

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik  
Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive, und  
Verbrennungschirurgie an der Universität Tübingen

**Die Rolle von Antibiotika im postoperativen Verlauf  
einfacher Handinfektionen**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Schreiner, Jakob Hermann**

**2017**

Dekan: Professor Dr. I. B. Authenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. H.-E. Schaller

2. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. Silke Peter

Tag der Disputation: 17.07.2017

*Meiner Familie*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Einführung .....	1
1.2	Klassifikation von Handinfektionen .....	3
1.3	Therapie von Handinfektionen.....	4
1.3.1	Konservative Therapie .....	4
1.3.2	Operative Therapie .....	5
1.3.3	Antibiotikagabe bei Handinfektionen.....	8
1.4	Pilotstudie .....	8
1.5	Zielsetzung der Studie .....	9
<b>2</b>	<b>Patienten und Methoden .....</b>	<b>11</b>
2.1	Studiendesign .....	11
2.2	Einschluss- und Ausschlusskriterien .....	13
2.3	Datenerhebung.....	14
2.4	Untersuchungsparameter .....	14
2.4.1	Allgemeine Parameter .....	14
2.4.2	Infektionsursachen .....	15
2.4.3	Erregerspektrum .....	15
2.4.4	Entzündungsparameter .....	15
2.4.5	Beweglichkeit der dreigliedrigen Finger und des Daumens .....	16
2.4.6	DASH-Score .....	17
2.4.7	Schmerz.....	19
2.4.8	Kraftmessung .....	19
2.4.9	Funktionelle Therapie .....	21
2.5	Datenauswertung.....	21
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>23</b>
3.1	Zusammensetzung der Gruppen und der verwendeten Antibiotika .....	23
3.2	Altersverteilung .....	26
3.3	Lokalisation und Purulenz der Infektionen .....	27
3.4	Infektionsursachen.....	30
3.5	Bissverletzungen .....	33

3.6	Erregerspektrum.....	34
3.7	Operationsdauer.....	38
3.8	Entzündungsparameter .....	40
3.9	Revisionsrate .....	43
3.10	Schienenruhigstellung.....	44
3.11	Fingerkuppenhohlhandabstand (FKHA).....	46
3.12	Fingernageltischabstand (FNTA) .....	47
3.13	Kapanji-Index .....	49
3.14	DASH-Score .....	51
3.15	Schmerzen .....	53
3.16	Kraftmessung.....	54
3.16.1	Faustschluss .....	55
3.16.2	Schlüsselgriff.....	56
3.16.3	Spitzgriff .....	57
3.16.4	Dreifingergriff .....	58
3.16.5	Statistische Auswertung der Kraftmessungen.....	59
3.17	Stationäre Aufenthaltsdauer.....	60
3.18	Funktionelle Therapie.....	62
<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>66</b>
4.1	Bisheriger Stand der Forschung bei einfachen Handinfektionen.....	66
4.2	Lokalisation und Purulenz der Infektionen .....	69
4.3	Infektionsursachen.....	71
4.3.1	Bissverletzungen.....	71
4.4	Erregerspektrum.....	74
4.5	Operationsdauer .....	77
4.6	Entzündungsparameter .....	78
4.7	Revisionsrate .....	80
4.8	Schienungsdauer .....	81
4.9	Fingerkuppenhohlhandabstand.....	82
4.10	Fingernageltischabstand .....	82
4.11	Kapanji - Index.....	82
4.12	DASH - Score .....	83
4.13	Schmerzen.....	84
4.14	Kraftmessung.....	85

4.15 Aufenthaltsdauer .....	87
4.16 Funktionelle Therapie.....	88
4.17 Finanzielle Aspekte .....	89
4.18 Bedeutung der Studie .....	90
<b>5 Zusammenfassung.....</b>	<b>92</b>
<b>6 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>7 Abbildungs-, Tabellen-, und Formelverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
7.1 Abbildungen .....	VI
7.2 Tabellen .....	VIII
7.3 Formeln.....	IX
<b>8 Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift .....</b>	<b>X</b>
<b>9 Danksagungen .....</b>	<b>XI</b>
<b>10 Lebenslauf.....</b>	<b>XIII</b>
<b>11 Anhang.....</b>	<b>XVI</b>
11.1 Aufklärung .....	XVI
11.2 Checklisten Verlaufsuntersuchung 1 und 2.....	XVII
11.3 DASH-Score .....	XIX

## Abkürzungsverzeichnis

AB	Antibiose
BGU	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
CRP	C-reaktives Protein
DASH	Disability of the Arm, Shoulder and Hand
DI	Daumen
DII	Zeigefinger
DIII	Mittelfinger
DIP-Gelenk	Distales Interphalangealgelenk
DIV	Ringfinger
DV	Kleinfinger
FKHA	Fingerkuppenhohlhandabstand
FNTA	Fingernageltischabstand
HPRV	Plastische, Rekonstruktive, Hand- und Verbrennungschirurgie
MCP-Gelenk	Metacarpophalangealgelenk
MRSA	Methicilin-resistenter Staphylococcus aureus
M-W-U-Test	Mann-Whitney-U-Test
NRS	Numerische Rating Skala
PIP-Gelenk	Proximales Interphalangealgelenk
PMMA	Polymethylmethacrylat
sAB	Systemische Antibiose
spp.	Species pluralis
VLU	Verlaufsuntersuchung

# 1 Einleitung

## 1.1 Einführung

Infektionen der Hand gehören zu den häufigsten Krankheitsbildern innerhalb der Handchirurgie. Eine Infektion ist dabei allgemein hin definiert als Übertragung, Haftenbleiben und Eindringen von Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilze, Protozoen, Würmer u. a.) in einen Makroorganismus (Pflanze, Tier, Mensch) und Vermehrung in ihm(1). Als Eintrittspforte dienen dabei in der Mehrheit der Fälle (ca. 60%) einfache Bagatellverletzungen wie Schnitt- oder Stichwunden mit oder ohne eingebrachte Fremdkörper, gefolgt von Menschenbissen, i.v. Drogenmissbrauch und Tierbissverletzungen(2).

Das Spektrum der Erreger ist dabei abhängig von der Form der zugrundeliegenden Verletzung. Des Weiteren beinhaltet es oftmals Spezies der residenten Hautflora des Patienten. Zu ca. 65% werden Handinfektionen durch aerobe, hauptsächlich grampositive Bakterien ausgelöst. In erster Linie sind hier *Staphylococcus aureus* mit 35% - 50% und hämolysierende Streptokokken (10%) zu nennen. Gramnegative Keime werden weitaus seltener isoliert, treten aber vor allem bei immunsupprimierten Patienten, Diabetikern oder i.v. Drogenkonsumenten auf. Bissverletzungen hingegen weisen ein äußerst vielfältiges Keimspektrum auf, es umfasst neben Staphylokokken und Streptokokken u.a. Erreger der Spezies *Pasteurella*, *Neisseria*, *Moraxella* sowie einige Anaerobier(2).

Infektionen im Bereich der Hände sind aufgrund der hier bestehenden anatomischen Gegebenheiten gekennzeichnet durch die Gefahr einer rasanten und komplikationsträchtigen Ausbreitung in tiefere Gewebeschichten sowie durch die Ausbreitung entlang anatomisch vorgegebener Leitstrukturen wie z.B. Sehnenscheiden. So begünstigt das dorsalseitige sehr lockere und verschiebliche Bindegewebe eine rasche Ausbreitung von Infekten über den Handrücken und in die Interdigitalräume(3). Auch die zahlreichen septierten Bindegewebsräume (Kammersysteme) der Hand



begünstigen die Entstehung und Ausbreitung infektiöser Prozesse. Hier führen Infekte zu einer lokalen Druckerhöhung woraus ein verminderter Blutfluss, verbunden mit reduzierter Perfusion, lokaler Ischämie und einer abgeschwächten Immunantwort resultiert und somit den Progress der Infektion weiter fördert(4). Die Septierung dieser Räume (z.B. die durch Faszien abgetrennten Bereiche der Hypo- und Thenarmuskulatur oder der unter der Palmaraponeurose gelegene Mittelhandraum) sorgt zwar für ein zunächst lokal ablaufendes Infektgeschehen, kommt es jedoch zum Durchbruch, führt dies zu einer diffusen kammerübergreifenden Ausbreitung des Infektes mit zum Teil erheblicher Destruktion der angrenzenden Strukturen(2). Eine solche diffuse Entzündung des interstitiellen Bindegewebes, die sich infiltrativ ausbreitet, wird als Phlegmone bezeichnet. Lokale Entzündungszeichen sind dabei Rötung (rubor), Schmerz (dolor), Überwärmung (calor), Schwellung (tumor) und Einschränkung der Funktion (functio laesa). Systemische Entzündungsreaktionen sind hingegen weniger oft zu beobachten und in erster Linie durch die Zunahme der Synthese bestimmter Plasmaproteine (Akute-Phase-Proteine, z.B. CRP) gekennzeichnet, während eine Steigerung des Stoffwechsels (Fieber), eine Lymphangitis und/oder Lymphadenitis sowie subjektive Beschwerden wie Krankheitsgefühl oder Abgeschlagenheit nur sehr selten auftreten(1). Somit ist vor allem der Lokalbefund ausschlaggebend für die Indikationsstellung für ein operatives oder konservatives Vorgehen.

Um die Ausbreitung eines Infektes zu vermeiden, ist in der Regel ein frühzeitiges und konsequent durchgeführtes chirurgisches Débridement des entzündeten Gewebes in den meisten Fällen unerlässlich. Gerade die Verzögerung einer adäquaten chirurgischen Therapie ist aufgrund der raschen Infektausdehnung oft ursächlich für Komplikationen während der Therapie sowie für bleibende Funktionsbeeinträchtigungen(5). Lediglich intradermal verlaufende Infektionen wie etwa eine Lymphangitis ohne Einschmelzung des Ausgangsherdes, ein Erysipel und das Erysipeloid stellen Infektionen dar, die nicht operativ therapiert werden sollten(3).

Häufig kommt es bei Handinfektionen zum begleitenden Einsatz von Antibiotika, allerdings existieren bei einfachen Handinfektionen ohne Befall von Knochen, Gelenken oder Sehnen bisher keine empirischen Belege für einen Vorteil bezüglich des Therapieresultats. Zu dieser Thematik wurde an der BG Unfallklinik Tübingen bereits von Prof. Dr. med. Hans-Eberhard Schaller, Dr. med. Theodora Manoli und cand. med.

Kathrin Konheiser im Zeitraum von 2008-2012 eine „Pilotstudie zur Untersuchung des Einflusses von Antibiotika auf den postoperativen Verlauf einfacher Handinfektionen“ durchgeführt. Dabei konnte bei einfachen Handinfektionen kein Unterschied für den Therapieerfolg durch den Einsatz von Antibiotika festgestellt werden(6).

## **1.2 Klassifikation von Handinfektionen**

Sowohl in dieser Studie als auch in der vorausgegangenen Pilotstudie wurde das von Dr. med. Theodora Manoli an der Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Hand- und Verbrennungschirurgie der BG Unfallklinik Tübingen entwickelte Klassifikationssystem für Handinfektionen verwendet(6). Die bisherige Einteilung von Handinfekten fand in erster Linie über die Lokalisation oder die Verletzungsursache statt(4, 7, 8).

Die hier verwendete Klassifikation teilt Infektionen der Hand neben der anatomischen Lokalisation auch anhand des Schweregrades (Purulenz) unter Berücksichtigung der Ausbreitung wie folgt ein:

### **Schweregrad:**

**Klasse I:** Kutan, subkutan oder subfaszial begrenzte Handinfektionen ohne Beteiligung von Sehnen, Knochen oder Gelenken.

**Klasse II:** Obligatorisches Vorliegen einer Tendovaginitis ohne Knochen- oder Gelenkbeteiligung. Fakultativ Symptome der Klasse I.

**Klasse III:** Septische Arthritis und/oder Osteomyelitis. Fakultativ Symptome der Klasse I und/oder II.

### **Purulenz:**

**A:** Nicht-eitrige Infektion

**B:** Eitrige Infektion

**Lokalisation:**

**d:** Infektion im Bereich des Daumens

**f:** Infektion im Bereich der dreigliedrigen Finger

**mc:** Infektion im Bereich der Mittelhand

Infolge dieser Einteilung können die klinischen Verläufe von Handinfektionen differenzierter beobachtet, beurteilt und miteinander verglichen werden. Zum anderen ergeben sich in Abhängigkeit von dieser Klassifikation unterschiedliche Behandlungsstrategien.

### **1.3 Therapie von Handinfektionen**

#### **1.3.1 Konservative Therapie**

Die konservative Therapie von Handinfektionen sollte nur bei beginnenden Formen lokalisierter Infekte erfolgen wie z.B. bei beginnenden Panaritien ohne Eiteransammlung(3, 9, 10). Um eine bewegungsinduzierte Verschleppung des Infektes zu vermeiden, wird die betroffene Hand einschließlich der dreigliedrigen Finger mittels Gipsschiene ruhiggestellt. Dabei sollte zur Reduktion des infektbedingten Ödems die Hochlagerung der betroffenen Extremität über Herzhöhe erfolgen. Weiterhin sollte die Hand gekühlt werden, zum einen als ebenfalls abschwellende Maßnahme, zum anderen, um der Entzündungsreaktion entgegen zu wirken. Zudem erfolgt eine zunächst tägliche ärztliche Kontrolle der Infektausdehnung. Kommt es unter diesen Maßnahmen zu keinem Rückgang oder sogar zu einem Progress der Symptomatik, muss ein chirurgisch durchgeführtes Débridement des Infektareals erfolgen.

Im Rahmen der konservativen Therapie sollte die begleitende Gabe eines Antibiotikums ausschließlich bei entsprechend gefährdeten Patienten wie z.B. immungeschwächten Patienten oder einigen dermal ablaufenden Infekten wie beispielsweise dem Erysipel erfolgen. Der unbedachte Einsatz von Antibiotika kann aufgrund der besseren Durchblutung und folglich besseren antibiotischen Wirksamkeit im Bereich der äußeren Handschichten zu einer Verschleierung der Infektsymptomatik

in der Tiefe führen. So kann es zum äußerlichen Rückgang der lokalen Entzündungszeichen kommen, während sich der Infekt gleichzeitig in tieferen Gewebeschichten ausbreitet und sich so eine notwendige chirurgische Intervention erheblich verzögert. Des Weiteren kann infolge der antibiotischen Vorbehandlung die intraoperative Abstrichentnahme zu einem falsch-negativen Keimnachweis führen und so eine evtl. notwendige, gezielte Antibiotikatherapie beeinträchtigen(9, 11).

### **1.3.2 Operative Therapie**

Die Indikation zur chirurgischen Infektsanierung sollte großzügig gestellt werden und erfolgt vorwiegend klinisch. Weder apparative Diagnostik noch Laborparameter sind für die Indikationsstellung ausschlaggebend(11). Die Anamnese verbunden mit starken Schmerzen, Rötung, Schwellung sowie Funktionsstörungen bei Faustschluss und Fingerstreckung sind wichtige Anzeichen einer vorliegenden Infektion. Ein ebenfalls häufig angegebenes Symptom, das eine Operationsindikation darstellt, sind pochende Schmerzen im betroffenen Anteil der Hand, die den Nachtschlaf erheblich stören, wenn nicht sogar unmöglich machen(5). Einliegende Fremdkörper und vorliegende Wunden, die als Eintrittspforte für die Erreger dienen, verhärten den Verdacht auf eine Handinfektion erheblich. Bissverletzungen mit einer Eindringtiefe bis in die Subcutis und darüber hinaus stellen ebenso wie Hochdruckinjektionsverletzungen zwingende Operationsindikationen dar(9). Zum Ausschluss einliegender röntgendichter Fremdkörper bzw. zur Bestimmung ihrer Position sowie zum Ausschluss von bereits in Folge der Infektion entstandenem Befall von Knochen und/oder Gelenken im Sinne einer Osteomyelitis wird präoperativ eine Röntgenaufnahme angefertigt.

Wenn eine Operationsindikation besteht und die Einverständniserklärung des Patienten vorliegt, wird die Operation bei Infekten der Hand in Oberarmblutsperre und unter Plexusanästhesie durchgeführt. Sie sollte außerdem stets mit Lupenbrille erfolgen, um wichtige Strukturen nicht zu übersehen. Nach sorgfältiger steriler Waschung und Desinfektion des Operationsgebietes erfolgt die Schnittführung nach den üblichen handchirurgischen Prinzipien, um bestmögliche Sichtverhältnisse im Infektionsgebiet zu erreichen.

Nachdem ein Abstrich für die mikrobiologische Untersuchung bezüglich des vorliegenden Keimspektrums sowie die Erstellung eines Antibiotigramms entnommen wurde, wird infiziertes Gewebe großzügig débridiert und gespült, bis gesunder Wundgrund erreicht wird. Um die Verschleppung von infiziertem Gewebe zu vermeiden sowie aufgrund der besseren Übersicht, sollte dabei stets ausgehend vom gesunden Gewebe ins infizierte Gewebe hinein débridiert werden. So soll die im Wundgebiet bestehende Keimzahl sowie durch avitales Gewebe bedingter Nährboden soweit wie möglich reduziert werden. Falls ein Fremdkörper für die Infektion ursächlich war, wird dieser aufgesucht und entfernt(11).

Um ein Infektrezidiv zu verhindern, kann dabei unter Berücksichtigung und Erhalt des Gefäß-Nervenbündels auf wichtige durch den Infekt befallene Strukturen während des Débridements keine Rücksicht genommen werden. Stellen sich Sehnen, Gelenke oder Knochen intraoperativ als lytisch arrodirt dar (Klasse III), so muss auch hier ein radikales Débridement bis in gesundes, gut durchblutetes Gewebe ohne Rücksicht auf daraus resultierende Funktionsverluste erfolgen, wobei sich selbst eine Amputation in einigen Fällen nicht vermeiden lässt. Entstehen infolge des notwendigen Débridements größere Gewebedefekte, können eine plastische Defektdeckung und weitere rekonstruktive handchirurgische Maßnahmen nötig werden(5). Bei entsprechend betroffenen Gelenken empfiehlt sich nach erfolgtem Débridement häufig die Versteifung in Funktionsstellung mittels septischer Arthrodesen durch einen Minifixateur externe(9). Liegt eine Tenosynovialitis vor (Klasse II), kann zusätzlich ein Spülkatheter in die Sehnenscheide eingebracht und die Sehnenscheide von proximal nach distal mit isotoner Kochsalz- oder Ringerlösung gespült werden(10). Abschließend erfolgt der Wundverschluss über lockere Adaption der Wundränder, um den Abfluss von Wundsekret zu ermöglichen. Durch die Einlage von Drainagen wie mini-PMMA-Ketten, die über eine zusätzliche lokale antibiotische Wirkung verfügen, oder Easy-Flow Drainagen kann der Abfluss von Sekreten weiter gefördert werden.

Nachdem die Wunde verschlossen und verbunden wurde, wird mit Hilfe einer Gipsschiene die Ruhigstellung der Extremität einschließlich der Finger erreicht, wodurch eine Beschleunigung der Wundheilung und Reduktion der Schmerzen erzielt wird. Dabei sollte die Ruhigstellung in intrinsic-plus-Stellung der dreigliedrigen Finger erfolgen, das heißt Beugung im Grundgelenk sowie Streckung im Mittel- und

Endgelenk, um die Gefahr von Kontrakturen und Versteifungen soweit wie möglich zu reduzieren. Postoperativ wird der Zustand der Wunde täglich auf persistierende oder progrediente Infektionszeichen überprüft sowie der Patient dem WHO-Stufenschema entsprechend mit Analgetika versorgt. Ohne eintretende Komplikationen können die Überprüfungszeiträume im Verlauf schrittweise bis auf einmal täglich reduziert werden, bis schließlich keine Infektionszeichen mehr bestehen und die Schienenruhigstellung durch den Arzt aufgehoben werden kann. Einliegende PMMA-Ketten können in aller Regel täglich um ein Glied aus der Wunde zurückgezogen und gekürzt werden. Einliegende Easy-Flow-Drainagen sollten ebenfalls schnellstmöglich gezogen werden, sobald keine relevanten Mengen an Wundsekret mehr abgeleitet werden. So können sie in der Regel nach 2-5 Tagen, spätestens aber nach 6 Tagen entfernt werden, um die bei jedem einliegenden Fremdkörper mit der Dauer steigende Infektionsgefahr so gering wie möglich zu halten.

Die Ruhigstellung mittels Schiene erfolgt dabei zu Beginn sowohl am Tag als auch in der Nacht. Zusätzlich ist unmittelbar postoperativ eine strenge Bettruhe einzuhalten, die bei Rückgang der klinischen Symptomatik allerdings gelockert bzw. aufgehoben werden kann. Des Weiteren wird die betroffene Extremität für eine bessere Wundheilung und den schnelleren Rückgang der infekt- und operationsbedingten Ödeme gekühlt und hochgelagert. Zeigen sich die lokalen Entzündungszeichen sowie die Schmerzsymptomatik deutlich rückläufig, kann das Tragen der Schiene auf die Nacht beschränkt werden. Die Indikation für Second-Look- und weitere Folgeeingriffe sollte bei persistierender Infektsituation großzügig gestellt werden, da zurückgebliebenes infiziertes Gewebe zu einer schwer kontrollierbaren Ausdehnung des Infektes mit weiterer Gewebedestruktion bis hin zur Sepsis etc. führen kann(5, 12, 13). Anschließend wird anhand des erstellten Antibioграмms eine zielgerichtete antibiotische Therapie eingeleitet.

Nach der Freigabe der betroffenen Hand stellt die funktionelle Therapie einen weiteren wichtigen Baustein der Nachsorge dar. Diese erfolgt sowohl unter Anleitung eines Therapeuten, als auch durch selbstständiges Beüben durch den Patienten. Ziel ist es dabei, durch ergo- und/oder physiotherapeutische Übungen die möglichst frühzeitige Mobilisation der Hand und so die Reintegration in den Alltag zu erreichen.

### **1.3.3 Antibiotikagabe bei Handinfektionen**

Derzeit wird in den meisten Kliniken zusätzlich zum chirurgischen Débridement auf den Einsatz von Antibiotika zurückgegriffen. Zunächst verschafft sich der Operateur intraoperativ einen Überblick über die Ausbreitung der Infektion. Sind Sehnen, Knochen oder Gelenke von der Infektion betroffen, so fallen diese Infektionen unter die Klassen II oder III und werden in der hiesigen Klinik obligat antibiotisch behandelt(6).

Bei Handinfektionen der Klasse I hingegen, die auch als einfache Handinfektionen bezeichnet werden, besteht nach erfolgtem Débridement für den begleitenden Einsatz von lokalen und/oder systemischen Antibiotika bisher keine verbindliche Behandlungsleitlinie. Zum jetzigen Zeitpunkt bestehen lediglich Empfehlungen auf der Basis empirischer Erfahrungswerte. Das Therapiekonzept der BG Unfallklinik Tübingen sieht derzeit in erster Linie drei Therapievarianten vor. So besteht bei einfachen Handinfektionen der Klasse I zum einen die Möglichkeit einer ausschließlich lokalen Antibiotikatherapie. Hierbei wird ein lokaler Antibiotikaträger in das Wundgebiet eingebracht, beispielsweise in Form von antibiotikabeschichteten Schwämmen oder Kugelketten aus dem synthetischen Kunststoff PMMA (mini PMMA-Ketten). Die zweite Variante ist durch die Ergänzung der lokalen Antibiotikatherapie um eine begleitende systemische Antibiotikagabe gekennzeichnet. Bei der dritten Therapieform wird dagegen völlig auf den Einsatz von Antibiotika verzichtet.

## **1.4 Pilotstudie**

Im Zeitraum von 2008 bis 2012 wurde in der Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Hand- und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen bereits eine Pilotstudie zum Einfluss von Antibiotika auf den postoperativen Verlauf einfacher Handinfektionen durchgeführt(6). Das Ziel war dabei, erste Trends und Tendenzen offenzulegen. Innerhalb dieser Studie wurden Patienten mit einfachen Handinfektionen (Klasse I), die entweder mit sowohl lokal als auch systemisch eingesetzten Antibiotika (Gruppe I) oder ausschließlich lokalem Einsatz von Antibiotika (Gruppe II) oder aber dem kompletten Verzicht auf Antibiotika (Gruppe III) behandelt wurden, postoperativ untersucht. Anschließend wurden die Ergebnisse von 30 Patienten

je Therapieform, also insgesamt 90 Patienten ausgewertet. Dabei erfolgten im Rahmen der Studie zwei postoperative Untersuchungstermine, der erste Termin nach ca. 15 Tagen, der zweite nach drei Monaten. Der Fortschritt und die Geschwindigkeit der Heilung wurden anhand der Ruhigstellungsdauer, Beweglichkeit der dreigliedrigen Finger und des Daumens, der Funktionalität der Hand im Alltag, dem Vorhandensein von Schmerzen sowie der beim Faustschluss maximal aufbringbaren Kraft beurteilt. Die erfassten Daten wurden ausgewertet und hinsichtlich des Heilungsfortschrittes miteinander verglichen. Allerdings wurde aufgrund der geringen Fallzahl vorwiegend eine deskriptive Auswertung der Ergebnisse vorgenommen. Hierbei zeichnete sich jedoch bereits ab, dass sich die drei genannten Therapieverfahren im Endergebnis nicht wesentlich unterscheiden und somit der Einsatz von Antibiotika bei einfachen Handinfektionen tendenziell keine Auswirkungen auf das Therapieergebnis hat.

## **1.5 Zielsetzung der Studie**

Die hier vorliegende Folgestudie baut nun auf der im Vorfeld durchgeführten Pilotstudie auf und hat zum Ziel die in der Pilotstudie ermittelten Tendenzen zu überprüfen, um sie ggf. zu bestätigen oder zu widerlegen. Durch eine größere Fallzahl soll die Aussagekraft der erzielten Ergebnisse dieser Folgestudie erhöht werden. Hierzu wurden weitere 88 Patienten rekrutiert und untersucht.

Die Auswertung wurde um die Parameter Infektionsursachen, Bissverletzungen, Entzündungsparameter sowie Operationsdauer erweitert und fand zum einen separat für die Daten der Folgestudie statt. Zum anderen erfolgte eine kumulative Auswertung gemeinsam mit den Daten der Pilotstudie. Die Zustimmung zur Nutzung der im Rahmen der Pilotstudie erhobenen Daten lag vor. Neben den 90 Patienten der Pilotstudie konnten zwei weitere Patienten dem Gesamtdatensatz hinzugefügt werden, die ebenfalls bereits im Rahmen der Pilotstudie rekrutiert und untersucht wurden. Alles in allem ergab sich somit eine Verdopplung der Fallzahl auf insgesamt 180 Patienten, wodurch signifikante Ergebnisse erreicht werden sollten. Letztendlich sollten so empirisch belegte Aussagen zur Notwendigkeit des Einsatzes von Antibiotika nach erfolgtem chirurgischen Débridement einfacher Handinfektionen und eine damit verbundene Therapieempfehlung ermöglicht werden.



Bei nicht zwingend erforderlichem Einsatz der Antibiotika könnten den Patienten mögliche Nebenwirkungen der Antibiotikatherapie und des benötigten Venenverweilkatheters, Resistenzbildungen sowie das unangenehme Rückkürzen und Ziehen der PMMA-Ketten erspart werden. Gemäß dem wirtschaftlichen Interesse der Klinik wiederum könnte das Wegfallen der antibiotischen Therapie auch finanzielle Einsparungen bedeuten.

## 2 Patienten und Methoden

Diese Arbeit entstand in der Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Hand- und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen im Zeitraum von 2013 bis 2016. Innerhalb dieser Zeitspanne wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen etwa 400 Patienten aufgrund von Infektionen der Hand operiert. 88 dieser Patienten wurden innerhalb dieser Studie rekrutiert, untersucht und die dabei erhobenen Daten gemeinsam mit den Daten der im Vorfeld durchgeführten Pilotstudie ausgewertet.

### 2.1 Studiendesign

Es handelt sich bei dieser Studie um eine prospektive Datenerfassung, wobei die Einteilung der Patienten in die entsprechende Therapiegruppe jedoch retrospektiv nach erfolgter Operation stattfand. Somit blieb die intraoperative Wahl der Therapie durch die Studie unbeeinflusst, wodurch die Teilnahme an der Studie mit keinerlei Risiken oder Komplikationen für die Patienten verbunden war. Nachdem der Operateur sich nach intraoperativer Einschätzung und eigenem Ermessen für oder gegen eine antibiotische Therapie entschieden und der Eingriff dementsprechend erfolgt war, begann anhand der Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 2.2) die Rekrutierung geeigneter Patienten. Diese wurden ausführlich über die Teilnahme an der Studie informiert. Wurde eingewilligt, so unterzeichnete der Patient eine Einverständniserklärung (siehe Anhang 1) zur Teilnahme an der Studie sowie zur Verwendung der erhobenen Daten.

Anschließend wurden die Patienten, je nach erfolgter postoperativer Therapie hinsichtlich einer Antibiotikagabe, einer der drei folgenden Gruppen zugeteilt:

**Gruppe I:** Lokale Antibiose mittels mit Gentamicin beschichteten Kugelketten aus dem synthetischen Kunststoff PMMA (mini PMMA-Ketten) sowie systemische Antibiose nach dem folgenden Schema. In der Regel wurde eine Therapie mit Cefazolin i.v. begonnen und nach 2-3 Tagen ggf. auf

Cefuroxim für insgesamt fünf Tage oralisiert. Weiterhin wurden, jedoch deutlich seltener, die Antibiotika Ampicilin, Clindamycin und Metronidazol für mindestens fünf Tage systemisch eingesetzt.

**Gruppe II:** Ausschließlich lokale antibiotische Therapie mit gentamicinbeschichteten mini PMMA-Ketten. Diese wurden im Normalfall täglich um ein Glied aus dem Wundgebiet herausmobilisiert und rückgekürzt. Die komplette Entfernung erfolgte in der Regel nach 3-5 Tagen.

**Gruppe III:** Keine antibiotische Therapie, lediglich Einlage einer oder mehrerer Leichtflussdrainagen (Easy-Flow Drainagen) in die Wunde. Die Entfernung erfolgte, sobald keine relevante Menge an Wundsekret mehr gefördert wurde, in der Regel nach 2-5 Tagen. Infekte ohne einliegende Drainagen wurden nicht erfasst.

Bei vorliegendem Einverständnis der Patienten wurden sie 14-19 Tage postoperativ zu einem ersten Termin eingeladen. Vor dem ersten Untersuchungstermin konnten aus der Patientenakte bereits einige Daten erhoben werden. Dazu zählten: das Alter, die Lokalisation und Purulenz der Handinfekte, die Infektionsursachen (insbesondere Bissverletzungen), die Operations- und Schienungsdauer, die Dauer des stationären Aufenthaltes nach erfolgter Operation, die im Abstrich nachgewiesenen Erreger und ihre Sensibilität auf verschiedene Antibiotika, Funktionseinschränkungen der Hand bei Aufnahme sowie die Höhe bzw. Anzahl der beiden Entzündungsparameter C-reaktives Protein (CRP) und Leukozyten. Da Handinfektionen in der Regel dringlich innerhalb von sechs Stunden nach Aufnahme(14) operiert werden, wurden die entsprechenden präoperativen Untersuchungen vom aufnehmenden Arzt durchgeführt und dokumentiert. Daten, die nicht aus den Akten zu entnehmen waren, wurden während der Anamnese und klinischen Untersuchung der Hand erhoben (siehe Kapitel 2.3 – 2.4). Die Erhebung der Daten erfolgte mittels für die Studie entwickelter standardisierter Checklisten (siehe Anhang 2). Drei Monate postoperativ erfolgte schließlich ein zweiter

Untersuchungstermin, an dem eine erneute Anamnese und klinische Untersuchungen der Hand vorgenommen wurden.

Für den Sonderfall, dass bei einem Probanden räumlich voneinander getrennte Infektionen an verschiedenen Lokalisationen vorlagen, beispielsweise an DI der rechten und an DV der linken Hand, so wurde der Proband mehrfach in die Studie aufgenommen. Dabei wurde er pro räumlich getrennter Infektion jeweils einmal der seiner Therapie und Lokalisationen entsprechenden Gruppe (dreigliedrige Finger, Daumen oder Metacarpus in Gruppe I, II oder III) zugeordnet.

Die Zustimmung der Ethikkommission zur Durchführung der Studie lag unter der Projektnummer 670/2013BO1 vor.

## **2.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien**

In die Studie wurden grundsätzlich alle volljährigen und einwilligungsfähigen Patienten mit einfachen Handinfektionen im Sinne des Schweregrades der Klasse I nach dem oben genannten Klassifikationssystem eingeschlossen. Weitere Voraussetzung war das sprachliche und inhaltliche Verständnis von Rahmenbedingungen und Ablauf der Studie.

Folgende Ausschlusskriterien wurden für die Studie festgelegt:

- Handinfektionen der Klassen II und III
- Minderjährige, nicht-einwilligungsfähige Patienten sowie Patienten älter als 80 Jahre
- Stillende und schwangere Patienten
- Patienten mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus
- Vorbestehende Funktionsbeeinträchtigungen der betroffenen Hand
- Multimorbide Patienten
- Immuninsuffizienz
- Systemische Manifestationen der Infektion wie Fieber und Schüttelfrost
- Vorliegen einer Lymphangitis

Im Vergleich zur Pilotstudie entfielen in der Folgestudie einige Ausschlusskriterien bzw. wurden abgeändert. Diese Änderungen sahen wie folgt aus:

- Ausgeschlossen wurden nur noch Patienten mit fortgeschrittenem Diabetes mellitus, als Zeichen eines fortgeschrittenen Diabetes diente die Insulinpflicht der Patienten. Patienten mit nicht-insulinpflichtigem Diabetes mellitus wurden dementsprechend eingeschlossen
- Bissverletzungen entfielen als Ausschlusskriterium
- Voroperierte und antibiotisch vorbehandelte Patienten wurden ebenfalls nicht mehr ausgeschlossen, eine extern begonnene antibiotische Therapie wurde beibehalten und fortgesetzt

## **2.3 Datenerhebung**

Mittels standardisierter Checklisten (siehe Anhang 2) wurden durch Aktenstudium, Anamnese und klinische Untersuchungen des Patienten alle für diese Studie relevanten Daten erhoben. Die vorgenommenen Untersuchungen werden im Kapitel 2.4 näher erläutert. Die Datenerhebung ergab sich zum einen aus den während der Aufnahmeuntersuchung durch den diensthabenden Arzt durchgeführten Untersuchungen, zum anderen wurde sie an den beiden im Rahmen dieser Studie arrangierten Untersuchungsterminen durchgeführt.

## **2.4 Untersuchungsparameter**

Im Folgenden sollen die erfassten Untersuchungsparameter in einem Überblick kurz vorgestellt und auf bestehende Besonderheiten eingegangen werden.

### **2.4.1 Allgemeine Parameter**

Zu diesen Parametern zählen: Alter, Lokalisation und Purulenz der Infektion, Operationsdauer, Dauer der Ruhigstellung mittels Schiene, Anzahl der eventuell durchgeführten Revisionen sowie die stationäre Aufenthaltsdauer nach erfolgter Operation.

### **2.4.2 Infektionsursachen**

Routinemäßig wurde im Rahmen der Anamnese erfragt, ob es im Vorfeld der Handinfektion erinnerliche Verletzungen oder Fremdkörperinkorporationen im betroffenen Bereich der Hand gegeben hatte. Im weitaus größten Teil der Infekte hatten solche beschriebenen Ereignisse stattgefunden, wobei es sich oftmals um Bagatellverletzungen handelte. Mit Hilfe dieses Parameters sollte erfasst werden, welche Ursachen besonders häufig für Handinfektionen verantwortlich waren sowie ob durch verschiedene Ursachen bedingte Handinfekte gehäuft mittels einer bestimmten Operationsvariante versorgt wurden.

