infiltration betrug die mittlere Anlagedauer 2 min, 3 min bei der Allgemeinanästhesie, beim IV-Block nach Bier 10 min und bei der axillären Plexusanästhesie 14 min. Postoperativ ist bei der lokalen Infiltration keine Überwachung nötig, die Betreuungszeit des IV-Blocks nach Bier betrug 47 min, die der Allgemeinanästhesie 94 min und die der axillären Plexusanästhesie 168 min.

Die Auswirkungen auf den Blutdruck und die Herzfrequenz waren bei den regionalen Verfahren nahezu kreislaufneutral. Bei der Allgemeinanästhesie dagegen fiel der MAD um 25% und die Herzfrequenz um 16% ab. Der Verlauf der Stressaktivität zeigte sich bei den regionalen Verfahren nahezu gradlinig, was weder auf eine bedeutsame Zunahme des Stresses noch auf eine nennenswerte Entspannung deutet. Unter den regionalen Verfahren konnte kein eindeutiger Unterschied festgestellt werden. Im Verlauf der Allgemeinanästhesie konnte hingegen eine zunehmende Entspannung, mit leichter Rückläufigkeit zum Ende der Narkose hin, beobachtet werden.

Schmerzen während des Eingriffes wurden nur von den Patienten der regionalen Verfahren angegeben. Ein signifikanter Unterschied besteht in der Schmerzinzidenz zwischen der Allgemeinanästhesie mit 0% und der lokalen Infiltration mit 16% (p-Wert 0,03). Die axilläre Plexusanästhesie verursachte bei 5% der Patienten Schmerzen, der IV-Block nach Bier bei 8% (n.s.). Die postoperative Schmerzinzidenz unterschied sich nicht signifikant, sie lag je Verfahren zwischen 48% und 60% und ist damit unzureichend. Die erhoffte Überlegenheit der regionalen Verfahren, insbesondere des axillären Plexus beim postoperativen Schmerz, konnte nicht gezeigt werden. Bei der lokalen Infiltration wurden im Vergleich zu den übrigen Verfahren am 1. und 2. postoperativen Tag deutlich weniger Schmerzen erlebt (n.s.).

Bei der Analyse der Zufriedenheit und Weiterempfehlungsrate zeigten sich alle vier Verfahren als gleichwertig. Die Zufriedenheit in Noten/Weiterempfehlungsrate lag bei der lokalen Infiltration bei 1,5/96%. Bei der axillären Plexusanästhesie 1,5/93%, dem IV-Block nach Bier 1,6/93% und der Allgemeinanästhesie 1,5/97%. Dieses hohe Maß an Zufriedenheit relativiert teilweise die hohen Werte der Schmerzentwicklung. Dennoch sollte gerade im Bereich der Schmerzbekämpfung weiter geforscht und die Schmerzreduktion verbessert werden.

Komplikationen traten in allen Gruppen selten auf. Nur einmal musste ein IV-Block nach Bier abgebrochen werden. Das Ausmaß der Komplikationen ist als sehr gering für alle Verfahren einzustufen. Lediglich in der Gruppe der Allgemeinanästhesie zeigten sich signifikant häufiger Schluckbeschwerden (p-Wert 0,02), Halsschmerzen (p-Wert < 0,01) oder Gedächtnisstörungen (p-Wert 0,02).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die regionalen Verfahren, insbesondere die lokale Infiltration unter Berücksichtigung der kurzen Prozesszeiten mit den geringen Auswirkungen auf den Körper und der geringen Komplikationsrate der Allgemeinanästhesie überlegen scheint. Im Hinblick auf Schmerzentwicklung und Zufriedenheit sind alle vier Verfahren als gleichwertig anzusehen.

Die vermutete Überlegenheit in der postoperativen Schmerzfremheit der axillären Plexusanästhesie konnte hier nicht bestätigt werden. Unter diesen Bedingungen konnten die langen Prozesszeiten nicht gegen Schmerzfremheit aufgewogen werden. Zukünftig könnte die postoperative Betreuungszeit - unter Berücksichtigung der aktuellen Empfehlungen - jedoch verkürzt werden, hierzu sind weitere Untersuchungen wünschenswert.

## 6 Anhang

### 6.1 Einwilligung

Universitätsmedizin Göttingen  
Robert-Koch-Str. 40 37099 Göttingen  
**Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin**  
Direktor: Prof. Dr. med. M. Quintel  
Projektleiter: Dr. med. I. Bergmann

Einverständniserklärung des Patienten  
**zur Studie:**

„Vergleich der intravenösen Regionalanästhesie nach Bier im Vergleich zur  
axillären Plexusanästhesie, der Infiltrationsanästhesie und der  
Allgemeinanästhesie bei Chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität in  
Hinblick auf Wirksamkeit, Prozesszeiten, Aktivität des sympathischen  
Nervensystems, perioperative Komplikationen und postoperative Schmerzen.“

**Patientenaufkleber**

**Name, Vorname in Druckbuchstaben**

Ich wurde von dem behandelnden Arzt vollständig über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Prüfung mit dem o.g. Titel aufgeklärt. Ich habe die Patienteninformation gelesen und verstanden. Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu stellen, und habe die Antworten verstanden. Der behandelnde Arzt hat mich über die mit der Teilnahme an der Studie verbundenen Risiken und den möglichen Nutzen informiert. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu informieren. Ich weiß, dass ich die Erklärung jederzeit und ohne Angaben von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auf meine spätere Behandlung auswirken wird.

***Mir ist bekannt, dass bei dieser klinischen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde, über mich erhoben und pseudonymisiert gespeichert und ausgewertet werden. Die Daten werden nicht an Dritte weitergegeben. Bei Widerruf d. Studienteilnahme kann ich die Löschung meiner personenbezogenen Daten verlangen.***

Ich habe eine Kopie der Patienteninformation und dieser Erklärung erhalten. Ich erkläre mich hiermit bereit, an dieser klinischen Studie teilzunehmen.

