

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der
Asklepios Klinik Birkenwerder

DISSERTATION

**Die Druckverteilung am Gegenzugstab bei
der Hüftarthroskopie**

Eine prospektive Studie

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Anne Friedrich

aus Berlin

Datum der Promotion: 09.12.2016

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
1. Einleitung.....	3
1.1. Die Hüftarthroskopie	3
1.1.1. Definition.....	3
1.1.2. Historie.....	3
1.1.3. Lagerung, Geräteanordnung und Durchführung	5
1.1.3.1. Lagerung.....	5
1.1.3.2. Geräteanordnung.....	6
1.1.3.3. Durchführung	8
1.1.4. Spezielle arthroskopische Anatomie und Standardportale.....	8
1.1.4.1. Spezielle arthroskopische Anatomie.....	8
1.1.4.2. Standardportale	10
1.1.4.2.1. Zugänge zum zentralen Kompartiment	11
1.1.4.2.2. Zugänge zum peripheren Kompartiment.....	13
1.1.5. Indikationen, Therapieoptionen und Kontraindikationen	15
1.1.5.1. Indikationen und Therapieoptionen	15
1.1.5.2. Kontraindikationen	17
1.1.6. Komplikationen	17
1.2. Fragestellung	20
2. Material und Methode	21
2.1. Material	21
2.1.1. Patienten	21
2.1.2. Messinstrumente	24
2.1.2.1. Fragebogen	25
2.1.2.2. Flexible Druckmessplatte und Software der Firma T&T Medilogic.....	29
2.1.2.3. Röntgenaufnahmen	32
2.1.3. Operationssaal	33
2.1.3.1. Lagerung.....	33
2.1.3.2. Instrumentarien.....	34
2.2. Methode	35
2.2.1. Durchführung der Hüftarthroskopie mit Messung der Drücke am Gegenzugstab....	35
2.2.2. Datengewinnung und Aufbereitung	37
2.2.3. Statistische Auswertung	40
3. Ergebnisse.....	41
3.1. Deskriptive Statistiken	41

3.1.1. Geschlechtsverteilung	42
3.1.2. Patientenaltersverteilung	43
3.1.3. Body-Mass-Index.....	44
3.1.4. Seitenverhältnis	45
3.1.5. Traktionszeit	46
3.1.6. LCE–Winkel nach Wiberg.....	47
3.1.7. Komplikationen	48
3.2. Statistische Analysen	48
3.2.1. Druckverlauf.....	49
3.2.2. Vergleich männlich vs. weiblich.....	55
3.2.3. Verlauf bei P1 und P2.....	56
3.2.3. Korrelationsbetrachtungen	59
3.2.4. Heatmaps	60
3.2.4.1. Druckverlauf während der Operationsphasen	62
3.2.4.2. Druckverlauf im Spotbereich von P1 und P2.....	63
3.2.4.3. Vergleich männlich vs. weiblich	66
3.2.4.4. Vergleich rechte vs. linke OP Seite	67
3.2.4.5. Korrelation von Patientenalter und Druck.....	68
3.2.4.6. Korrelation von Traktionszeit und Druck.....	69
3.2.4.7. Korrelation zwischen BMI und Druck.....	70
3.2.4.8. Korrelation zwischen LCE–Winkel und Druck	71
4. Diskussion	72
4.1. Ergebnisdiskussion	72
4.2. Fehlerbetrachtungen	79
4.2.1. Patientenkollektiv.....	79
4.2.2. Messmatte	80
4.2.3. Fragebogen	80
5. Schlussfolgerung.....	81
6. Zusammenfassung	83
7. Literaturverzeichnis	85
Abkürzungsverzeichnis.....	91
Eidesstattliche Versicherung.....	92
Lebenslauf	93
Danksagung	94

Abstract

Einleitung: Die Hüftarthroskopie ist ein vergleichsweise junges, aber mittlerweile etabliertes Verfahren zur minimalinvasiven Behandlung intra- und extraartikulärer Pathologien am Hüftgelenk. Vor allem im Hinblick auf die Komplikationsraten gibt es zahlreiche Vorteile minimalinvasiver Eingriffe. Im Falle der Hüftarthroskopie liegen mögliche Komplikationen lagerungsbedingt im perinealen Raum und betreffen hier vor allem die Weichteilirritationen am Gegenzugstab. Ziel dieser Arbeit war es, die Weichteildrücke am Gegenzugstab zu erfassen, deren Verlauf während der Operation zu beobachten und eventuell Grenzwerte zum Auftreten von Komplikationen aufzuzeigen.

Methode: In einer prospektiv angelegten Studie mit einem Patientenkollektiv von 101 Patienten wurden die während der 102 durchgeführten Hüftarthroskopien am Gegenzugstab auftretenden Drücke untersucht. Hierfür wurde eine Druckmessmatte, wie man sie z.B. von pedobarographischen Messungen kennt, angepasst und mittels einer speziellen Software die Echtzeitkontrolle via Monitor während des Eingriffes ermöglicht. Die gewonnenen Daten wurden anschließend statistisch ausgewertet und auf Korrelationen zu den Parametern Geschlecht, BMI, Alter, Pfannenkonfiguration und Traktionszeit untersucht. Außerdem erfolgte im Verlauf die Befragung der Patienten zu aufgetretenen Weichteilkomplikationen.

Ergebnisse: Im Patientenkollektiv traten zwei temporäre Weichteilirritationen auf. In einem Fall kam es zur temporären Hypästhesie im Bereich der Labia majora einer Patientin, in einem anderen Fall traten temporäre erektile Dysfunktionen auf. Die kleine Menge der Komplikationen erlaubte keine Signifikanzaussage hinsichtlich des Vergleichs mit dem Kollektiv. Es konnten jedoch Korrelationen zwischen den auftretenden Drücken im perinealen Bereich und sowohl dem BMI als auch dem Alter der Patienten festgestellt werden. Des Weiteren konnte ein Areal des regelhaft maximalen Druckes beschrieben werden.

Schlussfolgerung: Die Arbeit konnte die entstehenden Drücke am Gegenzugstab aufzeigen. Im Kollektiv von 102 Messungen ließen sich aufgrund einer zu geringen Anzahl von Komplikationen keine „Normbereiche“ oder „Grenzwerte“ definieren. Jedoch konnten Aussagen über die Korrelationen zwischen dem entstehendem perinealen Druck und Parametern wie BMI, Alter, Geschlecht und LCE–Winkel gemacht werden. Außerdem ließ sich der Bereich des regelmäßig erhöhten Druckes darstellen.

Es konnten signifikant negative Korrelationen zwischen dem BMI und dem auftretenden Druck sowie dem Alter und auftretenden Druck nachgewiesen werden. Für die Definition von Normbereichen und Grenzwerten erwies sich das Kollektiv als zu klein.

Introduction: Hip arthroscopy is a comparably young but meanwhile established procedure for minimal invasive treatment of intra- and extrarticular pathologies. There are many possible complications in any type of surgery. A reduced rate of complications is the greatest advantage of minimal invasive surgery. In hip arthroscopies there is a risk in the appearance of perineal nerve palsy and soft tissue lesions due to patient positioning. To reach central compartment of the hip, it is necessary to distract the joint by using a perineal post and traction. The aim of this study was to quantify the perineal pressure during hip arthroscopy in relationship to soft tissue lesion or nerve palsy

Methods: The study included 102 hip arthroscopies on 101 patients. A matched gelplate such is used in pedobarographic measurement (which was fixed on the perineal post) in combination with a special software was used to get a real time pressure measurement. Afterwards the results were analysed statistically and the relationship between pressure and parameters as sex, age, BMI, LCE-angle and traction time were studied. Additionally a survey was done to dedicate the occurrence of perineal complications.

Results: There were two cases of soft tissue lesions respectively perineal nerve palsy in this study. One female patient reported a temporary hypaesthesia at the labia majora on the side of surgery. One male patient stated an erectile dysfunction lasting about two weeks. To make a statistically significant statement, the number of complications that occurred was too low. Correlations were found between the perineal pressure and the age well as the BMI. Furthermore an area of high pressure was found in all patients, so called spot.

Conclusion: In this study perineal pressure was measured during 102 hip arthroscopies. The number of complications was not high enough to specificate a normal range of pressure or pressure limits to prevent perineal sensations. However, correlations between age, BMI, and perineal pressure as well as between pressure in relationship to gender, LCE-angle and traction time were found.

1. Einleitung

1.1. Die Hüftarthroskopie

1.1.1. Definition

Die Hüftarthroskopie ist eine Operationstechnik, mit der sich das Hüftgelenk und seine Pathologien minimalinvasiv darstellen und in vielen Fällen auch adressieren lassen. Es besteht eine immer größer werdende Anzahl an Indikationen zu einem arthroskopischen Eingriff am Hüftgelenk, begonnen bei diagnostischen Maßnahmen, über die Entfernung freier Gelenkkörper und entzündeter Strukturen über Korrekturen von knöchernen Deformitäten bis hin zu aufwendigen rekonstruktiven Eingriffen an Labrum und Knorpel.

Es werden, wie an anderen Gelenken ebenfalls etabliert, eine Kamera und die jeweils benötigten Instrumente über sogenannte Portale in das Gelenk gebracht. Hierzu werden lediglich kleine Hautinzisionen gesetzt. In der Regel sind bei einer Arthroskopie des zentralen und peripheren Kompartiments einer Hüfte drei bis vier Portale notwendig. Bei der Arthroskopie des Hüftgelenkes bestehen aufgrund der anatomischen Gegebenheiten, ihren individuellen Variationsmöglichkeiten und den damit verbundenen Risiken besonderen Anforderungen an der Operateur.

1.1.2. Historie

Burmann [12] führte in den 30er Jahren Kadaverstudien an der Hüfte durch. Damit begann er die Arthroskopien am Hüftgelenk. Er untersuchte 90 Gelenke arthroskopisch und benutzte zur Gelenkentfaltung Wasser. Unter den 90 untersuchten Gelenken befanden sich auch 20 Hüftgelenke. In den Anfängen der Hüftarthroskopie wurde noch ohne Distraction gearbeitet und damit lediglich das heutige periphere Kompartiment beurteilt. Burmann war der Ansicht, dass es aufgrund der Anatomie des Hüftgelenkes nicht möglich wäre, ein starres Instrument zwischen die Gelenkkomponenten zu bringen [12]. Takagi berichtete 1939 über vier von ihm durchgeführte Arthroskopien am Hüftgelenk. In zwei Fällen handelte es sich um Charcot-Gelenke, in zwei anderen lagen eine septische und eine tuberkulöse Arthritis vor [77]. In den folgenden Jahren entwickelte sich die Hüftarthroskopie wenig. Zunächst galt das arthroskopische Interesse dem besser zugänglichen Kniegelenk. Erst in den 70er-Jahren finden sich

weitere Berichte und zunehmende klinische Anwendungen der Hüftarthroskopie. Aignan berichtete 1976 über eine Studie mit 51 arthroskopischen Hüftbiopsien und 1977 kam es durch Gross zur Veröffentlichung einer Studie mit Ergebnissen der Hüftarthroskopie bei 27 Kindern [40]. Hier wurden Hüftarthroskopien bei M. Perthes, Hüftdysplasien, Epiphysenlösungen und septischen Arthritiden durchgeführt. Mit Weiterentwicklung der Instrumente und Basistechniken und der stärker werdenden Hinweise auf Labrum-Pathologien als Ursache von Hüftschmerzen und Arthrose wurde die Arthroskopie und arthroskopische Chirurgie am Hüftgelenk weiter verfolgt [39]. In den 80er Jahren des letzten Jahrtausends wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen weitere grundlegende Erkenntnisse gewonnen. Lanny Johnson 1981 und Watanabe 1985 verbesserten die Technik, Glick nutzte 1987 gerade bei adipösen Patienten die Anwendung der Seitlage [35, 37].