Patienten mit Bissverletzungen als nun entfallendem Ausschlusskriterium wurden neben der allgemeinen Auswertung zusätzlich als separate Subgruppe ausgewertet. Hierdurch sollten Tendenzen zu möglichen Variationen im Heilungsverlauf von Bissverletzungen ermittelt werden.

### **2.4.3 Erregerspektrum**

Während der chirurgischen Sanierung der Infekte wurde bei der Mehrheit der Patienten ein Abstrich entnommen. Dies geschah in der Absicht, die ursächlichen Erreger zu identifizieren und in einem Antibiogramm den Resistenz- bzw. Sensibilitätsstatus gegenüber verschiedenen Antibiotika zu bestimmen. Auf diese Weise konnte bei einer persistierenden oder aggravierten Infektsituation mit einer gezielten antibiotischen Therapie reagiert werden. Im Rahmen der Studie konnte so mit Hilfe der Abstriche das für Handinfektionen ursächliche Keimspektrum sowie die Sensibilität der jeweiligen Erreger gegenüber den verwendeten Antibiotika ermittelt werden. Weiterhin wurde erfasst, welcher Erreger wie oft in den drei Studiengruppen nachgewiesen wurde.

### **2.4.4 Entzündungsparameter**

Im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung wurde in der Regel routinemäßig eine Blutentnahme durchgeführt, um im Vorfeld der anstehenden Operation verschiedene Laborparameter zu kontrollieren. Dabei wurde unter anderem auch die Konzentration des C-reaktiven-Proteins (Referenzbereich:  $< 5\text{mg/l}$ ) sowie die Leukozytenzahl (Referenzbereich:  $4,3-10 \times 1000 /\mu\text{l}$ ) bestimmt.

Das CRP gehört zu den Akute-Phase-Proteinen und stellt aufgrund seines zügigen Anstiegs innerhalb von sechs bis zehn Stunden nach Infektionsstimulus sowie seiner geringen Halbwertszeit von etwa 24h einen sensiblen Entzündungsparameter für die Beurteilung des Verlaufs entzündlicher Infektionen dar(1, 15). Dabei korreliert die Höhe der Konzentration im Blut mit dem Schweregrad akuter Infektionen, allerdings ist zu berücksichtigen, dass die CRP-Konzentration im Plasma der Krankheitsaktivität prinzipiell um etwa 12-24 Stunden hinterherhinkt(16). Durch die Erfassung des CRPs im Rahmen dieser Studie sollte es ermöglicht werden zu überprüfen, ob die Schweregrade der Infektionsverläufe sich zwischen den drei Versuchsgruppen maßgeblich unterscheiden.

Bei den gleichermaßen erfassten Leukozyten handelt es sich um einen weiteren Entzündungsparameter. Diese reagieren bei entsprechend starkem Entzündungsreiz, aufgrund der Ausschüttung reifender Leukozyten aus Speichern im Knochenmark, mit dem zeitlich schnellsten Anstieg ihrer Blutkonzentration. Hierbei kommt es zu einer Linksverschiebung, also der Zunahme des Anteils junger, stabkerniger Granulozyten. Bereits 4-5h nach Beginn einer Entzündungsreaktion kann sich die Anzahl der im Blut zirkulierenden Leukozyten so verdoppelt bis verdreifacht haben(17). Trotz ihrer schnellen Reaktionszeit verfügt die Leukozytenzahl bei Entzündungen über eine deutlich geringere Spezifität als das C-reaktive Protein, da eine Leukozytose durch eine Vielzahl an Ursachen hervorgerufen werden kann. Einige Beispiele, die zu einem Anstieg der Leukozyten über den Referenzbereich hinaus führen können, sind ausgeprägter psychischer Stress, starke körperliche Arbeit, Nikotinabusus sowie verschiedene Medikamente (z.B. Cortison).

#### **2.4.5 Beweglichkeit der dreigliedrigen Finger und des Daumens**

Die Beweglichkeit der dreigliedrigen Finger und des Daumens wurde sowohl bei der Aufnahmeuntersuchung präoperativ als auch an beiden postoperativen Verlaufsuntersuchungen (VLU) überprüft. Zur vollständigen Erfassung der Beweglichkeit wurden drei Untersuchungen durchgeführt: Fingerkuppenhohlhandabstand, Fingernageltischabstand und Kapandji-Index.

Die Flexion der Finger DII – DV wurde durch die Messung der Summe des Fingerkuppenhohlhandabstandes aller dreigliedrigen Finger überprüft. Dabei wurde vom Patienten ein Faustschluss unter Abduktion des Daumens durchgeführt und der senkrechte Abstand jeder der vier Fingerkuppen zur palmaren Handfläche gemessen und anschließend die Summe der Messergebnisse der vier Fingerkuppen zusammenaddiert. Physiologisch besteht hier kein Defizit, der Wert beträgt also 0 cm.

Durch die Messung der Summe des Fingernageltischabstandes aller dreigliedrigen Finger wurde hingegen die Extension der Finger erfasst. Hier wurde der Patient aufgefordert, den Handrücken auf einer Tischplatte abzulegen und zu versuchen, mit den Fingernägeln der Finger DII – DV den Tisch zu berühren. Konnte der Patient nicht mit allen Fingernägeln die Tischplatte erreichen, wurde der senkrechte Abstand zu der Tischplatte ausgemessen und anschließend erneut die Summe der vier Abstände zwischen Fingernagel und Tischplatte gebildet.

Da die Oppositionsstellung für die Funktion der Hand eine immense Bedeutung besitzt, wurde zur Beurteilung der Beweglichkeit des Daumens dessen Fähigkeit zur Opposition gewählt. Diese ermöglicht beispielsweise den Faustschluss und trägt erheblich zur Verbesserung der Greiffunktion bei. Da es sich bei der Opposition um eine zusammengesetzte Bewegung handelt, wird damit in erster Line die Adduktions- sowie in etwas geringerem Umfang die Flexionsfähigkeit des Daumens getestet. Um die Opponierbarkeit des Daumens zu beurteilen, wurde eine modifizierte Form des Kapanji-Index verwendet, die bereits im Rahmen der Pilotstudie zur Anwendung kam. Für die Bestimmung des Kapanji-Index wurde der Patient gebeten, mit dem Daumen nacheinander das DIP-, PIP- und MCP-Gelenk des Zeigefingers zu berühren. Jedes erreichte Gelenk entsprach dabei 1/12. Anschließend wurde dieses Procedere mit den übrigen Langfingern, also Mittel-, Ring- und kleinem Finger wiederholt und die Gesamtzahl an erreichten Gelenken dokumentiert. Physiologisch können hier 12 Gelenke und dementsprechend ein maximaler Kapanji-Index von 12/12 erreicht werden.

#### **2.4.6 DASH-Score**

Um das Ausmaß der Einschränkungen im Alltag infolge der Handinfektion und Operation möglichst präzise und vergleichbar zu erfassen, wurde in beiden



postoperativen Verlaufsuntersuchungen der sogenannte DASH-Score erhoben (siehe Anhang 3). Hierbei handelt es sich um ein im Jahr 2006 vom „Institute for Work & Health“ und der „American Academy of Orthopaedic Surgeons“ (AAOS) entwickeltes Messinstrument, welches sowohl valide als auch zuverlässig ist(18).

Der Score fragt ab, wie der Patient persönlich seine Einschränkungen in der vergangenen Woche, hauptsächlich bei Alltagsaktivitäten, empfand. Des Weiteren werden einige Symptome zu Sensibilität, Psyche und Schlafverhalten abgefragt. Der Patient bewertete dazu 30 Aktivitäten mit einem Punktwert von 1 bis 5, wobei 1 für „keine Schwierigkeiten“ und 5 für „nicht möglich“ stand. Dabei war unerheblich, ob die Handlung mit der gesunden oder der operierten Hand ausgeführt wurde, da der Test die allgemeine Beeinträchtigung bei der Ausführung der Aktivitäten im Alltag bewertet und nicht die Art der Ausführung. Falls sich unter den 30 Aktivitäten Handlungen befanden, die in den letzten fünf Tagen vor dem Test nicht ausgeführt wurden, so sieht der Test vor, dass der Patient die Antwort auswählt, von der er dachte, dass sie am ehesten zuträfe.

Der komplette Test beinhaltet ein optionales Sport-und Musik-Modul sowie ein ebenfalls optionales Arbeits-und Berufs-Modul. In dieser Studie wurde jedoch ausschließlich der obligatorische Teil des DASH-Scores durchgeführt. Die Auswertbarkeit des Testes war nur gegeben, wenn mindestens 27 der 30 Fragen beantwortet wurden. Die Auswertung erfolgte schlussendlich mit folgender, durch den Score vorgegebener Formel:

$$DASH - Score = \frac{(Summe\ der\ n\ Antwortpunkte - 1) \times 25}{n}$$

**Formel 1: Berechnung des DASH-Scores**

Dabei entspricht  $n$  der Anzahl der beantworteten Fragen. Je höher der Wert ausfällt, desto größer war die vom Patienten subjektiv empfundene Beeinträchtigung bei Aktivitäten des täglichen Lebens.

#### **2.4.7 Schmerz**

Da es sich bei Schmerzen ebenfalls um einen subjektiven Untersuchungsparameter handelt, wurde mit Hilfe einer Schmerzskala, der „Numerischen Rating Skala“ (NRS) versucht, eine größtmögliche Vergleichbarkeit herzustellen. Bei der NRS bewertete der Patient verbal den Ruheschmerz zum aktuellen Zeitpunkt mit einer Zahl zwischen 0 und 10, wobei 0 für „keine Schmerzen“ und 10 für „schlimmster je erlebter Schmerz“ stand. Der Patient wurde gebeten, die Intensität seiner Schmerzen bei der Aufnahme in die Klinik sowie bei beiden Verlaufsuntersuchungen zu bewerten. Da dieser Parameter im Rahmen der Pilotstudie nicht erfasst wurde, konnte hier nur eine Auswertung der Daten der Folgestudie erfolgen.

#### **2.4.8 Kraftmessung**

Von der Messung der aufbringbaren Maximalkraft der Patienten erhoffte man sich die Heilungsverläufe innerhalb der Studiengruppen differenzierter verfolgen zu können, bzw. so eine detailliertere Beurteilung der Rekonvaleszenz zu ermöglichen. Da Handinfektionen in der Regel dringliche Notfälle sind und die Patienten oft unter erheblichen Schmerzen leiden, war eine Kraftmessung präoperativ nicht realisierbar und konnte so lediglich im Rahmen der ersten und zweiten Verlaufsuntersuchung erfolgen.

Gemessen wurde wie bereits in der Pilotstudie mit dem E-Link-System „Hand Accessory Kit Typ H400“ der Firma Biometrics Ltd., welches aus drei Komponenten besteht: einem Dynamometer Typ G100, einem Pinchmeter und einem Upper Limb Exerciser Basisgerät als Verbindungsstelle zwischen dem Computer mit der dazugehörigen Software und den beiden Messgeräten.

Mit Hilfe des für diese Studie standardmäßig auf Stufe zwei eingestellten Dynamometers wurde die Kraft, die der Patient maximal beim Faustschluss aufbringen konnte, gemessen. Die am Dynamometer eingestellte Stufe bestimmt den Vollständigkeitsgrad des Faustschlusses bzw. die Größe des FKHA. Stufe zwei bedeutet dabei einen sehr geringen FKHA, also einen fast vollständigen Faustschluss. Es wurden sowohl mit der gesunden als auch mit der operierten Hand drei Messungen durchgeführt, anschließend wurde aus diesen der Mittelwert gebildet und dokumentiert. Die Kraftmessung wurde in sitzender Position mit einem Winkel von 90° zwischen

Ober- und Unterarm durchgeführt. Anschließend wurden beidseits drei verschiedene Handgriffe, nämlich Schlüsselgriff, Spitzgriff sowie Drei-Finger-Griff, mittels des Pinchmeters nach obigem Modus vermessen und dokumentiert. Anhand dieser unterschiedlichen Griffmuster versprach man sich die Entwicklung der erbringbaren Kraft einzelner betroffener Finger bzw. Partien der Hand präzise untersuchen zu können. Über die Griffe wurde jeweils das Pinchmeter gehalten, welches so die maximal erbringbare Kraft vermessen konnte.

Der Schlüsselgriff testet in erster Linie die Kraftentwicklung des Thenars über den Daumen. Der Daumen wird dabei auf das PIP-Gelenk des Zeigefingers gedrückt, so dass primär die Kraft während der Adduktion des Daumens gemessen wird. Er stellt einen einfachen, zugleich aber äußerst nützlichen Griff dar, welcher vor allem Anforderungen an die Adduktion des Daumens stellt und präzises Greifen trotz minimaler Fingerbeteiligung ermöglicht.

Beim Spitzgriff (auch Pinzettengriff genannt), der beim Menschen infolge der Verdrehung des Daumens gegenüber den übrigen Fingern um  $130^\circ$  ermöglicht wird, erfolgt die Kraftentwicklung zwischen Zeigefinger und Daumen(19). Dieser Griff erlaubt das höchste Maß an Präzision unter den untersuchten Griffen und ist für eine Vielzahl von vornehmlich diffizilen Feinarbeiten nur schwer verzichtbar.

Der Dreifingergriff stellt bei feinmotorischen Tätigkeiten einen ähnlich präzisen und wichtigen Griff wie der Spitzgriff dar. Der Unterschied zum Spitzgriff besteht bei diesem Griff neben der Verwendung von Daumen und Zeigefinger in der zusätzlichen Miteinbeziehung des Mittelfingers. Die gebräuchlichste Verwendung ist das Halten von beispielsweise Stiften beim Schreiben und Zeichnen und verdeutlicht, welchen Stellenwert dieser Griff für das tägliche Leben besitzt.

Bei allen genannten Messungen wurde darauf geachtet, dass die Griffe durch den Patienten exakt ausgeführt wurden und keine Hilfsmuskeln benutzt oder andere Finger zur Hilfe genommen wurden. Des Weiteren wurden die Patienten mit dem Rücken zum Monitor positioniert. Damit wurde verhindert, dass der Patient die Ergebnisse der einzelnen Messungen am Monitor verfolgte und so die aktuelle Messung oder spätere Messungen beeinflussen konnte. Für einen möglichst objektiven Vergleich der Leistungsfähigkeit der jeweiligen Hand wurde bei der Kraftentwicklung der sogenannte

Kraftgrad verwendet. So sollten interindividuelle Einflussfaktoren der Patienten wie z.B. Alter, Geschlecht oder persönliche Fitness weitestgehend ausgeglichen werden. Der Kraftgrad wurde wie folgt ermittelt:

$$\text{Kraftgrad in \%} = \left( \frac{\text{Kraftmessung betroffene Hand}}{\text{Kraftmessung gesunde Hand}} \right) \times 100$$

**Formel 2: Berechnung des Kraftgrades**

Der Kraftgrad gibt dabei den prozentualen Anteil der Kraft an, den die betroffene Hand im Vergleich zu der als 100% definierten gesunden Hand zu leisten im Stande ist. Im Normalfall sind die Ergebniswerte also, je nachdem, ob es sich bei der betroffenen Hand um die dominante oder nicht-dominante Hand des Probanden handelt, umso besser, je näher sie an 100% herankommen. Teilweise wurden auch Werte > 100% erreicht. Es handelte sich dabei in der Regel um Fälle, bei der die betroffene Hand gleichzeitig die dominante Hand des Patienten war, wodurch sie mitunter stärker als die als 100% definierte nicht-dominante Hand sein konnte.

#### **2.4.9 Funktionelle Therapie**

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten zur funktionellen Therapie wurden auf zweierlei Arten ausgewertet. Zum einen wurde kategoriell ausgewertet, ob postoperativ funktionelle Therapie als Anschlussbehandlung stattfand oder ob nicht. Des Weiteren wurde die Anzahl der Einheiten ermittelt, die im Laufe einer begonnenen Therapie insgesamt benötigt wurden. Dabei wurde angenommen, dass die Anzahl der Therapiesitzungen annähernd das Ausmaß persistierender funktioneller Defizite widerspiegelt.

### **2.5 Datenauswertung**

Für die Auswertung der erhobenen Daten wurden die Programme IBM SPSS Statistics Version 22.0.0.1 sowie Microsoft Excel Version 14.4.3 verwendet. Die

statistische Beratung erfolgte durch Frau Dipl.-Stat. Aline Naumann vom Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen.

Da bei den zu testenden Parametern keine normalverteilten Daten vorlagen sowie der Großteil eine Ordinal- bzw. Intervallskalierung aufwies, wurde zur Signifikanztestung als statistischer Test bei den Parametern der Kapitel 3.7 und 3.8 sowie 3.10 – 3.18 der Mann-Whitney-U-Test (M-W-U-Test) für unabhängige Stichproben gewählt. Dieser wird verwendet, um auf signifikante Unterschiede zwischen genau zwei ausgewählten Gruppen zu testen. In den Kapiteln 3.9 und 3.18 lagen bei Teilen der Auswertung zusätzlich nominalskalierte Daten vor. Diese wurden mittels des  $\chi^2$ -Tests auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Lag in einer Stichprobe die Beobachtungshäufigkeiten eines Merkmals  $< 5$  so wurde anstelle des  $\chi^2$ -Tests der exakte Test nach Fisher verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt.

Die grafische Auswertung erfolgte entsprechend der bereits beschriebenen Datenkonstellationen mit Hilfe der oben genannten Software mittels Boxplots, Balken- sowie Kreisdiagrammen. Der Boxplot ist dabei ein Diagramm, das zur grafischen Darstellung der Verteilung eines mindestens ordinalskalierten Merkmals verwendet wird. Boxplots eignen sich vor allem um schnell einen Eindruck darüber zu vermitteln, in welchem Bereich die Daten liegen und wie sie über diesen Bereich verteilt sind. Ein Boxplot besteht immer aus einem Rechteck, der sogenannten Box, und zwei vertikalen Linien, die dieses Rechteck verlängern und als „Antenne“ oder „Whisker“ bezeichnet werden. Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Sie wird also durch das obere (75%) und das untere Quartil (25%) begrenzt. Die Länge der Box entspricht somit dem Interquartilsabstand als Maß für die Streuung der Daten. Des Weiteren wird der Median als horizontale Linie in der Box eingezeichnet. Dieser Strich teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50% der Daten liegen(14). Durch die Whisker werden die außerhalb der Box liegenden Werte dargestellt, wobei die Länge der Whisker auf maximal das 1,5-Fache des Interquartilsabstands beschränkt ist. Außerhalb dieses Bereichs liegende Daten werden als Ausreißer ( $\leq 3$ -facher Interquartilsabstand) bzw. Extreme ( $> 3$ -facher Interquartilsabstand) bezeichnet und als einzelne Datenpunkte in Form von Kreisen (Ausreißer) bzw. Sternen (Extreme) eingezeichnet(14).

### **3 Ergebnisse**

In diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der im Rahmen der Folgestudie erhobenen Daten sowie die Auswertung des gemeinsamen Datensatzes aus Pilot- und Folgestudie. Dabei wurden die Parameter der Kapitel 3.1 – 3.6, welche in erster Linie deskriptiven Charakter besitzen, separat sowohl für die Folge- als auch die Gesamtstudie ausgewertet. Bei den Parametern der Kapitel 3.7. – 3.18 hingegen, die einer Analyse auf signifikante Unterschiede unterzogen wurden, wurde aufgrund der höheren statistischen Aussagekraft nur der kollektive Datensatz der Gesamtstudie ausgewertet.

#### **3.1 Zusammensetzung der Gruppen und der verwendeten Antibiotika**

Der Zeitraum der Datenerfassung dieser Folgestudie erstreckte sich vom 15.05.2013 bis zum 11.08.2015. Innerhalb dieses Zeitraumes wurden insgesamt 408 Patienten mit operativ versorgten Handinfektionen erfasst. 177 Patienten waren dabei potentiell rekrutierbar, während 231 Patienten aufgrund der Ausschlusskriterien nicht in die Studie eingeschlossen werden konnten. 42 Patienten lehnten die Teilnahme an der Studie ab. 135 Patienten waren somit grundsätzlich in die Studie einschließbar. 22 dieser Patienten konnten aufgrund der Abwesenheit des Autors, sowie 25 aufgrund anderer Umstände wie der telefonischen Erreichbarkeit der Patienten, fehlender Terminfindung im Rekrutierungszeitraum etc. nicht für die Studie rekrutiert werden.

Es wurden somit im Rahmen der Folgestudie insgesamt 88 Patienten rekrutiert, was einer Rekrutierungsquote von 49,7% entspricht. Die meisten wurden in Gruppe I mit 33 Patienten rekrutiert, gefolgt von 29 in Gruppe II und 26 in Gruppe III. Innerhalb dieser Gruppen wurden die Patienten anhand der Lokalisation der Infektion sowie der Purulenz in 6 Subgruppen eingeteilt (siehe Kapitel 1.2). Dabei ergab sich in den Gruppen folgende kumulative Verteilung der Patienten aus Pilot- und Folgestudie:

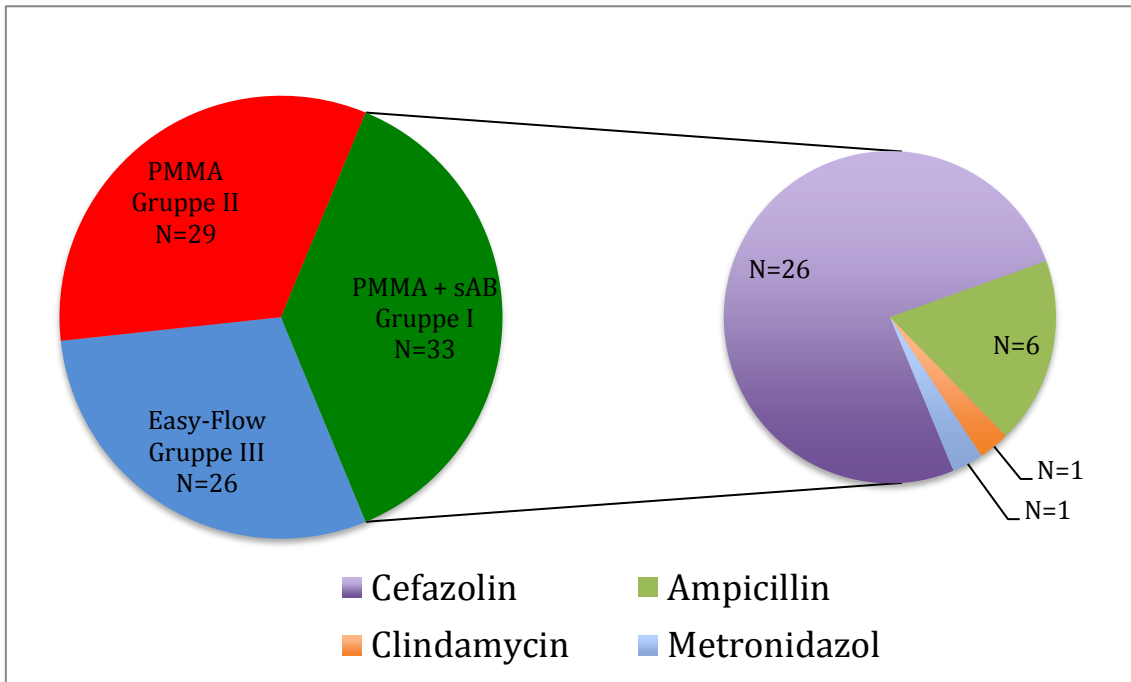
	<b>PMMA + sAB Gruppe I</b>	<b>PMMA Gruppe II</b>	<b>Easy-Flow Gruppe III</b>
fA	18	20	24
dA	6	7	6
mcA	11	10	7
fB	18	17	9
dB	9	5	3
mcB	1	2	7
<b>Gesamt</b>	<b>63</b>	<b>61</b>	<b>56</b>

**Tabelle 1: Verteilung der Infektlokalisationen**

Abbildung 1 zeigt für die Folgestudie in einer grafischen Übersicht die zahlenmäßige Verteilung der Patienten auf die Studiengruppen in Zusammenschau mit den in Gruppe I verwendeten Antibiotika.

In Studiengruppe I, deren Teilnehmer sowohl eine lokale als auch eine systemische Antibiose erhielten, wurde in der Folgestudie bei 26 von 33 Patienten ( $\cong 78,8\%$ ) sowie bei der Gesamtstudie bei 56 von 63 ( $\cong 88,9\%$ ) mit Cefazolin ein Cephalosporin der ersten Generation und  $\beta$ -Lactam-Antibiotikum als kalkulierte i.v. Antibiose verwendet. Falls im Laufe eine Oralisierung der Antibiose stattfand erfolgte diese auf Cefuroxim, welches ebenfalls ein  $\beta$ -Lactam-Antibiotikum jedoch ein Cephalosporin der zweiten Generation ist. Lediglich in acht Fällen kamen andere Antibiotika zum Einsatz (Folgestudie: 8/33 Patienten ( $\cong 24,2\%$ ), Gesamtstudie 8/63 Patienten ( $\cong 12,7\%$ )), am häufigsten Ampicillin bei sechs Patienten (Folgestudie:  $\cong 18,2\%$ , Gesamtstudie:  $\cong 9,5\%$ ). Auch Ampicillin gehört zur Gruppe der  $\beta$ -Lactam-Antibiotika, verfügt aber im Gegensatz zu Cefazolin über ein erweitertes Anwendungsspektrum, insbesondere im gramnegativen Bereich. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei fünf der sechs Patienten, die Ampicillin erhielten, eine Bissverletzung (4x Katze, 1x Hund) der Handinfektion zugrunde lag. Dies erklärt die Wahl einer alternativen Antibiose, da Ampicillin das vielfältige Keimspektrum der im Speichel von Hunden und Katzen vorkommenden Erreger deutlich breiter abgedeckt.

Jeweils einmal zum Einsatz kamen das Antibiotikum Metronidazol ( $\cong$  3% in der Folgestudie bzw. 1,6% in der Gesamtstudie), welches als Vertreter der Nitroimidazole seine Stärken primär gegenüber Anaerobiern und Protozoen hat, sowie Clindamycin (Prozentangaben s.o.), ein Lincosamid-Antibiotikum, das vor allem gegen grampositive Kokken und gramnegative Anaerobier eine gute Wirksamkeit zeigt. Metronidazol wurde dabei kombiniert mit Cefazolin verabreicht.



**Abbildung 1: Zusammensetzung der Studiengruppen und der verwendeten Antibiotika in Studiengruppe I – Folgestudie**

Zusammen mit den Studienteilnehmern der Pilotstudie ergab sich für die Gesamtstudie eine Fallzahl von N=180. Dabei war die Verteilung auf die drei Gruppen auch in der Gesamtstudie relativ homogen, auch wenn letztendlich eine kleine Varianz bestehen blieb. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Patienten auf die Studiengruppen sowie die Zusammensetzung der in Gruppe I verwendeten Antibiotika zu sehen, diesmal für den gemeinsamen Datensatz der Gesamtstudie. Da in der Pilotstudie ausschließlich Cefazolin verwendet wurde, ergibt sich die gleiche Anzahl an von Cefazolin abweichenden Antibiotika wie bereits in der Folgestudie.



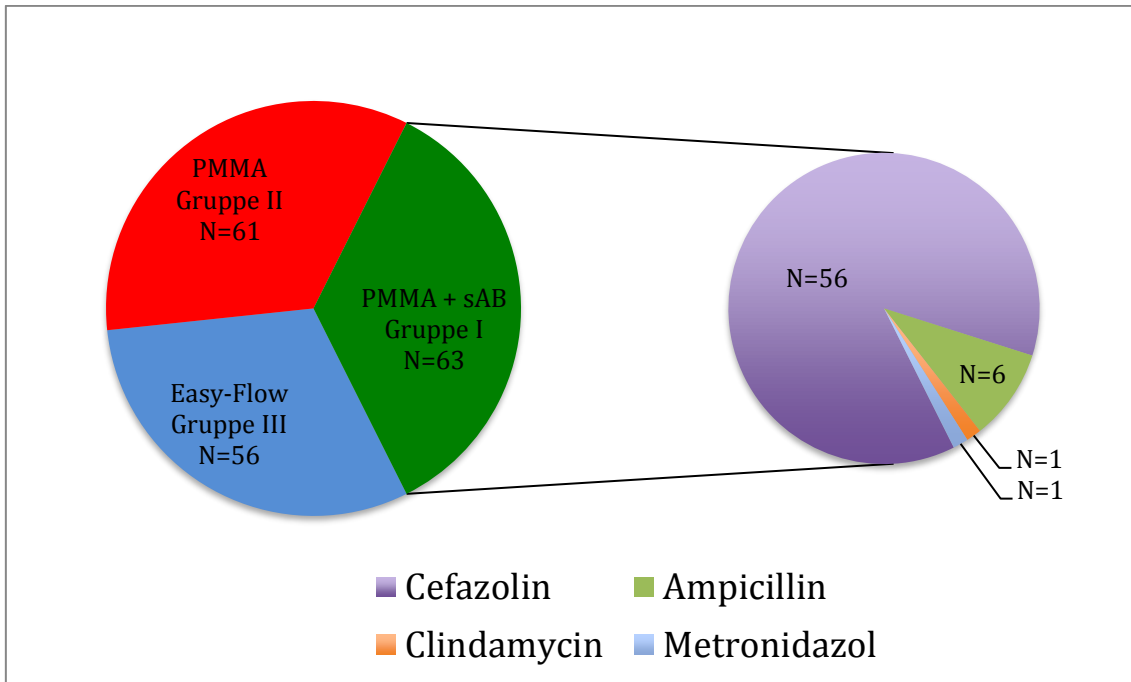


Abbildung 2: Zusammensetzung der Studiengruppen und der verwendeten Antibiotika in Studiengruppe I – Gesamtstudie

### 3.2 Altersverteilung

In der nachfolgenden Tabelle 2 findet sich ein Überblick über die Altersverteilung der Studienteilnehmer innerhalb der drei Gruppen der Folgestudie. Die Mediane der Gruppen lagen dicht beieinander und variierten untereinander nur um maximal drei Jahre.

	<b>PMMA + sAB Gruppe I</b>	<b>PMMA Gruppe II</b>	<b>Easy-Flow Gruppe III</b>
Anzahl	33	29	26
Median	48	50	51
25% - Quartile	35	39	41
75% - Quartile	57	53	63

Tabelle 2: Altersverteilung – Folgestudie

Auch der erweiterte Datensatz der Gesamtstudie zeigte sich sehr homogen (Tabelle 3). Die Mediane präsentierten sich mit 46, 50 und 47 Jahren ebenfalls sehr ähnlich.

Weiterhing war zu beobachten, dass sich die Altersverteilung der Probanden über das nahezu volle Spektrum der in die Studie eingeschlossenen Altersgruppe erstreckte.

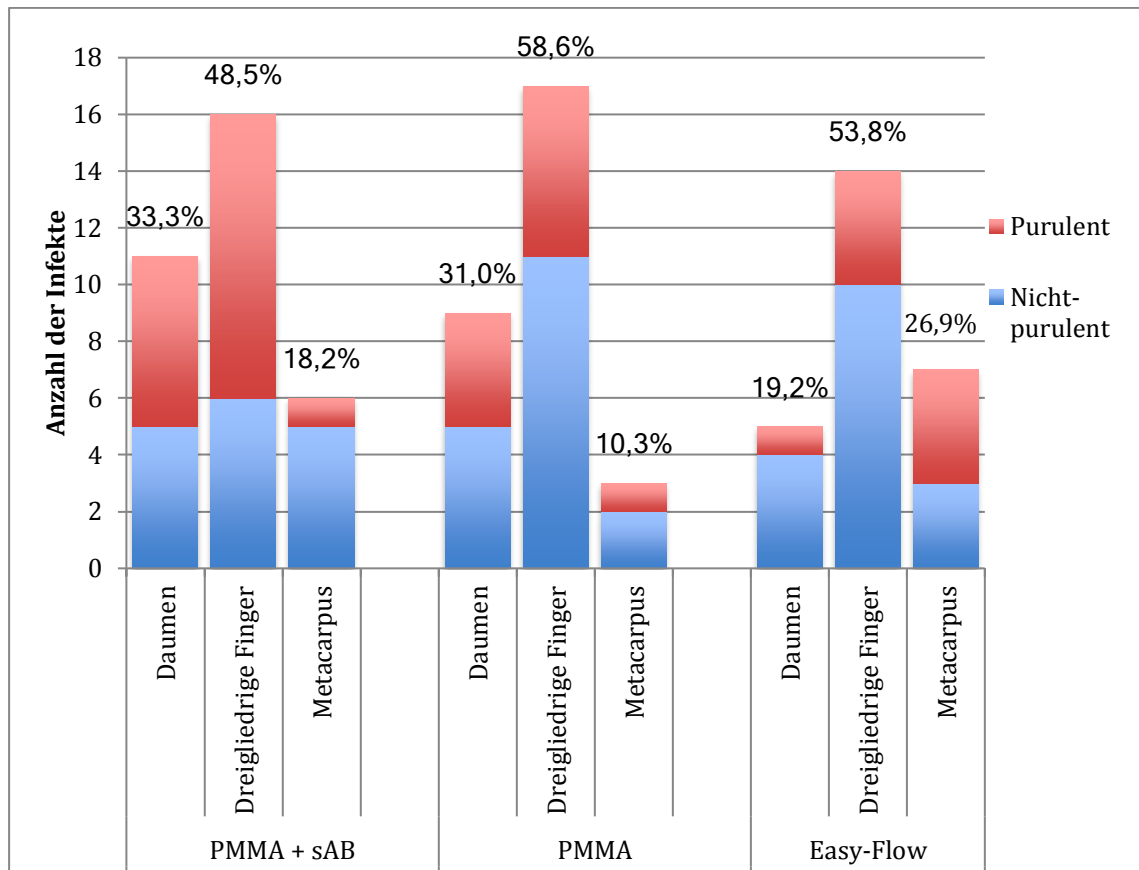
	<b>PMMA + sAB Gruppe I</b>	<b>PMMA Gruppe II</b>	<b>Easy-Flow Gruppe III</b>
Anzahl	63	61	56
Median	46	50	47
25% - Quartile	35	39	35
75% - Quartile	53	59	62

**Tabelle 3: Altersverteilung – Gesamtstudie**

### **3.3 Lokalisation und Purulenz der Infektionen**

Die Verteilung der Handinfektionen nach Lokalisation und Purulenz ist entsprechend der in Kapitel 1.2 aufgezeigten Klassifikation für die Folgestudie in Abbildung 3 grafisch dargestellt.

Die dreigliedrigen Finger waren in allen Gruppen der mit Abstand häufigste Infektionsort mit 16, 17 und 14 Fällen in den Gruppen I, II und III. In den Gruppen I und II folgte der Daumen als zweithäufigste Lokalisation, der Metacarpus machte bei beiden den geringsten Anteil aus. Etwas abweichend stellte sich die Verteilung in der Easy-Flow Gruppe dar. Hier traten Infektionen des Metacarpus mit sieben Fällen gegenüber fünf Fällen des Daumens leicht häufiger auf. Der prozentuale Anteil der jeweiligen Lokalisation innerhalb einer Gruppe ist in Abbildung 3 und 4 oberhalb der Balken vermerkt.