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Patienten

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des aufklärenden Arztes

## 6.2 Aufklärungsmaterial/Information

Universitätsmedizin Göttingen  
Robert-Koch-Str. 40 37099 Göttingen  
**Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin**  
Direktor: Prof. Dr. med. M. Quintel  
Projektleiter: Dr. med. I. Bergmann

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

wir möchten Sie um Ihre freiwillige Teilnahme an der im Folgenden erklärten wissenschaftlichen Studie bitten.

### 1. Warum wird diese Studie durchgeführt?

Dies ist eine wissenschaftliche Studie, bei der die Unterschiede zwischen einer Allgemeinanästhesie (Vollnarkose), einer Regionalbetäubung der Nerven in der Axel Höhle und einer Intravenösen für die Anästhesie im ambulanten Bereich untersucht werden soll.

Diese Studie hat sich zum Ziel gesetzt, neue Erkenntnisse zur Anästhesie in der ambulanten Versorgung, auch in Hinblick auf die Intensität der Schmerzen nach dem Eingriff, zu erlangen.

Für den bei Ihnen vorgesehenen Eingriff ist eine Anästhesie (Narkose) erforderlich, bei der entweder eine Allgemeinanästhesie (Vollnarkose), oder eine Teilbetäubung / Regionalanästhesie in Form einer Plexusanästhesie oder einer intravenösen Regionalanästhesie möglich ist. Welche der Verfahren bei Ihnen durchgeführt wird, ist Ihre Entscheidung, zu der Sie nach der Aufklärung durch den Anästhesisten kommen.

### 2. Wie ist der Ablauf der Studie und was muss ich bei Teilnahme beachten?

Der Ablauf dieser Studie stellt für Sie als Proband absolut keine gesundheitliche Gefahr dar. Während Ihrer geplanten Operation werden Sie von einem/einer Anästhesist/in ständig unter ärztlicher Beobachtung begleitet. Es werden bei

Ihnen keine zusätzlichen Maßnahmen zur Durchführung dieser Studie durchgeführt. Die Informationen, die wir für diese Studie benötigen, bekommen wir alleine durch Beobachtung Ihrer Narkose. Lediglich im Anschluss an den Eingriff, erhalten Sie einen Fragebogen, wo Sie die uns einige Fragen beantworten und auch die Gelegenheit haben, die Narkose zu bewerten.

**3. Welchen persönlichen Nutzen habe ich von der Teilnahme an der Studie?**

Sie persönlich werden keinen zusätzlichen Nutzen durch die Teilnahme erfahren; allerdings auch keine zusätzliche Belastung oder zusätzliches Risiko. Die Ergebnisse der Studie können aber möglicherweise dazu beitragen, uns zu zeigen, welche Narkoseverfahren im ambulanten Bereich die sichersten und komfortabelsten sind.

**4. Welche Risiken sind mit der Teilnahme an der Studie verbunden?**

Mit der Teilnahme an dieser Studie sind keine weiteren Risiken verbunden.

**5. Kann meine Teilnahme an der Studie vorzeitig beendet werden?**

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahme beenden, ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile bei Ihrer medizinischen Behandlung entstehen.

Sofern Sie sich dazu entschließen, vorzeitig aus der Studie auszusteigen, müssen Sie es nur dem/der behandelnden Arzt/Ärztin mitteilen.

**6. Was geschieht mit meinen Daten?**

Die aufgezeichneten, personenbezogenen Daten werden absolut vertraulich und unter Ausschluss der Öffentlichkeit nur für Zwecke der Studie verwendet. Die Daten werden nicht an dritte Personen ausgehändigt. Außerdem werden die erfassten Daten in einer pseudonymisierten Form ( Pseudonymisierung bedeutet Verschlüsselung von Daten ohne Namensnennung, nur mit Nummern codiert. Die Zuordnung der Daten zu einer Person ist nur möglich, wenn hierfür der Schlüssel eingesetzt wird, mit dem die Daten pseudonymisiert wurden. Die personenbezogenen Daten werden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt. Eine Entschlüsselung ist nur durch die verantwortlichen Studienärzte möglich. Dritte erhalten keinen Einblick in die Originalunterlagen.) mit einer Codenummer gespeichert, die nicht der Person zuzuordnen ist) gespeichert, so dass diese für dritte Personen nicht erkenntlich sein werden. Die Datenspeicherungszeit ist derzeit auf die gesamte Dauer der wissenschaftlichen Studie festgelegt.

Bei Widerruf d. Studienteilnahme können Sie die Löschung ihrer personenbezogenen Daten verlangen.

**7. An wen wende ich mich bei weiteren Fragen?**

Bei weiteren Fragen können Sie sich an den Projektleiter diese Studie,

Dr. med. Ingo Bergmann

wenden.

### 6.3 Protokoll

#### Studienprotokoll: IV/Plexus/VN bei OP obere Extremität

Allgemeinanästhesie / IV Block / Axilläre Blockade  
LA Infiltration

##### Patientendaten:

Initialen	Geschlecht:	Alter:
ASA:	Körpergewicht:	Körpergröße:

##### Gruppe1: Vollnarkose

##### Prädiktoren schwieriger Atemweg:

Mallampati:	Reklinierbarkeit <15Grad:
Mundöffnung cm:	Thyreoment.Abstand cm:

##### Atemwegsmanagement Larynxmaske Supreme:

Anlagezeit:				
Platzierungsversuche:	1	2	3	Abbruch:
Größe Supreme:				
Subjektive Einschätzung:	Sehr gut	Gut	Mäßig	Ungeeignet
Lube Tube Test	Positiv	Negativ		
SSI Test	Positiv	Negativ		
Magensonde Platzierung	Ja	Nein		
OLP in cmH2O:				
Lagekorrektur / Anzahl	Ja	Anzahl:	Nein	
Bronchospasmus:				
Laryngospasmus:				

##### Blutauflagerung auf der LM nach Extubation:

Keine	Mäßig	Stark
-------	-------	-------

**Gruppe 2: IV Regional/ Ax-Blockade/LA****Regionalanästhesie:**

Stimulation:		Nadel / Technik:	
Parästhesien:	Ja / Nein	Blutung:	Ja / Nein
Anlagezeit:		Punktionsversuche:	
Menge LA:			
Effekt:			
Vorbefund ESG:	OP Seite	Gegenseite	
Nach 10 Min.:	OP Seite	Gegenseite	
Sens. Testung			
Motor. Testung			
ESG Testung			