Die klinische Anwendung der notwendigen Distraction zur Beurteilung des zentralen Kompartimentes beschrieb die Arbeitsgruppe um Ejnar Eriksson 1986. Diese untersuchten die benötigten Traktionskräfte [27]. In den folgenden Jahren wurde die Hüftarthroskopie mit Instrumenten und Techniken verbessert und es kam ab Mitte der 90er Jahren des letzten Jahrhunderts zur exponentiellen Zunahme der Anwendungen. Villar führte 1992 die Hüftarthroskopie letztlich in Großbritannien ein. In einem Artikel zur Hüftarthroskopie schätzte er 1994 die Anzahl der durchgeführten Hüftarthroskopie weltweit auf ca. 750 [79]. 2001 ist in einem Artikel von Dienst und Kohn bereits von über 5000 weltweit durchgeführten Hüftarthroskopien die Rede [18]. Michael Dienst war es auch, der 2001 die Arthroskopie des peripheren und zentralen Kompartiments in Deutschland kombinierte. „Während sich die Hüftarthroskopien bis vor wenigen Jahren noch auf diagnostische Arthroskopien und resezierende Verfahren wie die Entfernung von freien Gelenkkörpern, Labrum- und Knorpelglättungen und Synovektomien beschränkten, haben sich auch hier in kürzester Zeit Techniken zur Ersatzknorpelbildung wie die Mikrofrakturierung und die Abrasionsarthroplastik, sowie Techniken zur Refixation des Labrum acetabulare und zur Rekonturierung des Femurkopf-Schenkelhals-Übergangs entwickelt. Rekonstruktive Operationsverfahren wie Ersatzplastiken des Labrum acetabulare oder matrixgebundene Knorpeltransplantationen stehen kurz vor der klinischen Anwendung“ [22]. Auch anhand der Publikationszunahmen ist das zunehmende Interesse an der Hüftarthroskopie und den therapeutischen Möglichkeiten zu erkennen. Über 60% der vorhandenen Veröffentlichungen entstanden nach 2011 [44]. Obwohl sich die Arthroskopie der Hüfte

rasant in ihren Möglichkeiten entwickelt, wird sie nicht überall routinemäßig durchgeführt, was an den besonderen Anforderungen an den Operateur mit langer Lernkurve und den technischen Voraussetzungen liegt.

1.1.3. Lagerung, Geräteanordnung und Durchführung

1.1.3.1. Lagerung

Die Arthroskopie des Hüftgelenkes ist sowohl in Rücken- als auch in Seitlage möglich. [19, 21, 52, 57]. Beide Lagerungsarten sind in den potenziellen Vor- und Nachteilen vergleichbar [21, 22, 52]. Keine ist der Anderen überlegen, so dass die Entscheidung von den Fähigkeiten und Präferenzen des Operateurs abhängt. Die Seitlage wird als einfacher bei adipösen Patienten beschrieben und bietet eine sicherere Anlage des posterioren Portals. In Rückenlage ist die Orientierung und Anlage des anterioren Portals wiederum sicherer. Die Lagerung des Patienten sollte sehr sorgfältig erfolgen da hierbei ein großes Potential für iatrogene Schäden besteht [21, 23, 47]. Im Allgemeinen wird die Nutzung speziell gepolsterter Hilfsmittel empfohlen. Hier ist vor allem ein Gegenzugstab von mindestens 9-10 cm besser 20 cm Aussendurchmesser [36, 47, 59] und gepolsterte Manschetten für die Füße zu nennen [21, 23, 47, 57], da es andernfalls zu Nervenirritationen und anderen Weichteilschäden im Bereich des Perineums, der Leisten- und Hüftregion sowie der Sprunggelenke und Fußrücken kommen kann [21, 22, 23, 47]. Im oberflächlichen Dammraum liegt seitens der nervalen Strukturen her der Nervus pudendus und seine Endäste und ist damit dem Druck des Gegenzugstabes während der Operation besonders bei Traktion ausgesetzt. Seinen Ursprung hat der dem Plexus lumbosacralis zugehörige N. pudendus in den Segmenten S2 - S4. Der Nervus pudendus und seine Endäste haben sensible und motorische Innervationsfunktionen [5, 65]. Er innerviert sensibel die Haut im perianalen Bereich und den M. sphincter ani externus durch den N. rectalis inferior. Der weitere Endast des N. pudendus, N. perinealis innerviert die Muskeln der Dammregion Mm. transversus perinei profundus et superficialis, M. ischiocavernosus, M. bulbospongiosus, den M. sphincter urethrae externus und sensibel die Haut der Dammregion mit dem Skrotum des Mannes und den großen Schamlippen der Frau [65]. Für die Hüftarthroskopie ist er aufgrund seines Verlaufs um den Tuber ischiadicum

und die Nähe zum Ramus ossis pubis wichtig [62], da es während der notwendigen Traktion zu Irritationen des Nerves kommen kann. In Abbildung 1 ist die mögliche Lagerung aufgezeigt.



Abbildung 1 – Lagerung des Patienten auf dem Extensionstisch

1.1.3.2. Geräteanordnung

Es empfiehlt sich für die Hüftarthroskopie in Rückenlage einen Extensionstisch zu verwenden [57]. Dieser befindet sich in der Anordnung der Geräte zentral und die weiteren Geräte werden in Reich- und Sichtweite des Operators darum positioniert. Um die erforderlichen Geräte positionieren zu können, wird ein ausreichend großer Operationssaal benötigt. Es werden in der Regel im Sichtfeld des Operators die Arthroskopieeinheit mit einer HDTV-Kamera, Kaltlichtquelle, Foto- und Video-Dokumentationseinheit, Spülflüssigkeitspumpe, Standard-Shaver-Einheit mit Ansätzen,

Radiofrequenzgerät mit verschiedenen Ansätzen, des Weiteren eine Fluoroskopie-Einheit und C-Bogen benötigt. In Abbildung 1 ist ebenfalls die Anordnung der Geräte im OP-Saal zu sehen. Abbildung 2 zeigt die Anordnung der Geräte schematisch.

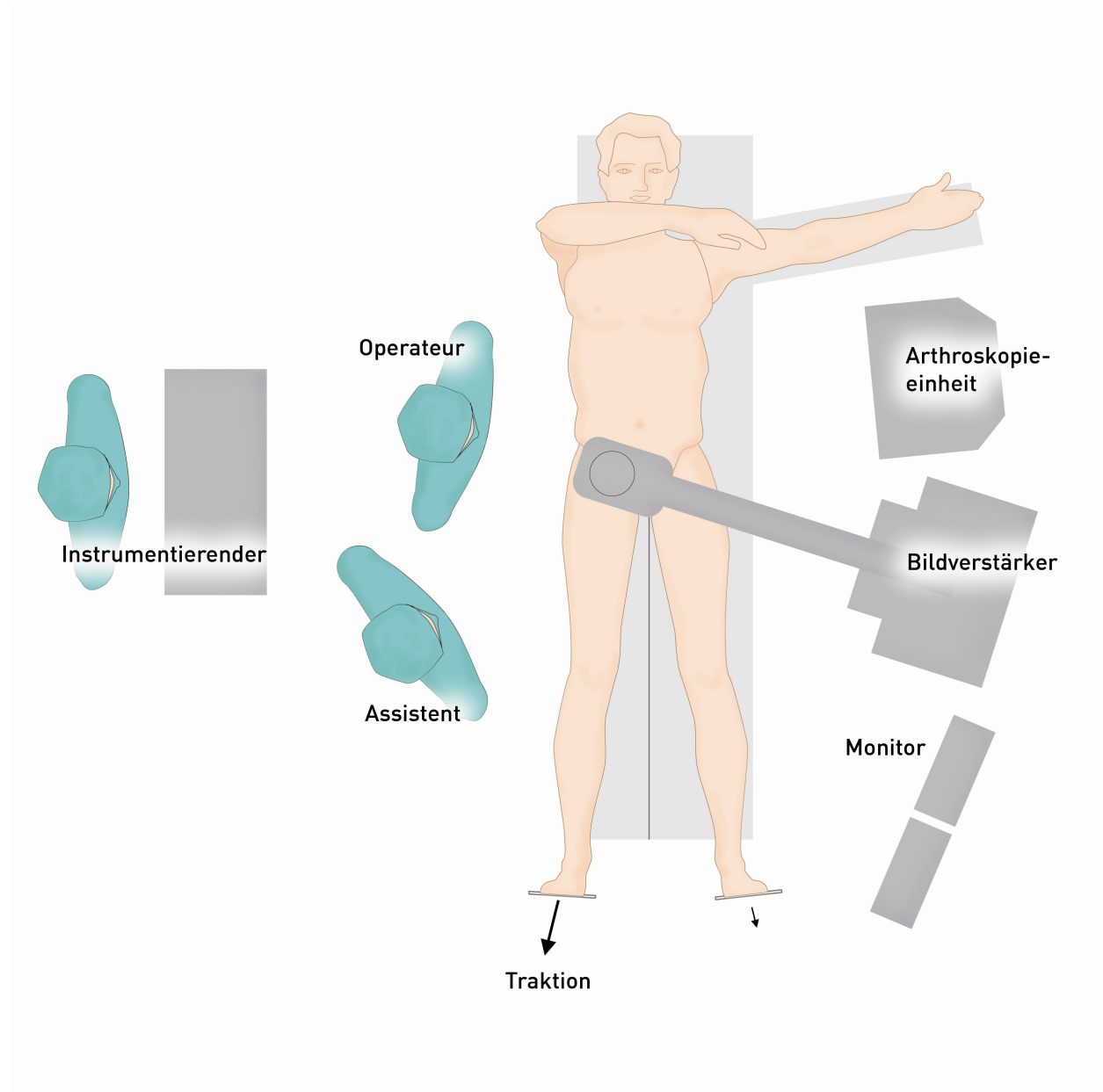


Abbildung 2 – Anordnung der Geräte um den Operationstisch [57]

1.1.3.3. Durchführung

Zur Beurteilung der Lagerung und Durchführbarkeit der Traktion empfiehlt es sich vor Beginn der Abdeckung einen Traktionsversuch durchzuführen. Hierbei kann die Lagerung gegebenenfalls noch korrigiert werden. Per Fluoroskopie wird die Distrahierbarkeit des Hüftgelenkes geprüft, die Traktion wieder gelöst und anschließend mit der sterilen Abdeckung begonnen. Prinzipiell ist es möglich zentral oder peripher zu beginnen. In einer Studie von Möckel et al. beschrieben 53% der Operateure den Beginn im zentralen und 35% den Beginn im peripheren Kompartiment [59]. Die Anlage des ersten anterolateralen Portals wird Hilfe einer Fluoroskopie durchgeführt. Um das Risiko für iatrogene Labrumläsionen bei Portalanlage zu minimieren, wird eine mindestens erforderliche Distraction von 8,65 mm angegeben [59]. Die folgenden Portale werden dann unter arthroskopischer Sicht und mit Röntgenkontrolle angelegt. Die Traktionszeit wird so kurz wie möglich gehalten um iatrogene Nervenschäden bei zu langer Traktionszeit zu vermeiden. Es wird hier in der Literatur eine maximale Zeitspanne von zwei Stunden empfohlen [21, 22, 23, 39, 47, 52]. Bei längeren Eingriffen soll die Traktion zwischendurch für mindestens 15 Minuten gelöst werden. Für die Behandlung der Pathologien im peripheren Kompartiment wird keine Traktion benötigt. Hier ist es jedoch notwendig, das Bein des Patienten zu flektieren und zu rotieren, um z.B. die Cam-Deformität in Ihrer Zirkumferenz zu erreichen. Auch hier wird die Zuhilfenahme einer Fluoroskopie notwendig [57].