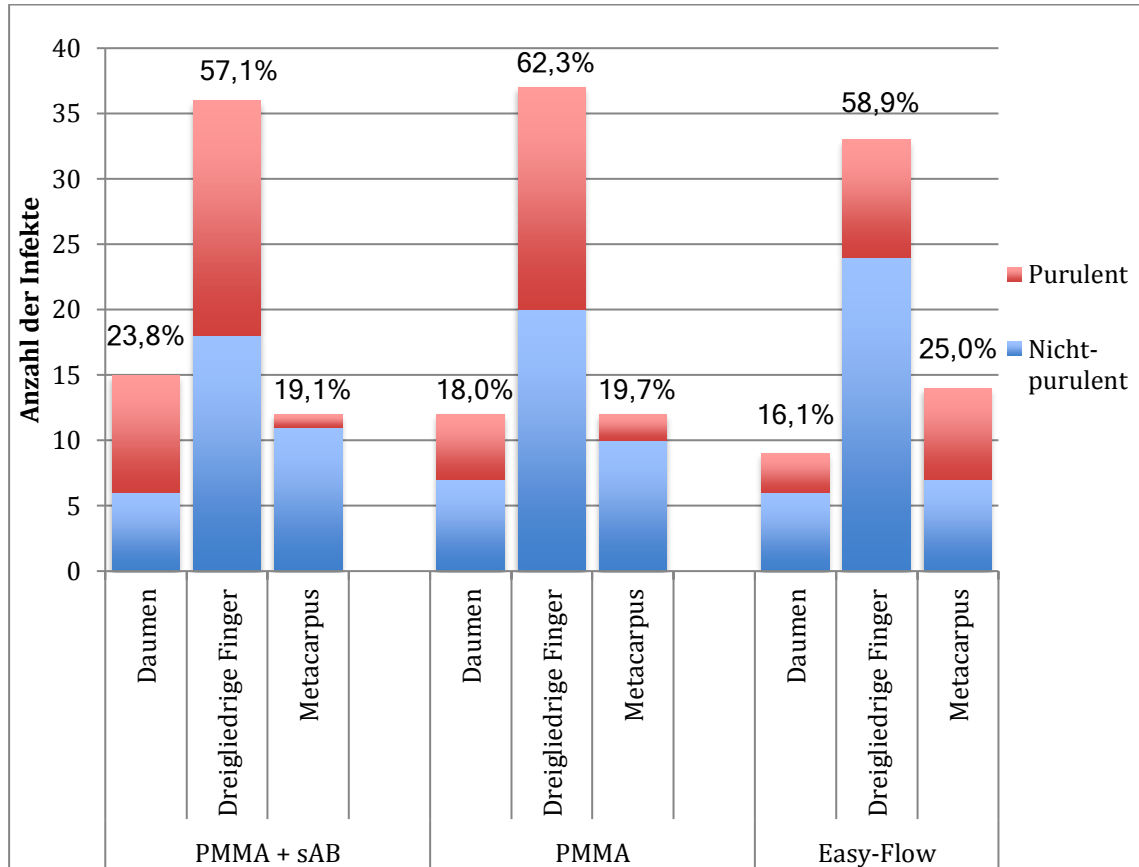


**Abbildung 3: Lokalisationen und Purulenz der Infekte – Folgestudie**

Innerhalb der Folgestudie wurden insgesamt 37 eitrig und 51 nicht-eitrig ( $\hat{=}$  42,1% bzw. 57,9%) Handinfekte operiert. Während in den Gruppen II und III mit 11 und neun Patienten ( $\hat{=}$  37,9% bzw. 34,6%) weniger eitrig Infekte operiert wurden, zeigte sich in Gruppe I eine abweichende Verteilung. Hier war das Verhältnis zwischen eitrig und nicht-eitrig Infekten in etwa ausgewogen. Eitrig Infekte wurden bei 17 ( $\hat{=}$  51,5%), nicht-eitrig bei 16 Patienten ( $\hat{=}$  48,5%) beobachtet.

Die innerhalb des Gesamtdatensatzes festgestellte Verteilung der Lokalisationen und Purulenzen der Handinfekte stellte sich gemäß Abbildung 4 dar. Dort ist zu erkennen, dass sich die Häufigkeit der jeweiligen Infektloca innerhalb der drei Therapiegruppen sehr ähnlich präsentiert. Die dreigliedrigen Finger waren auch in der Gesamtstudie in jeder der Gruppen mit 36, 37 und 33 Patienten am häufigsten von Infektionen betroffen. In Gruppe I folgte als nächsthäufigere Lokalisation der Daumen mit 15 Fällen sowie mit nur einigen Fällen weniger der Metacarpus. Dieser Unterschied zwischen Daumen und Metacarpus fiel in Gruppe II noch geringer aus. Davon abweichend stellte sich die

Verteilung in der Easy-Flow Gruppe dar. Hier war der Metacarpus der zweithäufigste Infektionsort, des Weiteren fiel der Unterschied zwischen Daumen und Metacarpus etwas größer als in den beiden vorherigen Gruppen aus.



**Abbildung 4: Lokalisationen und Purulenz der Infekte – Gesamtstudie**

Die Auswertung der Verteilung purulenter Infekte innerhalb der Gesamtstudie ergab, dass generell weniger purulente Infekte als nicht-purulente Infekte operiert wurden. Die Ergebnisse variierten hier um weniger als 3% von denen der Folgestudie. So machten purulente Infektionen 71 der 180 Infekte aus ( $\cong 39,4\%$ ), demgegenüber standen 109 nicht-purulente Infektionen ( $\cong 60,6\%$ ). Dabei konnten in den Gruppen I und II bei den dreigliedrigen Fingern annähernd ausgewogene Fallzahlen an eitrigen und nicht-eitrigen Infekten beobachtet werden. In der Easy-Flow Gruppe hingegen zeigte sich eine teils abweichende Verteilung. Hier wurden im Vergleich mit den Gruppen I und II deutlich seltener purulente Finger operiert. Beim Verteilungsmuster der operierten Daumen fiel auf, dass nur in Gruppe I vermehrt eitrig Daumen operiert wurden, in den beiden anderen Gruppen waren die nicht-eitrigen in der Mehrzahl. Wieder etwas anders

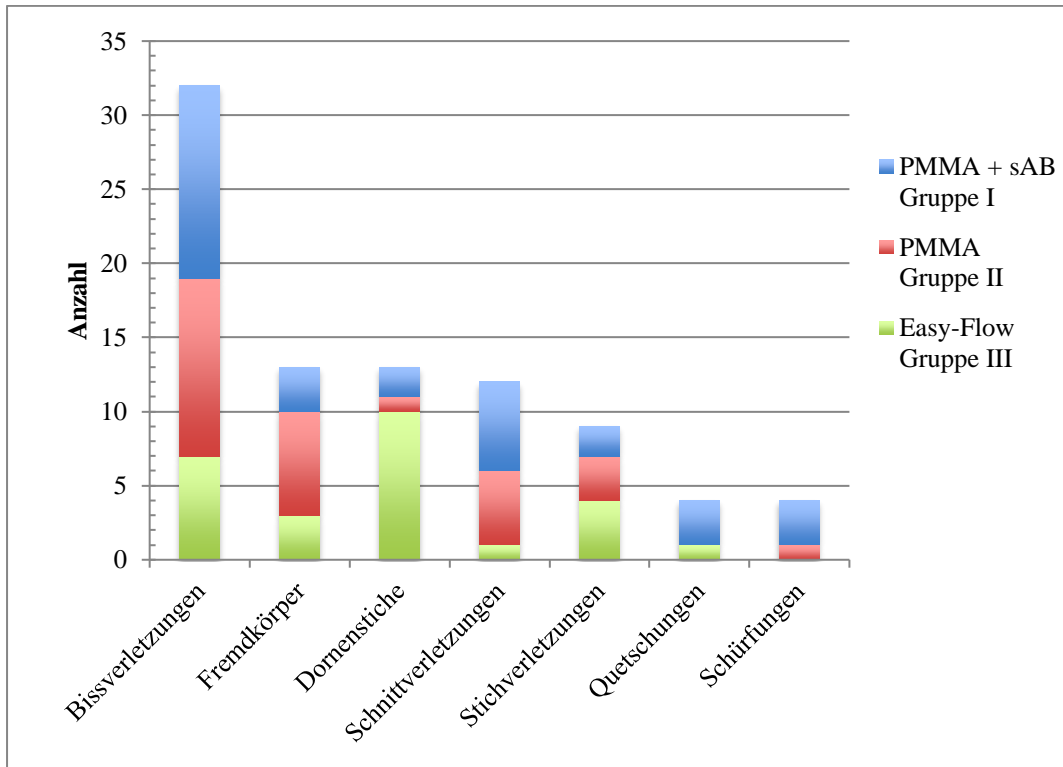
präsentierte sich die Verteilung der operierten Metacarpi. Prinzipiell wurden in allen Gruppen in etwa die gleiche Anzahl an Metacarpus operiert, allerdings wurden purulente Metacarpi häufiger in Gruppe III als den beiden anderen Gruppen operiert, hier war das Verhältnis zwischen purulenten und nicht-purulenten Metacarpus exakt identisch.

### **3.4 Infektionsursachen**

Bei vielen Infekten war die zugrundeliegende Ursache eine sogenannte Bagatellverletzung, welche besonders häufig im Rahmen von Gartenarbeiten beobachtet wurden. Allein Dornenstiche und Fremdkörper machten mit 51 Fällen 30,0% aller Ursachen der Handinfekte aus. Oftmals wurde kleineren Verletzungen keine weitere Beachtung geschenkt, was mit einiger zeitlicher Verzögerung allerdings zum Auftreten der ersten Infektionssymptome führte und schlussendlich eine operative Sanierung der Infektsituation notwendig machte. Die Zeitdauer zwischen Verletzung und dem Auftreten von Infektionszeichen variierte dabei stark und erstreckte sich vom gleichen Tag bis hin zu drei Wochen nach der vermeintlich ursächlichen Verletzung.

Die Verletzungsursachen der Folgestudie sind in einer Übersicht in Abbildung 5 dargestellt.

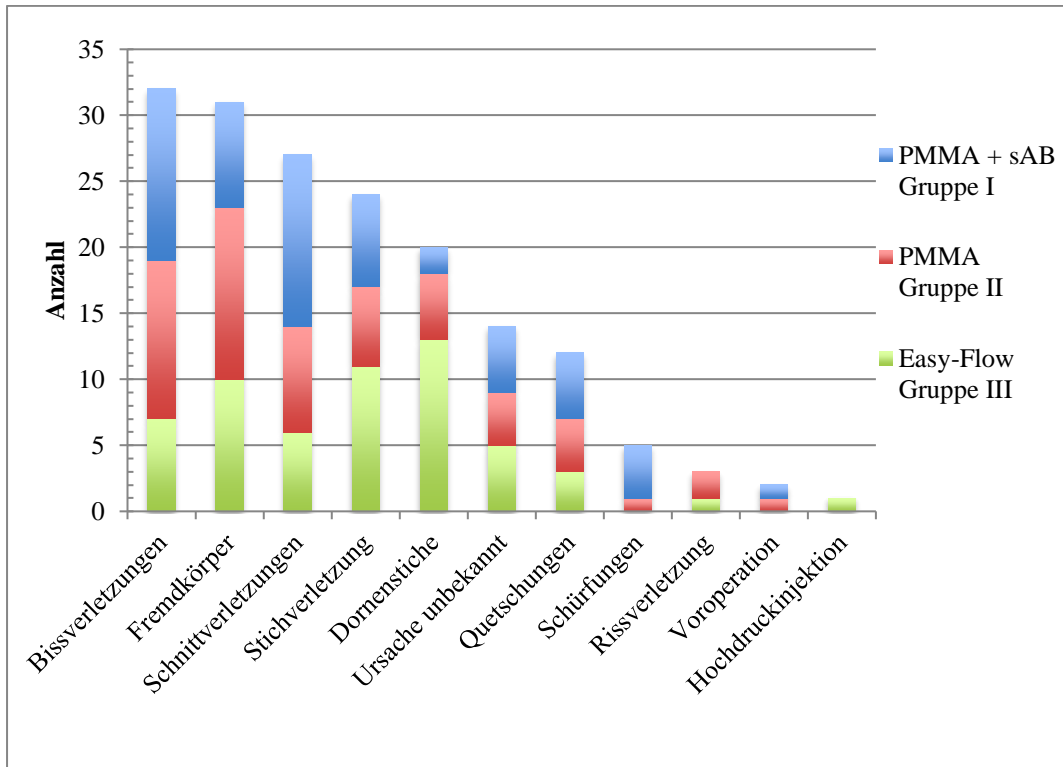
Hier stellten Bissverletzungen mit 32 Fällen ( $\cong$  36,4%) den größten Teil der Infektionsursachen dar. Nächst häufigere Ursachen waren Fremdkörperinkorporationen mit 13 Fällen ( $\cong$  14,8%) sowie Dornenstiche mit ebenfalls 13 Fällen, gefolgt von Schnittverletzungen mit 12 ( $\cong$  13,6%) und Stichverletzungen mit neun ( $\cong$  10,2%) Fällen. Quetschungen und Schürfungen traten dagegen mit weniger als 5% nur selten als Auslöser eines Infekts auf.



**Abbildung 5: Ursachen der Handinfektionen – Folgestudie**

Abbildung 6 stellt die Infektionsursachen im Rahmen der Gesamtstudie grafisch dar. Diese wurden im Rahmen der Pilotstudie zwar nicht erfasst, konnten aber im Nachhinein den Patientenakten entnommen werden. Lediglich bei zehn Patienten war die Ursache der Infektion nicht der Patientenakte zu entnehmen.

Auch in der Gesamtstudie stellten die 32 Bissverletzungen ( $\hat{=}$  18,8%) die häufigste Infektionsursache dar, dicht gefolgt von einliegenden Fremdkörpern mit 31 Fällen ( $\hat{=}$  18,2%). Wie bereits in der Folgestudie waren auch in der Gesamtstudie Schnittverletzungen mit 27 ( $\hat{=}$  15,8%) und Stichverletzungen mit 24 Fällen ( $\hat{=}$  14,1%) weitere häufige Ursachen der Infektion, gefolgt von Dornenstichen bei 20 ( $\hat{=}$  11,8%) sowie Infektionen mit unbekannter Ursachen bei 14 Patienten ( $\hat{=}$  8,2%). Quetschungen waren in 12 Fällen ( $\hat{=}$  7,1%) die Infektionsursache. Mit jeweils weniger als fünf Fällen ( $\hat{=}$  < 3,0%) waren Schürf- und Rissverletzungen, Voroperationen sowie Hochdruckinjektionen nur selten zu beobachten.



**Abbildung 6: Ursachen der Handinfektionen – Gesamtstudie**

Bei der Verteilung der Ursachen innerhalb der Studiengruppen waren bei der Auswertung der Gesamtstudie folgende Häufungen zu beobachten:

- Bei Bissverletzungen wurden mit 13 Fällen in Gruppe I ( $\cong 40,6\%$ ) sowie 12 Fällen in Gruppe II ( $\cong 37,5\%$ ) deutlich häufiger entweder systemische und lokale oder nur lokale Antibiotika eingesetzt. Nur sieben der 32 Bissverletzungen ( $\cong 21,9\%$ ) wurden ohne zusätzlichen Einsatz von Antibiotika operiert.
- Nur sechs der 27 Schnittverletzungen ( $\cong 22,2\%$ ) wurden ohne Antibiotikaeinsatz therapiert. Bei acht ( $\cong 29,6\%$ ) wurden lokale sowie bei 13 ( $\cong 48,2\%$ ) systemische und lokale Antibiotika eingesetzt.
- Auch bei Fremdkörperinkorporationen wurden bevorzugt Antibiotika eingesetzt. So kamen bei 21 der 31 Patienten ( $\cong 67,7\%$ ) lokale und/oder systemische Antibiotika zum Einsatz, wohingegen zehn ( $\cong 32,3\%$ ) ohne Antibiotikaeinsatz therapiert wurden.

- 13 von 20 Dornenstichen ( $\cong 65,0\%$ ) wurden ohne Einsatz von Antibiotika therapiert, nur zwei Patienten ( $\cong 10,0\%$ ) wurden mit intensivem Antibiotikaeinsatz therapiert und erhielten neben dem lokalen auch ein systemisches Antibiotikum.

### 3.5 Bissverletzungen

Insgesamt gingen 32 der 88 operierten Handinfekte ( $\cong 36,4\%$ ) der Folgestudie auf eine Bissverletzung zurück, 23 ( $\cong 71,9\%$ ) wurden dabei durch Katzen sowie neun durch Hunde ( $\cong 28,1\%$ ) verursacht. Abbildung 7 zeigt die Verteilung von Bissverletzungen durch Hund und Katze innerhalb der Gruppen. In Gruppe I gingen sechs der 13 Bissverletzungen ( $\cong 46,2\%$ ) auf Hunde zurück, in Gruppe II und III hingegen überwogen Katzenbisse mit zehn von 12 ( $\cong 83,3\%$ ) bzw. sechs von sieben ( $\cong 85,7\%$ ) Fällen deutlich.

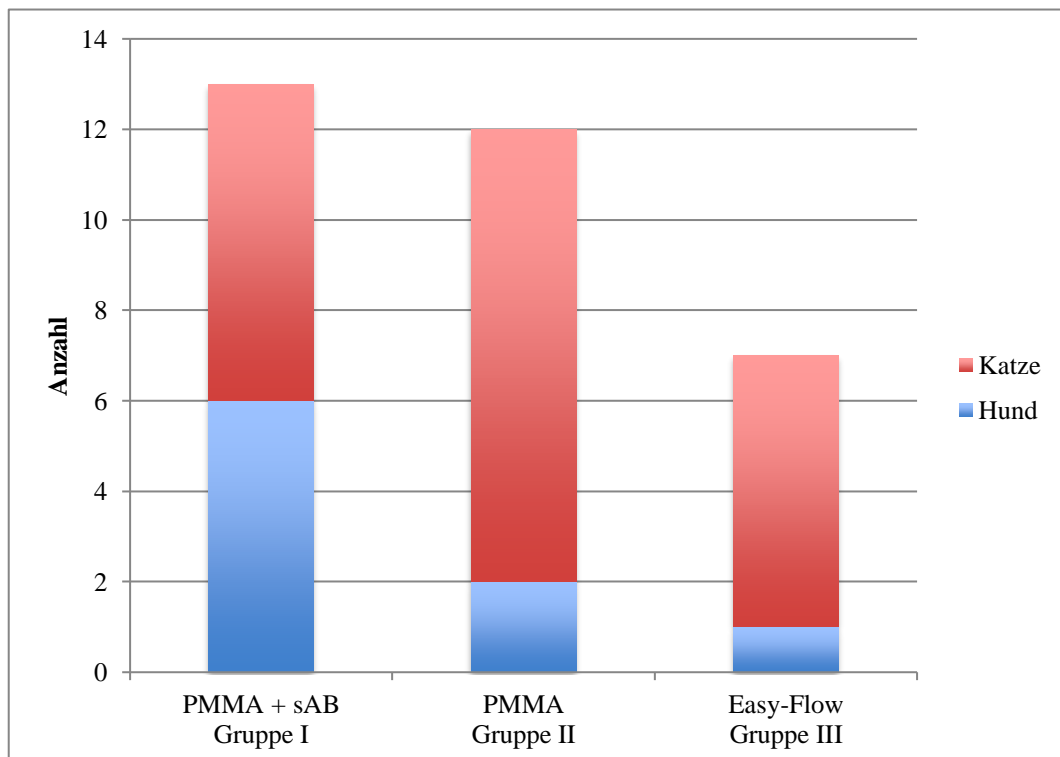


Abbildung 7: Verteilung und Zusammensetzung der Bissverletzungen – Folgestudie



### 3.6 Erregerspektrum

Insgesamt wurden innerhalb der Folgestudie durch intraoperative Abstriche 30 verschiedene Erregerspezies identifiziert, wobei von zehn der 88 Patienten ( $\cong 11,4\%$ ) kein Abstrich vorlag. In 22 aller entnommenen Proben ( $\cong 28,2\%$ ) wurden mehrere Erreger vorgefunden, es lagen also Mischinfektionen vor. Dabei wurde bei einem der Patienten ein Maximum von vier unterschiedlichen Erregern nachgewiesen. Ansonsten wurden üblicherweise nur 2-3 Erreger bei Mischinfektionen vorgefunden. In Abbildung 8 wurde die Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen Erreger grafisch ausgewertet und in einer Übersicht dargestellt. Aus Platz- und Formatgründen wurden nicht alle 30 Erreger in die Grafik übernommen, sondern nur die Erreger, die mindestens zweimal nachgewiesen wurden.

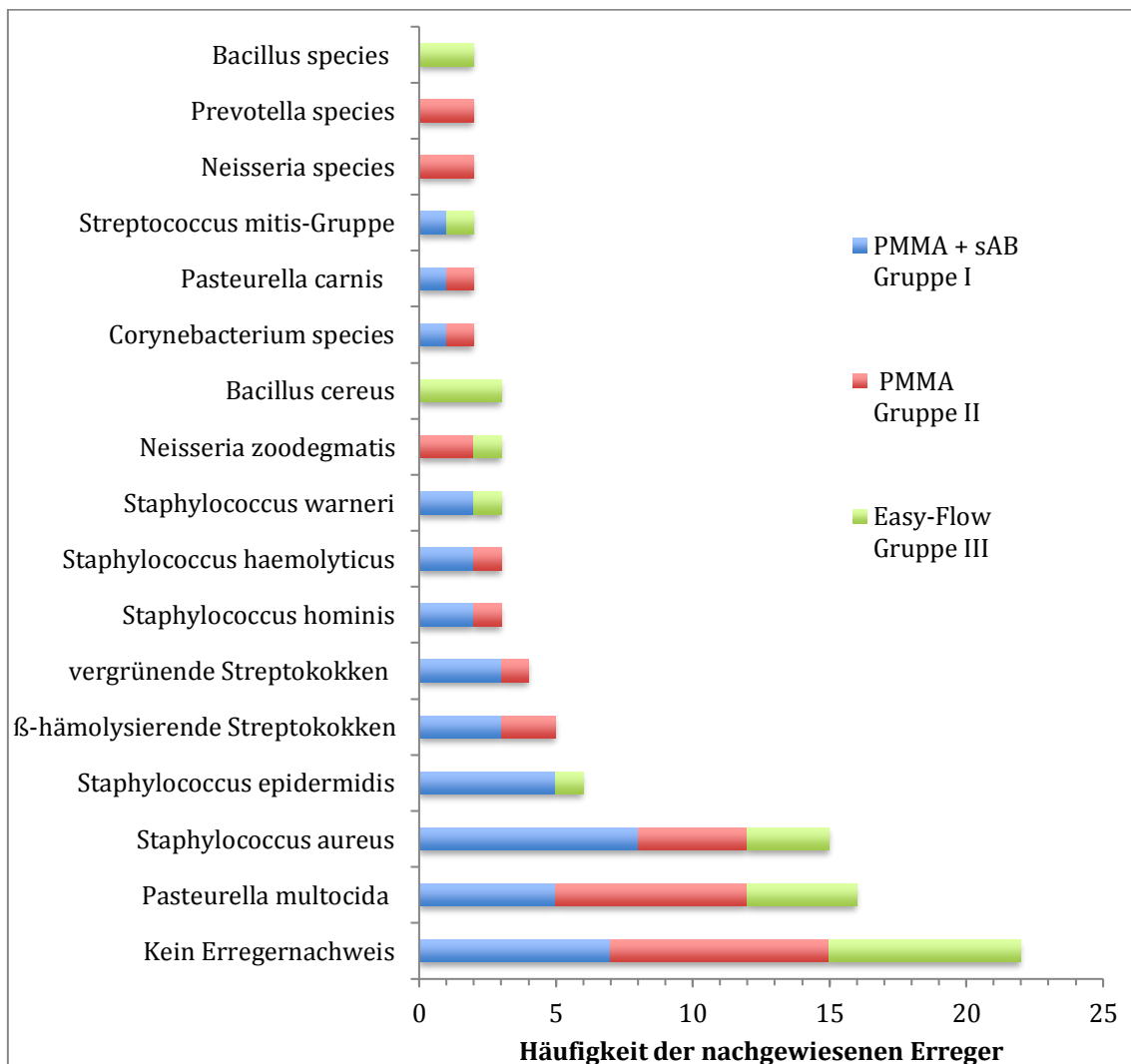


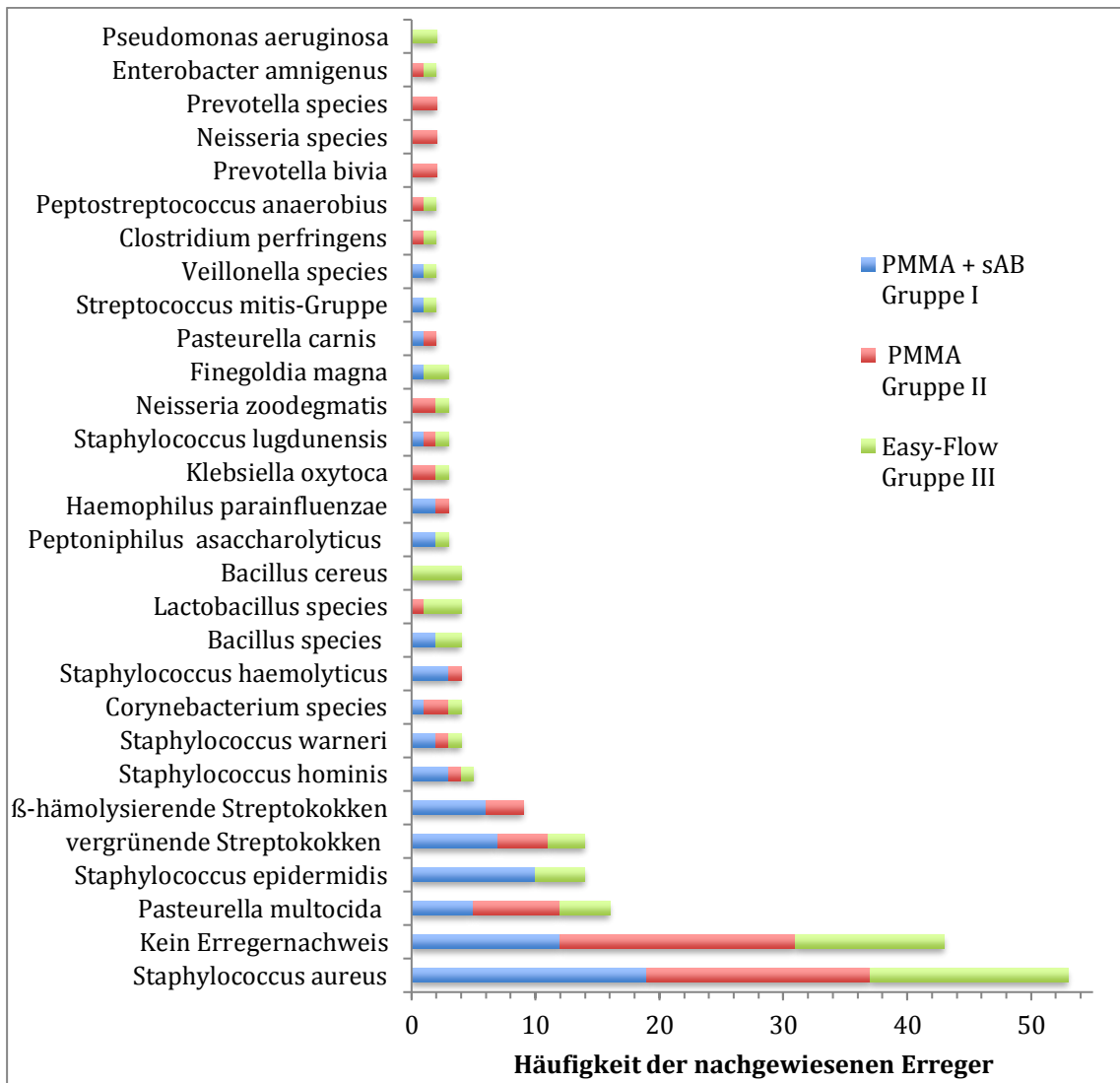
Abbildung 8: Mikrobiologie von Handinfektionen – Folgestudie

Die bei weitem am häufigsten vorkommenden Bakterien waren *Staphylococcus aureus* (15 Fälle  $\hat{=}$  19,2%) sowie das mit Katzenbissverletzungen assoziierte *Pasteurella multocida* (16 Fälle  $\hat{=}$  20,5%). In 22 Abstrichen ( $\hat{=}$  28,2%) konnten keine Erreger nachgewiesen werden, obwohl das klinische Bild eindeutig einem Infekt entsprach. Weitere gehäuft vorkommende Pathogene waren *Staphylococcus epidermidis* (6 Fälle  $\hat{=}$  7,7%),  $\beta$ -hämolyisierende Streptokokken (5 Fälle  $\hat{=}$  6,4%) sowie vergrünende Streptokokken (4 Fälle  $\hat{=}$  5,1%). Die hier genannten stellten somit die fünf häufigsten Erreger dar.

Des Weiteren waren bei den in der Folgestudie nun eingeschlossenen Bissverletzung einige interessante Aspekte bezüglich ihres Erregerspektrums zu beobachten. So wurden 11 der 22 Mischinfektionen im Rahmen von Bissverletzungen beobachtet, insbesondere bei Katzenbissen, auf die zehn der 11 Mischinfektionen zurückzuführen waren. Das bei Bissverletzungen anzutreffende Keimspektrum erwies sich zudem als äußerst vielfältig, 13 der insgesamt 30 unterschiedlichen Erregerspezies ( $\hat{=}$  43,3%) wurden bei Patienten mit Bissverletzungen nachgewiesen. Dabei war bei Katzenbissverletzungen besonders häufig der Erreger *Pasteurella multocida* anzutreffen, welcher bei 16 der 23 Katzenbisse ( $\hat{=}$  69,6%) nachgewiesen wurde. Weitere häufige Erreger im Zusammenhang mit Katzenbissen waren Staphylokokken und Neisserien mit sieben bzw. vier Nachweisen ( $\hat{=}$  30,4% bzw. 17,4%). Im Rahmen der neun Hundebissverletzungen konnten hingegen in fünf Fällen ( $\hat{=}$  55,6%) keine Erreger in den Abstrichen nachgewiesen werden, während *Pasteurella canis* mit zwei ( $\hat{=}$  22,2%) sowie Neisserien mit ebenfalls zwei Nachweisen hier als häufigste Erreger beobachtet wurden. Weiterhin verdeutlichte die Bestimmung des Resistenzstatus, weshalb bei Bissverletzungen die Empfehlung zur Verwendung alternativer Antibiotika besteht. So wiesen vier der bei Bissverletzungen nachgewiesenen Erreger (2x *Staphylococcus haemolyticus* (Gruppe I), 1x *Neisseria* spp. (Gruppe II), 1x *Bacillus cereus* (Gruppe III)) Resistenzen gegenüber den routinemäßig bei Handinfektionen verwendeten Antibiotika auf (2x gegenüber Cefazolin, 1x gegenüber Gentamicin, 1x gegenüber beiden). Die beiden Probanden aus Gruppe I mit resistenten Erregern gegenüber Cefazolin erhielten jedoch mit Ampicillin ein Antibiotikum, dass sich gegenüber diesen Erregern als sensibel erwies. Insgesamt wurden fünf der acht alternativ verwendeten Antibiosen bei Patienten mit einer Bissverletzung als Infektionsursache verwendet.

Innerhalb der Gesamtstudie konnten durch Abstriche insgesamt 56 verschiedene Erregerspezies identifiziert werden. Bei insgesamt 19 Patienten ( $\cong 10,6\%$ ) wurde kein Abstrich entnommen. In 47 Abstrichen ( $\cong 29,2\%$  der entnommenen Abstriche) waren mehrere Erreger nachweisbar, es lagen also Mischinfektionen vor. Die beiden Fälle mit den meisten unterschiedlichen Keimen wiesen fünf (Gruppe III) bzw. sogar sieben Erreger (Gruppe II) auf, ansonsten wurden bei Mischinfektionen in der Regel nur 2-3 verschiedene Erreger nachgewiesen. Das bei weitem am häufigsten vorkommende Bakterium war *Staphylococcus aureus*, welches in 53 Abstrichen ( $\cong 32,9\%$ ) nachgewiesen wurde. Bei 43 ( $\cong 26,7\%$ ) Patienten konnten im Abstrich keine Erreger nachgewiesen werden, obwohl klinisch eindeutig ein Infekt bestand. Der nach *Staphylococcus aureus* zweithäufigste Erreger war *Pasteurella multocida* mit dem Nachweis in 18 Abstrichen ( $\cong 11,2\%$ ). Wie bereits in der Folgestudie wurden als nächst häufige Erreger *Staphylococcus epidermidis* (14 Fälle  $\cong 8,7\%$ ), vergrünende Streptokokken (14 Fälle  $\cong 8,7\%$ ) sowie  $\beta$ -hämolyisierende Streptokokken (9 Fälle  $\cong 5,6\%$ ) nachgewiesen und stellen so auch in der Gesamtstudie die fünf Erreger dar, die am häufigsten ursächlich für Handinfekte waren. In Abbildung 9 sind die mikrobiologischen Erregernachweise aller mindestens zweimal nachgewiesenen Erreger in einer Übersicht dargestellt.

Die Auswertung des Resistenzstatus gegenüber den in Gruppe I verwendeten Antibiotika ergab, dass 62 der insgesamt 75 erfassten Erreger ( $\cong 82,7\%$ ) sensibel gegenüber mindestens einem der verwendeten Antibiotika waren. Bei fünf Patienten ( $\cong 9,1\%$  der Patienten dieser Gruppe mit entnommenem Abstrich) wurde hingegen jeweils ein resistenter Erreger nachgewiesen. Zwei dieser Erreger (2x  $\beta$ -hämolyisierende Streptokokken) waren sowohl gegen Cefazolin als auch Gentamicin resistent. Von den übrigen Erregern waren zwei gegen Cefazolin (*Bacillus* spp., *Pasteurella canis*), sowie einer gegen Gentamicin (*Staphylococcus aureus*) resistent. Bei 11 Erregern ( $\cong 14,7\%$ ) lag keine Resistenztestung gegenüber den verwendeten Antibiotika vor.



**Abbildung 9: Mikrobiologie von Handinfektionen – Gesamtstudie**

In Gruppe II war bei nur einem Patienten ein Erreger ( $\cong 1,8\%$ , *Neisseria* spp.) mit Resistenz gegenüber dem in dieser Gruppe lokal verwendeten Gentamicin zu beobachten, während 38 von insgesamt 62 nachgewiesenen Erregern ( $\cong 61,3\%$ ) gegenüber Gentamicin sensibel waren. Bei 23 von 62 ( $\cong 37,1\%$ ) nachgewiesenen Erregern in Gruppe II lag keine Resistenztestung gegenüber Gentamicin vor.