**Beide Gruppen:****Prozesszeiten:**

Anä. Präsenz:		Naht:	
Anä. Beginn:		Ende Chir Maß:	
Anä. Freigabe:		Anä. Ende:	
Chir. Maßnahm:		AWR Beginn	
Schnitt:		AWR Ende:	

**Parameter während der Narkose:**

	Ausgangswert	Nach VN /SPA	Min	Max
HF:				
RR:				
SpO2:				
etCO2:				
BIS:				

ESG:				
------	--	--	--	--

**Aufwachraum / Komplikationen 1 Stunde postoperativ**

Harnverhalt:	
PONV / Erbrechen Anzahl:	
	Analogskale zwischen 1-10
Halsschmerzen:	
Schluckbeschwerden:	
Heiserkeit:	
Dosis Akrinor Gesamt:	
Dosis Atropin Gesamt:	
Menge Infusionsvolumen:	

## 6.4 Fragebogen

### Fragebogen, 2 Tage postoperativ

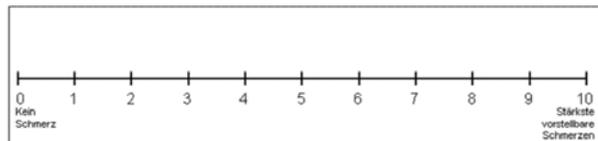
#### 1. Vor dem Eingriff

1.1 Hatten Sie vor dem operativen Eingriff Schmerzen?

Ja  Nein

1.1.1 Wenn ja wo? \_\_\_\_\_

1.1.2 Wie stark würden Sie die Schmerzen beschreiben? (Markieren Sie die Stärke des Schmerzes, wobei der Wert ,0' kein Schmerz und ,10' der stärkste vorstellbare Schmerz sei)



1.2 Haben Sie vor dem Eingriff regelmäßig Schmerzmittel eingenommen?

Ja  Nein

1.2.1 Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

1.2.2 Wie lange haben Sie die Schmerzmedikamente eingenommen? \_\_\_\_\_

1.3 Wurde bei Ihnen bereits dieses oder ein anderes Verfahren der Regionalanästhesie als Ersatz für eine Vollnarkose durchgeführt (zum Beispiel Rückenmarksnarkose)?

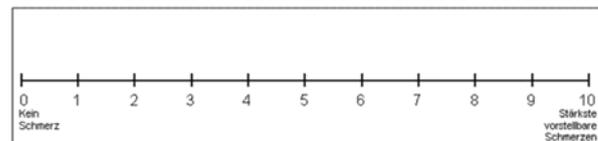
Ja  Nein

#### 2. Während des Eingriffes

2.1 Haben Sie während des operativen Eingriffes Schmerzen verspürt?

Ja  Nein

2.1.1 Wenn ja, wie stark waren diese Schmerzen? (Markieren Sie die Stärke des Schmerzes, wobei der Wert ,0' kein Schmerz und ,10' der stärkste vorstellbare Schmerz sei)



**3. Nach dem Eingriff**

3.1 Wir haben Ihnen für die Zeit nach der Operation Schmerzmedikamente verordnet/mitgegeben. Dies umfasste Ibuprofen oder Diclofenac, sowie bei Bedarf Novamin und/oder Tramadol. Haben Sie die mitgegebenen Schmerzmedikamente nach Plan eingenommen? **Ja**  **Nein**

3.1.1 Wenn nicht, welche Schmerzmittel haben Sie nach dem Eingriff eingenommen?

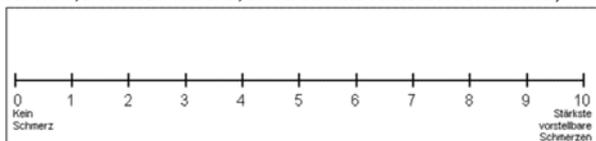
\_\_\_\_\_

3.2 Haben Sie die bei Schmerzen vorgesehene Bedarfsmedikation (Tramal Tropfen) eingenommen? **Ja**  **Nein**

**Diese Fragen betreffen Schmerzen nach dem Eingriff:**

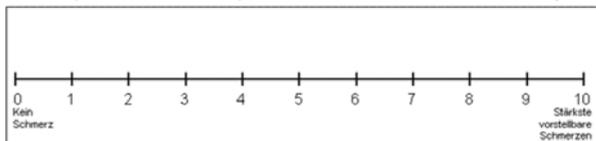
3.3 Haben Sie **direkt nach dem Eingriff** oder **noch am selben Tag** des Eingriffes Schmerzen verspürt? **Ja**  **Nein**

3.3.1 Wenn ja, wie stark waren diese Schmerzen? (Markieren Sie die Stärke des Schmerzes, wobei der Wert ,0' kein Schmerz und ,10' der stärkste vorstellbare Schmerz sei)



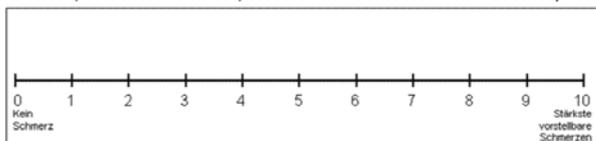
3.4 Haben Sie **am 1. Tag nach dem Eingriff** Schmerzen verspürt? **Ja**  **Nein**

3.4.1 Wenn ja, wie stark waren diese Schmerzen? (Markieren Sie die Stärke des Schmerzes, wobei der Wert ,0' kein Schmerz und ,10' der stärkste vorstellbare Schmerz sei)



3.5 Haben Sie **am 2. Tag nach dem Eingriff** Schmerzen verspürt? **Ja**  **Nein**

3.5.1 Wenn ja, wie stark waren diese Schmerzen? (Markieren Sie die Stärke des Schmerzes, wobei der Wert ,0' kein Schmerz und ,10' der stärkste vorstellbare Schmerz sei)