1.1.4. Spezielle arthroskopische Anatomie und Standardportale

1.1.4.1. Spezielle arthroskopische Anatomie

Das Hüftgelenk besitzt durch das Labrum acetabulare eine Besonderheit im Vergleich zu anderen Gelenken. Durch die Anordnung der Gelenkklippe und damit Abdichtung des Pfannenbereiches gegenüber den nicht belasteten Anteilen des Femurkopfes bilden sich zwei intrakapsuläre Räume. Aus diesem Grund teilten Dorfmann und Boyer 1996 das Hüftgelenk in zwei Kompartimente ein [52, 78]. Auf der einen Seite der labralen Begrenzung befindet sich das zentrale Kompartiment und auf der anderen das

periphere Kompartiment. Durch die Anatomie der Hüfte ist das zentrale Kompartiment nur nach ausreichender Distraction des Femurkopfes arthroskopisch zugänglich.

In diesem Kompartiment lassen sich folgende Strukturen beurteilen und ggf. ihre Pathologien adressieren:

- die Facies lunata
- die Fossa acetabuli mit Pulvinar
- das Ligamentum capitis femoris
- der Femurkopfnorpel
- das Labrum acetabulare und der chondrolabrale Übergang.

Bei ausreichend guter Traktion ist auch das Lig. transversum einsehbar [57].

Im Bereich des peripheren Kompartimentes, welches vom Labrum acetabulare und dem Ligamentum transversum einerseits und der Gelenkkapsel andererseits begrenzt wird lassen sich folgende Strukturen beurteilen:

- die peripheren, d.h. außerhalb der Hauptbelastungsszone liegenden Femurkopfnorpelanteile
- Schenkelhals bis zur synovialen Umschlagfalte
- der knöchernen Kopf-Hals-Übergang
- die Plicae synovialis medialis und dorsolateralis
- Gelenkkapsel mit Zona orbicularis
- Psoassehne als anatomische Normvariante in etwa 5% der Fälle [8]

Ein weiterer Raum zur Beurteilung und ggf. Therapie von Hüftpathologien ist der sogenannte peritrochantäre Raum oder auch als laterales Kompartiment bezeichnet. Hier sind vor allem Erkrankungen der Bursa trochanterica, der Mm. glutei minimi und medius sowie des trochanternahen Tractus iliotibialis über minimalinvasive Zugangsmöglichkeiten zu therapieren.

Zur Lokalisationsbeschreibung der Pathologien im Bereich der Hüftpfanne und des Femurkopfes gibt es verschiedene Möglichkeiten. Hier sind vor allem die Ziffernblattmethode von Philippon für die Pfannenbereiche und die geographische Zonenmethode von Ilizaliturri für Pfannen- und Femurkopfbereich als etablierte Methoden zu nennen [46, 49, 63].

1.1.4.2. Standardportale

Grundsätzlich ist zur Beurteilung eines Kompartimentes die Anlage von mindestens zwei Portalen anzuraten [22].

Für die arthroskopische Intervention der Erkrankungen des Hüftgelenkes im Bereich des zentralen Kompartimentes gelten drei Portale als Optimum [15]; ein anteriores, anterolaterales und posterolaterales Portal. Im peripheren Kompartiment sind zumeist zwei Portale ausreichend; ein proximal ventrolaterales und anteriores Portal. Im Bedarfsfall können noch weitere Portale angelegt werden. Dies kann besonders bei der Behandlung von Erkrankung am lateralen Schenkelhals wie zum Beispiel der Cam-Deformität notwendig werden. Hier eignet sich besonders ein ventrolaterales Portal [22].

Für die korrekte und reproduzierbare Anlage der Portale werden vorher wichtige Landmarken am gelagerten Patienten mit einem speziellen und sterilen Stift angezeichnet. Es wird der Trochanter major, die Spina iliaca anterior superior markiert. Die gedachte Verbindungslinie zwischen der Spina iliaca anterior superior und der Patella wird eingezeichnet. Von dieser Verbindungslinie fällt man nun ein Lot auf den Trochanter und kennzeichnet je etwa 2-3 cm ventral und dorsal die Inzisionen für das anterolaterale und posterolaterale Portal. Das anteriore Portal findet sich ca. 2 cm distaler der Kreuzung von Spina-Patella-Linie und dem Lot auf den Trochanter major. Die Verbindung der Spina mit dem Trochanter wird zur Anlage des proximal ventrolateralen Portal in drei Teile unterteilt, die Inzision ist ca. am Übergang des kranialen ersten Drittels zum mittlerem Drittel [57]. In Abbildung 3 sind diese Markierungen zu sehen.



Abbildung 3 – Markierung der Orientierungspunkte vor Portalanlage

1.1.4.2.1. Zugänge zum zentralen Kompartiment

Wie bereits erwähnt, ist das zentrale Kompartiment nur unter Distraction des Femurkopfes der Arthroskopie zugänglich. In der Arbeit von Möckel et al. wurden durchschnittlich 8,65 mm von 33 Operateuren als Voraussetzung für die sichere Portalanlage angegeben [59]. Sollte dies nicht durchführbar sein, wird der Beginn der Arthroskopie im peripheren Kompartiment angeraten [57, 59]. Es hat sich als günstig erwiesen, das anterolaterale Portal als „Erstportal“ unter fluoroskopischer Kontrolle anzulegen [22, 57]. Die Inzision für dieses Portal befindet sich auf der Hilfslinie ca. 2 cm ventral der markierten Trochanterterriere. Da die Markierungen jedoch ohne Distraction vorgenommen werden, das Portal aber bereits in Distraction angelegt wird, darf die Markierung nur als Orientierung dienen. Die schematische Darstellung der Portale ist in Abbildung 4 gezeigt. Die Portalanlage geschieht unbedingt unter fluoroskopischer Kontrolle [57]. Auf dem Weg in das Gelenk wird bei diesem Portal der Musculus gluteus medius in seinem ventralem Anteil perforiert. Wie Byrd in einer Kadaverstudie zeigen konnte, befindet sich der N. gluteus superior durchschnittlich 4,4 cm von den beiden lateralen Portalen entfernt [15]. Als zweites Portal wird das anteriore Portal angelegt, dies geschieht unter arthroskopischer Sicht und mit fluoroskopischer Kontrolle. Dieses

Portal wird etwas distal und lateral der Kreuzung von sagittaler und transversaler Orientierungslinie angelegt und perforiert auf seinem Weg den M. sartorius und M. rectus femoris. Als besonders gefährdete Struktur ist hier der N. cutaneus femoris lateralis zu nennen, welcher sich epifaszial nur wenige Millimeter vom Portal entfernt findet. Nach dessen Anlage sollte man das erste Zugangsportal anterolateral genau auf iatrogene Labrumläsionen überprüfen. Für Arbeiten im zentralen Kompartiment ist das dritte Portal posterolateral anzulegen. Die Anlage dieses Portals wird von einigen Autoren standardmäßig empfohlen [15, 22, 57]. Für die reine diagnostische Arthroskopie sind die zwei ventralen Portale zwar ausreichend, das posterolaterale Portal bietet aber in mehrerer Hinsicht Vorteile. Hier sind vor allem die bessere Beurteilbarkeit der ventralen Pathologien und die Möglichkeiten im Bereich der Fossa acetabuli und bei Veränderungen im Bereich des Ligamentum capitis femoris agieren zu können zu nennen. Des Weiteren sammeln sich in Rückenlage des Patienten z.B. Chondrome der Schwerkraft folgend im Bereich dieses Portals. Diese und auch eventuelle Blutkoagel lassen sich so über das dorsolaterale Portal sehr gut entfernen. Selbiges gilt auch für andere „Materialien“, die sich dorsal sammeln könnten. Das können auch bei Komplikationen abgebrochene Instrumente oder auch dislozierte Membranen bei Knorpeltherapien wie die autologe matrixinduzierte Chondrogenese (AMIC) sein. Bei der Anlage durchdringt der Trokar den dorsalen Anteil des M. gluteus medius. Es ist der N. ischiadicus in relativer Nähe zum Portal zu nennen. Byrd nennt eine durchschnittliche Entfernung von 2,9 cm [15]. Dies kann sich bei deutlichen Innen- oder Außenrotationsstellungen des Beines ändern und gilt es bei Anlage des Portals zu überprüfen. Mit diesen drei Standardportalen lassen sich die häufigsten Pathologien im zentralen Hüftgelenksanteil gut adressieren [15, 22]. Es besteht aber die Möglichkeit weiterer Portale. Bei z.B. sehr ventralen Labrumläsionen kann die Anlage eines tief anterioren Portals notwendig werden, um Refixationen mittels Ankern in einem, in Bezug auf das Acetabulum und die korrekte ossäre Lage, deutlich günstigerem Winkel vorzunehmen [57]. Andernfalls riskiert man beim Einbringen der Refixationsanker einen Re-Entry im Pfannenbereich. Abbildung 4 zeigt die Zugänge zum zentralen Kompartiment.