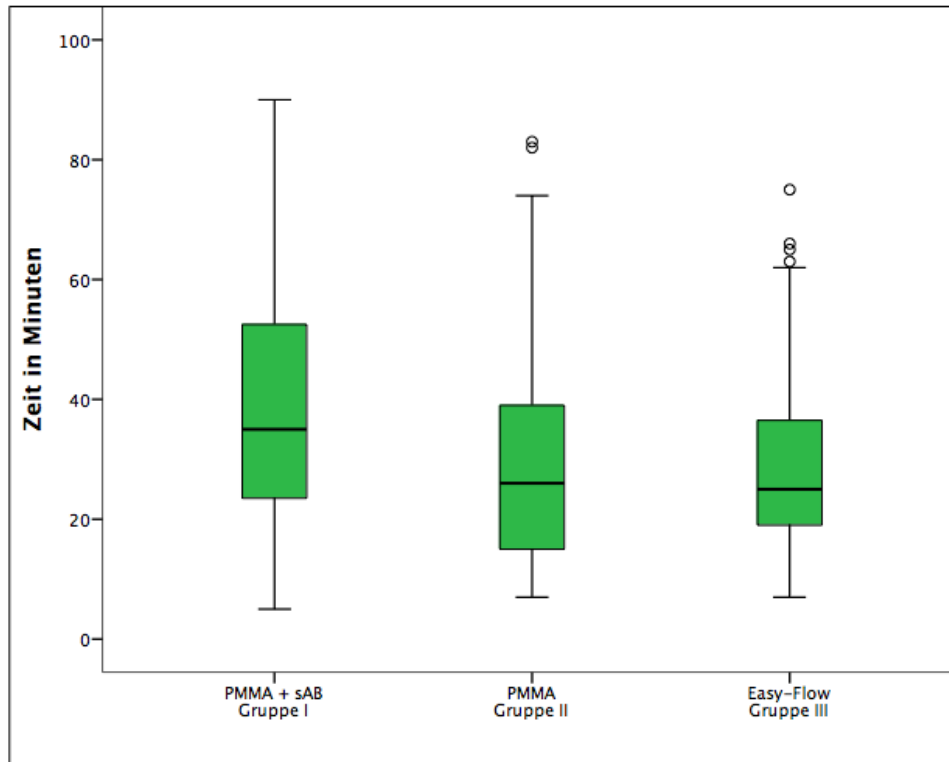
Zur Beurteilung des Verlaufes der insgesamt sechs Probanden der Gruppe I und II, deren Erreger gegen die bei ihnen verwendeten Antibiosen resistent (drei Probanden) bzw. teilresistent (drei Probanden) waren, wurde ihr Abschneiden bei fünf objektiven und aussagekräftigen Parametern verfolgt. Diese waren: Revisionsrate, Schienungsdauer sowie die Parameter zur Überprüfung der Beweglichkeit der

dreigliedrigen Finger und des Daumens: FKHA, FNTA und Kapanji-Index. Bei Betrachtung ihres Verlaufes zeigte sich, dass bei keinem der Patienten mit nachgewiesenen resistenten Keimen eine Revision nötig war. Einer der Patienten (Gruppe II, Resistenz gegenüber Gentamicin) lag mit einer Schienungsdauer von 11 Tagen über der 75% Quartile der Gesamtpopulation, stellte also einen Ausreißer gegenüber der Mehrheit der Patienten dar. Bei diesem Patienten ist zu berücksichtigen, dass er bereits nach einem Tag entlassen wurde bzw. gegen ärztlichen Rat das Krankenhaus verließ. Daher ist es möglich, dass er die Schiene aus eigener Vorsicht über diesen Zeitraum trug, da die weitere Kontrolle seines Heilungsverlaufes vermutlich nicht durch einen Handchirurgen erfolgte. Bei FNTA und FKHA hingegen erreichten vier der fünf Patienten sowohl in Verlaufsuntersuchung 1 als auch Verlaufsuntersuchung 2 den bestmöglichen Wert von 0cm. Der fünfte Proband (Gruppe I) stellte mit einem Extensionsdefizit von 0,5cm in beiden Verlaufsuntersuchungen sowie einem Flexionsdefizit von 1cm in Verlaufsuntersuchung 2 einen Ausreißer von der Mehrheit der Patienten dar. Dagegen erreichten drei der vier Probanden mit Daumenbeteiligung wiederum den höchstmöglichen Score von 12 Punkten, der vierte Proband lag mit acht erreichten Punkten zwischen der 25-75% Quartile und ist daher nicht als Ausreißer zu werten.

### **3.7 Operationsdauer**

Die für die Operation benötigte Zeitdauer stellt einen weiteren interessanten Untersuchungsparameter dar, da sie oftmals die Komplexität einer Operation und damit auch den Schweregrad der Handinfektion widerspiegelt. So erhoffte man sich mit Hilfe dieses Parameters beurteilen zu können, ob sich die Schweregrade der Infektionen zwischen den Studiengruppen maßgeblich voneinander unterscheiden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die individuelle Operationsgeschwindigkeit von Operateur zu Operateur sehr unterschiedlich sein kann. Die Auswertung der erhobenen Daten ist in Form von Boxplots in Abbildung 10 grafisch dargestellt.

Die Mediane der Gruppen II und III lagen hier, mit 26min und 25min, nahe beieinander. Der Median von Gruppe I wich dagegen mit 35min deutlich ab.



**Abbildung 10: Dauer der Operationen – Gesamtstudie**

Dieser Trend setzte sich bei der Durchsicht der übrigen Daten fort. Gruppe I wich von den dichter zusammenliegenden Gruppen II und III sowohl bei den Quartilen, als auch den Maximalwerten stärker ab und wies so konstant eine auffallend längere Operationsdauer auf. Trotz fehlender Normalverteilung wurde bei diesem Parameter aufgrund der geringen Zahl an Ausreißern und Extremen auch der Mittelwert zur ergänzenden Beschreibung der Ergebnisse verwendet. Die durchschnittliche Operationsdauer fiel dabei in Gruppe I mit 39,6min um 8,7min länger aus als in Gruppe II (Mittelwert 30,9min) sowie um 10,6min länger als in Gruppe III (Mittelwert 29,0min).

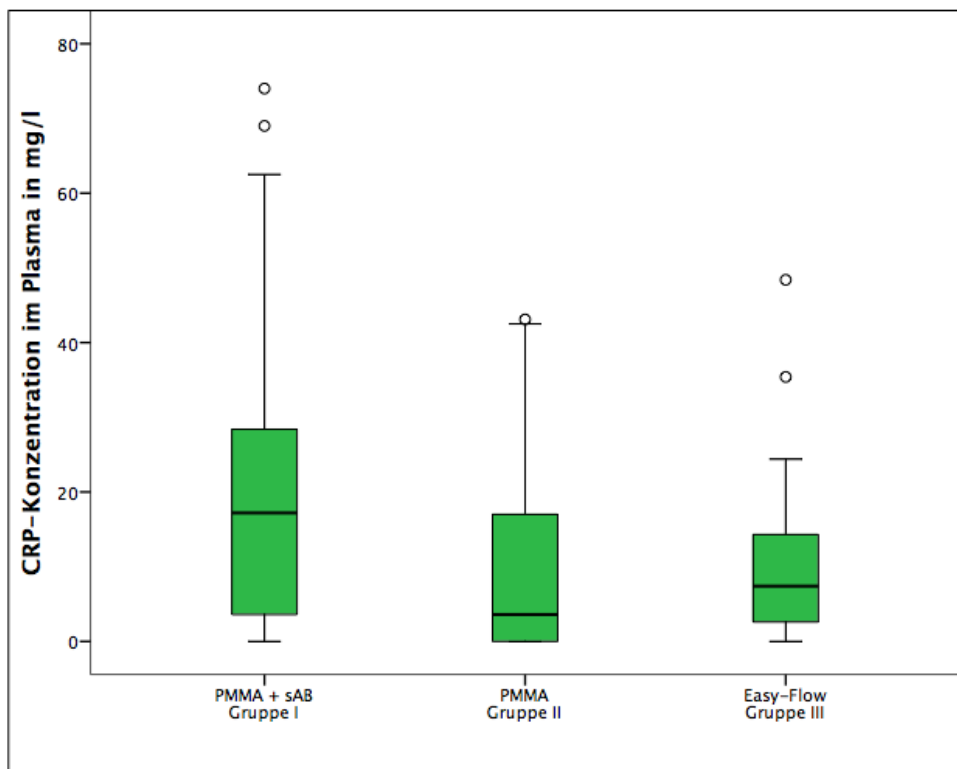
Dies bestätigte auch die Analyse bezüglich signifikanter Unterschiede. Der Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass Gruppe I eine signifikant längere Operationsdauer als Gruppe II und Gruppe III aufwies. Zwischen den Gruppen II und III konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 4 dargestellt.

Test	p-Wert
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	<b>0,006</b>
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	<b>0,002</b>
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,896

**Tabelle 4: Signifikanztestung der OP-Zeiten**

### 3.8 Entzündungsparameter

Für die Gesamtstudie wurden die während der Aufnahmeuntersuchung abgenommenen Laborbefunde der Probanden gesichtet und hinsichtlich des CRP-Werts sowie der Leukozytenzahl ausgewertet. Die Verteilung der erhobenen Daten ist in Abbildung 11 und Abbildung 12 grafisch dargestellt.



**Abbildung 11: Präoperative CRP-Konzentration – Gesamtstudie**

Bei der Auswertung der CRP-Konzentrationen fiel auf, dass die Gruppen von Gruppe I zu Gruppe III hin deutlich komprimiertere Boxen in geringeren Konzentrationsbereichen aufwiesen. Der Median von Gruppe I (17,2mg/l) war ebenfalls deutlich höher

als die der Gruppen II (3,6mg/l) und III (7,4mg/l), wobei sich der Median der Gruppe II bereits deutlich im vorgegebenen Referenzbereich von < 5mg/l befand. Weiterhin war zu beobachten, dass die unteren 25% der Daten aller drei Gruppen trotz klinisch vorliegender Infektion im Referenzbereich lagen, in Gruppe II, wie bereits erwähnt, sogar die ersten 50% der Werte.

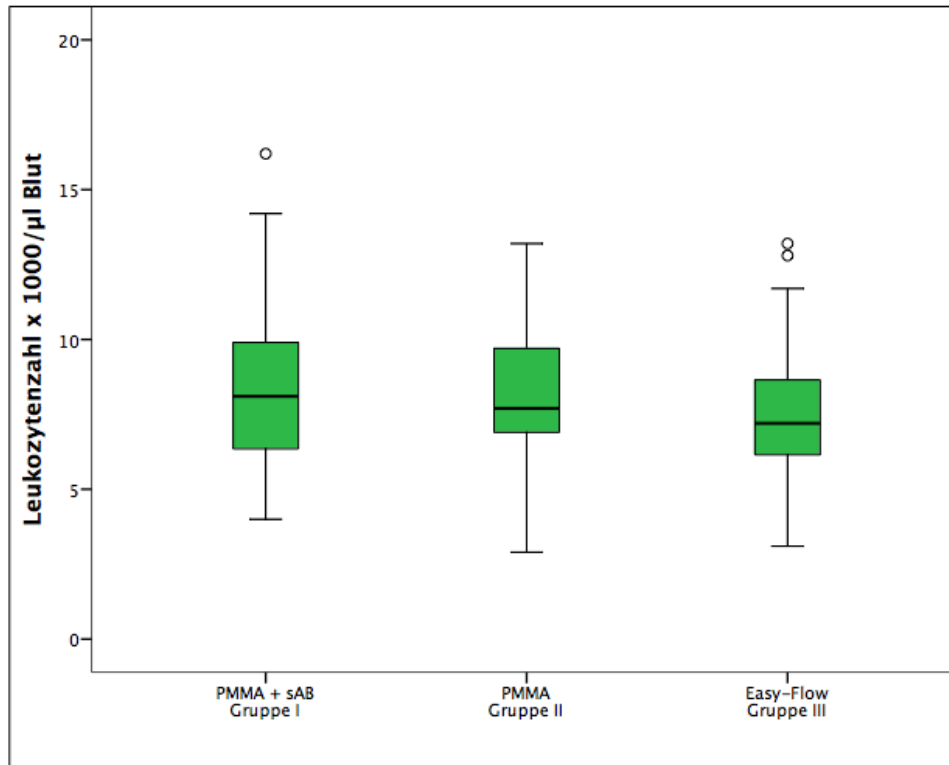
Die Signifikanztestung ergab erneut signifikante Unterschiede zwischen den drei Studiengruppen. So waren die CRP-Konzentrationen in Gruppe I signifikant höher als in den Gruppen II und III. Zwischen den Gruppen II und III waren hingegen keine signifikanten Unterschiede zu beobachten. Die jeweiligen p-Werte sind in Tabelle 5 aufgelistet.

<b>Test</b>	<b>p-Wert</b>
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	<b>0,009</b>
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	<b>0,006</b>
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,806

**Tabelle 5: Signifikanztestung der CRP-Konzentration**

Die Verteilung der Leukozytenzahl innerhalb der Studiengruppen ist dagegen in Abbildung 12 dargestellt. Wie schon beim CRP wies Gruppe I auch bei den Leukozyten die am weitesten ausgedehnte Box im höchsten Wertebereich auf, während in Gruppe III erneut die komprimierteste Box im niedrigsten Wertebereich zu beobachten war. Gruppe II ordnete sich etwa mittig ein.





**Abbildung 12: Präoperative Leukozytenzahl – Gesamtstudie**

Die Unterschiede zwischen den Gruppen fielen hier allerdings sehr viel geringer aus als beim CRP. So lagen die 75%-Quartilen aller drei Gruppen unterhalb von 10 000 Leukozyten, das heißt bei 75% der Probanden, denen Blut entnommen wurde, lagen die Leukozyten präoperativ trotz klinisch vorliegendem Infekt im Normbereich.

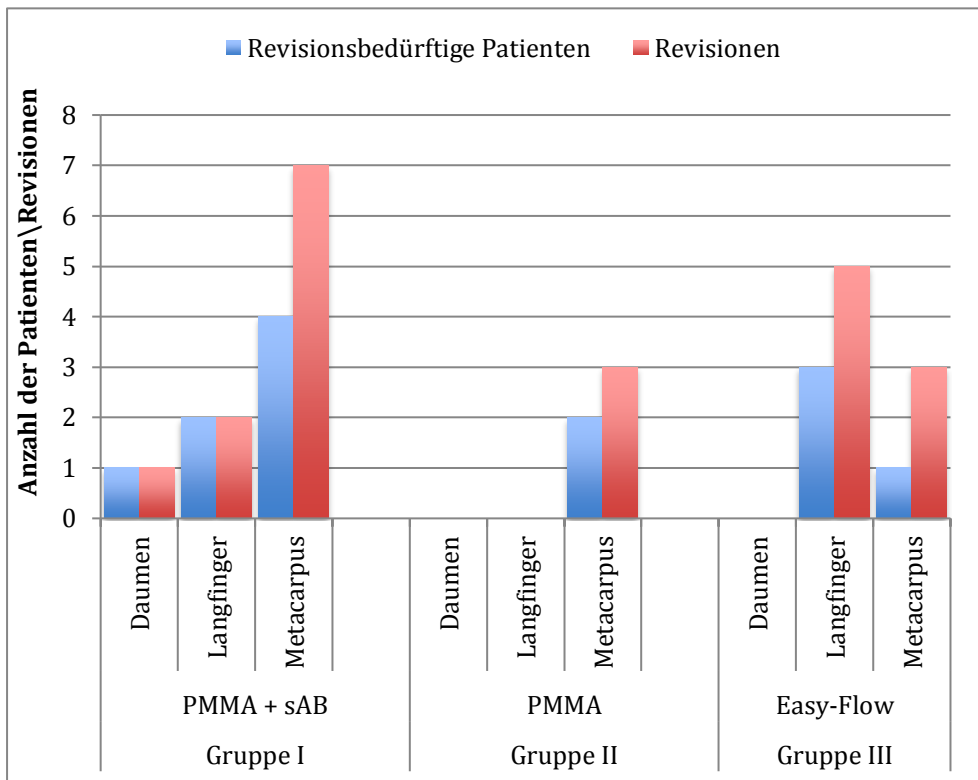
Die hier ebenfalls durchgeführte Signifikanzanalyse ergab keine signifikanten Unterschiede bei der Anzahl der Leukozyten zwischen den drei Studiengruppen. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 6 dargestellt.

Test	p-Wert
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,082
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,940
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,082

**Tabelle 6: Signifikanztestung der Leukozytenzahl**

### 3.9 Revisionsrate

Die Anzahl notwendiger Revisionen stellt einen äußerst wichtigen Parameter zur Beurteilung des Erfolgs operativer Verfahren dar. Im Datensatz der Gesamtstudie gab es bei 13 Patienten insgesamt 21 Revisionen. In Abbildung 13 ist in Bezug zur Infektlokalisation die Verteilung der revisionsbedürftigen Patienten sowie der durchgeführten Revisionen innerhalb der drei Studiengruppen zu sehen.



**Abbildung 13: Anzahl Revisionsbedürftiger Patienten und durchgeführter Revisionen unter Berücksichtigung der Infektlokalisation – Gesamtstudie**

Der Abbildung ist zu entnehmen, dass die meisten Revisionen in Gruppe I auftraten, hier war bei sieben der 63 Patienten ( $\cong 11,1\%$ ) eine Revision nötig. Es folgte Gruppe III, in der sich unter den 56 Probanden vier revisionsbedürftige Patienten ( $\cong 7,1\%$ ) mit insgesamt acht notwendigen Revisionen befanden. In Gruppe II war hingegen mit drei Revisionen bei nur zwei revisionsbedürftigen Patienten ( $\cong 3,3\%$ ) die geringste Anzahl zu beobachten. Des Weiteren ist der Grafik zu entnehmen, dass der Metacarpus als Lokalisation sowohl häufiger betroffen war, als auch dort die meisten Revisionen je revisionsbedürftigem Patient nötig wurden.

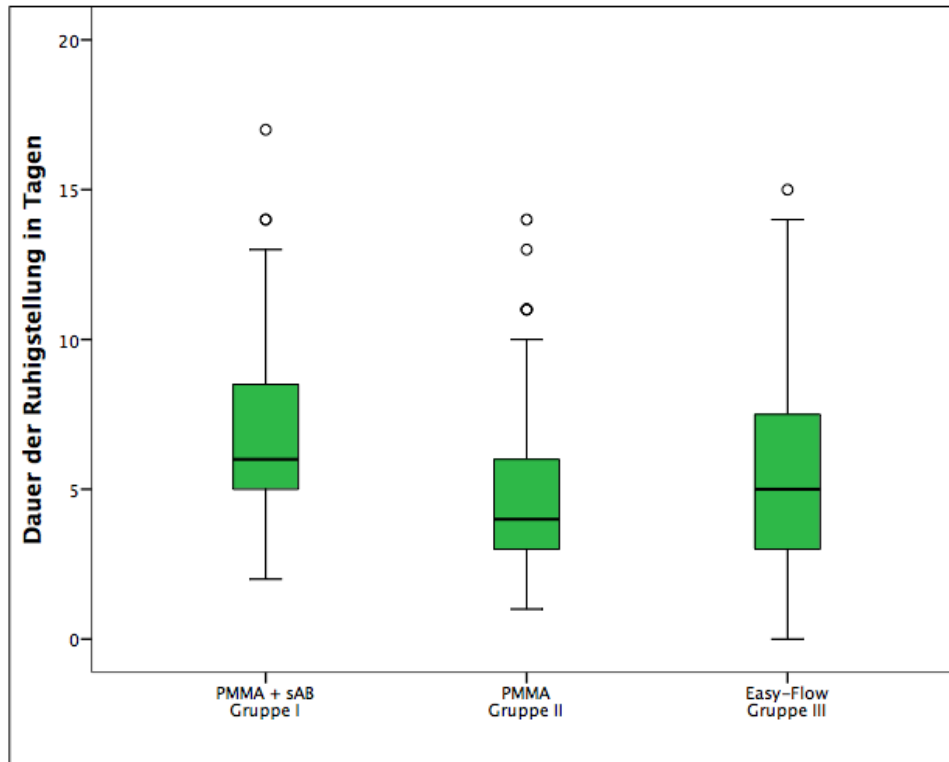
Auch bei diesem Parameter erfolgte eine Analyse des Gesamtdatensatzes auf bestehende signifikante Unterschiede zwischen den Studiengruppen. So wurde mittels des exakten Tests nach Fisher untersucht, ob sich die Anzahl der revisionsbedürftigen Patienten in den jeweiligen Studiengruppen signifikant voneinander unterschied. Die Überprüfung fiel dabei vollständig negativ aus, es konnte in keiner der Gruppen eine signifikant höhere Zahl an revisionsbedürftigen Patienten beobachtet werden. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 7 aufgelistet.

TEST	p-Wert
Exakter Test nach Fisher Gruppe I vs. Gruppe II	0,164
Exakter Test nach Fisher Gruppe I vs. Gruppe III	0,537
Exakter Test nach Fisher Gruppe II vs. Gruppe III	0,424

**Tabelle 7: Signifikanztestung der Revisionsraten**

### 3.10 Schienenruhigstellung

Die Dauer der Ruhigstellung nach erfolgter Operation ist ein wichtiger Parameter mit Assoziation zum Heilungsverlauf, da die Hand grundsätzlich bis zum Rückgang der lokalen Entzündungszeichen ruhiggestellt wurde. Eine kurze Schienungsdauer wurde daher mit dem schnellen Rückgang der Entzündungszeichen bzw. einem guten und zügigen Heilungsverlauf in Verbindung gebracht, während eine lange Schienungsdauer eher für länger persistierende Entzündungszeichen und einen prolongierten Heilungsverlauf sprach. Die Beurteilung erfolgte dabei durch einen Arzt, der die Hand bei entsprechendem Heilungsfortschritt aus der Ruhigstellung freigab. Im Anschluss daran konnte mit der Beübung der Hand durch funktionelle Therapie als nächstem Therapiebaustein begonnen werden. In Abbildung 14 ist die Verteilung der Schienungsdauer innerhalb der drei Gruppen dargestellt.



**Abbildung 14: Zeitdauer der Ruhigstellung nach erfolgter Operation – Gesamtstudie**

Hierbei ist zu sehen, dass sich die Mediane (vier vs. fünf vs. sechs Tage) und 75% Quartilen (sieben vs. acht vs. neun Tage) der Gruppen um jeweils einen Tag unterschieden, wobei jeweils Gruppe II die niedrigsten und Gruppe I die höchsten Werte aufwies. Auch bei den 25% Quartilen wies Gruppe I mit fünf Tagen die längste Ruhigstellungsdauer auf, während sie in den Gruppen II und III jeweils drei Tage betrug. Einige wenige Ausreißer waren in jeder der Gruppen zu beobachten. In Gruppe III traten zusätzlich zwei Extreme auf (28 und 34 Tage), die aufgrund der Skalierung und zu Gunsten der Übersichtlichkeit nicht in Abbildung 14 übernommen wurden.

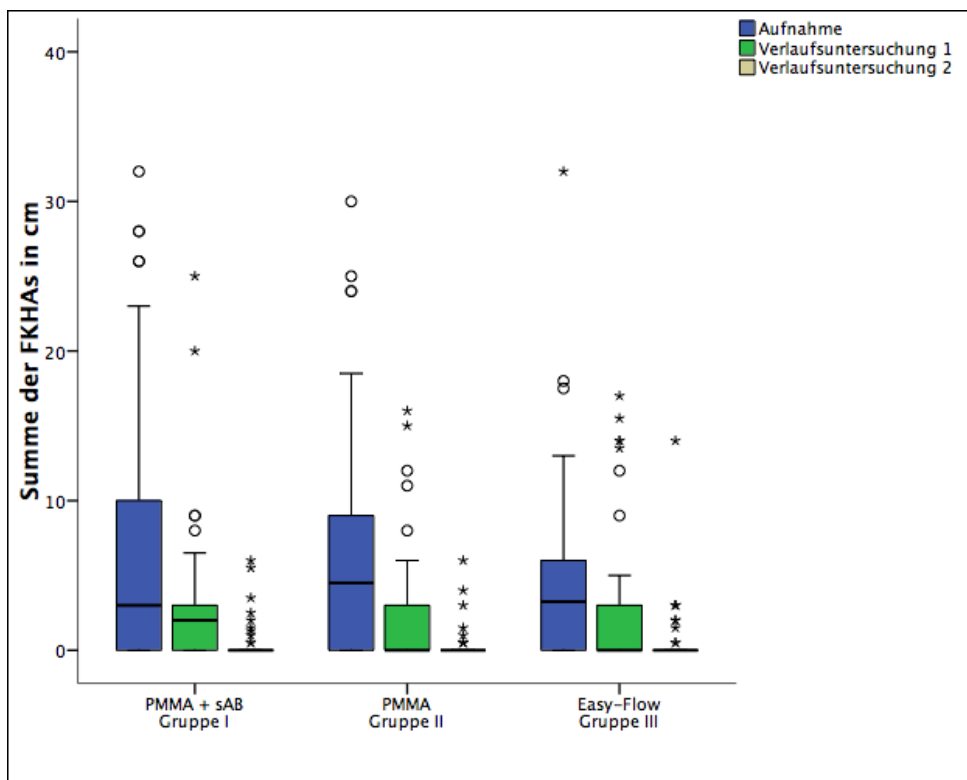
Die statistische Auswertung mittels des Mann-Whitney-U-Tests bezüglich signifikanter Unterschiede ergab eine signifikant längere Ruhigstellungsdauer in Gruppe I gegenüber Gruppe II. Weitere signifikante Unterschiede zwischen den Studiengruppen waren nicht zu beobachten. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 8 aufgelistet.

Test	p-Wert
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	<b>0,0005</b>
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,106
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,144

**Tabelle 8: Signifikanztestung der Ruhigstellungsdauer**

### 3.11 Fingerkuppenhohlhandabstand (FKHA)

Die Auswertung der Messergebnisse der Fingerkuppenhohlhandabstände (FKHAs) für die Gesamtstudie sind in Abbildung 15 dargestellt, wobei mit FKHA hier die Summe der gemessenen FKHAs der vier dreigliedrigen Finger gemeint ist.



**Abbildung 15: Summe der Fingerkuppenhohlhandabstände – Gesamtstudie**

Bei Betrachtung der Daten fiel eine ähnliche Verteilung der Werte innerhalb der Gruppen an den jeweiligen Untersuchungsterminen auf. Nur am Aufnahmetag stach Gruppe III durch geringere FKHAs (75%-Quartile bei 6cm) im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen hervor (75%-Quartilen: 10cm (Gruppe I); 9cm (Gruppe II)).

Die Mediane aller Gruppen lagen bei der Aufnahme wiederum dicht beieinander und unterschieden sich lediglich um maximal 1,5cm (Gruppe I: 3cm; Gruppe II: 4,5cm; Gruppe III: 3,25cm).

In der Verlaufsuntersuchung 1 waren bei Betrachtung der Boxen nur geringste Unterschiede zwischen den Studiengruppen auszumachen (75% Quartilen: Gruppe I und II: 3cm; Gruppe III: 3,25cm). Der Median von Gruppe I lag hier bei 2cm, während sich die Mediane der Gruppen II und III bereits bei 0cm befanden. In Verlaufsuntersuchung 2 lagen sowohl die Mediane, als auch die 75%-Quartilen aller Studiengruppen bei 0cm.

Auffällig im Vergleich zu bisherigen Boxplots war, dass in Abbildung 15 verhältnismäßig viele Ausreißer und Extremwerte zu beobachten waren. Dies ist damit zu erklären, dass der Großteil der Daten hier sehr dicht beieinander auf einem äußerst niedrigen Niveau lag. So lagen beispielsweise die 75% Quartilen aller Gruppen in Verlaufsuntersuchung 2 bei 0cm, diese Patienten hatten also den Faustschluss in vollem Umfang zurückerlangt. Als Folge stellten hier somit bereits minimale Abweichungen Extremwerte dar, da aufgrund der 75% Quartile bei 0cm jeder FKHA > 0cm per definitionem einem Extremwert entsprach.

Die statistische Auswertung mittels Mann-Whitney-U-Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studiengruppen. Die p-Werte lauteten wie folgt:

TEST	p-Wert Aufnahme	p-Wert VLU 1	p-Wert VLU 2
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,618	0,467	0,607
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,263	0,253	0,983
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,364	0,927	0,615

**Tabelle 9: Signifikanztestung der Summe der Fingerkuppenhohlhandabstände**

### 3.12 Fingernageltischabstand (FNTA)

Die grafische Auswertung der Fingernageltischabstände (FNTAs), die im Laufe der Gesamtstudie erhoben wurden, ist in Abbildung 16 dargestellt. Analog zum FKHA

wurde auch hier die Summe der FNTAs der vier dreigliedrigen Finger gemessen und ausgewertet.

Wie bereits bei der Summe der FKHAs zeigte jede der Gruppen mit zeitlich fortschreitenden Untersuchungsterminen deutlich abfallende Boxengrößen bzw. erreichten FNTAs von 0cm. Der Großteil der Patienten jeder Gruppe erfuhr also im Verlauf eine ausgeprägte Verbesserung der Beweglichkeit, hier nun der Extension. Weiterhin fiel auf, dass die Boxen aller Studiengruppen auf einen recht kleinen Skalierungsbereich bis nicht einmal 4cm komprimiert waren. Dies führte auch hier zu etlichen Ausreißern und Extremen, von denen acht (zwischen 16 und 31cm) aus Gründen der Skalierung und besseren Darstellbarkeit nicht in die Grafik übernommen wurden.

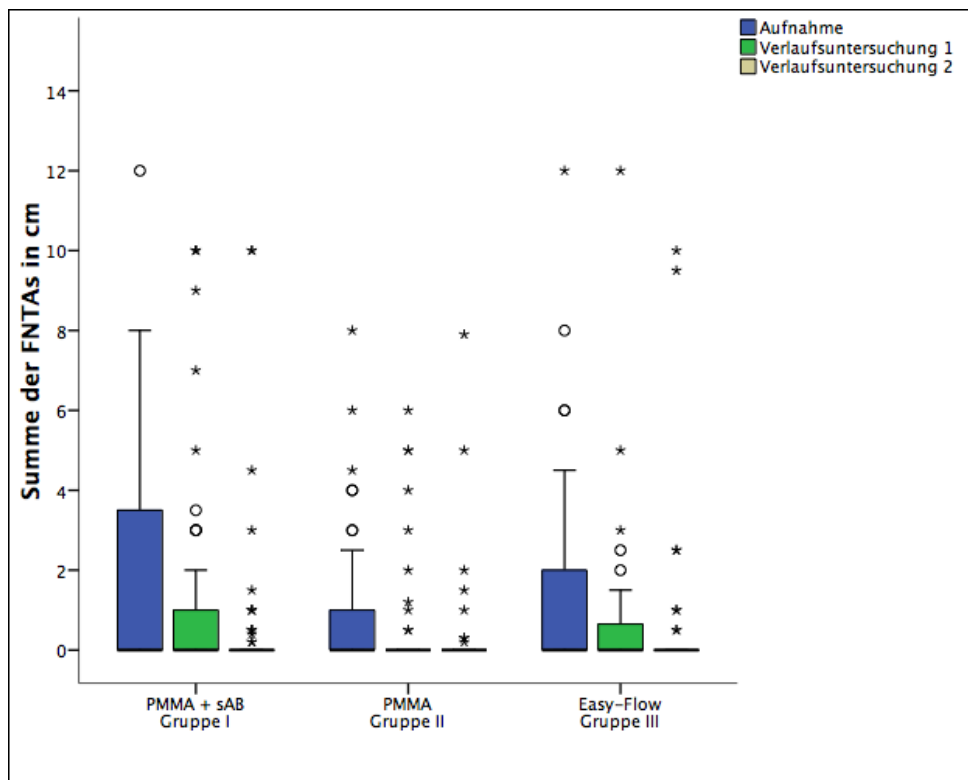


Abbildung 16: Summe der Fingernageltischabstände – Gesamtstudie

Gruppe I zeigte zur Aufnahmeuntersuchung die größte Box mit einer 75%-Quartile bei 4cm, die sich in Verlaufsuntersuchung 1 bereits halbiert hatte und in Verlaufsuntersuchung 2 schließlich 0cm erreichte. Gruppe II zeigte bei der Aufnahme hingegen die kleinste Box, ihre 75%-Quartile lag bei 1cm und erreichte ab Verlaufsuntersuchung 1 ebenfalls einen FNTA von 0cm. In Gruppe III lag die 75%-

Quartile zum Aufnahmezeitpunkt bei 2cm, in Verlaufsuntersuchung 1 betrug sie noch 0,73cm und in Verlaufsuntersuchung 2 erreichte sie schließlich auch einen FNTA von 0cm. In jeder Gruppe erreichten somit mindestens 75% der Patienten in Verlaufsuntersuchung 2 einen FNTA von 0cm, Patienten der Gruppe II sogar bereits in Verlaufsuntersuchung 1, und hatten damit ihr Extensionsvermögen vollständig zurückerlangt. Als Folge stellten alle FNTAs > 0cm Extremwerte dar, was ihre hohe Anzahl in den Verlaufsuntersuchungen 1 und 2 erklärt. Die Mediane der Studiengruppen lagen in allen Verlaufsuntersuchungen bei 0cm.

Die statistische Auswertung zeigte, dass Gruppe II in der Verlaufsuntersuchung 1 signifikant bessere FNTAs als Gruppe I aufwies. Ansonsten waren keine weiteren signifikanten Unterschiede zu beobachten. Die p-Werte lauten wie folgt:

Test	p-Wert Aufnahme	p-Wert VLU 1	p-Wert VLU 2
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,14	<b>0,008</b>	0,175
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,22	0,228	0,299
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,793	0,137	0,791

**Tabelle 10: Signifikanztestung der Summe der Fingernageltischabstände**

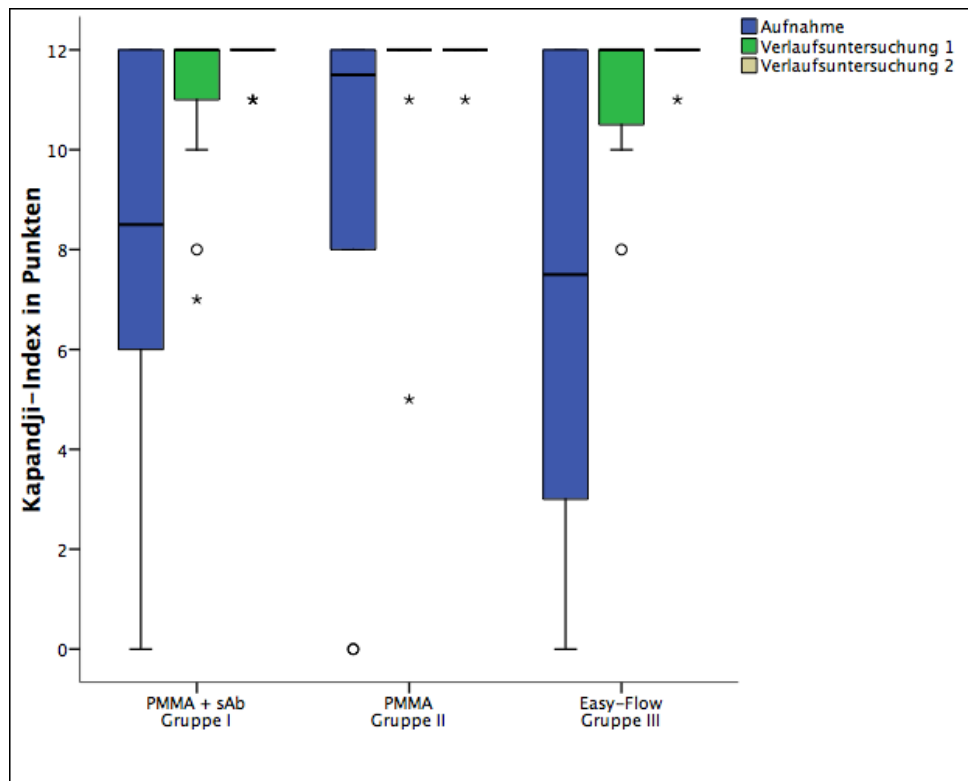
### 3.13 Kapanji-Index

Die Opponierbarkeit des Daumens wurde bei allen Patienten mittels des Kapanji-Index beurteilt. Da Einschränkungen bei der Opponierbarkeit des Daumens naturgemäß in erster Linie bei Patienten mit Infektionen des Daumens zu erwarten waren, wurden bei der Auswertung des Kapanji-Index nur Patienten mit Beteiligung des Daumens berücksichtigt. Die Subgruppe der Patienten mit Daumenbeteiligung, deren Auswertungsergebnisse in Abbildung 17 dargestellt sind, setzte sich dabei wie folgt zusammen:



$N_{\text{Gesamt}} = 36$  Patienten mit:

- $N_{\text{Gruppe I}} = 15$  Patienten
- $N_{\text{Gruppe II}} = 12$  Patienten
- $N_{\text{Gruppe III}} = 9$  Patienten



**Abbildung 17: Auswertung des Kapandji-Index bei Patienten mit Beteiligung des Daumens - Gesamtstudie**

Wie bereits in vorherigen Auswertungen, waren auch hier die Unterschiede zwischen der Aufnahmeuntersuchung und der Verlaufsuntersuchung 1 bzw. 2 enorm. Die Gruppen I und III unterschieden sich dabei in erster Line in ihren Befunden zum Aufnahmezeitpunkt. Zwar wiesen sie hier beinahe den gleichen Median auf (9/12 bzw. 8/12), allerdings differierte die Interquartilsspannweite ihrer Boxen deutlich, insbesondere die 25% Quartilen. Diese lag in Gruppe I bei 6/12, in Gruppe III hingegen bei 3/12 und spricht somit dafür, dass die Patienten der Gruppe III zum Aufnahmezeitpunkt die stärksten Funktionsdefizite ihrer Daumenmotorik aufwiesen, auch wenn sich dieser Unterschied als letztendlich nicht-signifikant erwies.