**Diese Fragen betreffen Auffälligkeiten nach dem Eingriff:**

3.6 Verspürten Sie direkt nach dem operativen Eingriff oder am Folgetag Übelkeit? Ja  Nein

3.7 Mussten Sie sich direkt nach dem operativen Eingriff oder am Folgetag brechen? Ja  Nein

3.7.1 Wenn ja, wie oft? 1-2 Mal  Häufiger

3.8 Litten Sie direkt nach dem Eingriff unter Zittern? Ja  Nein

3.9 Verspürten Sie ab dem 1. Tag nach dem Eingriff **noch** Missempfindungen, wie Kribbeln, Taubheitsgefühl oder Lähmungen an dem operierten Bein? Ja  Nein

3.9.1 Wenn ja, wie lange haben diese Missempfindungen angehalten? \_\_\_\_\_

3.9.2 Wenn ja, welche Missempfindungen haben Sie wahrgenommen? \_\_\_\_\_

3.10 Haben Sie im Aufwachraum das Gefühl gehabt, nicht „Wasser lassen“ / urinieren zu können?

Ja  Nein

3.10.1 Wenn ja, wie lange hat dieses Gefühl noch angehalten? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4. Zufriedenheit**

4.1 Waren Sie mit dem Verfahren der Regionalanästhesie zufrieden? ( Benotung nach Schulnoten )

Schulnote (1 - 6): \_\_

4.2 Würden Sie einem Bekannten dieses Verfahren der Regionalanästhesie weiterempfehlen?

Ja  Nein

4.3 Hat sich die Schmerzhaftigkeit des Gelenkes durch den Eingriff verringert?

Ja  Nein

4.4 Hat sich die Beweglichkeit des Gelenkes durch den Eingriff verbessert?

Ja  Nein

4.5 Haben Sie nach dem Eingriff Gedächtnisstörungen und/oder Konzentrationsstörungen bei sich wahrgenommen? **Ja**  **Nein**

4.5.1 Wenn ja, wie lange haben diese angehalten? \_\_\_\_\_

4.5.2 Wenn ja, haben Sie diese als störend empfunden? **Ja**  **Nein**

4.6 Haben Sie während des Eingriffes in Allgemeinanästhesie irgendetwas gespürt, gehört und/oder haben Sie irgendeine Erinnerung während des operativen Eingriffes? **Ja**  **Nein**

4.6.1 Wenn ja, haben Sie diese als unangenehm wahrgenommen? **Ja**  **Nein**

4.7 Haben Sie nach dem Eingriff über Halsschmerzen, Heiserkeit und/oder Schluckbeschwerden geklagt? **Ja**  **Nein**

4.7.1 Wenn ja, wie lange haben diese angehalten? \_\_\_\_\_

**Halsschmerzen**

**Schluckbeschwerden**

**Heiserkeit**

Vielen Dank für Ihre Mithilfe, Ihr verantwortlicher Anästhesist,

---

Dr. Bergmann, Anästhesist Praxis Dr. Pöschl

## 6.5 Post-hoc-Test der anthropometrischen Daten

Tabelle 7 Post-hoc-Test der anthropometrischen Daten

	p-Wert Geschlecht [m/w]	p-Wert Art des Eingriffes [Hand/Arm]
LA vs. AxPlex <i>n=92</i>	0,06	< 0,01
LA vs. IVR <i>n=91</i>	0,51	0,04
LA vs. AA <i>n=92</i>	0,29	0,09
AxPlex vs. IVR <i>n=83</i>	< 0,01	0,09
AxPlex vs. AA <i>n=84</i>	0,51	0,04
IVR vs. AA <i>n=83</i>	0,07	0,71

*Post-hoc-Test /Fisher*

## 6.6 Post-hoc-Test Prozesszeiten

Tabelle 8 Post-hoc-Test Prozesszeiten

	p-Wert $T_{\text{Anlage}}$ [min]	p-Wert $T_{\text{Gesamt}}$ [min]	p-Wert $T_{\text{Postoperativ}}$ [min]
LA vs. AxPlex	$n=92$ <0,01	$n=83$ <0,01	$n=79$ <0,01
LA vs. IVR	$n=91$ <0,01	$n=81$ <0,01	$n=81$ <0,01
LA vs. AA	$n=92$ 0,41	$n=80$ <0,01	$n=80$ <0,01
AxPlex vs. IVR	$n=83$ 0,07	$n=66$ <0,01	$n=62$ <0,01
AxPlex vs. AA	$n=84$ <0,01	$n=65$ <0,01	$n=61$ <0,01
IVR vs. AA	$n=83$ <0,01	$n=63$ <0,01	$n=63$ <0,01

*Post-hoc-Test/ Mann-Whitney-U-Test*

## 6.7 Post-hoc-Tests Hämodynamik und den Sympathikotonus

Tabelle 9 Post-hoc-Tests Hämodynamik

	p-Wert Blutdruckabfall [%]	p-Wert Herzfrequenzabfall [%]
LA vs. AxPlex <i>n</i> =92	0,22	0,98
LA vs. IVR <i>n</i> =91	0,16	0,71
LA vs. AA <i>n</i> =92	<0,01	<0,01
AxPlex vs. IVR <i>n</i> =83	0,12	0,43
AxPlex vs AA <i>n</i> =84	<0,01	0,01
IVR vs. AA <i>n</i> =83	<0,01	0,01

*Post-hoc-Test/ Mann-Whitney-U-Test*

Tabelle 10 Post-hoc-Tests Verlauf Hämodynamik und Sympathikotonus

	p-Wert LA/AxPlex/IVR/AA	p-Wert LA/AxPlex/IVR vs. AA
Blutdruckverlauf <i>n</i> =175	<0,01	0,73
Herzfrequenzverlauf <i>n</i> =175	<0,01	0,60
Sympathikotonusverlauf <i>n</i> =121	<0,01	0,84

*ANOVA*

## 6.8 Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz

Tabelle 11 Post-hoc-Tests Schmerzinzidenz

	p-Wert Schmerzinzidenz Während der Operation	p-Wert Schmerzinzidenz 2. postoperativem Tag
LA vs. AxPlex <i>n</i> =92	0,10	0,15
LA vs. IVR <i>n</i> =90	0,19	<0,01
LA vs. AA <i>n</i> =92	<0,01	0,15
AxPlex vs. IVR <i>n</i> =82	0,07	0,15
AxPlex vs AA <i>n</i> =84	0,49	1,0
IVR vs. AA <i>n</i> =82	0,11	0,151