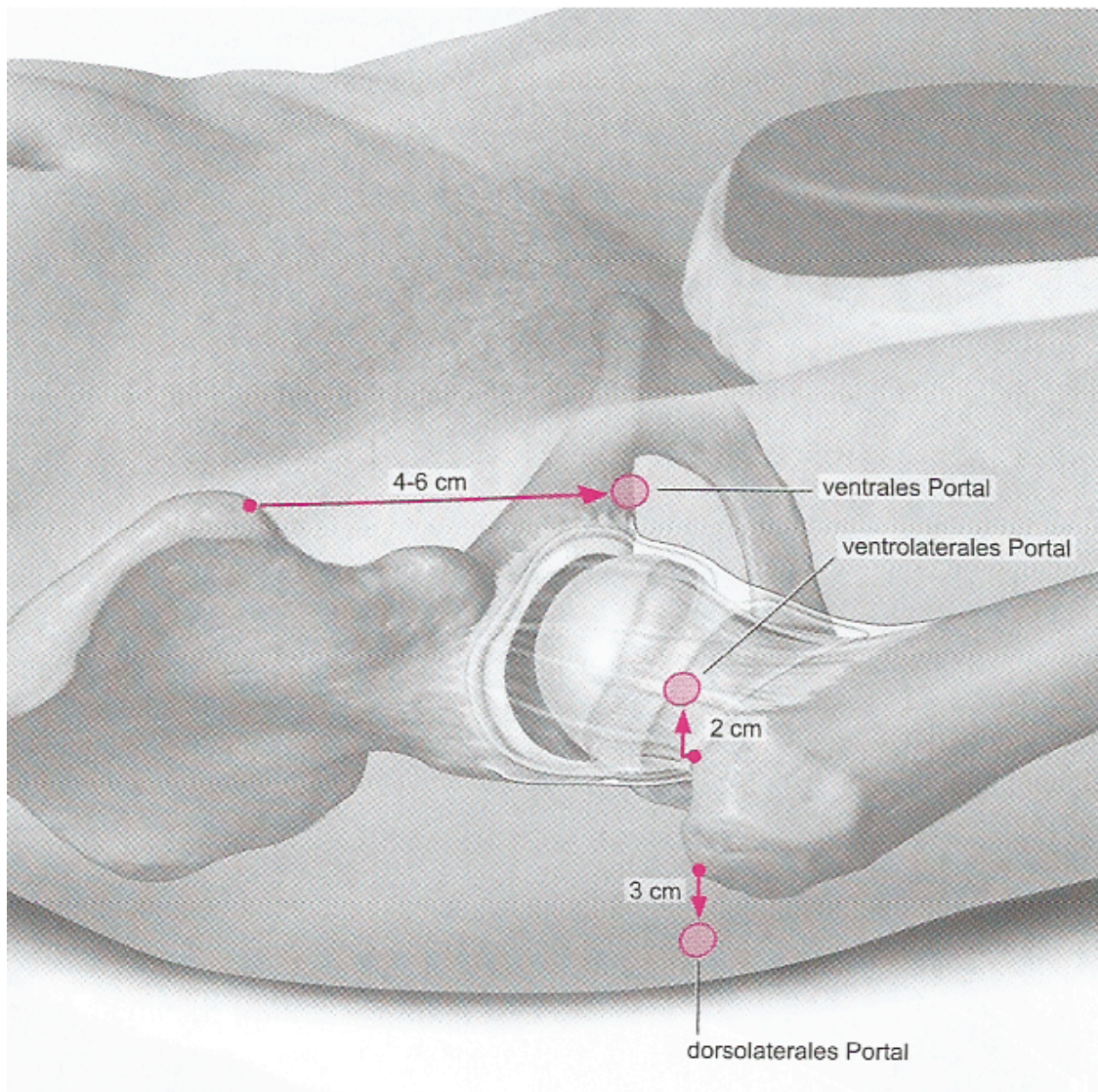


Abbildung 4 - Standardportale zum zentralen Kompartiment [22]

1.1.4.2.2. Zugänge zum peripheren Kompartiment

Für die Zugänge zum peripheren Kompartiment ist keine Distraction notwendig. Es werden hier unterschiedliche Stellungen des Beines in der Literatur gefunden. Während Byrd für die Anlage der peripheren Portale eine Flexion im Hüftgelenk von 45° empfiehlt, behalten Dienst und Möckel eine Flexion von nicht mehr als 20° entsprechend der Lagerung zur zentralen Arthroskopie bei [15, 22, 57].

Im peripheren Kompartiment sind zumeist zwei Portale ausreichend. Wobei sich auch hier die Kombination aus zwei „verschiedenen“ Perspektiven wie anterior und lateral empfiehlt. Für die Anlage des ventrolateralen oder auch proximal ventrolateral

genannten Portals wird die Verbindungslinie zwischen Spina iliaca anterior superior und dem Trochanter major zu Hilfe genommen. Die Eintrittsstelle ist im Übergang des medialen zum mittleren Drittel auf dieser Linie. Siehe Abbildung 3. Die Stichrichtung ist senkrecht zum Schenkelhals zu wählen. Es wird hier wieder die Zuhilfenahme einer Fluoroskopie notwendig [22, 57]. Auf dem Weg zur ventralen Kapsel perforiert dieses Portal die dorsalen Anteile des M. tensor fasciae latae. Die Anlage des benötigten zweiten Portals für das periphere Kompartiment erfolgt nun wieder unter Sicht. Als zweites Portal für das periphere Kompartiment eignet sich das anteriore Portal, welches von der vorher erfolgten Arthroskopie des zentralen Kompartimentes benutzt werden kann. Lediglich die Punktionsrichtung muss deutlich steiler erfolgen. Hier werden der ventrale Anteil des M. tensor fasciae latae und der laterale Anteil des M. rectus femoris perforiert. Auch im peripheren Kompartiment ist die Anlage weiterer Portale bei schwer zugänglichen Pathologien möglich. In Abbildung 5 sind die Portale zum peripheren Kompartiment schematisch dargestellt.

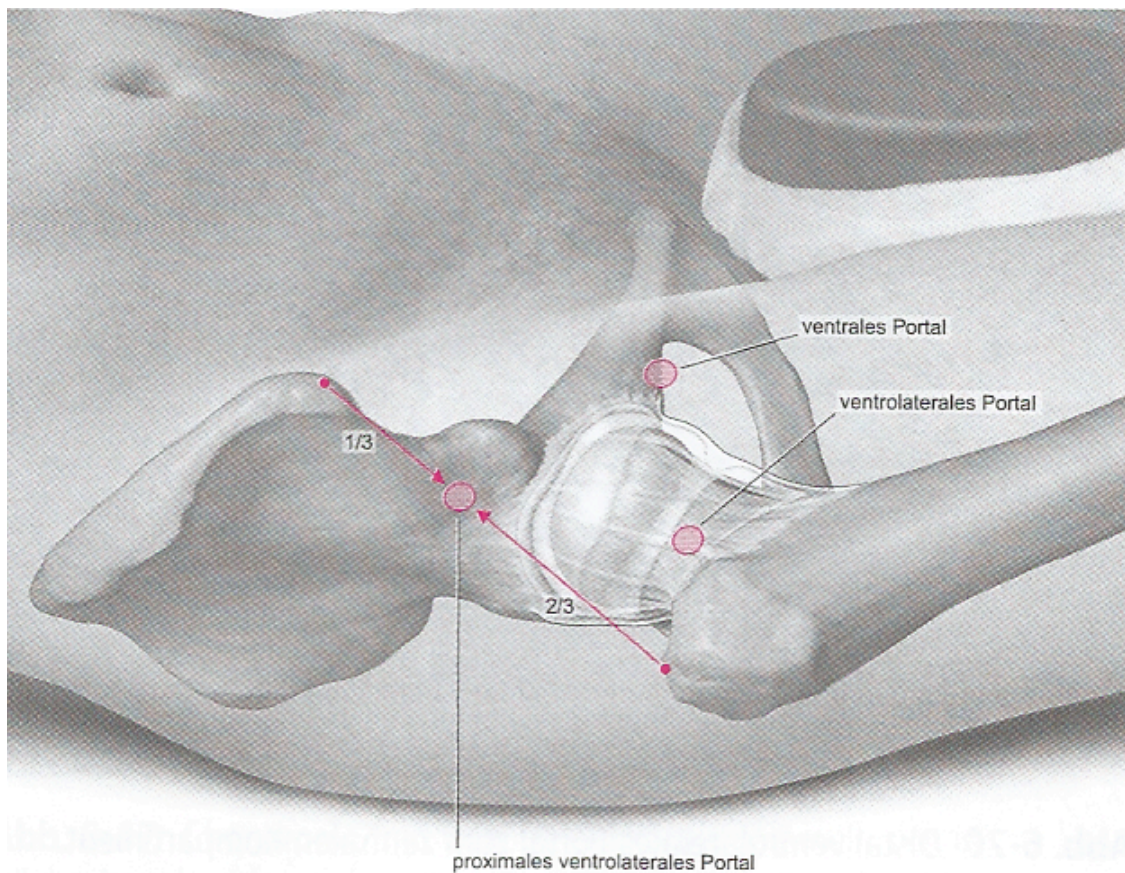


Abbildung 5 - Standardportale zum peripheren Kompartiment [22]

1.1.5. Indikationen, Therapieoptionen und Kontraindikationen

1.1.5.1. Indikationen und Therapieoptionen

In den letzten Jahren hat sich das Spektrum der Indikationen zur Hüftarthroskopie stark erweitert. Es ist am Hüftgelenk eine ähnliche Entwicklung wie zuvor am Knie- und Schultergelenk zu verzeichnen. Zunächst wurden diagnostische Arthroskopien bei unklaren Hüftschmerzen durchgeführt. Diese Indikation wurde jedoch durch die zunehmenden Erkenntnisse und Verständnis der Hüftpathologien sowie die verbesserten bildgebenden Verfahren weniger [2, 3, 39]. Später kamen abrasive und débridierende Techniken zum Einsatz, um wiederum später durch rekonstruktive Eingriffe ergänzt zu werden. Bis in die späten 90er Jahre beschränkte man sich in den arthroskopischen Eingriffen auf die Entfernung freier Gelenkkörper, partiellen Synovektomien sowie Labrum- und Knorpelglättungen [3].

Die Behandlung des femoroacetabulären Impingements und seiner Begleitpathologien zählt mittlerweile zu den Hauptindikationen der Hüftarthroskopie [3, 7, 14, 39, 73]. Der Begriff des femoroacetabulären Impingements beschreibt die unphysiologische Beanspruchung des Hüftgelenkes durch Inkongruenz im Bereich der Pfanne im Sinne einer Über-Überdachung als sogenanntes Pincer oder des Hüftkopf-Hals-Überganges als Cam-Deformität [44, 54]. Beide Formen können als präarthrotische Deformität angesehen werden [33, 34, 39]. Die Diagnose des femoroacetabulären Impingements wird anhand der klinischen Symptomatik und des radiologischen Befundes gestellt. Es können arthroskopisch sowohl die knöchernen Deformitäten im Bereich des Acetabulums und des Femurkopfes korrigiert werden als auch die sekundär entstandenen Schäden, wie Knorpelläsionen oder Labrumpathologien adressiert werden [3, 19, 34].

Insgesamt gehören die Labrumläsionen zu den häufigsten Indikationen und Pathologien in der Hüftarthroskopie [3, 7, 22, 39, 57, 72]. Hier sind verschiedene Ursachen zur Entstehung der Läsionen möglich und die Therapieoptionen entsprechend der Genese unterschiedlich. Labrumläsionen können primäre Pathologien sein, z.B. als isolierte Risse nach einem Trauma. Häufiger sind jedoch sekundäre Schädigungen aufgrund von femoroacetabulärem Impingement (Cam oder Pincer), Dysplasie oder ligamentärer

Laxität. Ebenso wird die primäre Degeneration als mögliche Ursache einer Labrumschädigung angesehen [22, 57]. Je nach Strukturschaden kann die Läsion débridiert bzw. reseziert oder eine Labrumrekonstruktion durchgeführt werden. In einer Arbeit von Stevens et al. konnte gezeigt werden, dass eine Refixation bzw. ein Repair des Labrums wenn möglich durchgeführt werden sollte, da die Ergebnisse dem Débridement überlegen sind [73].

Vor allem im Bereich der Knorpeltherapien ist mit zunehmenden Weiterentwicklungen zu rechnen. Es sind hier in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Läsion Verfahren wie die Refixation mittels Fibrinkleber, die Mikrofrakturierung, die autologe matrixinduzierte Chondrogenese oder auch die autologe Chondrozytentransplantation möglich. Als momentane Standardverfahren bei klein- und mittelfristigen Knorpelläsionen sind die Abrasionsarthroplastik und die Mikrofrakturierung zu sehen [19, 58, 72]. Für die Überlegenheit der autologen matrixinduzierten Chondrogenese und der autologen Chondrozytentransplantation gibt es bisher keine Belege [58].