In Verlaufsuntersuchung 1 und 2 bestanden hingegen nur noch minimale Varianzen, so konnten fast alle Patienten der beiden Studiengruppen bereits in Verlaufsuntersuchung 1 mit einem Kapanji-Index von 11 bzw. 12 Punkten den betroffenen Daumen nahezu vollständig opponieren. In Verlaufsuntersuchung 2 war allen Patienten eine vollständige Opposition möglich, es bestand lediglich ein einzelner Ausreißer in jeder Gruppe.

Gruppe II präsentierte sich hingegen in der Aufnahmeuntersuchung mit einer deutlich kleineren Box und einem Median von 11,5 Punkten sowie der vollständigen Opponierbarkeit in beiden Verlaufsuntersuchungen und wies damit die kontinuierlich besten Ergebnisse bei diesem Parameter auf.

Die statistische Auswertung mittels Mann-Whitney-U-Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studiengruppen. Dabei müssen bei diesem Parameter bezüglich seiner Aussagekraft die geringen Fallzahlen der Studiengruppen berücksichtigt werden. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 11 aufgelistet:

Test	p-Wert Aufnahme	p-Wert VLU 1	p-Wert VLU 2
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,477	0,196	0,405
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,714	0,848	0,899
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,413	0,335	0,38

**Tabelle 11: Signifikanztestung der Kapanji-Indizes**

### 3.14 DASH-Score

Die Auswertung des DASH-Scores für die Gesamtstudie ist in Abbildung 18 dargestellt. Grundsätzlich ergab sich durch die Berechnung mittels der durch den Score vorgegebenen Formel ein Wert zwischen 24,16 und 124,16. Dabei empfanden die Patienten die Beeinträchtigungen umso stärker, je höher der berechnete Wert ausfiel.

Bei Betrachtung der Abbildung fiel in jeder der drei Gruppen eine erhebliche Differenz zwischen den Werten der Verlaufsuntersuchung 1 und 2 auf. Dabei divergierten in Verlaufsuntersuchung 1 vor allem die Gruppen II und III stärker

voneinander als in der Auswertung bisheriger Parameter. Der Unterschied zwischen den Medianen, die in der Gruppe I und II nahe beieinanderlagen (55,83 bzw. 56,67 Punkte) betrug zum Median der Gruppe III (50 Punkte) etwa 6-7 Score-Punkte. Die 75%-Quartilen der drei Gruppen unterschieden sich um insgesamt 10 Score-Punkte (Gruppe I 73,33; Gruppe III 63,33) wobei sich Gruppe II hier in etwa mittig einordnete.

In Verlaufsuntersuchung 2 hingegen zeigten sich zwischen den Gruppen nur geringe Unterschiede. Die Mediane variierten hier um weniger als zwei Punkte, die 75%-Quartilen hingegen lagen bis zu sechs Punkte auseinander. In Verlaufsuntersuchung 2 waren zudem einige Ausreißer und Extreme zu beobachten, die meisten dabei in Gruppe II.

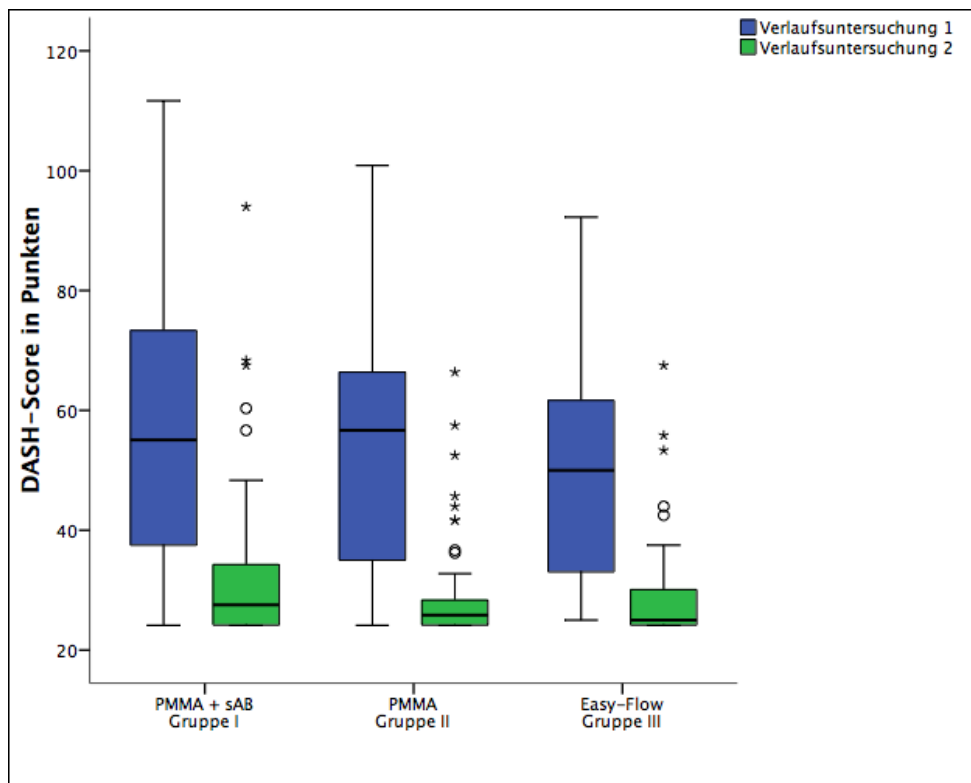


Abbildung 18: Auswertung der DASH-Scores – Gesamtstudie

Alles in allem wiesen bei der Auswertung dieses Parameters die Patienten der Gruppe III in beiden Verlaufsuntersuchungen die besten DASH-Scores auf, wenn auch nur knapp vor den Probanden der Gruppe II. In Gruppe I fielen die DASH-Scores hingegen am schlechtesten aus, diese Patienten empfanden ihre Einschränkungen im Alltag also am stärksten.

Die statistische Auswertung des DASH-Scores mittels des Mann-Whitney-U-Tests ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (siehe Tabelle 12).

TEST	p-Wert VLU 1	p-Wert VLU 2
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,400	0,109
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,070	0,106
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,278	0,881

Tabelle 12: Signifikanztestung der DASH-Scores

### 3.15 Schmerzen

Die grafische Auswertung der Schmerzerhebung mittels numerischer Schmerzskala (NRS) ist in Abbildung 19 in Form von Boxplots dargestellt.

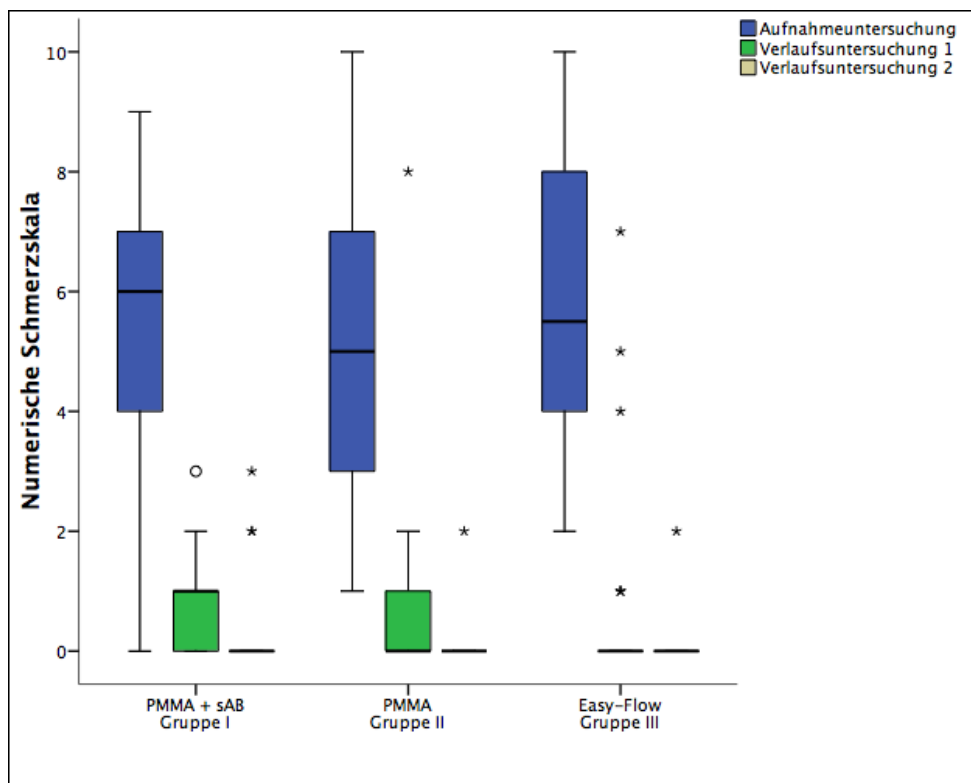


Abbildung 19: Auswertung der Schmerzwahrnehmung – Folgestudie

Dabei waren deutliche Divergenzen im individuellen Schmerzempfinden vor allem im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung in jeder der Gruppen zu beobachten. Dies ist an

der Ausdehnung der Boxplots über das fast gesamte Spektrum der numerischen Schmerzskala zu erkennen.

Die größten Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich im Schmerzempfinden zum Aufnahmezeitpunkt. Während die Mediane aller Gruppen mit 5 (Gruppe II), 5,5 (Gruppe III) und 6 Punkten (Gruppe I) eng beieinanderlagen, variierte die Ausdehnung der Boxen zwischen der 25%- und 75%-Quartile stärker, wobei Gruppe II die weiteste Streuung ihrer Werte aufwies.

Dahingegen erschien die Schmerzwahrnehmung in den Verlaufsuntersuchungen 1 und 2 deutlich homogener. Patienten aller drei Gruppen gaben bis auf wenige Ausnahmen einen schmerzfreien Zustand bei Verlaufsuntersuchung 2 an. In Gruppe III waren bereits in Verlaufsuntersuchung 1 20 Patienten ( $\cong 76,9\%$ ) komplett schmerzfrei, während in den Gruppen I und II die 75%-Quartilen bei einem Punkt auf der Schmerzskala lagen. In jeder der Gruppen waren einige wenige Ausreißer bzw. Extremwerte zu beobachten.

Die Signifikanzanalyse der drei Studiengruppen ergab, dass Gruppe III gegenüber Gruppe I in Verlaufsuntersuchung 1 signifikant geringere NRS-Scores aufwies. Weitere signifikante Unterschiede konnten nicht beobachtet werden. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 13 aufgelistet.

Test	p-Wert Aufnahme	p-Wert VLU 1	p-Wert VLU 2
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,575	0,689	0,346
M-W-U- Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,807	<b>0,042</b>	0,403
M-W-U- Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,740	0,065	0,938

**Tabelle 13: Signifikanztestung der Schmerzwahrnehmung**

### 3.16 Kraftmessung

Im Rahmen der Kraftmessung wurden insgesamt vier verschiedene Griffe untersucht. Zur allgemeinen Funktionsübersicht wurde zunächst die Kraft beim Faustschluss gemessen. Daneben wurden mittels Schlüssel-, Dreifinger- und Spitzgriff die für die

Funktionalität im Alltag wichtigsten Griffmuster der Hand auf ihre Belastbarkeit im Sinne der Kraftentwicklung überprüft. In den nachfolgenden Kapiteln 3.16.1 – 3.16.4 sind die Messergebnisse der verschiedenen Griffe für die Gesamtstudie dargestellt. Kapitel 3.16.5 zeigt eine Übersicht der statistischen Auswertung der einzelnen Griffe auf signifikante Unterschiede zwischen den Studiengruppen.

### 3.16.1 Faustschluss

Für den Faustschluss sind die erhobenen Ergebnisse der beiden Verlaufsuntersuchungen in Abbildung 20 grafisch dargestellt.

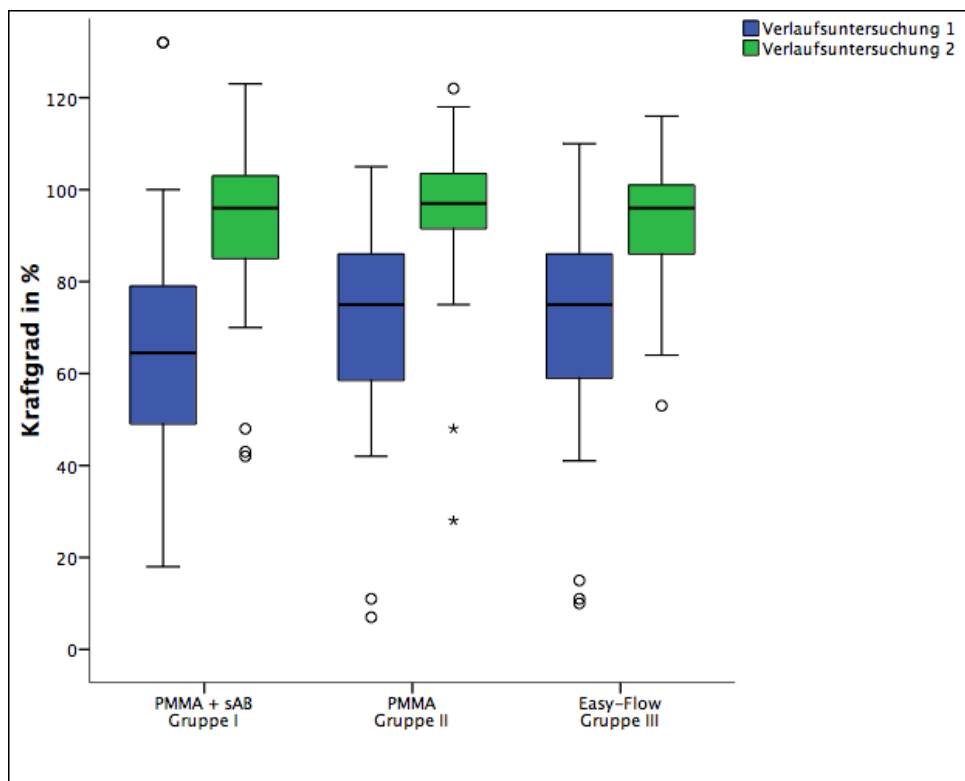


Abbildung 20: Auswertung der Kraftgrade beim Faustschluss – Gesamtstudie

Die Kraftentwicklung während des Faustschlusses wurde dabei als Parameter zur Beurteilung der generellen Leistungsfähigkeit der Hand gewählt, da hierbei nahezu alle Partien der Hand beansprucht werden und eine Kompensation zwischen einzelnen Partien möglich ist.

Bei der Auswertung der Kraftmessung konnten die größten Differenzen zwischen den Studiengruppen in Verlaufsuntersuchung 1 beobachtet werden. Die Verteilung der

Kraftgrade in Gruppe II und III fiel dabei zunächst sehr ähnlich aus. Die Größe ihrer Boxen war nahezu identisch, der Kraftgrad variierte lediglich um 3,2 Prozentpunkte bzw. einen Prozentpunkt in den 25%- und 75%-Quartilen sowie im Median um 7,5 Prozentpunkte. Die Kraftgradwerte von Gruppe I wichen in Verlaufsuntersuchung 1 um ca. 9 Prozentpunkte bei den genannten Quartilen sowie um ca. 16 Prozentpunkte beim Median von den Werten der Gruppen II und III ab.

In Verlaufsuntersuchung 2 hingegen präsentierten sich die Kraftgrade der drei Gruppen in weiten Teilen deckungsgleich mit Differenzen von maximal 5 Prozentpunkte zwischen den Quartilen bzw. Medianen. Vereinzelt Ausreißer waren in jeder Gruppe zu beobachten. In der statistischen Auswertung wies Gruppe III in Verlaufsuntersuchung 1 signifikant bessere Kraftgrade als Gruppe I auf. Weitere signifikante Unterschiede wurden nicht beobachtet.

### **3.16.2 Schlüsselgriff**

Die Auswertung der Messergebnisse des Schlüsselgriffes ist in Abbildung 21 dargestellt. Insgesamt wies Gruppe I die größte Interquartilsspannweite mit der breitesten Streuung der Werte bis in niedrige Kraftgradbereiche auf. Gruppe III zeigte hingegen die geringste Interquartilsspannweite in höheren Kraftgradbereichen. Gruppe II ordnete sich im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen mittig ein. Die Mediane der drei Gruppen lagen mit 78% in Gruppe I, 85% in Gruppe II sowie 82% in Gruppe III ebenfalls auf einem ähnlichen Niveau.

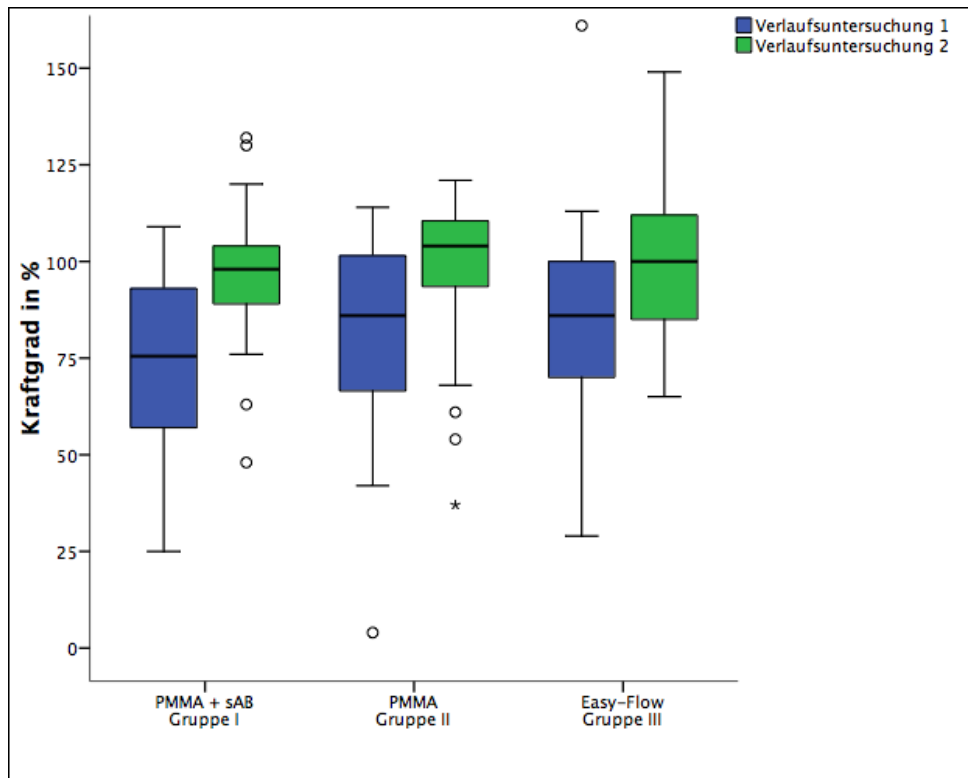


Abbildung 21: Auswertung der Kraftgrade beim Schlüsselgriff – Gesamtstudie

In der Verlaufsuntersuchung 2 näherten sich die ermittelten Kraftgrade der Studiengruppen noch stärker einander an. So lag der Median in Gruppe I und III bei 98%, in Gruppe II bei 103%. Beim Schlüsselgriff zeigte Gruppe II in Verlaufsuntersuchung 2 die besten Kraftwerte mit einer im hohen Prozentbereich stark komprimierten Box zwischen 93% und 110%. Die beiden übrigen Gruppen wiesen geringfügig niedrigere Werte auf mit einer Varianz von 8 Prozentpunkten bzw. 7 Prozentpunkten bei ihren 25%- und 75%-Quartilen. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht zu beobachten.

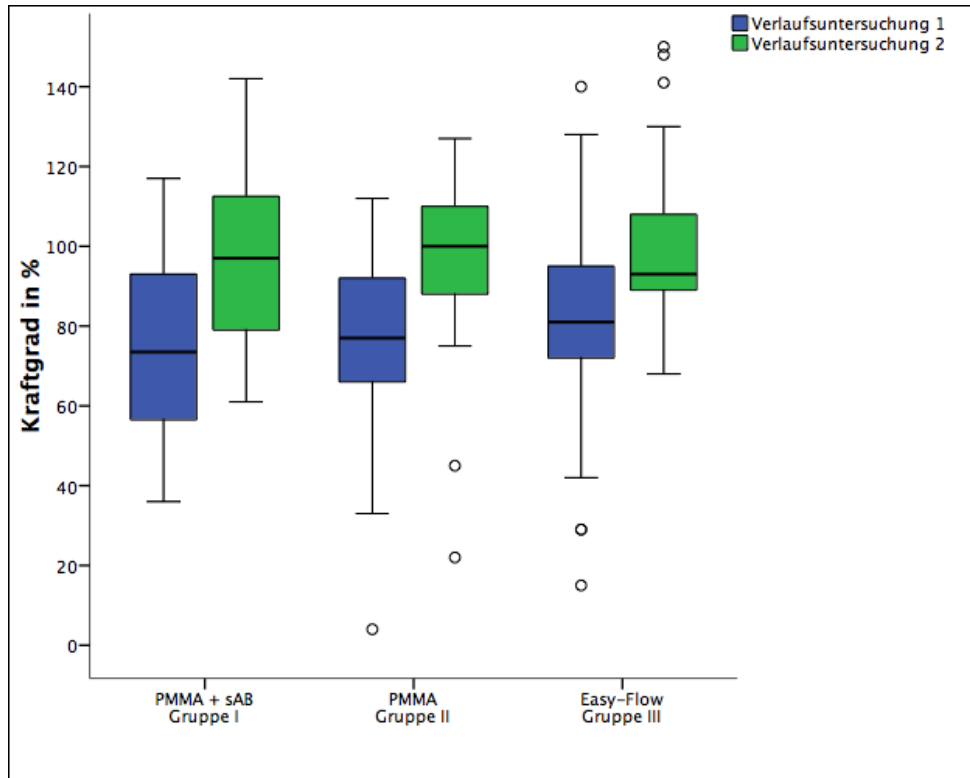
### 3.16.3 Spitzgriff

Abbildung 22 vergleicht die Fähigkeit zur kraftvollen Anwendung des Spitzgriffes. Hier zeigte sich eine ähnliche Anordnung und Verteilung der Messergebnisse von Studiengruppen und Verlaufsuntersuchungen wie in den vorherigen Kraftmessungen.

In Verlaufsuntersuchung 1 lagen die Mediane der Gruppen von I nach III hin aufsteigend bei 71%, 78% und 81%. Gruppe III wies beim Spitzgriff die komprimierteste Box um die höchsten Kraftgradbereiche auf. In Gruppe I war die



größte Box zu beobachten, was auf die höhere Spannweite der Messwerte innerhalb dieser Gruppe zurückzuführen ist. Gruppe II ordnete sich mit ihrer Boxengröße mittig zwischen den Gruppen I und III ein.



**Abbildung 22: Auswertung der Kraftgrade beim Spitzgriff – Gesamtstudie**

In Verlaufsuntersuchung 2 fielen die Kraftwerte der drei Studiengruppen homogener aus. Die Mediane präsentierten sich von Gruppe I zu Gruppe III hin dicht gestaffelt um einen Kraftgrad von 100% mit Werten von 97%, 94% und 100%. Gruppe III wies auch hier die komprimierteste Box in einem hohen Wertebereich auf, gefolgt von den Boxen der Gruppen II und I. Die statistische Auswertung zeigte erneut keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

### 3.16.4 Dreifingergriff

Zuletzt wurde die Kraft vermessen, die die Patienten bei der Ausführung des Dreifingergriffes aufbringen konnten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 23 dargestellt.

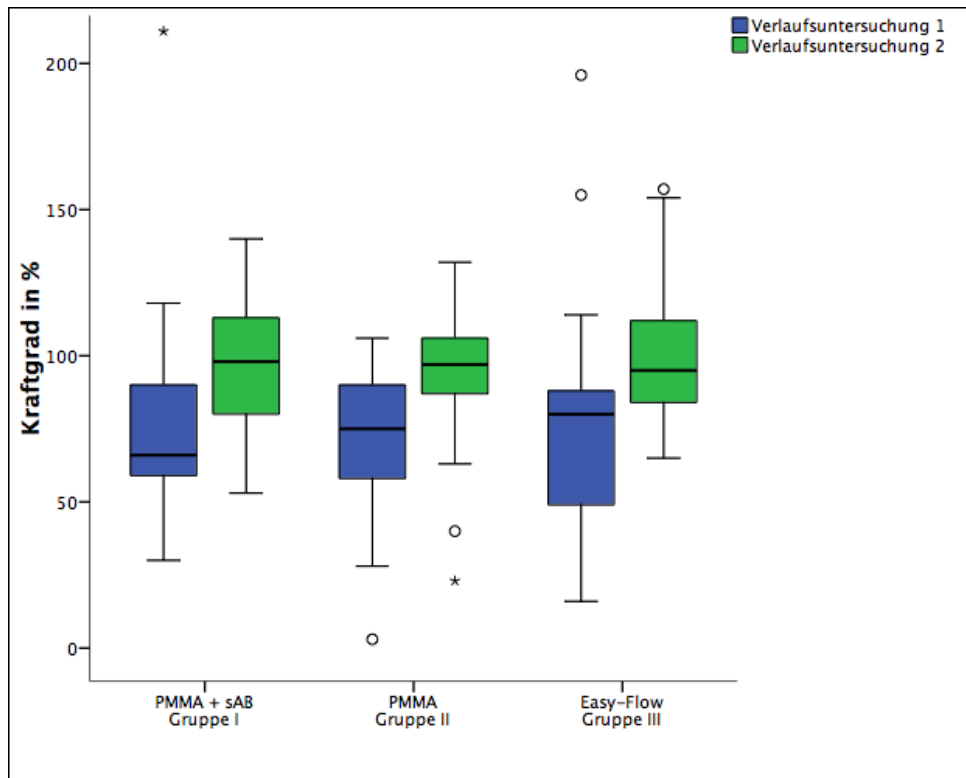


Abbildung 23: Auswertung der Kraftgrade beim Dreifingergriff – Gesamtstudie

Gruppe I wies dabei in Verlaufsuntersuchung 1 die höchsten Kraftwerte auf, die Spannweite ihrer Box erstreckte sich zwischen 59% und 90%, dicht gefolgt von den Gruppe II und III.

In Verlaufsuntersuchung 2 hingegen waren die Boxen der Gruppen wiederum eng um Kraftgrade im Bereich von 100% platziert. Die Mediane lagen hier in den Gruppen I und II bei 98%, in Gruppe III bei 93%. Die 75%-Quartilen der Studiengruppen differierten um zwei Prozentpunkte, die 25%-Quartilen lagen ebenfalls sehr dicht beieinander, die Varianz fiel allerdings mit bis zu sechs Prozentpunkten etwas höher aus. Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studiengruppen.

### 3.16.5 Statistische Auswertung der Kraftmessungen

Abschließend zeigt Tabelle 14 in einer Übersicht die p-Werte der statistischen Auswertung des Kraftgrades bezüglich signifikanter Unterschiede zwischen den Studiengruppen während der jeweiligen Griffe:

<b>Griff / Statistischer Test</b>	<b>p-Wert VLU 1</b>	<b>p-Wert VLU 2</b>
<b>Faustschluss:</b>		
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,129	0,121
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	<b>0,044</b>	0,649
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,493	0,077
<b>Schlüsselgriff:</b>		
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,118	0,086
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,211	0,543
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,621	0,556
<b>Spitzgriff:</b>		
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,118	0,086
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,211	0,543
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,621	0,556
<b>Dreifingergriff:</b>		
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	0,866	0,424
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,843	0,846
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,901	0,585

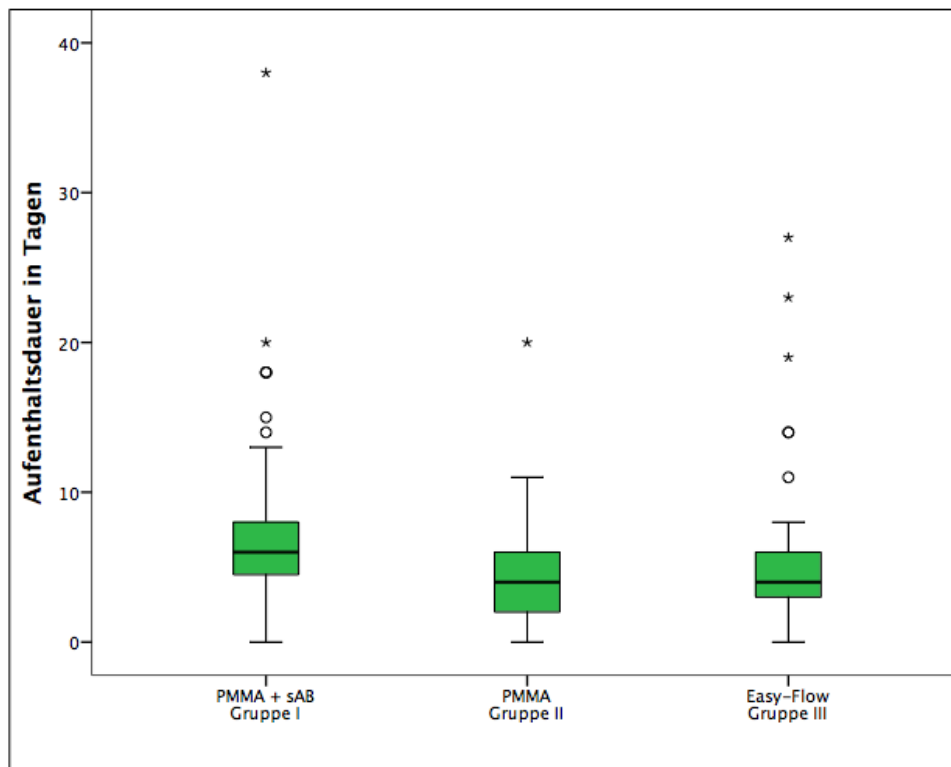
**Tabelle 14: Statistische Auswertung des Kraftgrades während der jeweiligen Griffe**

### **3.17 Stationäre Aufenthaltsdauer**

Die Auswertung der stationären Aufenthaltsdauer ist in Abbildung 24 grafisch dargestellt. Dabei zeigten sich vor allem Unterschiede zwischen den sich größtenteils sehr ähnlich präsentierenden Gruppen II und III gegenüber der Gruppe I. In Gruppe I

war eine insgesamt längere Aufenthaltsdauer der Patienten zu beobachten, die um zwei bzw. drei Tage von den beiden anderen Gruppen abwich.

Der Median lag in Gruppe II und III jeweils bei vier Tagen, so dass zu diesem Zeitpunkt 50% der Patienten bereits entlassen waren, während dies in Gruppe I erst nach sechs Tagen der Fall war. Die 25%-Quartilen der drei Gruppen unterschieden sich hingegen um jeweils einen Tag (vier vs. zwei vs. drei Tage), wobei Gruppe I den größten und Gruppe II den niedrigsten Wert aufwies. Bei den 75%-Quartilen präsentierten sich Gruppe II und III erneut identisch mit einer stationären Aufenthaltsdauer von sechs Tagen, in Gruppe I betrug sie acht Tage.



**Abbildung 24: Dauer des stationären Aufenthaltes nach erfolgter OP – Gesamtstudie**

Weiterhin enthielten alle Gruppen einige Ausreißer und Extreme, insgesamt hielt sich ihre Anzahl jedoch in Grenzen, so dass bei der Auswertung des Parameters stationäre Aufenthaltsdauer auch Mittelwerte zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse benutzt werden konnten. Patienten der Gruppe II wiesen eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer von 4,3 Tagen auf, bei Patienten der Gruppe III waren es 5,4 Tage. Gruppe I wich hingegen deutlich von den beiden anderen Gruppen ab, mit einer

mittleren Liegedauer von 7,5 Tagen war der notwendige stationäre Aufenthalt der Patienten dieser Gruppe um 3,2 Tage bzw. 2,1 Tage länger als in den Gruppen II und III. Über alle Gruppen hinweg betrachtet, betrug die durchschnittliche Aufenthaltsdauer aller in die Studie eingeschlossenen Patienten mit einfacher Handinfektion 5,8 Tage.

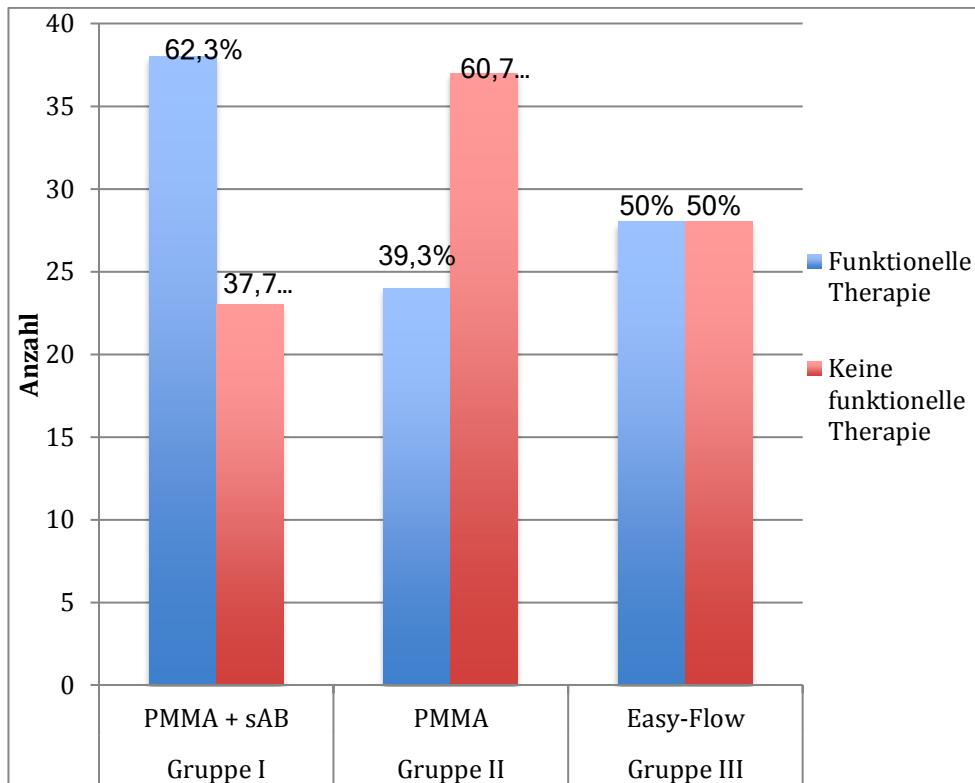
In der statistischen Auswertung bezüglich signifikanter Unterschiede zeigte sich, dass Patienten der Gruppe I eine signifikant längere Aufenthaltsdauer als Patienten der Gruppe II und III aufwiesen. Zwischen Gruppe II und III bestand hingegen kein signifikanter Unterschied. Die zugehörigen p-Werte sind in Tabelle 15 aufgelistet.

<b>Test</b>	<b>p-Wert</b>
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	<b>0,000009</b>
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	<b>0,00016</b>
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,374

**Tabelle 15: Signifikanztestung der stationären Aufenthaltsdauer**

### **3.18 Funktionelle Therapie**

Abbildung 25 zeigt wie häufig in den Studiengruppen während und/oder im Anschluss an den stationären Aufenthalt eine physio- oder ergotherapeutische Anschlussbehandlung erfolgte.