*Post-hoc-Test/ Fisher Test*

## 6.9 Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen

Tabelle 12 Post-hoc-Tests Zufriedenheit und Komplikationen

	p-Wert Wahrnehmung während der Operation [%]	p-Wert Missemp- findung an der Hand ab 1. postoperati- ven Tag [%]	p-Wert Postoperati- ve Gedächtnis- störungen [%]	p-Wert Schluckbe- schwerden [%]	p-Wert Hals- schmerzen [%]
LA-AxPlex <i>n</i> =92	1,00	0,25	n.r.	n.r.	n.r.
LA-IVR <i>n</i> =90	1,00	0,02	n.r.	n.r.	n.r.
LA-AA <i>n</i> =92	<0,01	0,62	0,09	0,09	0,04
AxPlex- IVR <i>n</i> =82	n.r.	<0,01	n.r.	n.r.	n.r.
AxPlex-AA <i>n</i> =84	<0,01	1,00	0,24	0,24	0,12
IVR-AA <i>n</i> =82	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,11

*Post-hoc-Test / Fisher; n.r. = nicht rechenbar*

## 7 Literaturverzeichnis

- Ahonen J, Jokela R, Uutela K, Huiku M (2007): Surgical stress index reflects surgical stress in gynaecological laparoscopic day-case surgery. *Br J Anaesth* 98, 456–461
- Aken HV, Wulf: Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2010
- Ammenwerth R, Götte A, Janitzki A (1999): Wirkungen manueller Therapien auf das sympathische Nervensystem. *Man Med* 37, 171–185
- Apfel CC, Roewer N (2004): Postoperative Übelkeit und Erbrechen. *Anaesthesist* 53, 377–392
- Armstrong KP, Cherry RA (2004): Brachial plexus anesthesia compared to general anesthesia when a block room is available. *Can J Anesth* 51, 41–44
- Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K (1997): Serious Complications Related to Regional Anesthesia. *Anesthesiology* 87, 479–486
- Barrington MJ, Wong DM, Slater B, Ivanusic JJ, Ovens M (2012): Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 37, 334–339
- Bauer M, Hinz J (2010): Göttinger Leitfaden für OP-Manager. *Anaesthesist* 59, 69–79
- BDA D (2006): Vereinbarung zur Qualitätssicherung ambulante Anästhesie des BDA, der DGAI und des BDC. *Anästhesiologie* 47, 50–51
- Beauregard L, Pomp A, Choiniere M (1998): Severity and impact of pain after day-surgery. *Can J Anaesth-J Can Anesth* 45, 304–311
- Bier A (1908): Über einen neuen Weg, Lokalanästhesie an den Gliedmaßen zu erzeugen. *Arch Klin Chir* 86, 1007–1016
- Brökelmann J: Entwicklung und Bedeutung ambulanter Eingriffe im internationalen Vergleich. In: Busse J, Standl T (Hrsg.): *Ambulantes Operieren*. Springer, Berlin Heidelberg 2007, 1–7
- Brown AR, Weiss R, Greenberg C, Flatow EL, Bigliani LU (1993): Interscalene block for shoulder arthroscopy: Comparison with general anesthesia. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 9, 295–300
- Brown EM, McGriff JT, Malinowski RW (1989): Intravenous regional anaesthesia (Bier block): review of 20 years' experience. *Can J Anaesth* 36, 307–310
- Bryson G, Chung F, Finegan B, Friedman Z, Miller D, van Vlymen J, Cox R, Crowe M, Fuller J, Henderson C (2004a): Patient selection in ambulatory anesthesia — An evidence-based review: part I. *Can J Anesth J Can Anesth* 51, 768–781

- Bryson G, Chung F, Cox R, Crowe M, Fuller J, Henderson C, Finegan B, Friedman Z, Miller D, van Vlymen J (2004b): Patient selection in ambulatory anesthesia — An evidence-based review: part II. *Can J Anesth J Can Anesth* 51, 782–794
- Burnham PJ (1959): Simple regional nerve block for surgery of the hand and forearm. *J Am Med Assoc* 169, 941–943
- Chan KM, Ma GF, Chow YN, Leung PC (1981): Intravenous regional anaesthesia in hand surgery—experience with 632 cases. *Hand* 13, 192–198
- Chan VW, Peng PW, Kaszas Z, Middleton WJ, Muni R, Anastakis DG, Graham BA (2001): A Comparative Study of General Anesthesia, Intravenous Regional Anesthesia, and Axillary Block for Outpatient Hand Surgery: Clinical Outcome and Cost Analysis. *Anesth Analg* 93, 1181–1184
- Chung F, Ritchie E, Su J (1997): Postoperative pain in ambulatory surgery. *Anesth Analg* 85, 808–816
- Cooper K, Kelley H, Carrithers J (1995): Perceptions of side effects following axillary block used for outpatient surgery. *Reg Anesth Pain Med* 20, 212–216
- Dahl V, Raeder J (2003): Regional anaesthesia in ambulatory surgery. *Curr Opin Anesthesiol* 16, 471
- Dalal PG, Doheny KK, Klick L, Britcher S, Rebstock S, Bezinover D, Palmer C, Berlin C, Postula M, Kong L, Janicki PK (2013): Analysis of acute pain scores and skin conductance measurements in infants. *Early Hum Dev* 89, 153–158
- D’Alessio JG, Rosenblum M, Shea KP, Freitas DG (1995): A retrospective comparison of interscalene block and general anesthesia for ambulatory surgery shoulder arthroscopy. *Reg Anesth Pain Med* 20, 62–68
- De Jong R (1961): Axillary block of the brachial plexus. *Anesthesiology* 22, 215–225
- Dullenkopf A, Borgeat A (2003): Lokalanästhetika. *Anaesthesist* 52, 329–340
- Dunbar RW, Mazze RI (1967): Intravenous regional anesthesia experience with 779 cases. *Anesth Analg* 46, 806–813
- Eikaas H, Raeder J (2009): Total intravenous anaesthesia techniques for ambulatory surgery: *Curr Opin Anaesthesiol* 22, 725–729
- Farrell RG, Swanson SL, Walter JR (1985): Safe and effective IV regional anesthesia for use in the emergency department. *Ann Emerg Med* 14, 239–243
- Fischer S, Zechmeister-Koss I *Tageschirurgie. Systematischer Review. HTA-Projektbericht Nr. 64. Ludwig Boltzmann Institut für Health Technology Assessment, Wien 2012*
- Fitzgerald B (1976): Intravenous Regional Anaesthesia in Children. *Br J Anaesth* 48, 485–486