Weitere arthroskopisch behandelbare Pathologien im Hüftgelenk sind die Verletzungen des Ligamentum capitis femoris, welche sich als komplette oder partielle Rupturen darstellen. Hier ist eine partielle oder komplette Resektion die Therapie der Wahl und zeigt, bei einem arthrotisch nicht vorgeschädigtem Gelenk sehr gute Ergebnisse [3, 7, 30, 39].

Die in der aktuellen Literatur außerdem benannten Indikationen zur Durchführung einer therapeutischen Hüftarthroskopie lassen sich in intra- und extraartikuläre Pathologien einteilen. Arthroskopisch adressierbare intraartikuläre Pathologien sind beispielsweise freie Gelenkkörper. Bei traumatischen Läsionen, synovialer Chondromatose oder Morbus Perthes können freie Gelenkkörper entstehen und sollten entfernt werden [3, 7, 14, 22, 30, 39, 72, 73]. Andernfalls besteht die Gefahr der weiteren Gelenkdestruktion durch Einklemmungen. Die synovialen Erkrankungen des Hüftgelenkes stellen eine weitere eigene Indikationsgruppe zur Arthroskopie dar. Hierunter fallen die symptomatische synoviale Chondromatose, die seltene pigmentierte villonoduläre Synovitis und die Synovitis bei aktivierter initialer Arthrose. Die Therapie besteht in der partiellen oder der aggressiven subtotalen Synovektomie [3, 7, 22, 30, 39, 57, 72]. Zu den klassischen Indikationen der Hüftarthroskopie zählt das Gelenkempyem. Hier richtet sich die Therapie nach dem bestehenden Erkrankungsstadium in der Einteilung nach Gächter. In Stadium 1-3 ist die Behandlung arthroskopisch möglich. Weitere Indikationen stellen sich bei schmerzhafter Hüftgelenksendoprothese, Psoas-

Impingement oder bei Femurkopfpathologien wie dem M. Perthes oder der Femurkopfnekrose [3, 30, 49]. Auch im Bereich des Hüftgelenkes ist ähnlich der Schulter eine adhäsive Kapsulitis möglich und durch Arthroskopie behandelbar [14, 22]. In Bezug auf die Indikation zur Hüftarthroskopie bei Koxarthrose ist diese relativ zu sehen und maximal auf frühe Stadien beschränkt bzw. wenn die Degeneration auf dem Boden eines Impingements entstanden ist. Dienst konnte in Studien Verbesserungen des Befindens vor allem nach Entfernung freier Gelenkkörper und Lavage zeigen. Jedoch gaben nur ca. 30% der Patienten eine Besserung nach einem Jahr an [7, 20, 57]. Bachelier nennt die Koxarthrose mit bereits fortgeschrittenen degenerativen Veränderungen als Kontraindikation [3].

Weitere seltenere Indikationen bestehen bei extraartikulären Problemen, jedoch findet sich auch hier die Möglichkeit der arthroskopischen Behandlung. So sind Hüftarthroskopien bei Coxa saltans interna mit Psoassehnenimpingement am ventralen Pfannenrand, der Bursitis trochanterica oder auch kapsulären Pathologien indiziert [3, 7, 22, 39, 57, 73, 83].

1.1.5.2. Kontraindikationen

Absolute Kontraindikationen stellen die Ankylose des Hüftgelenkes und ein florider Infekt in Gelenknähe dar [22].

Als relative Kontraindikationen für die Durchführung der Hüftarthroskopie ist die frische Azetabulumfraktur zu sehen, da es hier zu intraabdominellen Flüssigkeitseinlagerungen kommen kann [3, 22, 58]. Die Durchführung einer Hüftarthroskopie bei sehr adipösen Patienten oder auch sehr ausgeprägtem Pincer-FAI ist technisch anspruchsvoll und somit ebenfalls als relative Kontraindikation zu nennen [22].

1.1.6. Komplikationen

Insgesamt ist die Arthroskopie der Hüfte ein komplikationsarmer Eingriff. Wie Möckel und Labs in einer aktuellen Analyse von 13.154 Hüftarthroskopien durch 33 Einrichtungen in einem Zeitraum von fünf Jahren zeigen konnten, liegt die

Komplikationsrate bei diesem Eingriff bei 6,3% [59]. Als Komplikation wurde in dieser Arbeit ein unerwünschtes Ereignis während der Operation mit tatsächlicher oder auch potentieller Schädigung des Patienten definiert. Abweichende Definitionen des Begriffs „Komplikation“ erklären die z.T. stark differenten Angaben in der Literatur mit [59]. So definierten Kowalczyk et al. Komplikationen als Ereignisse, welche die Rekonvaleszenz auf mehr als sechs Monate verlängerten, einen Revisionseingriff notwendig machten oder einen direkt komplikationsbedingten Eingriff nach sich zogen [51]. In anderen Literaturquellen mit kleineren Kollektiven sind ebenfalls geringe Komplikationsraten genannt worden. So beschreibt Griffiths eine Rate von 1,4% [39]. Ganz ähnlich nennt Ilizaliturri bereits 2009 eine Komplikationsrate von 1,5% bezieht sich aber nur auf die Behandlung des femoroacetabulären Impingements [47]. Bozic nennt in seiner Arbeit 2013 eine Komplikationsrate von 5,9% bei der Behandlung dieser Erkrankungen und 4,4% für die arthroskopische Arthrosetherapie [10].

Die am häufigsten auftretenden Komplikationen sind Nervenläsionen mit 4,5%. Hierbei ist die Läsion des N. cutaneus femoris lateralis mit 3,4% gefolgt von Irritationen des N. pudendus mit 1,03% als wiederum Häufigste zu sehen. Der N. ischiadicus wird durchschnittlich in 0,04% und der N. femoris in 0,02% der Fälle geschädigt [59]. Die zugezogenen Schädigungen sind unterschiedlich in ihrer Genese und Regredienz. Der N. pudendus erleidet eine zumeist temporäre Irritation durch Druck der Weichteile am Gegenzugstab, der N. ischiadicus und N. femoris werden durch den Zug kompromittiert und der N. cutaneus femoris lateralis wird durch Anlage des anterioren Portals direkt traumatisiert und hinterlässt oft andauernde Sensibilitätsstörungen. Die indirekten Zug- bzw. Druckschädigungen des N. pudendus, N. femoris und N. ischiadicus sind in der Literatur als innerhalb weniger Monate vollständig regredient beschrieben, während Läsionen des N. cutaneus femoris lateralis in beschriebenen Einzelfällen anhaltend sein können [22, 57, 59]. In der Arbeit von Horisberger 2009 werden in einem Kollektiv von 105 Hüften neun Fälle mit temporären N. cutaneus femoris lateralis und N. pudendus Irritationen berichtet, sowie ein Fall von einer Quetschungswunde der Labia minora [45]. Im Kollektiv von Streich werden bei 31 Hüften fünf [75] und bei 50 Fällen acht temporäre Pudendusläsionen berichtet [74], welche innerhalb des stationären Aufenthaltes von vier Tagen vollständig regredient waren. Ebenso waren die von Dietrich 2013 im Kollektiv von 317 Hüftarthroskopien aufgetretenen zwei Pudendusläsionen regredient [24]. Über die verwendeten Gegenzugstäbe gibt es hinsichtlich der Dicke und Polsterung keine konkreten Aussagen.

Die zweithäufigste Komplikationsgruppe stellen die iatrogenen Labrum- und Knorpelläsionen vor allem bei Portalanlage dar. Das Risiko einer iatrogenen Labrumläsion liegt bei durchschnittlich 2,0%, das für iatrogenen Knorpelläsionen bei durchschnittlich 9,1%, wobei hier sicherlich auch die bereits erwähnte relativ flache Lernkurve der Hüftarthroskopie für die Intervallbreite (0-20%) mitverantwortlich ist [22]. Weiterhin ist zu beachten, dass das Risiko für die genannten Komplikationen der Nervenläsion und iatrogenen Knorpel- und Labrumläsionen mit zunehmender Distraction bzw. Disktraktionskraft steigt. In der Literatur wird eine Rate von 1,9% nicht-distrahierbaren Hüftgelenken angegeben, was die Arthroskopie des zentralen Kompartimentes ohne deutlich erhöhtes Risiko unmöglich macht [59].

Weitere in der Arbeit von Möckel und Labs dokumentierte Komplikationen sind mit 0,7% intraoperative Instrumentenbrüche, welche bei Arthroskopien der Hüfte deutlich häufiger vorkommen als bei anderen Gelenken und nicht zuletzt dem relativ dicken Weichteilmantel und den damit höheren Kräften auf die Instrumente geschuldet sind [59].

Mit 0,6% folgen Lagerungsschäden unter den Komplikationen der Hüftarthroskopie. Hierunter fallen vor allem Weichteilschäden im Bereich der Genitalregion wie Hämatome der Labia majora oder des Skrotums durch den Druck des Gegenzugstabes sowie Nerven- oder Weichteilirritationen am Fuß durch die Aufhängung in der Zugvorrichtung. Stähelin berichtet 2008 bei einem Kollektiv von 22 Hüftarthroskopien von einer Skrotumsquetschwunde und drei temporären Hypästhesien auf dem Fußrücken [71].

Weitere mögliche Komplikationen sind mit einer Häufigkeit von unter 0,3% das Auftreten von heterotopen Ossifikationen, Schenkelhalsfrakturen nach Rekonturieren des Kopf-Hals-Übergangs, Knöchelmarködeme oder Nekrosen im Femurkopfbereich, postoperative Hämatome und Infektionen sowie Adhäsionen [10, 39, 57].

1.2. Fragestellung

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, die während der Hüftarthroskopie am Gegenzugstab auftretenden Kräfte zu erfassen. Es soll untersucht werden, wie sich verschiedene Parameter wie Geschlecht, Alter, BMI, LCE–Winkel und Traktionszeit auf den Weichteildruck im Bereich des Gegenzugstabes auswirken. Zusätzlich sollen die klinischen Parameter von Nervenirritationen, wie Parästhesien oder sonstige Funktionsstörungen, die auf den ausgeübten Druck zurückzuführen sein könnten, erhoben werden. Damit könnte als Ergebnis der Arbeit im Idealfalle eine Empfehlung zum Druckmanagement am Gegenzugstab bei der Hüftarthroskopie gegeben werden.

Es werden folgenden Hypothesen formuliert:

- Ein höherer Druck am Gegenzugstab begünstigt das Auftreten von Komplikationen im perinealen Bereich.
- Das Geschlecht hat keinen Einfluss auf die Distrahierbarkeit.
- Ein höherer BMI und damit mehr Weichteilpolsterung führt zu niedrigeren Drücken.
- Ein hoher LCE–Winkel nach Wiberg und damit verbunden eine höhere azetabuläre Überdachung erfordert eine größere Zugkraft zur Distraction während der Arthroskopie des zentralen Kompartimentes und somit bedingt somit höhere Drücke am Gegenzugstab.
- Mit steigendem Patientenalter nimmt aufgrund der geringeren Gewebeelastizität der perineale Druck zu.
- Nach längerer Traktion kommt es häufiger zu Komplikationen.