**Abbildung 25: Erfolgte und nicht-erfolgte physio- bzw. ergotherapeutische Anschlussbehandlung – Gesamtstudie**

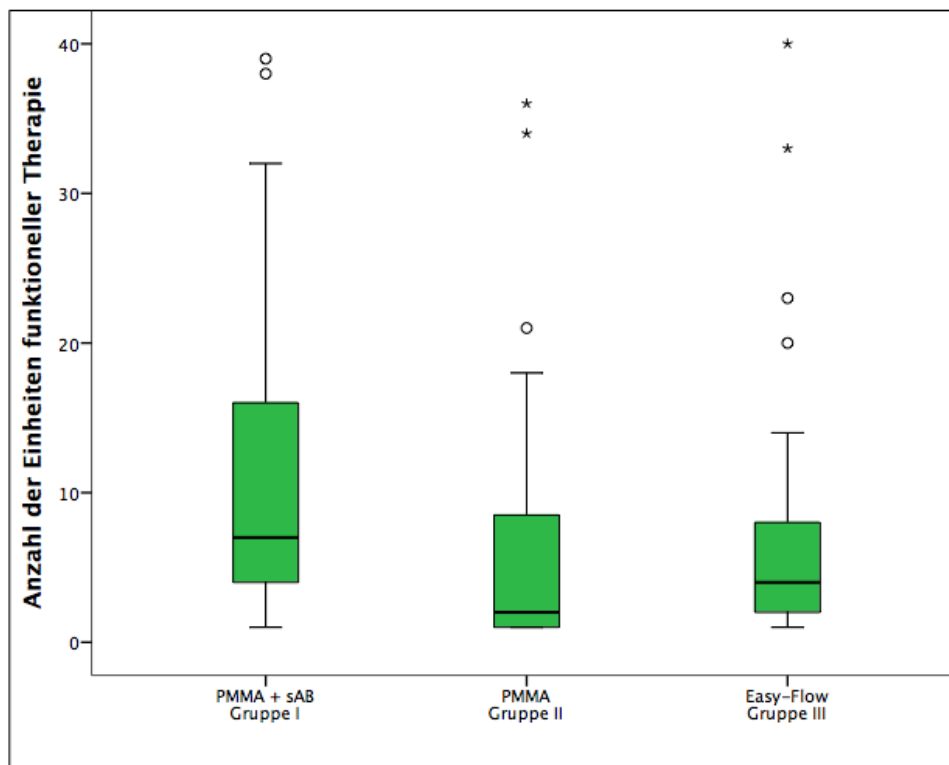
Es wurde zunächst kategoriell ausgewertet ob eine funktionelle Therapie stattfand oder nicht. So wurde in Gruppe I bei 38 Patienten ( $\hat{=}$  62,3%) und damit bei weitem am häufigsten eine funktionelle Anschlussbehandlung durchgeführt. Bei 23 Patienten ( $\hat{=}$  37,7%) dieser Gruppe erfolgte keine funktionelle Anschlussbehandlung, für zwei Patienten lagen keine Daten diesbezüglich vor. Demgegenüber war in Gruppe II eine stärkere Tendenz in Richtung keiner Therapie zu beobachten. Nur bei 24 der 61 Patienten ( $\hat{=}$  39,3%) fand hier eine funktionelle Weiterbehandlung statt, während bei den übrigen 37 Patienten ( $\hat{=}$  60,7%) keine Anschlusstherapie erfolgte. In Gruppe III war das Verhältnis zwischen erfolgter und nicht-erfolgter Therapie mit jeweils 28 Patienten exakt ausgeglichen.

Die statistische Auswertung bezüglich signifikanter Unterschiede wurde hier aufgrund der nominalskalierten Daten mittels des Chi<sup>2</sup>-Tests durchgeführt. Sie ergab, dass in Gruppe I signifikant mehr funktionelle Therapie erfolgte als in Gruppe II. Weitere signifikante Unterschiede wurden nicht beobachtet. Die zugehörigen p-Werte zeigt Tabelle 16:

Test	p-Wert
Chi <sup>2</sup> -Test Gruppe I vs. Gruppe II	<b>0,02</b>
Chi <sup>2</sup> -Test Gruppe I vs. Gruppe III	0,458
Chi <sup>2</sup> -Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,123

**Tabelle 16: Signifikanztestung der Häufigkeit erfolgter funktioneller Therapie**

In Abbildung 26 ist indes die Verteilung der Anzahl der benötigten Einheiten einer physio- oder ergotherapeutischen Anschlussbehandlung in den Studiengruppen dargestellt. Zugunsten der Übersicht und besseren Darstellbarkeit wurden zwei Extremwerte (93 sowie 50 Einheiten) aus Gruppe I nicht in die Abbildung übernommen.



**Abbildung 26: Benötigte Einheiten während einer funktionellen Anschlussbehandlung – Gesamtstudie**

Die Gruppen II und III wiesen stark komprimierte Boxen in einem niedrigen Wertebereich auf, ihre 25%- bzw. 75%-Quartilen betragen in Gruppe II eine bzw. neun Einheiten sowie in Gruppe III zwei bzw. acht Einheiten. Die Mediane lagen bei zwei Einheiten in Gruppe II sowie vier Einheiten in Gruppe III. In Gruppe I war hingegen

eine deutlich abweichende Verteilung zu beobachten. Hier erstreckte sich die Box zwischen vier und 16 Einheiten bei einem Median von sieben Einheiten, der damit 3,5mal höher als in Gruppe II sowie fast doppelt so hoch wie in Gruppe III ausfiel.

Diese Beobachtungen schlugen sich auch in der statistischen Auswertung bezüglich signifikanter Unterschiede nieder. So wurden in Gruppe I signifikant mehr Einheiten pro Therapie benötigt als in den Gruppen II und III. Zwischen den Studiengruppen II und III bestand hingegen kein signifikanter Unterschied. Die p-Werte sind in Tabelle 17 aufgelistet:

<b>Test</b>	<b>p-Wert</b>
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe II	<b>0,01</b>
M-W-U-Test Gruppe I vs. Gruppe III	<b>0,042</b>
M-W-U-Test Gruppe II vs. Gruppe III	0,456

**Tabelle 17: Signifikanztestung der pro funktioneller Therapie benötigten Einheiten**



## **4 Diskussion**

### **4.1 Bisheriger Stand der Forschung bei einfachen Handinfektionen**

In der Literatur finden sich zahlreiche Arbeiten, die die Bedeutung einer möglichst schnellen chirurgischen Intervention mit ausgiebigem Débridement, Spülung sowie suffizienter Drainage bei Handinfektionen für ein bestmögliches Endergebnis betonen(5, 11, 20, 21). Verzögerungen bei der Vorstellung im Krankenhaus, oftmals aufgrund der Bagatellisierung der häufig unscheinbar wirkenden Verletzungen, sind eine wichtige Ursachen für zurückbleibende Funktionseinschränkungen und Komplikationen während der Therapie(5, 7, 22-24). Dabei gilt je länger die Verzögerung, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Ausdehnung des Infekts sowie eines prolongierten Heilungsverlaufs(7).

Weiterhin finden sich zahlreiche Publikationen, die den Einsatz von Antibiotika entweder als adjuvanten oder aber als obligaten Bestandteil in der Therapie von Handinfektionen bewerten. Die Grundlage dieser Empfehlungen beruht allerdings lediglich auf empirischen Erfahrungswerten. Abgesehen von dieser Arbeit sowie der im Vorfeld durchgeführten Pilotstudie existieren bisher keine weiteren Studien, die den Nutzen einer begleitenden Antibiotikatherapie gegenüber dem Verzicht auf eine Antibiotikatherapie gezielt untersuchen. Allerdings wird auch in Publikationen, die einen adjuvanten Einsatz von Antibiotika empfehlen, die chirurgische Therapie als absolut notwendig und mit der größten Bedeutung für den Heilungsverlauf bewertet(11, 21, 25, 26). Weiterhin finden sich Publikationen, die in der Antibiotikatherapie zwar keine Alternative zur operativen Therapie sehen, sie allerdings nicht nur für ein supportives, sondern für ein unverzichtbares Element des Therapiekonzepts von Handinfektionen halten. Dabei wird derzeit als kalkulierte Antibiose ein Cephalosporin der ersten Generation empfohlen(21, 27). So decken Cephalosporine das bei Handinfektionen zu erwartende Erregerspektrum, bestehend aus den äußerst häufig vorzufindenden *Staphylococcus aureus* und  $\beta$ -hämolyisierende Streptokokken der Gruppe A(22, 28), sowie den gängigsten grampositiven und -negativen Bakterien breitflächig ab. Bei stärker kontaminierten Wunden bzw. bereits deutlich ausgeprägter Infektion

sollten ein Aminoglykosid sowie ein Penicillin dem Therapieplan hinzugefügt werden, um das gramnegative Spektrum besser zu erfassen(29).

Sobald besondere Konstellationen auftreten, bei denen mit speziellen Erregerspektren zu rechnen ist, wie etwa bei Bissverletzungen durch Hunde oder Katzen, werden hingegen andere Antibiosen empfohlen. So wird bei Hunde- und Katzenbissen zu einem  $\beta$ -Lactam-Antibiotikum kombiniert mit einem  $\beta$ -Lactamase-Inhibitor geraten, typischerweise Ampicilin mit Sulbactam oder Amoxicilin mit Clavulansäure. Nur so werden die regelmäßig im Speichel von Hund und Katze vorkommenden aeroben Bakterien wie Streptokokken, Staphylokokken, Moxarella und Neisseria sowie anaeroben Bakterien, insbesondere Pasteurella multocida und Pasteurella canis möglichst sicher abgedeckt(30-32). Insbesondere bei Bissverletzungen durch Katzen wird in der Literatur dringend zum begleitenden Einsatz von Antibiotika geraten, da Katzenbissverletzungen äußerst schwere Infektverläufe nach sich ziehen können. Hier sollte deshalb eine möglichst schnelle und umfassende Therapie eingeleitet werden, bestehend aus dem nach lege artis durchgeführten großzügigen chirurgischen Débridement der Infektsituation bzw. der Exzision der Bisskanäle. Des Weiteren wird begleitende Gabe eines der oben genannten Antibiotika empfohlen(30, 33). Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch die Empfehlungen zum begleitenden Einsatz von Antibiotika bei Bissverletzungen bisher lediglich auf empirischen Erfahrungswerten und nicht auf evidenzbasierten Studien beruhen.

Bei Patienten mit dringendem Verdacht auf eine Infektion mit MRSA, z.B. aufgrund eines bekannten Diabetes mellitus oder intravenösen Drogenabusus in der Vorgeschichte(8), wird hingegen eine antibiotische Abdeckung mittels Trimethoprim-Sulfamethoxazol (TMP-SMX) oder Clindamycin bei leichteren, bzw. Linezolid oder Vancomycin bei schweren Infektionen empfohlen(34, 35). Der Nutzen des Einsatzes von Cephalosporinen der ersten Generation bei durch MRSA verursachten einfachen Weichteilinfektionen wird dagegen stark bezweifelt. So konnte in einer durchgeführten Studie mit 166 Probanden kein Vorteil gegenüber dem Einsatz eines Placebos festgestellt werden(36). Dies ist insofern bedeutsam, da verschiedene epidemiologische Studien aus den USA MRSA dort inzwischen bei 53% bis 73,1% der untersuchten Patienten mit Handinfektionen als ursächlichen Erreger angeben(37-40) und aufgrund

dessen in Teilen der USA bereits MRSA-wirksame Antibiotika als kalkulierte Therapie verabreicht werden müssen(41).

Bei Patienten mit manifestem Diabetes mellitus gibt es bezüglich des Verlaufs von Handinfektionen kontroverse Forschungsergebnisse. In einer Studie aus dem Jahr 2013 wurde beim Vergleich von Patienten ohne Diabetes und Patienten mit Diabetes mellitus kein signifikanter Unterschied im Endergebnis festgestellt(42), während eine andere Studie aus dem Jahr 2006 über signifikant höhere Komplikationsraten bei Diabetespatienten berichtete(22).

Breite Übereinstimmung herrscht in der Literatur über die Notwendigkeit des Einsatzes von Antibiotika bei komplizierten Formen von Handinfektionen wie z.B. einer Beugesehnenphlegmone, einer Osteomyelitis oder einer septischen Arthritis, die nach dem in dieser Arbeit verwendeten Klassifikationssystem einer Handinfektion der Klasse II oder III entsprechen (2, 10, 43-45). Bei einfachen Handinfektionen der Klasse I ohne Befall von Sehnen, Knochen oder Gelenken finden sich in der aktuellen Literatur nur wenige Angaben oder Empfehlungen bezüglich des Einsatzes von Antibiotika. Ob aus deren Einsatz schließlich auch ein Nutzen für den Heilungsverlauf der Patienten resultiert ist ebenfalls weitestgehend ungeklärt. Bis auf Manoli et al.(6) finden sich bisher keine weiteren Publikationen, die diese Thematik gezielt untersuchen. Gerade bei Infektionen der Hand ergeben sich eine Reihe von Einflussfaktoren, die am tatsächlichen Nutzen von Antibiotika bei einfachen Handinfektionen zweifeln lassen. Hierzu zählen die speziellen anatomischen Gegebenheiten der Hand sowie die immer wieder beobachtete Verschleppung von Infekten mit teils folgenschweren Verläufen infolge des voreiligen Einsatzes von Antibiotika. Nach wie vor bleibt ein ausgiebiges und radikales chirurgisches Débridement der primär entscheidende Faktor zur Dezimierung der Erregerlast (5, 11, 20, 21).

Da bisher zum Verzicht auf Antibiotika bei einfachen Handinfektionen keine weiteren Daten vorlagen, die auf eine objektiv akzeptable Risiko-Nutzen-Bilanz schließen lassen, war im Vorfeld einer randomisierten Studie eine nicht-randomisierte Studie notwendig, um die empirische Beobachtung, dass der Verzicht auf Antibiotika bei einfachen Handinfektionen den Heilungsverlauf nicht nachteilig beeinflusst, zu bekräftigen. Vor diesem Hintergrund wurde daher sowohl diese Studie als auch die

zugrundeliegende Pilotstudie nicht-randomisiert durchgeführt, um in einem ersten Schritt zunächst evtl. bestehende Tendenzen ermitteln und untersuchen zu können, ohne Patienten im Zweifelsfall zu gefährden.

Dennoch fanden sich Publikationen, die diverse Ansatzpunkte und Hinweise für die Bearbeitung der zugrundeliegenden Fragestellung dieser Arbeit lieferten bzw. sich Teilaspekten widmeten. So ging eine Publikation aus dem Jahr 2008 zwar nicht explizit auf verschiedene Schweregrade von Handinfektionen ein, allerdings wurde hier eine begleitende Antibiotikagabe nur für gerechtfertigt gehalten, falls der Infekt nach ausführlichem Débridement nicht sicher beherrschbar erscheint, z.B. bei unklaren Infektgrenzen oder bei Verdacht auf eine septische Ausbreitung(5).

In einer weiteren Publikation aus dem Jahr 1985 wurden einige Unterformen von einfachen Handinfektionen wie Paronychien sowie sonstige subkutan bzw. subfaszial begrenzte Infektionen als keine Indikation für den Einsatz von Antibiotika deklariert. Von Unterschieden im Endergebnis durch den Verzicht auf Antibiotika wurde nicht berichtet. Für andere Unterformen, wie z.B. Phlegmonen oder dorsalseitige Furunkel wird der Einsatz von Antibiotika hingegen als erforderlich angesehen. Ab Infektionen der Klasse II werden obligat Antibiosen empfohlen(6, 25).

Letztendlich lässt sich festhalten, dass in einer Vielzahl an Publikationen der Einsatz von Antibiotika auch bei einfachen Handinfektionen nach wie vor für unentbehrlich gehalten wird(7, 24, 35, 44, 46). Allerdings basierten derartige Empfehlungen bisher lediglich auf empirischen Erfahrungswerten, bis dato waren keinerlei evidenzbasierte Studien zu finden, die diesen Sachverhalt systematisch untersuchen. Ungeachtet dessen wird aufgrund dieser Empfehlungen in vielen Kliniken weiterhin weitestgehend unreflektiert auf den Einsatz von Antibiotika bei einfachen Handinfektionen zurückgegriffen.

## **4.2 Lokalisation und Purulenz der Infektionen**

Sowohl in der Folge- als auch der Gesamtstudie stellten die dreigliedrigen Finger mit 53,4% bzw. 58,9% die mit Abstand häufigste Lokalisation von Handinfektionen dar und kommen so Angaben in der Literatur von 49% sehr nahe(26). Auch die prozentualen

Anteile von Daumen (Gesamt: 20%, Folge: 28,4%) und Metacarpus (Gesamt: 21,1%, Folge: 18,2%) decken sich annähernd mit den Angaben von 14% und 21% in der aktuellen Literatur zur Lokalisation von Handinfektionen(26).

Diese Verteilung ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Finger als Hauptgreiforgan des Menschen, gewissermaßen als die Speerspitze der Hand, in der Regel als primäre Kontaktstelle beim Tasten, Greifen, Abwehrbewegungen und vielem mehr fungieren. Infolgedessen treten dort, vor allem palmar, insgesamt erheblich häufiger Verletzungen und als Konsequenz auch häufiger Infektionen als in anderen Regionen der Hand auf. Der Daumen, der zwar ebenfalls häufig zum Greifen und Tasten eingesetzt wird, wird vermutlich aufgrund seiner zahlenmäßigen Unterlegenheit gegenüber den vier dreigliedrigen Fingern seltener verletzt. Gleiches gilt für den Metacarpus, der bei obigen Vorgängen eher sekundär eingesetzt wird. Die gegenüber der dorsalen Seite ebenfalls deutlich häufiger betroffene palmare Seite der Hand stützt diese These gleichermaßen.

Bei Betrachtung der Purulenz wird ersichtlich, dass insgesamt sehr viel mehr nicht-eitrige als eitrige Infektionen operiert wurden. Grundsätzlich spricht das Auftreten von Eiter für eine in der Regel stärker vorangeschrittene Infektion, da er meist erst mit einiger Verzögerung bei zum Teil bereits stark vorhandenen Infektzeichen auftritt. Da bei Handinfektionen die Indikation zur Operation eher rasch und großzügig gestellt werden sollte (20, 21), können so bereits viele Patienten in einem frühen Infektionsstadium operiert werden, noch bevor es zur Bildung von Eiter kommt. Hinzukommend wurden weit fortgeschrittene Infektionen, die bereits auf Sehnen, Knochen oder Gelenke übergegriffen hatten und so nicht mehr zu den leichten Handinfektionen zählen, nicht in diese Studie mitaufgenommen.

Weiterhin wurden in Gruppe III (33,9%) weniger eitrige Infekte operiert als in den beiden übrigen Gruppen (Gruppe I: 44,4%, Gruppe II 39,3%). Vor allem Gruppe I stach hier durch besonders viele eitrige Fälle hervor. Dies könnte für einen bevorzugten Einsatz von Antibiotika bei weiter fortgeschrittenen leichten Handinfektionen durch die Operateure sprechen.

### **4.3 Infektionsursachen**

Im Rahmen der Gesamtstudie konnten Bissverletzungen (18,8%) durch Katzen (13,5%) und Hunde (5,3%) gefolgt von einliegenden Fremdkörpern (18,2%), Schnittverletzungen (15,8%), Stichverletzungen (14,1%) sowie Dornenstiche (11,8%) als häufigste Infektionsursachen identifiziert werden. Weitere Ursachen wurden nur marginal beobachtet. Die Häufigkeit des Auftretens von Dornenstichen, Schnittverletzungen und Fremdkörpern sowie Bissverletzungen stimmen mit Angaben der aktuellen Literatur weitestgehend überein, die geringste Übereinstimmung ergibt sich dabei mit einer Differenz von weniger als acht Prozentpunkten bei Bissverletzungen (Studie: 18,8% vs. Literatur: 11%).

Interessant zeigte sich dabei die Verteilung innerhalb der Gruppen. So traten Bissverletzungen deutlich häufiger in den Gruppen I bzw. II auf (41% bzw. 38% vs. 22%), sie wurden also bevorzugt unter zusätzlichem Einsatz von Antibiotika therapiert. Dies ist wohl in erster Linie auf das besondere Keimspektrum in der Maulflora von Hunden und Katzen (insbesondere der Spezies *Pasteurella*) zurückzuführen sowie der damit verbundenen Sorge vor einer schnellen und schwer kontrollierbaren Infektprogredienz(32).

Trotz auffälliger Häufungen in einzelnen Gruppen (siehe Kapitel 3.4) konnten für andere Infektionsursachen als Bissverletzungen in der aktuellen Literatur keine spezifischen Therapieempfehlungen gefunden werden, so dass hier bei der Wahl der entsprechenden Therapie von Erfahrungswerten der Operateure diesbezüglich ausgegangen werden muss. Dabei ist zu bedenken, dass auch die spezifischen Empfehlungen zum Einsatz verschiedener Antibiotika im Rahmen von Bissverletzungen letztendlich ebenfalls lediglich empirischen Erfahrungswerten entsprechen, da bisher keine evidenzbasierte Grundlage im Sinne einer gezielten systematischen Untersuchung zur grundsätzlichen Notwendigkeit des Einsatzes von Antibiotika besteht.

#### **4.3.1 Bissverletzungen**

Bislang herrscht in der aktuellen Literatur die Ansicht, dass durch Tierbisse, insbesondere durch Katzen und Hunde, verursachte Verletzungen und Infektionen

zeitnah neben der operativen Sanierung antibiotisch abgedeckt werden sollten(33, 47). Dies geht auf die hohen Infektionsraten nach Bissverletzungen zurück. Hier finden sich in der aktuellen Literatur allgemeine Angaben zwischen 2% und 30%(48, 49). Für Bissverletzungen im Bereich der Hände werden hingegen abweichende und deutlich höhere Infektionsraten angegeben, sie liegen hier bei 30% - 40%(31, 50) und sind auf die dortigen anatomischen Besonderheiten zurückzuführen (siehe 1.1). Weiterhin muss zwischen Hunden und Katzen als Verursacher der Bissverletzung differenziert werden. Dabei sind Hundebisse infolge der kräftigen Kiefer und stumpfen Zähne dieser Tiere vor allem mechanisch destruktiv und führen zu großflächigeren Riss-, Quetsch- und Platzwunden mit zum Teil erheblicher Gewebedestruktion. Da diese Verletzungen jedoch oft eher oberflächlich und gut zu säubern sind sowie Wundsekrete gut abfließen können, gehören die Infektionsraten nach Hundebissverletzungen zu den niedrigsten aller Säugetiere und werden mit 2% - 20% für Hundebissverletzungen im Allgemeinen(32, 51) sowie mit 30% für Bissverletzungen im Bereich der Hände angegeben(50). Katzenbissverletzungen sind hingegen deutlich weniger destruktiv, oft sind lediglich die Bisskanäle in Form punktueller Wunden sichtbar, welche in erster Linie durch die langen Fangzähne dieser Tiere verursacht werden. Als Folge der schmalen sowie äußerst spitzen und scharfen Zähne reichen die Verletzungen oft deutlich tiefer als vermutet. So dringen sie ohne weiteres bis in tiefe Gewebeschichten ein, wodurch Krankheitserreger in diese Gebiete gelangen. Dabei dringen sie zum Teil auch in physiologisch abgeschlossene Kompartimente wie Sehnen(-scheiden), Knochen oder Gelenke vor und können so zu schwerwiegenden Infekten wie Tendinitis/Tendovaginitis, septischer Arthritis, Osteomyelitis oder tiefen Abszessformationen führen(30, 52, 53). Das tiefere Eindringen von Erregern, verbunden mit der schlechten Drainage von Wundsekret infolge der kleinen und sich oft schnell wieder verschließenden Bisskanäle führt zu den deutlich höheren Infektionsraten nach Katzenbissen. Diese werden je nach Körperregion meist zwischen 30% - 50% angegeben, seltener finden sich Angaben von bis zu 80%(32, 48, 50, 51, 53).

Die hohe Zahl an Infektionen ist allerdings auch auf das spezielle Keimspektrum in der Maulflora dieser Tiere zurückzuführen. So findet sich im Speichel von Hunden und Katzen in der Regel eine Mischung aus aeroben und anaeroben Erregern, wobei in der

Literatur von einem erhöhten Risiko für schwere Infektverläufe berichtet wird, sobald anaerobe Erreger nachgewiesen werden(49). Insbesondere Bakterien der Spezies Streptococcus, Staphylococcus, Neisseria, Fusobacterium sowie Bacteroides sind häufig bei Bissverletzungen durch diese Tiere nachweisbar. Bei Katzen finden sich zudem typischerweise Erreger der Spezies Moraxella sowie Porphyromonas während bei Hunden gehäuft Capnocytophaga canimorsus anzutreffen ist(31, 32). Die am häufigsten nachgewiesenen Pathogene stellen bei beiden Tieren jedoch Erreger der Spezies Pasteurella dar. Bei Katzen findet sich Pasteurella multocida (seltener Pasteurella septica) in bis zu 75% der Abstriche, bei Hunden hingegen Pasteurella canis mit einem Nachweis in bis zu 50% der Abstriche(32). Dabei wird insbesondere Pasteurella multocida als ursächliches Pathogen für 50% - 80% der Infektionen nach Katzenbissverletzungen verantwortlich gemacht(50). Innerhalb dieser Studie wurde Pasteurella multocida bei 69,6% der Katzenbissverletzungen nachgewiesen sowie Pasteurella canis bei 50% der Hundebissverletzungen mit Erregernachweis, womit diese Ergebnisse fast identisch zu den Angaben der Literatur ausfielen. Bei Pasteurellen handelt es sich grundsätzlich um gramnegative Kurzstäbchen, die häufig zu rasch fortschreitenden Infekten mit zum Teil erheblicher Destruktion des Gewebes führen und daher einen sehr zügigen Therapiebeginn erfordern(30, 33, 47). Als Antibiotikum wird häufig ein  $\beta$ -Lactam-Antibiotikum in Kombination mit einem  $\beta$ -Lactamase-Inhibitor wie Amoxicilin + Clavulansäure oder Ampicilin + Sulbactam empfohlen(30-32). Bei Clindamycin, Erythromycin, Cephalosporinen der ersten Generation sowie Aminoglykosiden wird in der Literatur hingegen von häufigen Resistenzen bei typischen Erregern der Maulflora berichtet(31, 32, 52). Bezüglich einer prophylaktischen Gabe dieser Antibiotika ohne operative Exzision bzw. Sanierung der Bisskanäle kam eine Studie mit 150 Patienten, darunter 69 Patienten mit Bissverletzungen im Bereich der Hände, zu kontroversen Ergebnissen. So profitierte die Gruppe der 131 Patienten mit Bissverletzungen jünger als neun Stunden nicht von einer prophylaktischen Antibiotikagabe, wiesen also keine signifikant geringeren Infektionsraten auf. Bei Bissverletzungen älter als neun Stunden konnte die Infektionsrate hingegen durch prophylaktische Gabe von Amoxicillin/Clavulansäure signifikant reduziert werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Studiengruppe der



Patienten mit Bissverletzungen älter als neun Stunden lediglich 19 Probanden umfasste und die Aussagekraft dementsprechend gering zu bewerten ist(54).

Im Rahmen der Folgestudie wurden insgesamt 32 Bissverletzungen erfasst. Sie stellten mit 36% den größten Anteil der Infektionsursachen und wurden in jeder der drei Studiengruppen therapiert. Allerdings wurden, vermutlich aufgrund des bestehenden Credos in der Literatur verbunden mit der freien Therapiewahl durch den Chirurgen, die Mehrzahl der Bissverletzungen mit 13 bzw. 12 Fällen in den Gruppen I und II therapiert und entsprachen damit 39,4% bzw. 38,7% der Fälle dieser Gruppen. Nichtsdestotrotz machten Bissverletzungen auch in Gruppe III mit sieben Fällen ( $\cong$  26,9%), der Großteil davon verursacht durch Katzen (86%), einen erheblichen Anteil unter den Infektionsursachen aus.

Betrachtet man die Endergebnisse der verschiedenen Gruppen, so konnten keine erhöhten Revisionsraten oder bestehende Nachteile im Heilungsverlauf der Patienten der Gruppe III, die gänzlich ohne Antibiotika therapiert wurden, festgestellt werden.

Trotz der geringen Fallzahl (N=32) sollte daher der bisher weitestgehend als obligat angesehene Einsatz von Antibiotika bei durch Bissverletzungen verursachten einfachen Handinfektionen zukünftig hinterfragt und überdacht werden. Viel entscheidender erscheint auch bei Bissverletzungen die zeitnahe und ausgiebige chirurgische Sanierung des Infektgebietes als der begleitende Einsatz von Antibiotika. Somit können die vorliegenden Ergebnisse einen Impuls geben, diesen Sachverhalt weiter zu untersuchen und mittels größerer Fallzahlen signifikante und aussagekräftige Ergebnisse zu ermöglichen. Da Bissverletzungen eine sehr häufige Verletzungs- und Infektionsursache darstellen und eine Vielzahl an Patienten betreffen, würden hier weitere Forschungsergebnisse auf ein breites Interesse stoßen.

#### **4.4 Erregerspektrum**

Bei der Auswertung des in den Wunden nachgewiesenen Erregerspektrums ergab sich bei den häufigsten Bakterien eine weitestgehende Übereinstimmung mit den Angaben der aktuellen Literatur (22, 28, 37). So wurde bei 32,7% aller Probanden, denen intraoperativ ein Abstrich entnommen wurde, *Staphylococcus aureus*

nachgewiesen, der somit klar den am häufigsten vorkommenden Erreger darstellte. Das ebenfalls sehr häufig nachgewiesene Bakterium *Pasteurella multocida* ist auf die Einbeziehung von Bissverletzungen, insbesondere durch Katzen, in der Folgestudie zurückzuführen und wurde in der Folgestudie sogar noch häufiger als *Staphylococcus aureus* nachgewiesen. Die nächsthäufiger nachgewiesenen Bakterien stellten *Staphylococcus epidermidis*, vergrünende Streptokokken sowie  $\beta$ -hämolyisierende Streptokokken dar. *Escherichia coli*, das in der Literatur ebenfalls als einer der häufigsten ursächlichen Erreger nach Staphylokokken und Streptokokken angegeben wird(3, 9), konnte weder im Rahmen der Folgestudie noch der Gesamtstudie nachgewiesen werden. Dies könnte zum einen auf regionale Unterschiede zurückzuführen sein, da jede Klinik und Region ein für sie spezifisches mikrobiologisches Erregerspektrum aufweist. Zum anderen ist die Ursache der Infektion häufig entscheidend für die mikrobiologische Besiedlung der Wunde. Da sich in der entsprechenden Literatur keine Angaben zur Zusammensetzung der Infektionsursachen finden ließen, ist ein Vergleich der jeweiligen Erregerspektren nur unter Vorbehalt möglich.

Mischinfektionen mit üblicherweise 2-3 verschiedenen Erregern fanden sich bei 29,2% der Probanden. In der Literatur wurden hierzu Angaben von bis zu 84% gefunden(55), dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Studien größtenteils aus den USA stammen. In einer Studie aus Dänemark hingegen lag bei lediglich 11,7% von 418 eingeschlossenen Patienten eine Mischinfektion vor(22). Diese Divergenzen lassen sich somit ebenfalls durch regionale Unterschiede sowie die jeweiligen Infektionsursachen erklären, so gehen beispielsweise Bissverletzungen sehr häufig mit Mischinfektionen einher.

In den Studiengruppen mit Antibiotikaeinsatz (Gruppe I und II) waren 102 der insgesamt 137 ( $\cong$  74,5%) nachgewiesenen Erreger sensibel gegenüber einem oder beiden der verwendeten Antibiotika. Demgegenüber wiesen sechs ( $\cong$  5,8%) Erreger Resistenzen auf. In Gruppe I zeigten drei Patienten teilresistente Erreger (zwei gegenüber Cefazolin, einer gegenüber Gentamicin) während zwei Patienten Erreger mit Resistenzen gegenüber beiden eingesetzten Antibiotika aufwiesen. In Gruppe II wurde bei nur einem Patienten ein Erreger mit Resistenz gegenüber dem hier lokal verwendeten Gentamicin beobachtet. Somit profitierten insgesamt sechs der 106

Patienten ( $\cong 5,7\%$ ) mit entnommenem Abstrich aus den Gruppen I und II nicht oder nur begrenzt von dem zusätzlichen Einsatz von Antibiotika. Dieser Wert ist jedoch unter Vorbehalt zu betrachten, da bei 34 der 137 ( $\cong 24,6\%$ ) in Gruppe I und II nachgewiesenen Erreger keine Resistenztestung bei Mischinfektionen vorlag. Gründe für ein unvollständiges Antibiogramm könnten dabei sein, dass eine Testung des Wirkstoffs bei bestimmten Erregern nicht möglich war, die Testung nicht empfohlen war, da sie keine klinische Relevanz besaß, oder aber das aufgrund einer bekannten intrinsischen Resistenz des Erregers das entsprechende Antibiotikum im Antibiogramm nicht genannt wird. Somit bleibt unklar ob sich unter diesen 34 Erregern evtl. weitere resistente Erreger befanden.

Die Betrachtung des Verlaufs der sechs Patienten mit resistenten Erregern ergab folgendes: Einer der Patienten (Gruppe II, Resistenz gegenüber Gentamicin) schnitt bei nur einem der fünf zur Verlaufsbeurteilung gewählten Parametern, der Schienungsdauer, schlechter als der Großteil der übrigen Probanden ab. Bezüglich der vier übrigen Verlaufsparameter waren keine Differenzen im Vergleich zum Gesamtkollektiv feststellbar. Bei einem weiteren Probanden (Gruppe I, Resistenz gegenüber Cefazolin) verblieben nach drei Monaten in der zweiten Verlaufsuntersuchung geringe Flexions- und Extensionsdefizite (1cm bzw. 0,5cm). Dies stellte sowohl beim FKHA als auch beim FNTA einen Ausreißer dar. Auch bei diesem Probanden waren bei den übrigen Verlaufsparametern keine Abweichungen vom Gesamtkollektiv zu beobachten. Dies gilt auch für die vier übrigen Patienten, die verglichen mit dem Gesamtkollektiv bei keinem der Verlaufsparameter unterdurchschnittliche Ergebnisse erzielten. Somit konnte auch bei dieser Patientengruppe mit nachgewiesener antibiotischer Resistenz keine überdurchschnittlich schlechteren Verläufe beobachtet werden.

Somit kann dieses Ergebnis, trotz der geringen Fallzahl, einen weiteren wichtigen Impuls in die Richtung liefern, dass der zusätzliche Einsatz von Antibiotika den Patienten keinen Mehrertrag oder Vorteil weder in der kurz- noch in der langfristigen Rekonvaleszenz nach einfachen Handinfektionen bietet. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen der Literatur. So konnten in einer Studie kein Zusammenhang zwischen nachgewiesenen Resistenzen der Erreger gegen verwendete Antibiotika (Cefamandol bzw. Methizillin) und der Rekonvaleszenz nach einer Handinfektionen nachgewiesen

werden(55). In einer weiteren Arbeit wurde gezeigt, dass die prinzipielle prophylaktische Gabe von Antibiotika im Anschluss an Operationen ebenso nicht zwingend erforderlich ist(56). Diesbezüglich ist insbesondere bei prophylaktischen Antibiotikagaben zu bedenken, dass der unbedachte Einsatz von Antibiotika auch bei einfachen bzw. sehr leichten Infektionen zu einer Verschleierung der Entzündungssymptomatik führen kann, die sich so, weitgehend unbemerkt, weiter in die Tiefe ausbreiten können. Auf diese Weise können sich ursprünglich einfache Infekte zu äußerst komplizierten Infektionen entwickeln, verbunden mit einer Vielzahl an möglichen Komplikationen(5).

Bei 26,5% der entnommenen Abstriche wurden keine Erreger im Wundabstrich nachgewiesen. Dies könnte für eine durch sonstige Pathogene wie Viren oder Pilze verursachte Infektion oder für eine ungenügende Menge pathogener Erreger im entnommenen Abstrich sprechen. Ebenso mögliche Ursache sind ohne Anwesenheit von Erregern ablaufende Entzündungsreaktionen. Weiterhin könnten die ursächlichen Erreger zum Entnahmezeitpunkt bereits nicht mehr in der Wunde vorhanden gewesen sein. In der Literatur konnten bei 11% und 30% der Abstriche keine Erreger nachgewiesen werden. Dies stimmt so mit dem Ergebnis dieser Studie weitestgehend überein(8, 22, 26).