- Flancbaum L, Ziegler DW, Choban PS (1998): Preoperative intensive care unit admission and hemodynamic monitoring in patients scheduled for major elective noncardiac surgery: A retrospective review of 95 patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 12, 3–9
- Frei F, Jonmarker C, Werner O: *Kinderanästhesie*. Springer Berlin Heidelberg 1995
- Freitag M, Zbieranek K, Gottschalk A, Bubenheim M, Winter R, Tuszynski S, Standl TG (2006): Comparative study of different concentrations of prilocaine and ropivacaine for intraoperative axillary brachial plexus block. *Eur J Anaesthesiol* 23, 481–486
- Gallay, Lobo JJ, Baker J, Smith, K, Patel, K (2008): Development of a Regional Model of Care for Ambulatory Total Shoulder Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 466, 563
- Ghosh S, Sallam S (1994): Patient satisfaction and postoperative demands on hospital and community services after day surgery. *Br J Surg* 81, 1635–1638
- Goerig M, Schulte am Esch J (2008): Carl Ludwig Schleich - Wegbereiter ausschließlich der Infiltrationsanästhesie? *AINS - Anesthesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther* 28, 113–124
- Gorsewski G, Dinse-Lambracht A, Tugtekin I, Gauss A (2012): Ultraschallgesteuerte periphere Regionalanästhesie. *Anaesthesist* 61, 711–721
- Graf BM, Martin E (2001): Periphere Nervenblockaden Eine Übersicht über neue Entwicklungen einer alten Technik. *Anaesthesist* 50, 312–322
- Grau T, Fatehi S, Motsch J, Bartussek E (2004): Umfrage zur aktuellen Situation der Regionalanästhesie im deutschsprachigen Raum. *Anaesthesist* 53, 847–855
- Guignard B, Bossard AE, Coste C, Sessler DI, Lebrault C, Alfonsi P, Fletcher D, Chauvin M (2000): Acute Opioid Tolerance. *Anesthesiology* 93, 409–417
- Gupta A (2007): Evidence-based medicine in day surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 20, 520–525
- Gupta A, Stierer T, Zuckerman R, Sakima N, Parker SD, Fleisher LA (2004): Comparison of Recovery Profile After Ambulatory Anesthesia with Propofol, Isoflurane, Sevoflurane and Desflurane: A Systematic Review: *Anesth Analg* 98, 632–641
- Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, Karaca PE, Yufa M, Claudio RE, Vloka JD, Rosenquist R, Santos AC, Thys DM (2004): A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology* 101, 127–132
- Hadzic A, Williams BA, Karaca PE, Hobeika P, Unis G, Dermksian J, Yufa M, Thys DM, Santos AC (2005): For outpatient rotator cuff surgery, nerve block anesthesia provides superior same-day recovery over general anesthesia. *Anesthesiology* 102, 1001–1007

- Hartung H-J, Rupprecht A (1989): Die axilläre Plexus brachialis-Blockade. Eine Studie an 178 Patienten. *Anaesthesist* 38, 21–24
- Heath ML (1982): Deaths after intravenous regional anaesthesia. *Br Med J Clin Res Ed* 285, 913–914
- Heller R, Nollert U, Entholzner E (2009): Anästhesie bei ambulanten Patienten. *Anaesthesist* 58, 421–434
- Henderson CL, Warriner CB, McEwen JA, Merrick PM (1997): A North American survey of intravenous regional anesthesia. *Anesth Analg* 85, 858–863
- Henning E, Wiese C, Zach M, Meissner K, Westphal K: Prozessoptimierung und Produktivitätssteigerung in der Anästhesie eines modernen Krankenhauses. In: Bornewasser M, Kriegesmann B, Zülch J (Hrsg.): Dienstleistungen im Gesundheitssektor. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014, 155 -173
- Hirschel G (1911): Die Anästhesierung des Plexus brachialis bei Operationen an der oberen Extremität. *Münch Med Wochenschr* 58, 1555–1556
- Hofer H: Entwicklung und Bedeutung des ambulanten Operierens. In: Standl T, Lussi C (Hrsg.): Ambulantes Operieren. Springer, Berlin Heidelberg 2012, 3–8
- Huiku M, Uutela K, Gils M van, Korhonen I, Kymäläinen M, Meriläinen P, Paloheimo M, Rantanen M, Takala P, Viertiö-Oja H, Yli-Hankala A (2007): Assessment of surgical stress during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 98, 447–455
- Ilfeld, Morey T, Enneking F, Wang R (2002): Continuous Popliteal Sciatic Nerve Block for Postoperative Pain Control at Home. *Anesthesiology* 97, 959–965
- Janitzki A: symPATI-GRAPH ESG-1001 Monitorsystem Gebrauchsanweisung. Altenbeken 2010
- Janitzki A, Götte A (1986): Hautwiderstandsmessungen zum Aktivitätsnachweis des sympathicus bei der Spinalanaesthetie. *Anaesthesist* 35, 49–53
- Janitzki A, Götte A (1995): Spinalanästhesie und funktionale Sympathikusblockade. *Anaesthesist* 44, 171–177
- Jin F-L, Chung F (1998): Postoperative pain — a challenge for anaesthetists in ambulatory surgery. *Can J Anaesth* 45, 293–296
- Kehlet H, Dahl JB (2003): Anaesthesia, surgery, and challenges in postoperative recovery. *Lancet* 362, 1921–1928
- Klein SM, Nielsen KC, Greengrass RA, Warner DS, Martin A, Steele SM (2002): Ambulatory Discharge After Long-Acting Peripheral Nerve Blockade: 2382 Blocks with Ropivacaine. *Anesth Analg* 94, 65–70
- Klein SM, Evans H, Nielsen KC, Tucker MS, Warner DS, Steele SM (2005): Peripheral Nerve Block Techniques for Ambulatory Surgery. *Anesth Analg* 101, 1663–1676