2. Material und Methode

2.1. Material

2.1.1. Patienten

In der Messreihe von 102 Messungen befanden sich insgesamt 101 Patienten, die sich im Zeitraum vom 16.5.2012 bis 13.11.2013 in der Asklepios Klinik Birkenwerder Abt. Orthopädie einer Hüftgelenksarthroskopie durch denselben Operateur (Dr. med. Gregor Möckel) unterzogen.

Die Auswahl der Patienten erfolgte anhand folgender Ein- und Ausschlußkriterien:

- Hüftarthroskopie im o.g. Zeitraum,
- >18 Jahre,
- keine vorbestehenden neurologischen Auffälligkeiten im Sinne von Parästhesien oder Sexualfunktionsstörungen,
- keine liegenden Endoprothesen in einer oder beiden Hüftgelenken,
- keine stattgehabten Voroperationen mit Kapselöffnung an dem zu operierendem Hüftgelenk.

Es ergab sich zur Auswertung eine Gruppe mit insgesamt 101 Teilnehmern und 102 Messungen. Bei einem Patienten erfolgte im Messzeitraum beidseits eine Hüftarthroskopie. Eine Messung wurde im nachhinein verworfen, da sie aufgrund der Nichtzugänglichkeit des zentralen Kompartimentes nicht vollständig war. Die Patienten waren zwischen 19 und 71 Jahren, im Durchschnitt 43 Jahre alt (Abbildung 6).

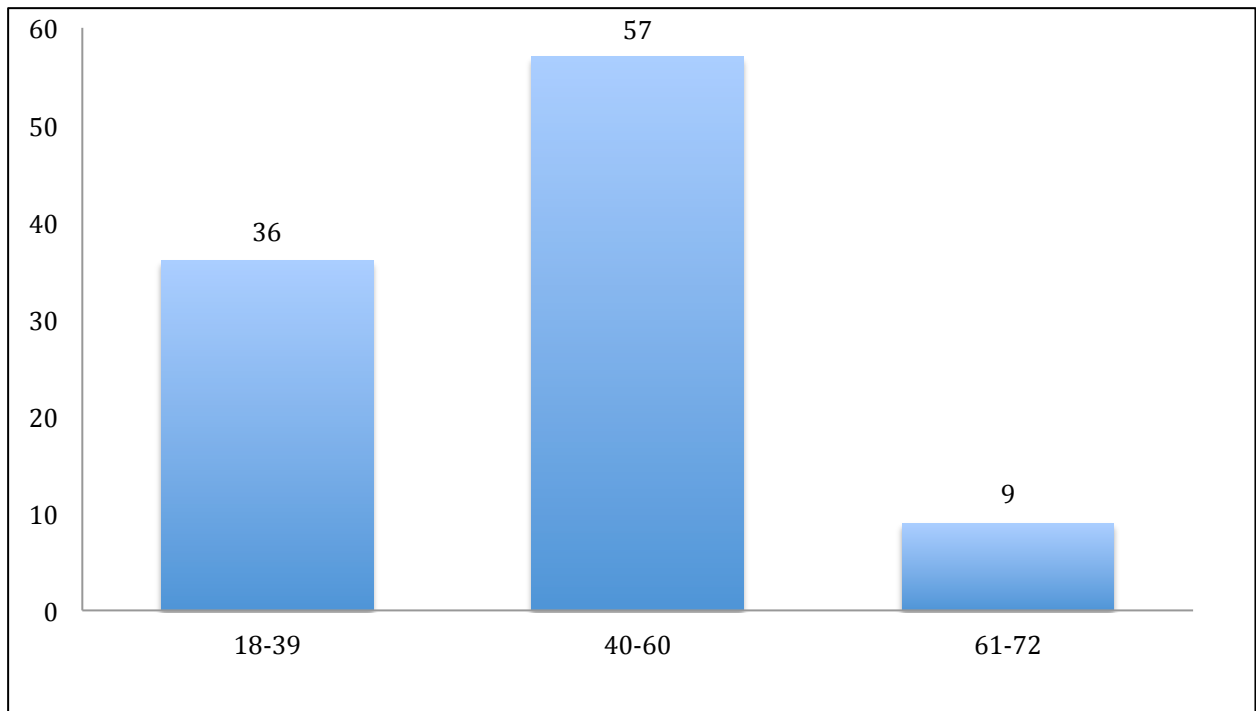


Abbildung 6 – Altersverteilung in Jahren

Das Geschlechterverhältnis weiblich : männlich lag bei 43:59. Es lag eine statistisch gleichmäßige Verteilung zwischen beiden Geschlechtern vor.

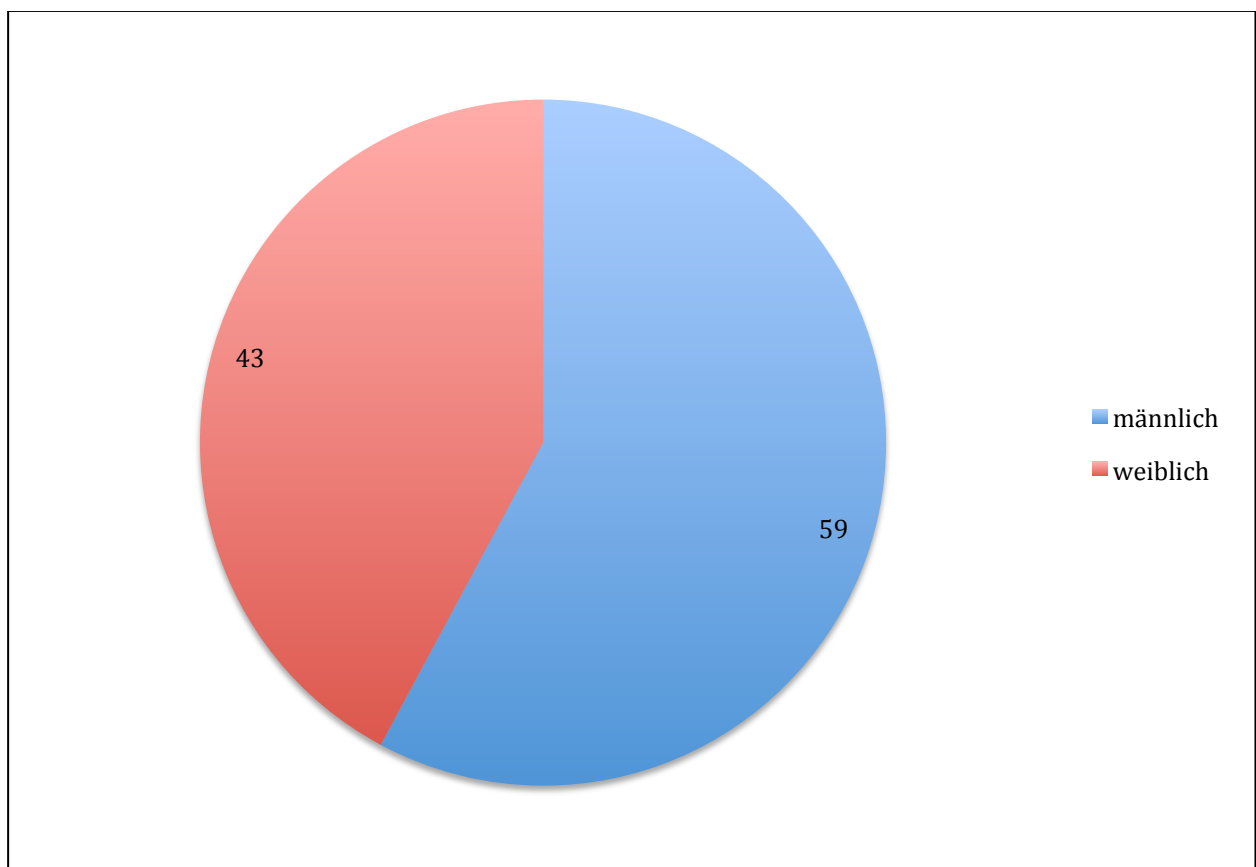


Abbildung 7 – Geschlechterverteilung der eingeschlossenen Patienten

Die zur Indikation der Hüftarthroskopie führenden Diagnosen waren (Abbildung 8):

- femoroacetabuläres Impingement Cam-Type (Anzahl 45; w : m = 4 : 41)
- femoroacetabuläres Impingement Pincer-Typ (Anzahl 12; w : m = 9 : 3)
- femoroacetabuläres Impingement vom Mischtyp Cam + Pincer (Anzahl 6; w : m = 2 : 4)
- isolierte Läsionen des Labrum acetabulare (Anzahl 13; w : m = 9 : 4)
- Koxarthrose (Anzahl 11; w : m = 8 : 3)
- Koxalgie (Anzahl 5; w : m = 5 : 0)
- freie Gelenkkörper (Anzahl 3; w : m = 2 : 1)
- isolierte Chondromalazie bei Hyperlaxizität (Anzahl 2; w : m = 2 : 0)
- pigmentierte villöse noduläre Synovialitis (Anzahl 1; w)
- isolierte Läsion/Ruptur des Ligamentum capitis femoris (Anzahl 1, w)
- Coxa saltans interna (Anzahl 1, w)
- Rezidiv eines femoroacetabulären Impingement bei Cam-Deformität (Anzahl 3, w : m = 0 : 3).

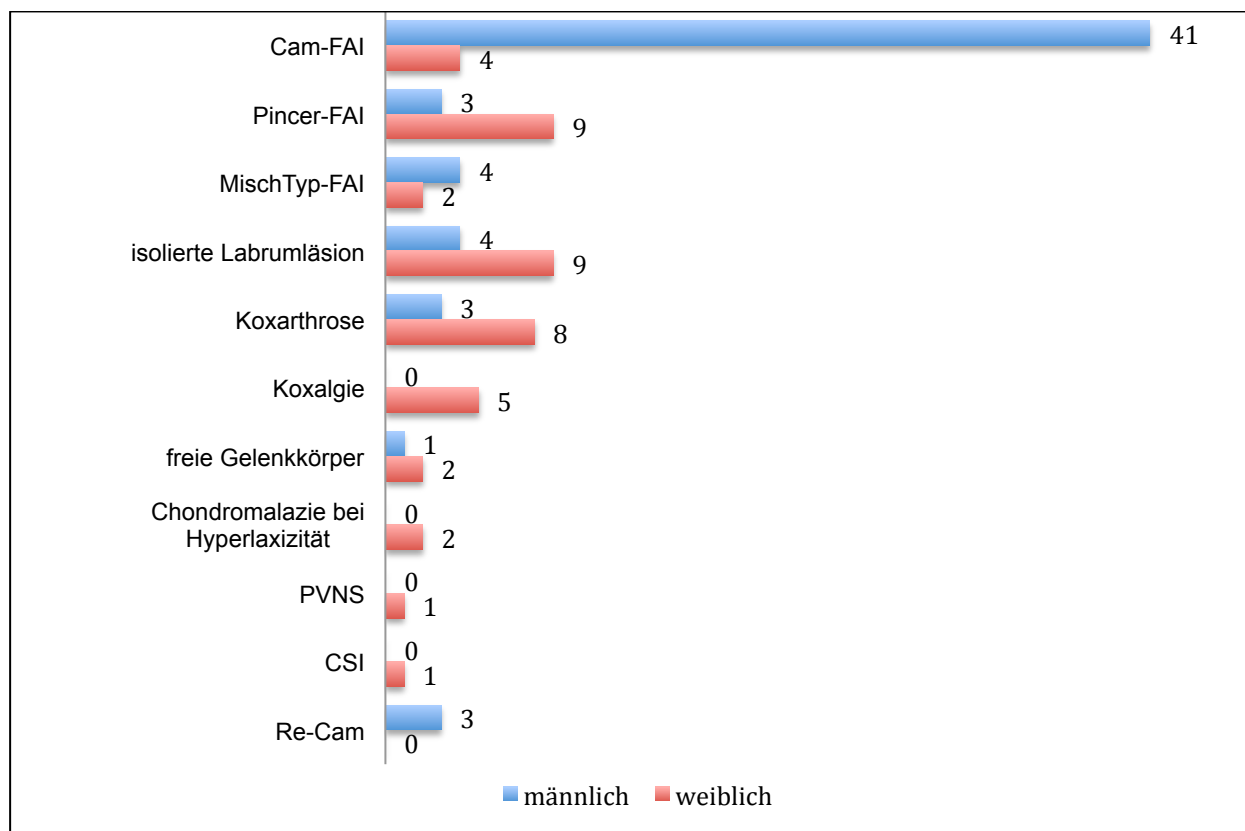


Abbildung 8 – Übersicht der Diagnosen

Etwas mehr als die Hälfte der Patienten lag nach der WHO-Definition im Bereich des Normalgewichts, eine große Anzahl war übergewichtig bis adipös, Abbildung 9.