#### **4.5 Operationsdauer**

Die Auswertung der Operationsdauer ergab, dass der Ersteingriff bei Patienten der Gruppe I signifikant länger dauerte. Dabei fiel die durchschnittliche Operationsdauer in Gruppe I mit 39,6min um 8,7min länger aus als in Gruppe II (Mittelwert 30,9min) sowie um 10,6min länger als in Gruppe III (Mittelwert 29,0min). Die Differenz von 1,9min zwischen den Gruppen II und III erwies sich hingegen als nicht signifikant.

Da die jeweiligen operativen Verfahren sich zeitlich nicht wesentlich unterscheiden, könnte diese Tatsache die These einer inhomogenen Verteilung von schwereren und leichteren einfachen Handinfektionen auf die drei Studiengruppen aufgrund der Auswahl des Therapieverfahrens durch den Operateur stützen. Hierdurch ergäbe sich, dass schwerere einfache Handinfektionen, welche auch mit einem erhöhten operativen Aufwand assoziiert sind, bevorzugt mit intensiverem Einsatz von Antibiotika therapiert

wurden und so der Studiengruppe I zugeteilt wurden. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die individuelle Operationsgeschwindigkeit der jeweiligen Operateure, die sich bei der relativ großen Patientenzahl der Gesamtstudie allerdings in etwa gleichem Maße auf die verschiedenen Patientengruppen verteilt haben dürfte.

#### **4.6 Entzündungsparameter**

Ein weiteres Indiz für eine ungleichmäßige Verteilung von schwereren bzw. leichteren einfachen Infektionen auf die Studiengruppen ergibt sich aus der Auswertung der Entzündungsparameter. So war hier zu beobachten, dass Probanden der Gruppe I signifikant höhere CRP-Werte zum Zeitpunkt der Aufnahme aufwiesen als die der Gruppen II und III. Zwischen den Gruppen II und III war kein signifikanter Unterschied festzustellen. In Gruppe II fielen die Werte auffallend niedrig aus, hier lagen 20 der 38 Probanden ( $\cong 52,3\%$ ), bei denen zum Aufnahmezeitpunkt eine Laboruntersuchung durchgeführt wurde, im CRP-Referenzbereich, wiesen also trotz klinisch bestehender Infektion keine CRP Erhöhung auf.

Das CRP als relativ sensibler Entzündungsmarker ist in seiner Höhe mit dem Schweregrad von akuten Infektionen assoziiert und gilt als sehr sensitiver Parameter für die Diagnosestellung einer akuten bakteriellen Infektion. Eine aktuelle Studie mit 153 Patienten zeigte jedoch, dass die Abgrenzung einer Handinfektion von anderen Differentialdiagnosen wie etwa der Gicht mittels des CRPs nur schlecht möglich ist(57). Daher spielt das klinische Bild einer Handinfektion die entscheidende Rolle für die Indikationsstellung zur Durchführung eines chirurgischen Débridements.

Bei den Leukozyten als weiterem Entzündungsparameter konnten kaum nennenswerte Unterschiede der Messwerte zwischen den Gruppen festgestellt werden. Dies stimmt mit den Angaben der aktuellen Literatur überein(57). Nur wenige Patienten (20 von 126 Patienten mit laborchemischer Untersuchung  $\cong 15,9\%$ ) wiesen zum Zeitpunkt der Aufnahmeuntersuchung eine über den Referenzbereich erhöhte Leukozytenzahl auf, während klinisch bereits eindeutig eine Infektion der Hand

bestand. Dahingegen befanden sich die Leukozytenzahlen bei 106 der 126 Probanden ( $\cong 84,1\%$ ) innerhalb des Referenzbereiches.

Beim direkten Vergleich der beiden Entzündungsparameter miteinander war zu beobachten, dass bei einfachen Handinfektionen die Sensitivität des CRPs der Leukozytenzahl deutlich überlegen war. So wiesen 74 der 124 Patienten ( $\cong 59,7\%$ ) deren CRP präoperativ bestimmt wurde eine CRP-Erhöhung auf. Bei der Leukozytenzahl waren es hingegen lediglich 20 von 126 Patienten ( $\cong 15,9\%$ ). Das CRP erwies sich damit als der deutlich sensiblere Entzündungsparameter bei einfachen Handinfektionen. Zurückzuführen ist dies auf das Verhalten der Leukozyten bei einem Entzündungsreiz. Grundsätzlich kommt es bei einer akuten Infektion zum Anstieg der Leukozytenzahl infolge der Entleerung unreifer Leukozytenvorstufen aus den Speichern des Knochenmarks. Da es sich bei der Ausschüttung heranreifender Leukozyten jedoch mehr oder weniger um eine Art Notfallreaktion des Organismus zur Abwehr einer bedrohlichen Infektion handelt, wird diese Reaktion erst bei entsprechender Notwendigkeit ausgelöst, es muss also ein adäquat starker Entzündungsreiz bestehen. Im Vorfeld dieser Reaktion versucht der Körper die Infektion auf anderen Wegen zu beherrschen.

Bei einfachen Handinfektionen handelt es sich jedoch meist um Infektgeschehen eher geringeren Ausmaßes, die zudem lokal auf die Hand bzw. einzelne Partien der Hand beschränkt sind. Infolgedessen ist der von einfachen Handinfektionen ausgehende Stimulus in der Regel wohl zu gering um die Ausschüttung heranreifender Leukozyten aus den Speichern des Knochenmarks zu bewirken. Dementsprechend waren bei der Mehrheit der Patienten keine erhöhten Leukozytenzahlen zu beobachten. Beim CRP besteht diese Art „Schwellenwert“, im Sinne eines ausreichend starken Entzündungsreizes der zur Ausschüttung führt, hingegen nicht. Das CRP wird als akute-Phase-Protein auch bei geringen Entzündungsreizen kontinuierlich von der Leber gebildet und ins Blut abgegeben, die Syntheseleistung steigt dabei mit der Schwere der Infektion an.

Eine dänische Studie aus dem Jahr 2006, die u.a. bei 108 Patienten mit Handinfektion die beiden Entzündungsparameter CRP und Erythrozytensedimentationsrate (ESR) miteinander verglich, kam zu dem Ergebnis, dass die ESR dem CRP als diagnostischem

Test bei Handinfektionen signifikant überlegen ist(22). So war die ESR bei 72 Patienten ( $\cong 66,7\%$ ) erhöht während nur 22 Patienten ( $\cong 20,4\%$ ) eine CRP-Erhöhung aufwiesen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Cut-Off-Wert des CRPs in der dänischen Studie (Referenzbereich:  $< 10 \text{ mg/l}$ ) doppelt so hoch angesetzt wurde wie im Rahmen der Pilot- und Folgestudie (Referenzbereich:  $< 5 \text{ mg/l}$ ). Mittels des niedrigeren Cut-Off-Wertes von  $5 \text{ mg/l}$  wurden in der Gesamtstudie ähnlich sensitive Werte erreicht (CRP-Erhöhung bei  $59,7\%$ ) wie bei der ESR ( $66,7\%$ ). Das Ergebnis der dänischen Studie kann daher nicht bestätigt werden. So hat die Wahl eines geeigneten Referenzbereichs entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis und sollte daher sorgfältig bedacht werden. Nichtsdestotrotz scheint die ESR bei Handinfektionen einen weiteren sensitiven diagnostischen Parameter darzustellen und könnte in zukünftigen Arbeiten als zusätzlicher Parameter miteingeschlossen und weiter untersucht werden.

Abschließend ist bei den Leukozyten sowie dem CRP bei der Beurteilung von Infektionen zu beachten, dass sie eine gewisse Unschärfe aufweisen. So werden sie nicht nur durch Infektionen, sondern auch durch vielfältige andere Ursachen beeinflusst, wie etwa durch Stress, Rauchen, Medikamente und chronische Erkrankungen, um nur einige zu nennen(58). Bei beiden Entzündungsparametern ist zu berücksichtigen, dass sie tendenziell bei bakteriellen Infektionen deutlich stärker ansteigen, während sie beispielweise bei viralen Infektionen nicht oder nur kaum erhöht sein können, wobei viral bedingte Handinfektionen lediglich Ausnahmereischeinungen darstellen. Ebenso ist zu beachten, dass sich beide Parameter bei akuten und chronischen Infektionen unterschiedlich verhalten. So können beispielsweise bei chronischen Infektionen normale oder niedrigere CRP-Werte vorliegen, als dies bei akuten Infektionen der Fall wäre.

## **4.7 Revisionsrate**

Die Revisionsrate stellt im Allgemeinen einen bedeutenden Indikator für den Erfolg einer operativen Therapie bzw. für im Anschluss der Operation auftretende Komplikationen dar. Für eine differenzierte Beurteilung des Endergebnisses ist sie jedoch weniger geeignet, da eine operative Revision nur als Ultima Ratio bei persistierender bzw. aggravierender Infektsituation erfolgt. Sie ermöglicht daher nur

eine grobe dafür allerdings sehr prägnante Einschätzung über den grundsätzlichen Erfolg eines operativen Eingriffs.

Innerhalb des Gesamtdatensatzes war zwischen den einzelnen Gruppen kein signifikanter Unterschied festzustellen. Entscheidend für die Fragestellung dieser Studie war, dass somit kein nachteiliger Effekt auf die Zahl der notwendigen Revisionen durch den Verzicht auf Antibiotika beobachtet werden konnte.

## **4.8 Schienungsdauer**

Innerhalb der Parameter dieser Studie war die Ruhigstellungsdauer mittels Schiene der aussagekräftigste Indikator zur Beurteilung des Rekonvaleszenzverlaufs. Eine kurze Schienungsdauer korreliert dabei mit einem schnellen Rückgang der Entzündungszeichen bzw. einem guten Heilungsverlauf, während eine lange Schienungsdauer für länger persistierende Entzündungszeichen und einen prolongierten Heilungsverlauf spricht. Dabei ist ein grundsätzlicher Einflussfaktor, der sich bei diesem Parameter ergibt, der Spagat zwischen der positiven Beeinflussung der Wundheilung durch die bestehende Schienung gegenüber dem positiven Einfluss einer frühzeitigen Beübung auf die Funktionalität der Hand.

Bei der Auswertung der Schienungsdauer präsentierte sich Gruppe I mit einer signifikant längeren Schienungsdauer als Gruppe II. Weitere signifikante Unterschiede wurden nicht beobachtet. Die Dauer der Ruhigstellung war dabei in Gruppe I ein bzw. zwei Tage länger als in den Gruppen II und III. Gruppe II wies, wenn auch nur mit geringem Abstand zu Gruppe III, durchgängig die geringste Schienungsdauer auf. Da die Dauer der Schienung durch das Vorhandensein lokaler Entzündungszeichen bestimmt wird, kann hier von keinem Vorteil bei der Wundheilung durch den Einsatz von Antibiotika ausgegangen werden. Ebenso wenig führte der Verzicht auf eine begleitende antibiotische Therapie zu einer längeren Ruhigstellungsdauer und dementsprechend auch zu keiner prolongierten bzw. nachteilhaften Rekonvaleszenz.



## **4.9 Fingerkuppenhohlhandabstand**

Bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für diesen Parameter konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studiengruppen beobachtet werden. Hinsichtlich des sich in den Verlaufsuntersuchungen widerspiegelnden Rekonvaleszenzverlaufs war zu beobachten, dass sich die Gruppen untereinander äußerst homogen präsentierten. Insbesondere war in der Verlaufsuntersuchung 2 in jeder der Gruppen, bis auf wenige Ausreißer, kein FKHA mehr vorhanden und damit bei diesem Parameter eine völlige Rekonvaleszenz erzielt worden. Da bei keiner der Gruppen signifikant mehr bestehende Defizite beobachtet wurden, lässt sich bei diesem Parameter also zusammenfassend festhalten, dass hier durch den Verzicht auf Antibiotika kein Nachteil im funktionellen Endergebnis bestand.

## **4.10 Fingernageltischabstand**

Beim Fingernageltischabstand ergab sich gegenüber dem Fingerkuppenhohlhandabstand ein abweichendes Ergebnis. So wies Gruppe II gegenüber Gruppe I in Verlaufsuntersuchung 1 ein signifikant geringeres Streckdefizit auf. Weitere signifikante Unterschiede wurden nicht beobachtet.

In Verlaufsuntersuchung 2 zeigte sich bei der großen Mehrheit der Patienten eine vollständige Rekonvaleszenz. Jede der Studiengruppen enthielt zudem einige wenige Ausreißer. Bezüglich der Fragestellung, ob der Verzicht auf eine begleitende antibiotische Therapie zu negativen Folgen für den Heilungsverlauf führt, konnten keine entsprechenden Anhaltspunkte gefunden werden. Auch bei diesem Parameter ließ sich infolge des Verzichts auf Antibiotika kein nachteiliger Effekt auf den Rekonvaleszenzverlauf, weder in Verlaufsuntersuchung 1 noch in Verlaufsuntersuchung 2 beobachten.

## **4.11 Kapanji – Index**

Wie bereits erwähnt, wurde als Maß für die Opponierbarkeit des Daumens bei Probanden mit Daumenbeteiligung der Kapanji-Index verwendet. Dieser war für die

Patienten mit Hauptbeteiligung des Daumens der entscheidende Parameter zur Beurteilung des Heilungsfortschrittes. Diese Subgruppe innerhalb der Studiengruppen fiel verhältnismäßig klein aus. Bei den übrigen Probanden zeigte sich nur in Ausnahmefällen neben der Hauptbeteiligung von Mittelhand oder dreigliedrigen Fingern eine Mitbeteiligung des Daumens. Die geringe Fallzahl ( $N_{\text{Gesamt}} = 36$ ) ist bei der Beurteilung der Ergebnisse also zu berücksichtigen.

Bei der Verlaufsuntersuchung 1 zeigte sich in allen drei Gruppen ein starker Anstieg der Kapanji-Indizes, respektive nur noch gering vorhandene Opponierungsdefizite. In Verlaufsuntersuchung 2 wiesen alle Probanden, bis auf einen Ausreißer in jeder der Gruppen, die volle Opponierbarkeit des Daumens auf. Statistisch signifikante Unterschiede konnten nicht festgestellt werden. Auch hier kann also von keinem signifikanten kurz- oder langfristigen Vorteil infolge der Antibiotikagabe ausgegangen werden. Ein Nachteil oder ein negativer Effekt infolge des Verzichts auf Antibiotika konnte ebenfalls nicht festgestellt werden.

#### **4.12 DASH – Score**

Bei den Ergebnissen des DASH-Scores ist zu berücksichtigen, dass es sich dabei um die subjektive Einschätzung der Patienten handelt. So wurden bei objektiv in gleichem Umfang bestehenden Defiziten, beispielsweise bei der Flexion der dreigliedrigen Finger, die daraus resultierenden Einschränkungen für den persönlichen Alltag durch die Probanden teilweise erheblich unterschiedlich bewertet. Allerdings war es durchaus möglich, vorliegende Tendenzen bezüglich der Alltagsbewältigung im Heilungsverlauf aufzuzeigen. Diese bieten wiederum eine Orientierung, wie die Patienten die Schwere ihrer Einschränkungen in der Alltagsbewältigung erlebten.

In der statistischen Auswertung der Ergebnisse zeigten sich weder in Verlaufsuntersuchung 1 noch in Verlaufsuntersuchung 2 signifikante Unterschiede zwischen den Studiengruppen. Dennoch war zu beobachten, dass Gruppe III in beiden Verlaufsuntersuchungen konstant die besten DASH-Scores aufwies. Dabei ist allerdings auch die Verteilung der Infektlokalisationen innerhalb der Gruppen zu berücksichtigen. So wird ein Infekt im Bereich der dreigliedrigen Finger oder am Daumen oftmals mit stärkeren Einschränkungen im Alltag erlebt als beispielsweise ein Infekt im Bereich der

Mittelhand. Da in Gruppe III prozentual mehr Infekte im Bereich des Metacarpus vorkamen als in den Gruppen I und II (Gesamtstudie: 25% gegenüber 19% bzw. 20%), könnte dies zumindest teilweise als Erklärungsansatz für die geringeren Alltagseinschränkungen verbunden mit niedrigeren DASH-Scores dienen.

In Verlaufsuntersuchung 2 zeigte sich erneut in jeder der Gruppen eine vollständige Rekonvaleszenz mit den minimal möglichen DASH-Scores bei der Mehrheit der Probanden. Gering bestehende Defizite, die sich in etwas höheren DASH-Scores präsentierten, waren in geringem Umfang und relativ homogen verteilt in jeder der Gruppen auszumachen.

Somit konnten auch bei der Alltagsbewältigung keine wesentlichen Unterschiede im Heilungsverlauf zwischen den Studiengruppen durch die Gabe bzw. den Verzicht auf Antibiotika festgestellt werden.

#### **4.13 Schmerzen**

Aufgrund fehlender Messmethoden zur objektiven Quantifizierung von Schmerzen sowie des grundsätzlich individuellen Schmerzempfindens handelt es sich auch bei dieser Auswertung um eine subjektive Einschätzung des Patientenkollektivs. Die Schmerzwahrnehmung der Patienten wurde dabei mit Hilfe der numerischen Rating-Skala (NRS) erfasst. Grundsätzlich konnte zwischen den Studiengruppen kein signifikanter Unterschied in der Schmerzwahrnehmung nachgewiesen werden.

Zum Aufnahmezeitpunkt war im Schmerzempfinden der Patienten kein einheitlicher Trend erkennbar, vielmehr war eine breite Streuung über die beinahe gesamte NRS zu beobachten. Die drei Studiengruppen präsentierten sich untereinander mit einer sehr ähnlichen Verteilung der Daten. So variierten die Mediane um nur maximal einen Punkt auf der NRS.

Es war jedoch zu beobachten, dass die Gruppen I und II in Verlaufsuntersuchung 1 tendenziell etwas schlechter als Gruppe III abschnitten. Dies könnte in Verbindung mit der bei diesen Patienten für eine gewisse Zeit einliegenden PMMA-Kette stehen. Diese wurde von vielen Patienten als unangenehm und schmerzhaft empfunden, insbesondere die Rückkürzung und Entfernung der Kette. Patienten mit einliegender Easy-Flow-

Drainage hingegen erlebten diese in der Regel nicht als störend sowie die Entfernung der Drainage als nahezu schmerzfrei. Da die PMMA-Ketten jedoch üblicherweise innerhalb der ersten 3-5 Tage postoperativ entfernt wurden, erscheint es fraglich, ob die einliegenden Ketten tatsächlich das Schmerzempfinden bis hin zur Verlaufsuntersuchung 1 beeinflussten. Dies liegt jedoch aufgrund der wiederholten Manipulationen im Wundgebiet durchaus im Bereich des Möglichen.

Die Ergebnisse der NRS in der Verlaufsuntersuchung 2 präsentierten sich ähnlich wie die Ergebnisse vorheriger Parameter mit einer vollständigen Rekonvaleszenz bei fast allen Probanden. Auch dies lässt wiederum auf ein langfristig gesehen gleich gutes Endergebnis unabhängig von einer Antibiotikagabe schließen.

Wie bereits beim DASH-Score besteht allerdings auch beim Schmerzempfinden das grundlegende Problem der fehlenden Objektivität, da Schmerzen durch die Patienten bei prinzipiell ähnlicher Infektsituation und objektiv gleichen Bewegungsdefiziten teils mit erheblichen Unterschieden erlebt wurden. Dies spiegelt sich vor allem in der breiten Streuung der Werte über die komplette Schmerzskala während der Aufnahmeuntersuchung wider. In den Verlaufsuntersuchungen 1 und 2 war bei fast allen Patienten das Schmerzniveau bereits so stark gesunken, so dass hier keine differenzierteren Aussagen mehr möglich waren.

#### **4.14 Kraftmessung**

Für die Beurteilung der im postoperativen Verlauf wieder erlangten Kraft als Maß für eine mehr oder weniger erfolgreiche Rekonvaleszenz wurde, wie bereits in der Pilotstudie, der Kraftgrad erhoben, um so die Auswertung anhand eines möglichst großen Datensatzes vornehmen zu können. Die Ergebnisse der Kraftmessungen fielen dabei zwischen den Gruppen während der jeweiligen Griffe konstant sehr ähnlich aus. In Verlaufsuntersuchung 1 wies Gruppe III fast durchgehend die besten Kraftwerte auf, meist gefolgt von Gruppe II. Gruppe I erzielte die niedrigsten Werte bei der Kraftmessung. In der Verlaufsuntersuchung 2 hingegen präsentierten sich die drei Studiengruppen durchgehend sehr homogen mit Kraftgraden um 100%, so dass zumindest nach der im Rahmen von Pilot- und Folgestudie verwendeten Definition des Kraftgrades (siehe Kapitel 2.4.8) von einer völligen Genesung in Bezug auf die

Kraftentwicklung ausgegangen werden konnte. Bei der statistischen Auswertung aller Griffe war lediglich ein einziger signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen fest zu stellen. So wiesen Patienten der Gruppe III gegenüber Patienten der Gruppe I beim Faustschluss in Verlaufsuntersuchung 1 signifikant bessere Kraftgrade auf. Folglich ließen sich also bei der großen Mehrheit der in den Studiengruppen gemessenen Kraftgrade weder Vor- noch Nachteile durch den Einsatz von Antibiotika feststellen.

Obwohl es sich bei der Kraftmessung auf den ersten Blick um einen objektiven Parameter handelt, müssen hier bei der Bewertung und Beurteilung eine Reihe von Einflussfaktoren berücksichtigt werden. So fand während der Aufnahmeuntersuchung aufgrund der in der Regel notfallmäßigen Vorstellung der Patienten keine präoperative Kraftmessung statt. Dies ist vor allem damit zu begründen, dass das Ergebnis einer präoperativen Kraftmessung weder einen diagnostischen Vorteil bietet, noch eine therapeutische Relevanz hat und somit lediglich von wissenschaftlichem Interesse ist. Eine präoperative Kraftmessung wäre sogar eher kontraindiziert, da die Anstrengung und Bewegung zu einer weiteren Keimverschleppung und Schädigung von Strukturen sowie zu einer Verstärkung der bestehenden Schmerzen führen könnte.

Des Weiteren muss aufgrund der verschiedenen Lokalisationen an dreigliedrigen Fingern, Daumen und Metacarpus, verbunden mit unterschiedlich starken Defiziten bei verschiedenen Bewegungen und Griffen, von einer stark eingeschränkten Vergleichbarkeit ausgegangen werden. Kombiniert man dies mit der Berücksichtigung der dominanten Hand, ergäben sich allein hier für eine differenzierte Auswertung 18 Untergruppen je Griff (drei Studiengruppen mit je drei Lokalisationen jeweils rechts oder links), also insgesamt 72 Untergruppen mit entsprechend geringen Fallzahlen und somit wiederum geringer Aussagekraft.

Weitere Einflussgrößen ergeben sich durch zahlreiche individuelle Faktoren der Patienten, wie z.B. Alter oder Geschlecht, und müssten für differenziertere und möglichst aussagekräftige Ergebnisse ebenfalls durch die Bildung weiterer Subgruppen berücksichtigt werden. Durch die Bestimmung und Auswertung des Kraftgrades konnten interindividuelle Einflussfaktoren der Probanden jedoch weitestgehend ausgeglichen werden.

#### 4.15 Aufenthaltsdauer

Grundsätzlich wurde bei der notwendigen stationären Aufenthaltsdauer angenommen, dass sie in mit dem Rekonvaleszenzverlauf der Patienten korreliert, das heißt je kürzer die stationäre Aufenthaltsdauer, desto positiver der Heilungsverlauf und umgekehrt. Es muss hierbei allerdings berücksichtigt werden, dass diese Studie innerhalb einer BG-Klinik durchgeführt wurde. Der entscheidende Faktor ist dabei der jeweilige Kostenträger der Patienten. So wird berufsgenossenschaftlich Versicherten eine unter Umständen deutlich längere Liegedauer zugestanden, z.B. im Rahmen einer stationären funktionellen Anschlussbehandlung, als gesetzlich versicherten Patienten. Hierzu konnten in der aktuellen Literatur stützende Angaben gefunden werden, wenngleich auch dort vor allem der Vergleich der Kostenträger gesetzliche Krankenkasse vs. Rentenversicherung im Fokus stand(59). Der Versicherungsstatus der Patienten mit jeweiligem Kostenträger wurde jedoch weder im Rahmen der Pilot- noch der Folgestudie ermittelt und floss dementsprechend nicht in die Beurteilung und Auswertung dieses Parameters mit ein. Nichtsdestotrotz stellt er einen möglichen Einflussfaktor auf die stationäre Aufenthaltsdauer dar.

Bei der Untersuchung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede zeigte sich, dass Patienten der Gruppen I eine signifikant längere Aufenthaltsdauer aufwiesen. So war die durchschnittliche stationäre Verweildauer von Probanden der Gruppe I um 3,2 bzw. 2,1 Tage länger als die von Patienten der Gruppen II bzw. III. Gruppenübergreifend betrug die durchschnittliche Aufenthaltsdauer bei Patienten mit einfacher Handinfektion 5,8 Tage, was sich, wie auch die Durchschnittswerte der Gruppen II und III, mit den in der aktuellen Literatur angegebenen Durchschnittswerten von 4 - 6 Tagen stationären Aufenthalts sehr gut deckt (22, 26). Letztendlich war also durch den Verzicht auf eine begleitende Antibiotikatherapie kein nachteiliger Einfluss auf die stationäre Aufenthaltsdauer zu erkennen. Ebenso wenig war ein Vorteil durch den Einsatz von Antibiotika zu beobachten, die Studiengruppe mit dem umfangreichsten Antibiotikaeinsatz schnitt sogar signifikant schlechter als die übrigen Studiengruppen ab. Dieses Ergebnis könnte dabei ebenfalls auf die These einer ungleichen Verteilung von schwereren bzw. fortgeschritteneren einfachen Handinfektionen auf die drei Studiengruppen zurückzuführen sein. Dabei sind mit zunehmender Schwere und

Ausdehnung einer Infektion auch die daraus resultierenden Einschränkungen, funktionellen Defizite, Entzündungszeichen etc. in der Regel entsprechend stärker ausgebildet. So ist denkbar, dass ausgeprägtere Formen einfacher Handinfektionen tendenziell intensiver, also sowohl lokal als auch systemisch mit Antibiotika therapiert wurden, wodurch sie retrospektiv schließlich Gruppe I zugeteilt wurden und dies somit zu den oftmals schlechteren Ergebnissen dieser Studiengruppe beitrug.

#### **4.16 Funktionelle Therapie**

Die Auswertung erfolgter funktioneller Anschlussbehandlungen stellt einen weiteren interessanten Parameter dar. So liefert er einen Hinweis für das Ausmaß funktioneller Defizite nach der Operation. Dementsprechend ist die Anzahl der benötigten Therapieeinheiten mit dem Heilungsverlauf in Verbindung zu bringen, da eine große Anzahl benötigter Einheiten für einen in der Regel prolongierten Rekonvaleszenzverlauf spricht.

Die Auswertung der erfolgten oder nicht- erfolgten funktionellen Therapie ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen I und II. So fand bei Patienten der Gruppe I signifikant häufiger als bei Patienten der Gruppe II eine funktionelle Anschlussbehandlung statt. Während in Gruppe I bei 62,3% der Patienten eine physio- oder ergotherapeutische Nachbehandlung erfolgte, war dies in Gruppe II nur bei 39,3% der Patienten der Fall. In Gruppe III erhielten 50% der Patienten eine Anschlussbehandlung, ein signifikanter Unterschied zu den beiden anderen Gruppen war nicht festzustellen.

Bei Betrachtung der absolvierten Einheiten je begonnener Therapie zeigten sich weitere signifikante Unterschiede zwischen den Studiengruppen. In Gruppe I wurden demnach signifikant mehr Einheiten benötigt als in den Gruppen II und III, welche sich mit sehr ähnlichen Ergebnissen und ohne signifikante Unterschiede präsentierten. So lagen etwa die Mediane der Gruppen II und III bei zwei bzw. vier Einheiten, während der Median in Gruppe I mit sieben Einheiten deutlich höher ausfiel. Zusammenfassend wurde also in Gruppe I eine funktionelle Anschlussbehandlung sowohl häufiger verordnet, als auch signifikant mehr Einheiten benötigt, während zwischen den beiden übrigen Gruppen kein signifikanter Unterschied auszumachen war.

Diese Beobachtungen sprechen somit ebenfalls für die These, dass kompliziertere Infekte bevorzugt in Gruppe I therapiert wurden. Die Anzahl der benötigten Therapieeinheiten stellt dabei für die Beurteilung des Rekonvaleszenzverlaufs den aussagekräftigeren Parameter dar. Die kategorielle Auswertung ob eine funktionelle Anschlussbehandlung verordnet wurde oder nicht, verfügt hingegen über weniger Aussagekraft, da eine begonnene Therapie bei unkompliziertem Heilungsverlauf nach nur einer oder sehr wenigen Sitzungen bereits wieder beendet werden konnte.

Somit konnten auch bei diesem Parameter keinerlei Hinweise dafür gefunden werden, dass der Verzicht auf Antibiotika negative Auswirkungen auf den Heilungsverlauf einfacher Handinfektionen hat, hier gemessen an der notwendigen Anzahl und Intensität physio- bzw. ergotherapeutischer Anschlussbehandlungen. Ein Vorteil infolge der begleitenden Antibiotikatherapie konnte dabei ebenso wenig beobachtet werden.

#### **4.17 Finanzielle Aspekte**

Abschließend sollen auch die finanziellen Aspekte der verschiedenen Therapieformen nicht unerwähnt bleiben. So kostet eine einzelne Infusion Cefazolin 2g, beispielsweise Cefazolin-saar von MIP Pharma, 13,45€ (bei Kosten einer Packungsgröße N2 von 134,50€), was bei einer Therapiedauer von fünf Tagen und täglich dreimaliger Applikation Therapiekosten von 201,75€ verursacht(60). Eine zehngliedrige PMMA-Kette des Herstellers Septopal kostet hingegen 93,17€(45). Insgesamt fallen so für die Therapievariante I mit lokaler und systemischer Antibiose pro behandeltem Patient Therapiekosten in Höhe von bis zu 294,92€ an. Bei vorzeitiger Oralisierung der Antibiose auf Cefuroxim 500mg, z.B. Cefuroxim-saar von MIP Pharma, entstehen bei einem N2 Packungspreis von 30,64€ entsprechend geringere Kosten(60). Bei Therapievariante II, die sich auf eine lokale Antibiotikatherapie mittels Einlage einer PMMA-Kette beschränkt, entfallen pro Patient Kosten in Höhe von 93,17€. Demgegenüber entstehen bei Therapievariante III ohne Einsatz von Antibiotika lediglich Materialkosten für die einliegende Easy-Flow Drainage, beispielsweise des Herstellers P. J. Dahlhausen, in Höhe von 33€(61). Grundsätzlich besteht somit pro operiertem Patient, ausgehend von den oben genannten Preisen, ein Einsparungspotential von bis zu 261,92€. Am Beispiel der BG Unfallklinik Tübingen,



die pro Jahr über ein Operationsaufkommen von etwa 100 Patienten mit einfachen Handinfektionen verfügt, könnte dies jährliche Einsparungen in einem Bereich von bis zu 26 000€ bedeuten.

Selbstverständlich steht das Wohl der Patienten an erster Stelle, nichtsdestotrotz sollten aufgrund der beschränkten Ressourcen des Gesundheitssystems finanzielle Aspekte nicht außer Acht gelassen werden, insbesondere da zwischen den hier beschriebenen Therapievarianten kein signifikanter Unterschied im Endergebnis festzustellen war.

#### **4.18 Bedeutung der Studie**

Das Ziel dieser Studie war zu untersuchen, ob eine begleitende antibiotische Therapie den Heilungsverlauf von Patienten bei einer einfachen Handinfektion positiv unterstützt, bzw. ob der Verzicht auf Antibiotika zu nachteiligen Auswirkungen führt. Ausgangspunkt der Studie war die bislang fehlende Studienlage zum Einsatz von Antibiotika bei einfachen Handinfektionen. Der vielfach in der Literatur empfohlene obligate Einsatz von Antibiotika beruht dabei lediglich auf empirischen Erfahrungswerten, die nie im Rahmen einer evidenzbasierten Studie untersucht und bestätigt wurden. So fand sich bis dato keine repräsentative Studie, die bei einfachen Handinfektionen die grundsätzliche Wirksamkeit einer begleitenden antibiotischen Therapie gegenüber einer Vergleichsgruppe ohne Antibiotikaeinsatz gezielt untersucht.

Da bisher keine Daten zum Verzicht auf Antibiotika vorlagen, wurde die zugrundeliegende Fragestellung aus ethischen und forensischen Gründen sowohl in der Pilot- also auch der Folgestudie zunächst im Rahmen einer nicht-randomisierten Studie bearbeitet. Ein randomisiertes kontrolliertes Studiendesign wäre dabei in Zukunft wünschenswert, kann jedoch nur im Kontext einer aufwendig angelegten Studie nach §4 des Arzneimittelgesetzes erfolgen. Eine mögliche Optimierung des Studiendesigns könnte dabei durch die Implementierung einer weiteren Verlaufsuntersuchung, beispielsweise 6 Wochen postoperativ, erfolgen. Dies würde eine noch differenziertere Beurteilung des Heilungsfortschrittes ermöglichen.

Im Rahmen der hier durchgeführten Studie zeigte sich, dass der Verzicht auf Antibiotika keinerlei negative oder nachteilige Auswirkungen auf den Heilungsverlauf der Patienten hatte. Ebenso wenig konnten positive Effekte durch die Gabe von Antibiotika festgestellt werden. Demgegenüber zeigte sich gehäuft, dass Patienten der Gruppe I, die eine lokale und systemische Antibiotikatherapie erhielten, bei einer Vielzahl der Untersuchungsparameter signifikant schlechter abschnitten. Dabei ist jedoch nicht zwingend von einer schädigenden Wirkung durch die Antibiotika auszugehen. Aus der Zusammenschau verschiedener präoperativer Parameter wie der Höhe des CRPs oder dem Ausmaß funktioneller Defizite sowie der Operationsdauer ergab sich die Vermutung, dass etwas schwerere Fälle bevorzugt mit intensiverem Einsatz von Antibiotika therapiert wurden, was in der Folge das schlechtere Abschneiden dieser Patientengruppe erklärt. Dieser Umstand wäre damit der fehlenden Randomisierung und Verblindung als dem Hauptbias dieser Studie geschuldet. So oblag die Wahl der jeweiligen Therapievariante dem freien Ermessen des Operateurs und seinen persönlichen Einschätzungen, Erfahrungen und Vorlieben. Infolge dessen ist eine ungleichmäßige Verteilung von schwereren bzw. leichteren einfachen Handinfektionen auf die Studiengruppen nicht auszuschließen.

Alles in allem widersprechen die Ergebnisse dieser Studie den bestehenden Ansichten einiger Autoren deutlich und hinterfragen den bisherigen Stellenwert einer begleitenden antibiotischen Therapie. Die im Rahmen dieser Studie ermittelten Ergebnisse liefern somit die Grundlage für weitere Forschungsarbeiten und den Entwurf einer verbindlichen Behandlungsleitlinie. Insbesondere eine randomisierte kontrollierte sowie gegebenenfalls auch multizentrisch angelegte Anschlussstudie nach §4 des Arzneimittelgesetzes wäre in hohem Maße repräsentativ und aussagekräftig und könnte so letztendlich zu einer verbindlichen Behandlungsleitlinie führen.