- Klenerman L (1980): Tourniquet time—how long? *Hand* 3, 231–234
- Koppert W (2004): Opioid-induzierte Hyperalgesie. *Anaesthesist* 53, 455–466
- Koppert W, Sittl R, Schmelz M (2000): Der Bier-Block als experimenteller Ansatz zur Differenzierung peripherer und zentraler Wirkungen von Analgetika am Menschen. *Schmerz* 14, 69–76
- Kraus G.-B.: Ambulante Anästhesie bei Kindern. In: Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung (Hrsg.): Refresher Course. Aktuelles Wissen für Anästhesisten. Springer, Berlin Heidelberg 2001, 1–8
- Lidberg L, Wallin BG (1981): Sympathetic Skin Nerve Discharges in Relation to Amplitude of Skin Resistance Responses. *Psychophysiology* 18, 268–270
- Liu SS, Strodbeck WM, Richman JM, Wu CL (2005): A Comparison of Regional Versus General Anesthesia for Ambulatory Anesthesia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesth Analg* 101, 1634–1642
- Lloyd S (2007): General anaesthesia for day surgery: Preventing the problems. *Curr Anaesth Crit Care* 18, 188–192
- Lux EA, Stamer U, Meissner W, Moser K, Neugebauer E, Wiebalck A (2008): Postoperative Schmerztherapie nach ambulanten Operationen. *Schmerz* 22, 171–175
- Macario A, Weinger M, Carney S, Kim A (1999): Which clinical anesthesia outcomes are important to avoid? The perspective of patients. *Anesth Analg* 89, 652–652
- Mackay CA, Bowden DF (1997): Axillary Brachial Plexus Block—an Underused Technique in the Accident and Emergency Department. *J Accid Emerg Med* 14, 226–229
- McCartney CJ, Brull R, Chan VW, Katz J, Abbas S, Graham B, Nova H, Rawson R, Anastakis DJ, von Schroeder H (2004): Early but no long-term benefit of regional compared with general anesthesia for ambulatory hand surgery. *Anesthesiology* 101, 461–467
- Meier G, Maurer H, Bauereis C (2003): Perivaskuläre axilläre Plexusanästhesie. *Anaesthesist* 52, 535–539
- Mende H (2009): Prozesszeiten in der Anästhesie – Werkzeuge für ein effizientes OP-Management. *AINS - Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther* 44, 544–547
- Murphy DB, Chan VW (2000): Upper extremity blocks for day surgery. *Tech Reg Anesth Pain Manag* 4, 19–29
- Myles PS, Williams DL, Hendrata M, Anderson H, Weeks AM (2000): Patient satisfaction after anaesthesia and surgery: results of a prospective survey of 10,811 patients. *Br J Anaesth* 84, 6–10

- Odinsson A, Finsen V (2006): Tourniquet use and its complications in Norway. *J Bone Joint Surg Br* 88-B, 1090–1092
- Pavlin DJ, Rapp SE, Polissar NL, Malmgren JA, Koerschgen M, Keyes H (1998): Factors affecting discharge time in adult outpatients. *Anesth Analg* 87, 816–826
- Pearce H, Lindsay D, Leslie K (1996): Axillary brachial plexus block in two hundred consecutive patients. *Anaesth Intensive Care* 24, 453–458
- Philip BK (1992): Regional anaesthesia for ambulatory surgery. *Can J Anaesth* 39, R3–R10
- Philip BK (1997): Etiologies of postoperative nausea and vomiting. *Pharm Ther* 22, 18S–25S
- Prabhu A, Chung F (2001): Anaesthetic strategies towards developments in day care surgery. *Eur J Anaesthesiol* 18, 36–42
- Raj PP, Garcia CE, Burleson JW, Jenkins MT (1972): The Site of Action of Intravenous Regional Anesthesia. *Anesth Analg* 51, 776–786
- Rawal N (2001): Analgesia for day-case surgery. *Br J Anaesth* 87, 73–87
- Rawal N, Allvin R, Amilon A, Ohlsson T, Hallén J (2001): Postoperative Analgesia at Home After Ambulatory Hand Surgery: A Controlled Comparison of Tramadol, Metamizol, and Paracetamol. *Anesth Analg* 92, 347–351
- Rawlings ID, Staniforth P (1979): Intravenous regional anaesthesia in upper limb trauma. *Injury* 10, 231–234
- Reis A dos (2008): Intravenous regional anesthesia first century (1908-2008): Beginning, development, and current status. *Rev Bras Anesthesiol* 58, 299–322
- Rieger A, Brunne B (1999): Ist die Kehlkopfmaske ein minimal invasives Instrument zur Sicherung der Atemwege? *Anaesthesist* 48, 904–909
- Rouso M, Wexler MR, Weinberg H, Magora F (1979): Regional anesthesia for hand surgery. *Prog Surg* 16, 44
- Schäfer MK, Wittenmeier E (2003): Ambulante und tageschirurgische Eingriffe. *Anaesthesist* 52, 1046–1054
- Schiller J, Fischer M, Fink M, Winterhalter M, Karst M, Gutenbrunner C (2007): Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes unter dem Einfluss verschiedener Stressoren – Monitoring des sympathischen Nervensystems. *Phys Med Rehabil Kurortmed* 17, A40
- Schleich CL (1892): Infiltrationsanästhesie (locale Anästhesie) und ihr Verhältnis zur allgemeinen Narcose (Inhalationsanästhesie). *Verh Dtsch Ges Chir* 21, 121–127
- Schleich CL: Schmerzlose Operationen. Julius Springer, Berlin 1899