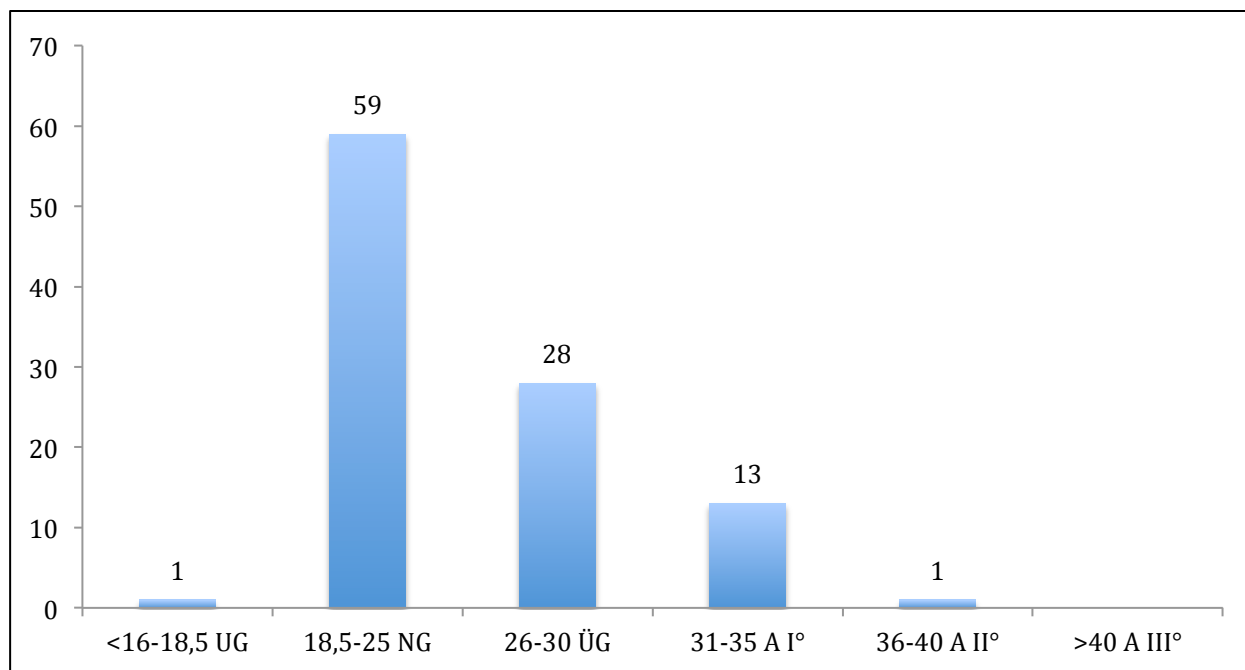


Abbildung 9 – Body Mass Index - Verteilung


2.1.2. Messinstrumente

88 Patienten wurden mittels eines eigens entwickelten Fragebogens (Abbildung 10 – 13) zu ihren Beschwerden und Komplikationen an drei Zeitpunkten befragt:

- a. präoperativ
- b. 1.-14.Tag postoperativ
- c. mindestens 6 Wochen postoperativ. (im Mittel 10,6 Monate postoperativ)

14 Patienten konnten im Verlauf nicht erreicht und befragt werden, so dass sich für den letzten Befragungszeitpunkt ein lost of follow up d.h. ein Anteil von fehlenden Befragungsdaten von 13,7% ergibt. Für die prä- und direkt postoperativen Zustände lagen die Daten allerdings vor.

2.1.2.1. Fragebogen



ASKLEPIOS
Klinik Birkenwerder

**Fachkrankenhaus für
Orthopädie, Diabetologie und
Gefäßchirurgie**
**Klinik für Orthopädie und
Unfallchirurgie**
Dr. med. Gregor Möckel

Hubertusstraße 12-22
16547 Birkenwerder (b. Berlin)
Tel.: +49 (3303) 522 131
Fax: +49 (3303) 522 517
g.moeckel@asklepios.com
Kostenlose Service-Hotline:
0800 073 83 28
www.asklepios.com/birkenwerder

Bitte Empfänger eintragen...
Asklepios Klinik Birkenwerder • Hubertusstraße 12-22 • 16547 Birkenwerder

Hüftarthroskopie

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

bei Ihnen ist eine Arthroskopie (Gelenkspiegelung) des Hüftgelenkes geplant. Hierbei wird u.a. durch Zug am Bein der Hüftkopf aus der Hüftpfanne etwa 8-10 mm herausgezogen. Genaueres dazu haben Sie bereits bzw. werden Sie im Aufklärungsgespräch erfahren. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit zum diesem Thema möchten wir mit Ihrem Einverständnis die Kraftmesswerte die wir während des Eingriffs aufzeichnen entsprechend auswerten. Die Operation selbst bleibt davon vollständig unbeeinflusst.

Dazu möchten wir zusätzlich drei kurze Fragebögen verwenden. Wie bei allen anderen Daten gilt auch hier die ärztliche Schweigepflicht.

Wir bedanken uns recht herzlich für Ihre Mithilfe.

PD Dr. med. Karsten Labs
Chefarzt Abt. Orthopädie

im Auftrag

Anne Friedrich
Assistenzärztin Abt. Orthopädie

Gemeinsam für Gesundheit www.asklepios.com

Asklepios Klinik Wiesbaden GmbH
Sitz der Gesellschaft: Königstein/Ts. - Registergericht: HR Königstein B 4099
Geschäftsführer: Volkmär Willy Bölke, Dr. h.c. Peter Coy, Dr. Markus Weinland, Oliver Zimmer
Bankverbindung: Commerzbank AG, BLZ 160 800 00, Kto.-Nr.: 41 55 22 35 00 • IBAN: DE 13 1608 0000 4155 2235 00 •
SWIFT-BIC: DRES DE FF 160 • USt.-IdNr.: DE 23679 2342 • StNr: 003 228 49 616

Dr. med. Gregor Möckel
Ltd. Oberarzt Arthroskopische und
Rekonstruktive Gelenkchirurgie






Abbildung 10 – Fragebogen Seite 1

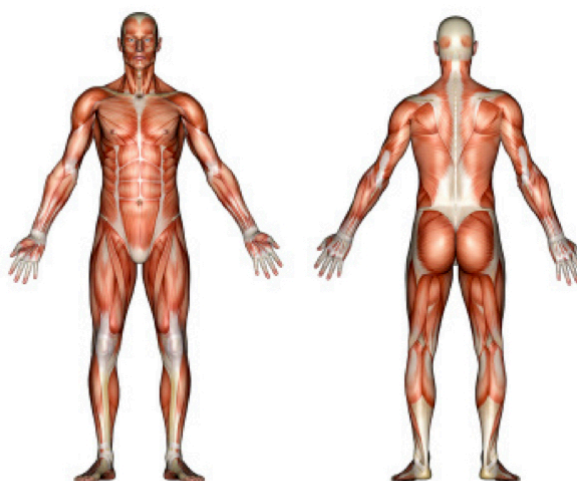
Fragebogen Teil 1: (vor der Operation)

Bitte beschreiben Sie kurz Ihre Hauptbeschwerden.

Wie lange bestehen die Beschwerden bereits?

Strahlen Schmerzen aus? Wenn ja, wohin? (bitte einzeichnen)

Gibt es Störungen der Sensibilität? (Taubheit/Kribbeln) Wenn ja, wo? (bitte einzeichnen)



Gibt es Störungen der Sexualfunktionen?

Fragebogen Teil 2 (1-3. Tag nach der Operation) vom Arzt auszufüllen

Name:

Schmerzlokalisierung:

Sensibilität:

Motorik:

Fragebogen Teil 3 (mind. 6 Wochen nach der Operation)

Aktuelle Beschwerden:

Schmerzausstrahlung?



Sensibilitätsstörungen?

Störungen der Sexualfunktionen?

Beweglichkeitsausmaß?

Sind Sie bisher mit dem Ergebnis des Eingriffs zufrieden?

2.1.2.2. Flexible Druckmessplatte und Software der Firma T&T Medilogic

Die Erfassung der Messdaten erfolgte mit einer auf dem Gegenzugstab befindlichen Druckmessmatte der Firma T&T Medilogic, Schönefeld, Deutschland. Die Messplatte ist mit einer flexiblen Gelbeschichtung ausgestattet.