## 5 Zusammenfassung

Die operative Therapie von Handinfektionen stellt einen routinemäßig durchgeführten Eingriff in der Handchirurgie dar. Infekte der Hand werden entsprechend ihrer Ausdehnung und ihres Schweregrades in einfache Handinfektionen ohne Beteiligung von Knochen, Sehnen oder Gelenken und schwere Handinfektionen mit Beteiligung von mindestens einer dieser Strukturen eingeteilt. Der Fokus der vorliegenden Studie lag dabei auf der Therapie einfacher Handinfektionen. Diese werden prinzipiell mittels eines ausführlichen und zeitnahen chirurgischen Débridements sowie der anschließenden Drainage des Wundsekretes therapiert. Bei vorwiegender Bettruhe erfolgt die Ruhigstellung mittels Schiene sowie die Kühlung und Hochlagerung der betroffenen Extremität. Begleitend können Antibiotika verabreicht werden. Der tatsächliche Nutzen einer begleitenden Antibiotikatherapie ist jedoch bisher nicht abschließend geklärt.

Aktuell werden in der Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Hand- und Verbrennungschirurgie der BG-Unfallklinik Tübingen drei Formen der Therapie einfacher Handinfektionen durchgeführt, die die Bildung der drei Studiengruppen dieser Studie bedingen. Die Grundlage bildet dabei stets das gründliche und ausgiebige Débridement, während Antibiotika in unterschiedlichem Ausmaß zum Einsatz kommen. So werden Antibiotika wahlweise lokal und systemisch (Gruppe I) oder nur lokal (Gruppe II) eingesetzt. Als lokale Antibiotikaträger werden gentamicinbeschichtete PMMA-Ketten in das Operationsgebiet eingelegt. Für die systemische Antibiotikatherapie wird hingegen in erster Linie Cefazolin als ein Cephalosporin der ersten Generation verwendet. Die dritte Therapieform ist durch den kompletten Verzicht auf Antibiotika gekennzeichnet. Hier wird nach der operativen Sanierung lediglich eine Kapillardrainage (Easy-Flow-Drainage) zur Ableitung des Wundsekretes eingelegt (Gruppe III).

Ziel dieser Studie war es zu überprüfen, ob zwischen den drei genannten Therapievarianten grundsätzlich nachteilige Unterschiede im Endergebnis bestehen. Hierzu konnte zum einen auf die bereits vorliegenden Daten einer in der BG-Unfallklinik Tübingen durchgeführten Pilotstudie zurückgegriffen werden, zum anderen

wurden im Rahmen dieser Folgestudie 88 weitere Probanden rekrutiert und untersucht, so dass ein Datensatz mit insgesamt 180 Patienten ausgewertet werden konnte. Für Gruppe I (PMMA und systemische Antibiose) konnten 63, für Gruppe II (PMMA) 61 sowie für Gruppe III (Easy-Flow Drainage ohne Antibiotikum) 56 Patienten rekrutiert werden. Diese nahmen nach erfolgter Operation an jeweils zwei Verlaufsuntersuchungen teil, die 14-19 Tage sowie drei Monate postoperativ stattfanden. Die Untersuchungsparameter der Studie waren Altersverteilung, Lokalisation und Purulenz, Infektionsursachen, Keimspektrum, Entzündungsparameter, Operationsdauer, Summe des Fingerkuppenhohlhandabstandes, Summe des Fingernageltischabstandes, Kapandji-Index zur Beurteilung der Opponierbarkeit des Daumens, DASH-Score zur Beurteilung der Einschränkungen im Alltag, Revisionsrate, Schmerzen, Kraftentwicklung, Schienungsdauer, Dauer des stationären Aufenthaltes sowie der Bedarf an funktioneller Therapie. Die erhobenen Daten wurden bei Vorliegen eines deskriptiven Parameters sowohl im Rahmen der Folgestudie als auch gemeinsam mit den Daten der Pilotstudie als Gesamtstudie ausgewertet. Lag hingegen ein qualitativer Parameter vor, der auf signifikante Unterschiede hin getestet werden sollte, wurde aufgrund der höheren statistischen Aussagekraft größerer Fallzahlen nur der Gesamtdatensatz ausgewertet.

Als Ergebnis zeigte sich, dass der zusätzliche Einsatz von Antibiotika zu keinem Vorteil in der Rekonvaleszenz führte. Der Verzicht auf Antibiotika in Studiengruppe III hatte keinerlei nachteilige Auswirkungen, weder auf den postoperativen Heilungsverlauf noch auf das Endergebnis nach drei Monaten.

Die Vorteile einer antibiotikafreien Therapie sind zahlreich: Keine Nebenwirkungen der Antibiotikatherapie, Vermeidung von Resistenzentwicklungen, geringere Therapiekosten, keine Verschleierung von Infektionsverläufen, weniger Manipulationen im Wundgebiet durch Rückkürzung und Entfernung der PMMA-Kette.

Hauptbias im Studiendesign war die fehlende Randomisierung und Verblindung. Dem Operateur oblag nach intraoperativer Beurteilung der Infektsituation die freie Wahl der Therapie mit oder ohne Gabe von Antibiotika, woraus sich die Zuteilung der Probanden in die Studiengruppen ergab. Nichtsdestotrotz liefern die im Rahmen dieser Studie ermittelten Ergebnisse wichtige Impulse für künftige Fragestellungen. In letzter

Instanz wäre für die Zukunft eine randomisierte kontrollierte und evtl. sogar multizentrisch angelegte Anschlussstudie nach dem Arzneimittelgesetz wünschenswert, um so die Grundlage für eine verbindliche Behandlungsrichtlinie zu schaffen.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Braun RN, Pschyrembel W. Pschyrembel Klinisches Wörterbuch: de Gruyter; 2002.
2. Kall S, Vogt PM. [Surgical therapy for hand infections. Part I]. Chirurg. 2005;76(6):615-25; quiz 26-7.
3. Rudigier J. Kurzgefasste Handchirurgie : Klinik und Praxis. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2015. 465 p.
4. Rigopoulos N, Dailiana ZH, Varitimidis S, Hantes M, Bargiotas K, Malizos KN. Compartmental infections of the hand. Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery / Nordisk plastikkirurgisk forening [and] Nordisk klubb for handkirurgi. 2008;42(1):38-42.
5. Schaller HE. Infekte der Hand. Trauma Berufskrankh. 2008;10:164-50.
6. Manoli T, Rahmanian-Schwarz A, Konheiser K, Gonser P, Schaller HE. The role of antibiotics after surgical treatment of simple hand infections: a prospective pilot study. Journal of investigative surgery : the official journal of the Academy of Surgical Research. 2013;26(5):229-34.
7. Glass KD. Factors related to the resolution of treated hand infections. J Hand Surg Am. 1982;7(4):388-94.
8. Patel DB, Emmanuel NB, Stevanovic MV, George R, Matcuk J, Gottsegen CJ, Forrester DM, et al. Hand Infections: Anatomy, Types and Spread of Infection, Imaging Findings, and Treatment Options. RadioGraphics. 2014;34(7):1968-86.
9. Sauerbier ME, A; Krimmer, H; Partecke, BD; Schaller, HE. Die Handchirurgie. 1. Auflage ed: Urban & Fischer (Elsevier); 2014.
10. Kall S, Vogt PM. Chirurgische Therapie von Infektionen der Hand. Chirurg. 2005;76(6):615-28.
11. Stahl S, Held, M., Medved, F., Manoli, T., Schaller, H. Infektionen nach sogenannten Bagatellverletzungen der Hand. Infections following so-called minor hand injuries. Trauma und Berufskrankheit. 2014;16(S3).
12. Hausman MR, Lisser SP. Hand infections. The Orthopedic clinics of North America. 1992;23(1):171-85.

13. Brown DM, Young VL. Hand infections. *South Med J.* 1993;86(1):56-66.
14. Wikipedia. Boxplot 2016 [updated 23.06.16  
 . Wikipedia - Boxplot]. Available from: <https://de.wikipedia.org/wiki/Boxplot>.
15. Hermsen D. Skript Plasmaproteine [updated 31.01.2016. Available from:  
[http://www.uniklinik-duesseldorf.de/fileadmin/Datenpool/einrichtungen/zentralinstitut\\_fuer\\_klinische\\_chemie\\_und\\_laboratoriumsdiagnostik\\_id71/dateien/hermsen\\_plasmaproteine\\_hormone.pdf](http://www.uniklinik-duesseldorf.de/fileadmin/Datenpool/einrichtungen/zentralinstitut_fuer_klinische_chemie_und_laboratoriumsdiagnostik_id71/dateien/hermsen_plasmaproteine_hormone.pdf).
16. Wikipedia. C-Reaktives-Protein 2016 [updated 21.07.2016. Available from:  
[https://de.wikipedia.org/wiki/C-reaktives\\_Protein](https://de.wikipedia.org/wiki/C-reaktives_Protein).
17. Abramson N, Melton B. Leukocytosis: basics of clinical assessment. *American family physician.* 2000;62(9):2053-60.
18. (AAOS) IfWHAoOS. DASH - Score 2006 [updated 29.01.2016/29.01.2016].  
 Available from: <http://dash.iwh.on.ca/about-dash>.
19. Wikipedia. Opposition [updated 15.07.2016. Wikipedia - Opposition]. Available  
 from: [https://de.wikipedia.org/wiki/Opposition\\_\(Anatomie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Opposition_(Anatomie)).
20. Reh-Plass S, Schaller E. [The value of early intervention in hand infections].  
*Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen  
 Arbeitsgemeinschaft fur Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen  
 Arbeitsgemeinschaft fur Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefasse*  
 1991;23(4):214-7.
21. Wannske M, Kretschmer F. [Operative treatment in hand infections]. *Zentralblatt  
 fur Chirurgie.* 2005;130(1):21-5.
22. Houshian S, Seyedipour S, Wedderkopp N. Epidemiology of bacterial hand  
 infections. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the  
 International Society for Infectious Diseases.* 2006;10(4):315-9.
23. Ong YS, Levin LS. Hand infections. *Plastic and reconstructive surgery.*  
 2009;124(4):225e-33e.
24. McDonald LS, Bavaro MF, Hofmeister EP, Kroonen LT. Hand infections. *J Hand  
 Surg Am.* 2011;36(8):1403-12.
25. Watson N. Antibiotics in hand infections. *British Medical Journal (Clinical research  
 ed).* 1985;290(6467):491-2.

26. Türker T, Capdarest-Arest N, Bertoch ST, Bakken EC, Hoover SE, Zou J. Hand infections: a retrospective analysis. *PeerJ*. 2014;2:e513.
27. Clark DC. Common acute hand infections. *American family physician*. 2003;68(11):2167-76.
28. Rigopoulos N, Dailiana ZH, Varitimidis S, Malizos KN. Closed-space hand infections: diagnostic and treatment considerations. *Orthopedic reviews*. 2012;4(2):e19.
29. Shapiro DB. Postoperative infection in hand surgery. Cause, prevention, and treatment. *Hand Clin*. 1998;14(4):669-81, x.
30. Babovic N, Cayci C, Carlsen BT. Cat bite infections of the hand: assessment of morbidity and predictors of severe infection. *J Hand Surg Am*. 2014;39(2):286-90.
31. Oehler RL, Velez AP, Mizrachi M, Lamarche J, Gompf S. Bite-related and septic syndromes caused by cats and dogs. *The Lancet Infectious diseases*. 2009;9(7):439-47.
32. Talan DA, Citron DM, Abrahamian FM, Moran GJ, Goldstein EJ. Bacteriologic analysis of infected dog and cat bites. *Emergency Medicine Animal Bite Infection Study Group*. *The New England journal of medicine*. 1999;340(2):85-92.
33. Kwo S, Agarwal JP, Meletiou S. Current treatment of cat bites to the hand and wrist. *J Hand Surg Am*. 2011;36(1):152-3.
34. Bassetti M, Nicco E, Mikulska M. Why is community-associated MRSA spreading across the world and how will it change clinical practice? *Int J Antimicrob Agents*. 2009;34 Suppl 1:S15-9.
35. Watt AJ, Shin AY, Vedder NB, Chang J. Joint arthritis and soft-tissue problems of the hand. *Plastic and reconstructive surgery*. 2010;126(6):288e-300e.
36. Rajendran PM, Young D, Maurer T, Chambers H, Perdreau-Remington F, Ro P, et al. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of cephalexin for treatment of uncomplicated skin abscesses in a population at risk for community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 2007;51(11):4044-8.
37. Fowler JR, Ilyas AM. Epidemiology of adult acute hand infections at an urban medical center. *J Hand Surg Am*. 2013;38(6):1189-93.
38. Wilson PC, Rinker B. The incidence of methicillin-resistant staphylococcus aureus in community-acquired hand infections. *Ann Plast Surg*. 2009;62(5):513-6.



39. Bach HG, Steffin B, Chhadia AM, Kovachevich R, Gonzalez MH. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* hand infections in an urban setting. *J Hand Surg Am.* 2007;32(3):380-3.
40. O'Malley M, Fowler J, Ilyas AM. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections of the hand: prevalence and timeliness of treatment. *J Hand Surg Am.* 2009;34(3):504-8.
41. Lifchez SD, Harriman DA. Impact of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on treatment of hand infections. *Eplasty.* 2009;9:e56.
42. Chong CW, Ormston VE, Tan AB. Epidemiology of hand infection--a comparative study between year 2000 and 2009. *Hand Surg.* 2013;18(3):307-12.
43. Spann M, Talmor M, Nolan WB. Hand infections: basic principles and management. *Surgical infections.* 2004;5(2):210-20.
44. Frenette G. Hand Infections. *Canadian Family Physician.* 1978;24:49-53.
45. Phoenix Pharmahandel GmbH & Co. KG. Price of a 10-unit PMMA-chain. *Bad Kreuznach*2016.
46. Osterman M, Draeger R, Stern P. Acute hand infections. *J Hand Surg Am.* 2014;39(8):1628-35; quiz 35.
47. Kennedy SA, Stoll LE, Lauder AS. Human and other mammalian bite injuries of the hand: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23(1):47-57.
48. Aghababian RV, Conte JE, Jr. Mammalian bite wounds. *Annals of emergency medicine.* 1980;9(2):79-83.
49. Goldstein EJ. Management of human and animal bite wounds. *Journal of the American Academy of Dermatology.* 1989;21(6):1275-9.
50. Galloway RE. Mammalian bites. *The Journal of emergency medicine.* 1988;6(4):325-31.
51. Griego RD, Rosen T, Orengo IF, Wolf JE. Dog, cat, and human bites: a review. *Journal of the American Academy of Dermatology.* 1995;33(6):1019-29.
52. Mitnovetski S, Kimble F. Cat bites of the hand. *ANZ journal of surgery.* 2004;74(10):859-62.
53. Nocera NF, Desai KK, Granick MS. Cat bite cellulitis. *Eplasty.* 2014;14:ic25.

54. Brakenbury PH, Muwanga C. A comparative double blind study of amoxicillin/clavulanate vs placebo in the prevention of infection after animal bites. Archives of emergency medicine. 1989;6(4):251-6.
55. Dellinger EP, Wertz MJ, Miller SD, Coyle MB. Hand infections. Bacteriology and treatment: a prospective study. Archives of surgery (Chicago, Ill : 1960). 1988;123(6):745-50.
56. Aydin N, Uraloglu M, Yilmaz Burhanoglu AD, Sensoz O. A prospective trial on the use of antibiotics in hand surgery. Plastic and reconstructive surgery. 2010;126(5):1617-23.
57. Strub B, Von Campe A, Meuli S. The value of different inflammatory markers in distinguishing deep closed hand infections from non-infective causes. The Journal of hand surgery, European volume. 2015;40(2):207-8.
58. Suarez EC. C-reactive protein is associated with psychological risk factors of cardiovascular disease in apparently healthy adults. Psychosomatic medicine. 2004;66(5):684-91.
59. von Eiff W, Meyer N, Klemann A, Greitemann B, Karoff M. [Rehabilitation and Diagnosis Related Groups (REDIA Study): impact of DRG introduction in the acute sector on medical rehabilitation in Germany]. Die Rehabilitation. 2007;46(2):74-81.
60. Rote Liste Service GmbH. Rote Liste 2015. 55. Ausgabe ed2015.
61. PJ Dahlhausen & Co GmbH. Price of a Easy-Flow-Drainage. 2016.

## **7 Abbildungs-, Tabellen-, und Formelverzeichnis**

### **7.1 Abbildungen**

Abbildung 1: Zusammensetzung der Studiengruppen und der verwendeten Antibiotika in Studiengruppe I – Folgestudie.....	25
Abbildung 2: Zusammensetzung der Studiengruppen und der verwendeten Antibiotika in Studiengruppe I – Gesamtstudie .....	26
Abbildung 3: Lokalisationen und Purulenz der Infekte – Folgestudie .....	28
Abbildung 4: Lokalisationen und Purulenz der Infekte – Gesamtstudie.....	29
Abbildung 5: Ursachen der Handinfektionen – Folgestudie .....	31
Abbildung 6: Ursachen der Handinfektionen – Gesamtstudie .....	32
Abbildung 7: Verteilung und Zusammensetzung der Bissverletzungen – Folgestudie..	33
Abbildung 8: Mikrobiologie von Handinfektionen – Folgestudie .....	34
Abbildung 9: Mikrobiologie von Handinfektionen – Gesamtstudie .....	37
Abbildung 10: Dauer der Operationen – Gesamtstudie.....	39
Abbildung 11: Präoperative CRP-Konzentration – Gesamtstudie .....	40
Abbildung 12: Präoperative Leukozytenzahl – Gesamtstudie .....	42
Abbildung 13: Anzahl Revisionsbedürftiger Patienten und durchgeführter Revisionen unter Berücksichtigung der Infektlokalisierung – Gesamtstudie .....	43
Abbildung 14: Zeitdauer der Ruhigstellung nach erfolgter Operation – Gesamtstudie .	45
Abbildung 15: Summe der Fingerkuppenhohlhandabstände – Gesamtstudie.....	46
Abbildung 16: Summe der Fingernageltischabstände – Gesamtstudie .....	48
Abbildung 17: Auswertung des Kapanji-Index bei Patienten mit Beteiligung des Daumens - Gesamtstudie.....	50
Abbildung 18: Auswertung der DASH-Scores – Gesamtstudie.....	52
Abbildung 19: Auswertung der Schmerzwahrnehmung – Folgestudie.....	53

Abbildung 20: Auswertung der Kraftgrade beim Faustschluss – Gesamtstudie .....	55
Abbildung 21: Auswertung der Kraftgrade beim Schlüsselgriff – Gesamtstudie .....	57
Abbildung 22: Auswertung der Kraftgrade beim Spitzgriff – Gesamtstudie .....	58
Abbildung 23: Auswertung der Kraftgrade beim Dreifingergriff – Gesamtstudie .....	59
Abbildung 24: Dauer des stationären Aufenthaltes nach erfolgter OP – Gesamtstudie.	61
Abbildung 25: Erfolgte und nicht-erfolgte physio- bzw. ergotherapeutische Anschlussbehandlung – Gesamtstudie .....	63
Abbildung 26: Benötigte Einheiten während einer funktionellen Anschlussbehandlung – Gesamtstudie .....	64

## 7.2 Tabellen

Tabelle 1: Verteilung der Infektlokalisationen.....	24
Tabelle 2: Altersverteilung – Folgestudie .....	26
Tabelle 3: Altersverteilung – Gesamtstudie .....	27
Tabelle 4: Signifikanztestung der OP-Zeiten .....	40
Tabelle 5: Signifikanztestung der CRP-Konzentration .....	41
Tabelle 6: Signifikanztestung der Leukozytenzahl .....	42
Tabelle 7: Signifikanztestung der Revisionsraten .....	44
Tabelle 8: Signifikanztestung der Ruhigstellungsdauer .....	46
Tabelle 9: Signifikanztestung der Summe der Fingerkuppenhohlhandabstände.....	47
Tabelle 10: Signifikanztestung der Summe der Fingernageltischabstände .....	49
Tabelle 11: Signifikanztestung der Kapanji-Indizes .....	51
Tabelle 12: Signifikanztestung der DASH-Scores .....	53
Tabelle 13: Signifikanztestung der Schmerzwahrnehmung .....	54
Tabelle 14: Statistische Auswertung des Kraftgrades während der jeweiligen Griffe....	60
Tabelle 15: Signifikanztestung der stationären Aufenthaltsdauer .....	62
Tabelle 16: Signifikanztestung der Häufigkeit erfolgter funktioneller Therapie .....	64
Tabelle 17: Signifikanztestung der pro funktioneller Therapie benötigten Einheiten....	65

### **7.3 Formeln**

Formel 1: Berechnung des DASH-Scores.....	18
Formel 2: Berechnung des Kraftgrades.....	21

## **8 Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift**

Diese Dissertation wurde in der Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Hand - und Verbrennungschirurgie der BG Unfallklinik Tübingen unter Betreuung von Herrn Prof. Dr. med. Hans-Eberhard Schaller (Direktor der Klinik) durchgeführt. Die Konzeption der Studie erfolgte durch Herrn Prof. Dr. med. Hans-Eberhard Schaller sowie durch Frau Dr. med. Theodora Wahler (geb. Manoli) (Geschäftsführende Oberärztin).

Innerhalb dieser Studie wurden im Rahmen einer kumulativen Auswertung die Daten der Dissertation von Frau Dr. med. Kathrin Konheiser „Pilotstudie zur Untersuchung des Einflusses von Antibiotika auf den postoperativen Verlauf einfacher Handinfektionen“ (2012) verwendet(6).

Die Verlaufsuntersuchungen wurden nach Einarbeitung durch Frau Dr. med. Manoli, Frau Dr. med. Manuela Micheel (Assistenzärztin) sowie Herrn Bernd Schuster (Ergotherapie) von mir eigenständig durchgeführt. In Abwesenheit erhielt ich dabei vereinzelt Unterstützung durch Frau Dr. med. Manuela Micheel sowie durch cand. med. Anna Sophia Reck, Antonia Wurm und Stephanie Tweer.

Die statistische Auswertung erfolgte eigenständig durch meine Person nach Beratung durch das Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie durch Frau Aline Naumann (Diplom-Statistikerin).

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 27.11.2016

Jakob Schreiner

## 9 Danksagungen

Nach dreieinhalb Jahren intensiver Arbeit an dieser Dissertation möchte ich an dieser Stelle die Gelegenheit nutzen, um meinen besonderen Dank den vielen Menschen entgegenzubringen, die direkt oder indirekt zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben und deren Unterstützung für die Anfertigung dieser Promotionsschrift essenziell war.

Meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. med. Hans-Eberhard Schaller danke ich für die Vergabe des spannenden und interessanten Dissertationsthemas sowie dem besonderen Interesse am Verlauf dieser Arbeit.

Frau Dr. med. Theodora Wahler möchte ich in besonderem Maße danken für die ausgezeichnete Betreuung und Begleitung während der gesamten dreieinhalb Jahre, innerhalb derer diese Arbeit entstand. Ihre Erfahrung, das hilfreiche Feedback sowie die vielen Denkanstöße und die überaus konstruktive Kritik haben die Qualität dieser Arbeit enorm bereichert. Ebenso möchte ich mich für ihre Geduld, den zeitlichen Aufwand sowie den stets positiven Glauben an ein gutes Gelingen dieser Arbeit bedanken.

Ein besonderer Dank gilt außerdem Frau Dr. med. Manuela Micheel für den konstruktiven Austausch sowie die vielen Treffen und Gespräche im Laufe der Entstehung dieser Arbeit. Ihre engagierte Beratung und Unterstützung bei der Suche nach geeigneten Probanden waren eine enorme Hilfe. Zudem gestaltete sich unsere Zusammenarbeit durch ihre positive und offenherzige Ausstrahlung stets sehr angenehm.

Ein weiterer Dank gilt den Patienten, die an dieser Studie teilnahmen, für ihre Informationsbereitschaft sowie für den zeitlichen Aufwand den sie auf sich nahmen um die klinischen Untersuchungen zu ermöglichen. Ohne sie hätte diese Arbeit nicht entstehen können.

Frau Dipl.-Stat. Aline Naumann vom Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen danke ich für die fachkundige Beratung und konstruktiven Anregungen bei der Auswertung des Datenmaterials.



Weiterhin danke ich dem Team der Ergotherapie für die Überlassung der Räumlichkeiten, insbesondere Herrn Bernd Schuster für die Einarbeitung an Dynamo- und Pinchmeter.

Cand. med. Antonia Wurm und Stephanie Tweer möchte ich für ihre Unterstützung bei der Rekrutierung geeigneter Probanden während meines Auslandssemesters danken.

Ein besonderer Dank gilt Michael und Renate Reck für die moralische Unterstützung und dem enormen Verständnis bei der Anfertigung dieser Arbeit. Ihr stets offenes Ohr und die vielen konstruktiven Dialoge waren eine immense Hilfe.

Ebenso gilt mein Dank meinen Freunden und ehemaligen Kommilitonen, die in den vergangenen Jahren nicht nur eine große moralische Stütze waren und mir zum dringend nötigen Ausgleich verhelfen, sondern auch durch bereichernde Gespräche und ein stets offenes Ohr zum guten Gelingen dieser Promotion beigetragen haben.

Tief verbunden und dankbar bin ich meiner Freundin Anna Sophia Reck. Ihre unglaublich hilfreiche Unterstützung war vor allem durch die kritische und rationale Betrachtung meiner Arbeit, die vielen anregenden und lösungsorientierten Diskussionen und nicht zuletzt durch ein schier unermessliches Verständnis geprägt. Ihr fortwährender emotionaler Beistand hat wesentlich zur Kraft und dem Durchhaltevermögen beigetragen, die nötig waren, um diese Dissertation fertigzustellen.

Ganz besonders herzlich möchte ich meinen Eltern Doris Schreiner und Dr. med. Hermann Schreiner sowie meinen Brüdern Philipp Schreiner und Johannes Schreiner für ihre pausenlose und uneingeschränkte Unterstützung danken, die mich in vielfältigster Weise während meines gesamten Medizinstudiums sowie der Arbeit an meiner Dissertation begleitete. Durch diesen großartigen Rückhalt war es mir möglich mich in vollem Umfang sowohl dem Studium als auch der Promotion zu widmen.

## 10 Lebenslauf

Name: Jakob Hermann Schreiner  
Geburtsdatum: 23. Februar 1989  
Geburtsort: Bad Kreuznach  
Staatsangehörigkeit: Deutsch  
Familienstand: Ledig  
Wohnort: Helmuth-Bächle-Straße 15  
72135 Dettenhausen  
Telefon: 0163 698 5424  
E-Mail: Jakob-Schreiner@gmx.net

### **Studium:**

09/11/2016 3. Staatsexamen Humanmedizin, Note „gut“  
10/2015 2. Staatsexamen Humanmedizin, Note: „gut“  
2012-2016 Klinischer Studienabschnitt Humanmedizin, Eberhard  
Karls Universität, Tübingen  
09/2012 1. Staatsexamen Humanmedizin, Note „gut“  
2010-2012 Vorklinischer Studienabschnitt Humanmedizin, Eberhard  
Karls Universität, Tübingen

### **Promotion:**

Seit 2013 Dissertation in der Plastischen, Rekonstruktiven, Hand -  
und Verbrennungschirurgie der BG Unfallklinik Tübingen  
unter Prof. Dr. med. H.-E. Schaller zum Thema „Die Rolle  
von Antibiotika im postoperativen Verlauf einfacher  
Handinfektionen“

### **Klinische Erfahrung:**

07/2016–10/2016 PJ-Tertial Chirurgie, Kreiskliniken Esslingen - Standort  
Nürtingen unter Dr. Klaus Kraft

03/2016–06/2016	PJ–Tertial Innere Medizin, Kreiskliniken Esslingen - Standort Nürtingen unter Dr. Ulrich Römmele
11/2015–03/2016	PJ–Tertial Orthopädie, New Somerset Hospital, Kapstadt, Südafrika unter Dr. Fred Louw
11/2014	Hospitation Interdisziplinäre Notaufnahme, Hospital Civil viejo „Fray Antonio Alcalde“, Guadalajara, Mexiko
03/2014	Famulatur Rechtsmedizin, Institut für Rechtsmedizin der Universität Tübingen unter Prof. Dr. Frank Wehner
09-10/2013	Famulatur Plastische, Rekonstruktive, Hand- und Verbrennungschirurgie, BG Unfallklinik Tübingen unter Univ.-Prof. Dr. med. Hans-Eberhard Schaller
08-09/2013	Famulatur Innere Medizin, Praxis Dr. Richard Mann, Weil im Schönbuch
03/2013	Famulatur Innere Medizin, Krankenhaus St. Marienwörth, Bad Kreuznach unter Prof. Dr. Volker Schmitz

**Nebenerwerbstätigkeiten:**

01/2013–12/2014	Perfusionist der Deutschen Stiftung Organtransplantation
10/2013–04/2014	„DocLab“- Tutor der medizinischen Fakultät Tübingen für die Kurse „Famulatur fit“ und „Klinische Fähigkeiten“
05/2011–06/2015	Pflegehelfer in der Neurochirurgie, CRONA-Kliniken Tübingen

**Praktika und Seminare:**

2012/2013	Leitung des Anatomieseminars für Erstsemester der Human- und Zahnmedizin im Sommer- und Wintersemester
-----------	--

**Schulische Bildung und Ausbildung:**

10/2008–06/2010	Ausbildung Krankenpflege, Krankenhaus St. Marienwörth, Bad Kreuznach
2008	Abitur, Leistungskurse: Deutsch, Biologie, Erdkunde



# 11 Anhang

## 11.1 Aufklärung

**Klinik für Hand-, Plastische-, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie an der  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
BG-Unfallklinik  
Zuständige Prüfarzte: Univ.-Prof. Dr. med. H.-E. Schaller /Dr. med. T. Manoli/  
Dr. med. M. Micheel**

### Einverständniserklärung zur Studie

#### PROSPEKTIVE UNTERSUCHUNG DER ANTIBIOTISCHEN WIRKUNG BEI UNKOMPLIZIERTEN HANDIFEKTIONEN

Patientencode:

Ich, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ (Name, Geburtsdatum) wurde über die Ziele, die Dauer, das Wesen, die Hintergründe, sämtliche Vor- und Nachteile, den Ablauf sowie den Nutzen der Studienteilnahme, aufgeklärt. Weiterhin bin ich darauf hingewiesen worden, dass ich während der Teilnahme an dieser Studie nicht an einer weiteren Studie teilnehmen darf. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zur Teilnahme an dieser Untersuchung zu entscheiden und weiß, dass die Teilnahme freiwillig ist. Ich weiß, dass ich jederzeit und ohne Angaben von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auswirken wird. Ich habe eine Kopie der Probandeninformation und dieser Einwilligungserklärung erhalten. Ich erkläre hiermit meine freiwillige Teilnahme an dieser Untersuchung.

#### Information und Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Mir ist bekannt, dass bei dieser klinischen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde über mich erhoben, gespeichert und ausgewertet werden sollen. Die Verwendung der Angaben über meine Gesundheit erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der klinischen Prüfung folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, das heißt ohne die nachfolgende Einwilligung kann ich nicht an der klinischen Prüfung teilnehmen. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser klinischen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit, über mich erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern aufgezeichnet werden.

Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte des Auftraggebers sowie die zuständigen Überwachungsbehörden in meine beim Prüfarzt vorhandenen personenbezogenen Daten, insbesondere meine Gesundheitsdaten, Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den zuständigen Prüfarzt von seiner Schweigepflicht.

Ich bin darüber aufgeklärt worden, dass ich jederzeit die Teilnahme an der klinischen Prüfung beenden kann. Beim Widerruf meiner Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, habe ich das Recht, die Löschung aller meiner bis dahin gespeicherten personenbezogenen Daten zu verlangen.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung oder Abbruch der Prüfung mindestens zehn Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche, satzungsmäßige oder vertragliche Aufbewahrungsfristen entgegenstehen.

Tübingen, den \_\_\_\_\_  
Datum

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

Tübingen, den \_\_\_\_\_  
Datum

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

## 11.2 Checklisten Verlaufsuntersuchung 1 und 2

### Checkliste Infektionsstudie

Termin 1

Name \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_\_ Alter bei OP \_\_\_\_\_

Telefonnummer \_\_\_\_\_ Pus \_\_\_\_\_

Untersuchungstermin \_\_\_\_\_

Einverständniserklärung \_\_\_\_\_

OP-Datum \_\_\_\_\_

Antibiotische Therapie \_\_\_\_\_ VorOPs \_\_\_\_\_

Dominante Seite \_\_\_\_\_

Art der Verletzung \_\_\_\_\_ Vorherige Einschränkungen \_\_\_\_\_

Lokalisation der Verletzung \_\_\_\_\_ Palmar/Dorsal \_\_\_\_\_

Datum der Verletzung \_\_\_\_\_

Schienungstage \_\_\_\_\_

Verweildauer \_\_\_\_\_ Revision \_\_\_\_\_

Physio-Nachbehandlung \_\_\_\_\_

Schmerzskala 1. Termin \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_

DASH \_\_\_\_\_

Kapandji \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_ Gegenseite \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_

FKHA \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_ Gegenseite \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_

ENTA \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_ Gegenseite \_\_\_\_\_ PräOP \_\_\_\_\_

Funktionelle Therapie \_\_\_\_\_

Leukozyten \_\_\_\_\_ CRP \_\_\_\_\_

Mikrobiologischer Befund \_\_\_\_\_ Gentamicin \_\_\_\_\_ Cephalosporin \_\_\_\_\_

Ausschlusskriterien: Multimorbidität, insulinpflichtiger D.M., Immunsuffizienz, systemische Manifestation (Fieber, Schüttelfrost etc.), Lymphangitis, Stillende, Schwangere, Minderjährige, Alter > 80J )

# Checkliste Infektionsstudie

Termin 2

Name \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_\_

Telefonnummer \_\_\_\_\_

OP-Datum \_\_\_\_\_

2. Untersuchungstermin \_\_\_\_\_

1. Termin \_\_\_\_\_

Einverständniserklärung \_\_\_\_\_

Antibiotische Therapie \_\_\_\_\_

Dominante Seite \_\_\_\_\_

Physio-Nachbehandlung \_\_\_\_\_

Schmerzskala \_\_\_\_\_

DASH-Score \_\_\_\_\_

Kapandji \_\_\_\_\_

Gegenseite \_\_\_\_\_

FKHA \_\_\_\_\_

Gegenseite \_\_\_\_\_

FNTA \_\_\_\_\_

Gegenseite \_\_\_\_\_

Funktionelle Therapie \_\_\_\_\_

Ausschlusskriterien: Multimorbidität, insulinpflichtiger D.M., Immunsuffizienz, systemische Manifestation (Fieber, Schüttelfrost etc.), Lymphangitis, Stillende, Schwangere, Minderjährige, Alter > 80J)

## 11.3 DASH-Score

### DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

DER

# DASH-Fragebogen

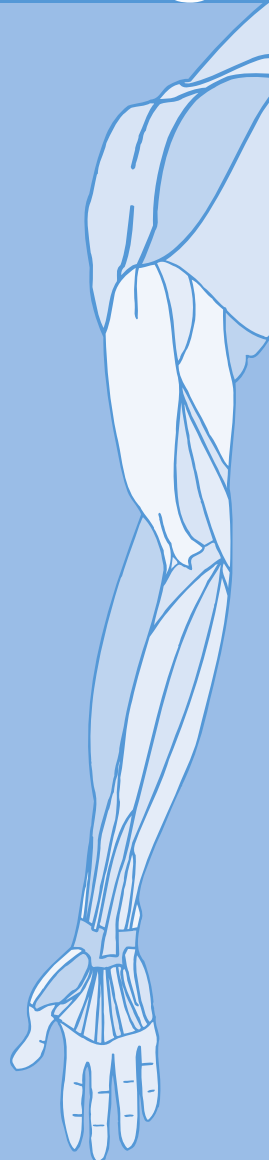
#### ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

Deutsche Version:  
Günter Germann, Angela Harth, Gerhard Wind, Erhan Demir.  
University of Heidelberg.



## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.) <sup>1</sup>	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

DASH Wert für Behinderung/Symptome =  $\frac{[(\text{Summe der } n \text{ Antwortpunkte}) - 1] \times 25}{n}$   
wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

Wurden mehr als 3 Fragen nicht beantwortet, so darf ein DASH Wert nicht berechnet werden.