- Schmidt E, Racenberg E, Hildebrand G, Büch U (2008): Komplikationen und Gefahren der Plexusbrachialis-Anästhesie unter besonderer Berücksichtigung von Langzeitschäden. *AINS - Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther* 16, 346–349
- Schwemmer U, Schleppers A, Markus C, Kredel M, Kirschner S, Roewer N (2006): Operative management in axillary brachial plexus blocks: comparison of ultrasound and nerve stimulation. *Anaesthesist* 55, 451–456
- Selander D, Dhunér K-G, Lundborg G (1977): Peripheral Nerve Injury due to Injection Needles used for Regional Anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 21, 182–188
- Selander D, Edshage S, Wolff T (1979): Paresthesiae or No Paresthesiae? Nerve Lesions after Axillary Blocks. *Acta Anaesthesiol Scand* 23, 27–33
- Shnaider I, Chung F (2006): Outcomes in day surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 19, 622–629
- Standl T, Lussi C: *Ambulantes Operieren: Rahmenbedingungen Organisation Patientenversorgung*. 2. Auflage; Springer, Berlin Heidelberg, 2012
- Storm H (2008): Changes in skin conductance as a tool to monitor nociceptive stimulation and pain: *Curr Opin Anaesthesiol* 21, 796–804
- Storm H, Myre K, Rostrup M, Stokland O, Lien MD, Ræder JC (2002): Skin conductance correlates with perioperative stress. *Acta Anaesthesiol Scand* 46, 887–895
- Ware RJ (1979): Intravenous regional analgesia using bupivacaine. *Anaesthesia* 34, 231–235
- Weißauer W (1998): Leitlinien für ambulantes Operieren bzw. Tageschirurgie. *Tageschirurgie Anästh Intensivmed* 39, 201–206
- Wennervirta J, Hynynen M, Koivusalo A-M, Uutela K, Huiku M, Vakkuri A (2008): Surgical stress index as a measure of nociception/antinociception balance during general anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 52, 1038–1045
- White PF (2000): Ambulatory Anesthesia Advances into the New Millennium. *Anesth Analg* 90, 1234–1235
- White PF, Eng M (2007): Fast-track anesthetic techniques for ambulatory surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 20, 545–557
- Wilhelm W, Grundmann U, Van Aken H, Haus E-M, Larsen R (2000): A multicenter comparison of isoflurane and propofol as adjuncts to remifentanyl-based anesthesia. *J Clin Anesth* 12, 129–135
- Wilhelm W, Wrobel M, Kreuer S, Larsen R (2003): Remifentanyl. *Anaesthesist* 52, 473–494
- Woolf CJ, Chong MS (1993): Preemptive analgesia--treating postoperative pain by preventing the establishment of central sensitization. *Anesth Analg* 77, 362–379

Wulf H, Kessler P, Volk T, Zoremba M (2013): S1-Leitlinie Empfehlungen zur Durchführung der Spinalanästhesie bei ambulanten Patienten.

## 7.1 Internetquellen

DKGEV: Zahlen & Fakten - DKG e.V., 2013, <http://www.dkgev.de/dkg.php/cat/5/>; Zugriff am 20.06.2013

Statistisches Bundesamt: Ambulante Operationen, GKV-Versicherte, 2012, [http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd\\_init?gbe.isgbetol/xs\\_start\\_neu/&p\\_aid=3&p\\_aid=72637101&nummer=295&p\\_sprache=D&p\\_indsp=-&p\\_aid=39693680](http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=3&p_aid=72637101&nummer=295&p_sprache=D&p_indsp=-&p_aid=39693680); Zugriff am 01.10.2012a

Statistisches Bundesamt: Krankenhäuser mit ambulanten Operationen und Anzahl von ambulanten Operationen, 2012, [http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd\\_init?gbe.isgbetol/xs\\_start\\_neu/&p\\_aid=3&p\\_aid=76006700&nummer=605&p\\_sprache=D&p\\_indsp=7439200&p\\_aid=55084881](http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=3&p_aid=76006700&nummer=605&p_sprache=D&p_indsp=7439200&p_aid=55084881); Zugriff am 13.11.2012b

Statistisches Bundesamt: Staat & Gesellschaft - Gesundheit - Ambulante Operationen seit 2003 verdreifacht - Statistisches Bundesamt (Destatis), 2013, [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/\\_Doorp age/Schlaglicht.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/_Doorp age/Schlaglicht.html); Zugriff am 06.01.2014

## Danksagung

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn PD Dr. Ingo Bergmann, ohne den diese interessante Studie nicht möglich gewesen wäre. Hinsichtlich der Findung des Themas, des Studiendesigns, der Durchführung sowie Auswertung und Erstellung dieser Arbeit erhielt ich jegliche vorstellbare Unterstützung.

Ebenso möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. med. José-Maria Hinz bedanken. Jederzeit war er für Fragen erreichbar und gab mir Unterstützung und Anregung.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Dr. Armin Janitzki für die telefonische Beratung und die Leihgabe des Elektrosympathikographen.

Ein besonderer Dank geht auch an alle ärztlichen Kollegen, die es mir erlaubt haben, an ihren Kliniken und Praxen, ihre chirurgischen Eingriffe zu begleiten und die Anästhesieverfahren zu untersuchen. Unter anderem sind dies: Herr Dr. med. Martin Paetzold, Hann. Münden; Herr Dr. med. M.P.H. Rupert Pöschl, Baunatal; Prof. Dr. Peter Neumann, Dr. med. Horst Wagner-Berger, Dr. med. Sönke Breitkreuz, Herr Dr. med. Enno Plock, Göttingen-Weende und Dr. Rupert Beyer, UMG Göttingen.

Mein Dank gilt zusätzlich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes für Medizinische Statistik der Universität Göttingen, welche mich sowohl in der Planung der Datenerhebung als auch in der Auswertung freundlich unterstützt haben.

Nicht zuletzt möchte ich mich recht herzlich bei Frau Nina Gülcher für das Korrekturlesen und die Formulierungshinweise bedanken.

Ebenso gilt mein Dank allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie, die diese erst möglich gemacht haben.

## **Lebenslauf**

Aus Datenschutzgründen ist der Lebenslauf in der Onlineversion nicht verfügbar.