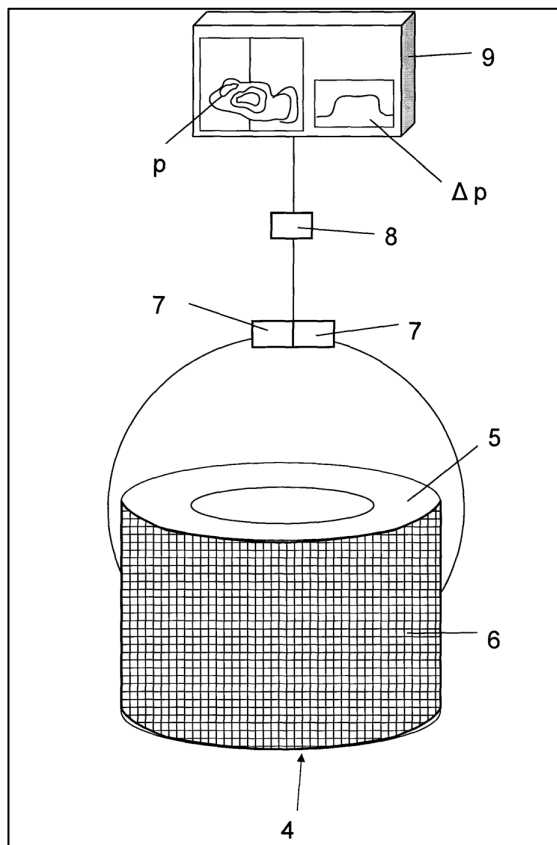


Abbildung 14 – Messeinheit

In Abbildung 14 ist die Messvorrichtung schematisch dargestellt. Die Messeinrichtung bildet mit dem Gegenzugstab eine Einheit und besteht aus:

4 – Oberschenkelgegenzugstab (Art. 1004.90X0, Fa. Maquet, Rastatt, Deutschland) mit

5 – Lederpolsterüberzug für Gegenzugstab (Art. Nr. 1000.24A0 aus dem Extensionsansteckset Fa. Maquet, Rastatt, Deutschland)

6 – Flexible Druckmessmatte (Fa. T&T Medilogic, Schönefeld, Deutschland)

7 – Auswerteelektronik (Fa. T&T Medilogic, Schönefeld, Deutschland)

8 – Datenübertragungsgerät (Fa. T&T Medilogic, Schönefeld, Deutschland)

9 – Bildschirm /Laptop (Fa. IBM, Armonk, USA) mit Visualisierung der

p – Druckverteilung und des

Δp – Druckverlaufs

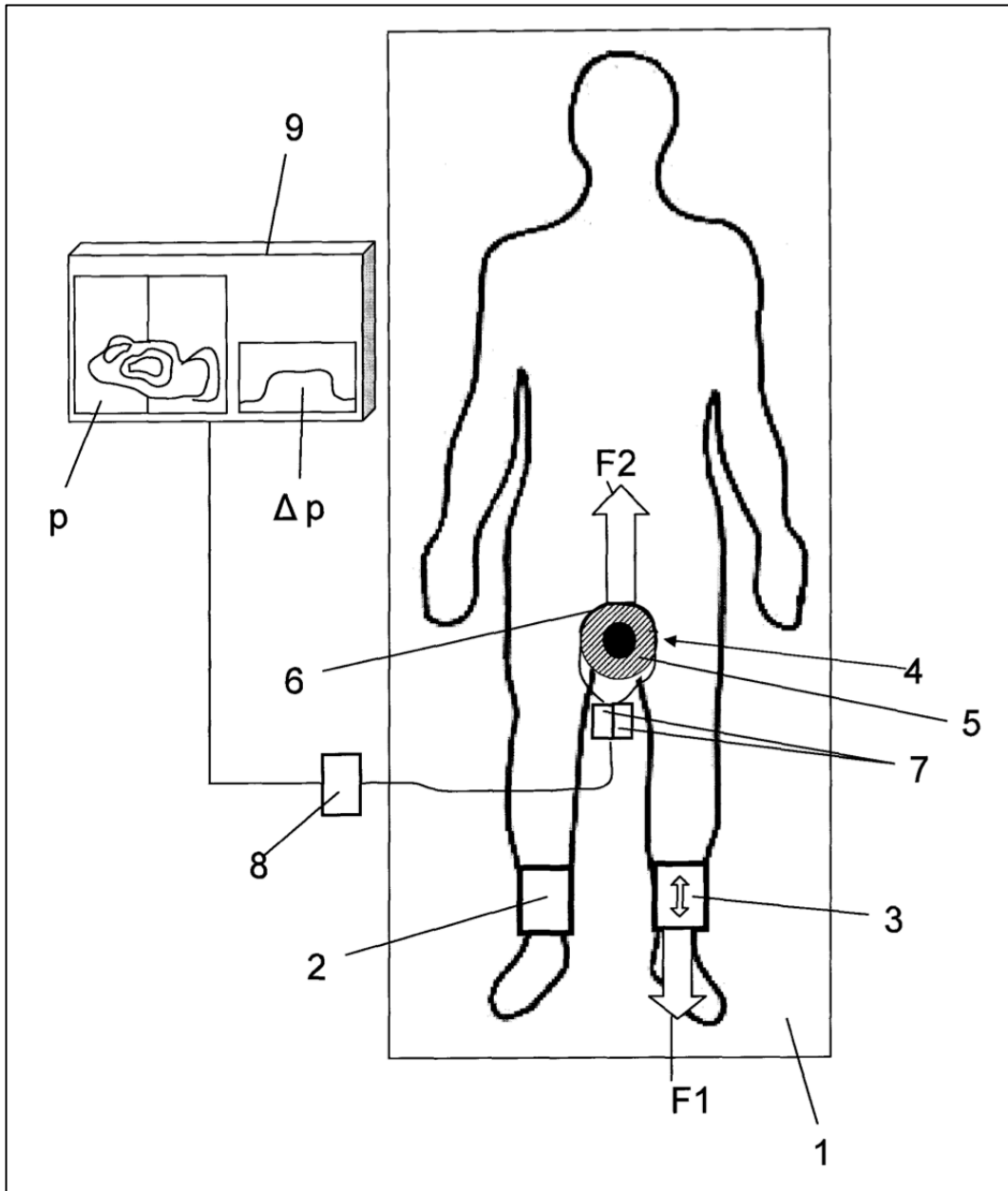


Abbildung 15 – Anordnung der Matte/Messeinheit auf dem Operationstisch mit den wirkenden Zugvektoren.

- 1 – Operationstisch
- 2 – Extensionseinheit des nicht zu operierenden Beines
- 3 – Extensionseinheit des zu operierenden Beines mit
- F1 – Zugkraft
- F2 - Gegenzugkraft

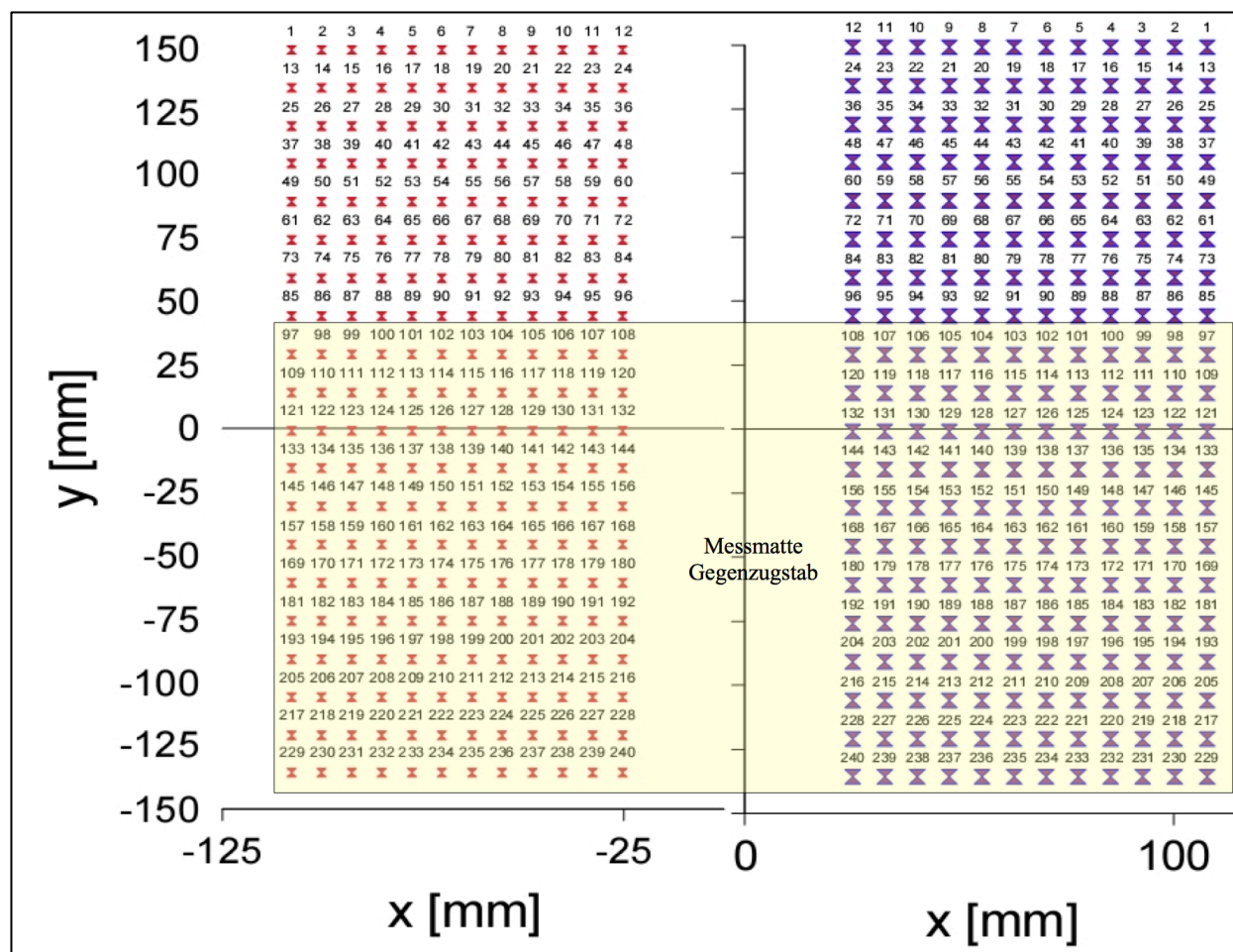


Abbildung 16 – Anordnung der Drucksensoren auf der Druckmatte

Da die Standardgröße der Messmatte die Höhe des Gegenzugstabes überstieg, wurde die Messmatte durch die Hersteller in ihrer Größe an den Gegenzugstab bzw. die darauf befindliche Polsterrolle angepasst. Somit konnten Fehlmessungen durch ein Abknicken der Matte verhindert werden. In Abbildung 16 ist die angepasste Mattengröße in gelb markiert. Die Größe der Platte betrug am Patienten in ventrodorsaler Ausdehnung 18 cm und in mediolateraler Ausdehnung auf jeder Seite 9,5 cm. Es waren auf der Platte insgesamt 286 Messsensoren installiert welche aufgrund ihrer Nummerierung einer Position zuordenbar waren. Die Sensoren waren als zwei Messfelder konzipiert und spiegelbildlich nummeriert. So ergab sich ein linkes und rechtes Messfeld mit je 143 Sensoren. Die Position der Messplattenmittellinie wurde auf der Polsterrolle markiert. Der Druckmessbereich lag bei 0-10 N/cm² und die Abtastfrequenz bei 120 Hertz. Es erfolgten während des Messzeitraumes halbjährliche Kalibrierungen durch die Firma T&T Medilogic (Schönefeld, Deutschland).

2.1.2.3. Röntgenaufnahmen

Es wurden bei allen Patienten konventionelle Röntgenaufnahmen als normal zentrierte Beckenübersicht und der erkrankten Hüfte im anterior/posterior und axialem Strahlengang angefertigt. Bei der Diagnose des Pincer FAI erfolgte außerdem die Anfertigung einer Faux-Profilaufnahme. Anhand der Aufnahmen wurde mittels einer Planungssoftware (AGFA IMPAX EE R20XISU2 Image Viewer, Agfa HealthCare GmbH, Bonn, Deutschland) der LCE-Winkel nach Wiberg bestimmt. Bei einer physiologischen Pfannenkonfiguration liegt der LCE-Winkel (lateraler Centrum-Erker-Winkel) zwischen 25° bis 39° . Bei einem LCE-Winkel $<25^\circ$ liegt eine azetabuläre Hüftdysplasie vor. Bei einem LCE-Winkel $>39^\circ$ handelt es sich um eine Über-Überdachung im Sinne eines Pincer - FAI [78, 81]. Abbildung 17 zeigt die Messung des LCE-Winkels schematisch [43].

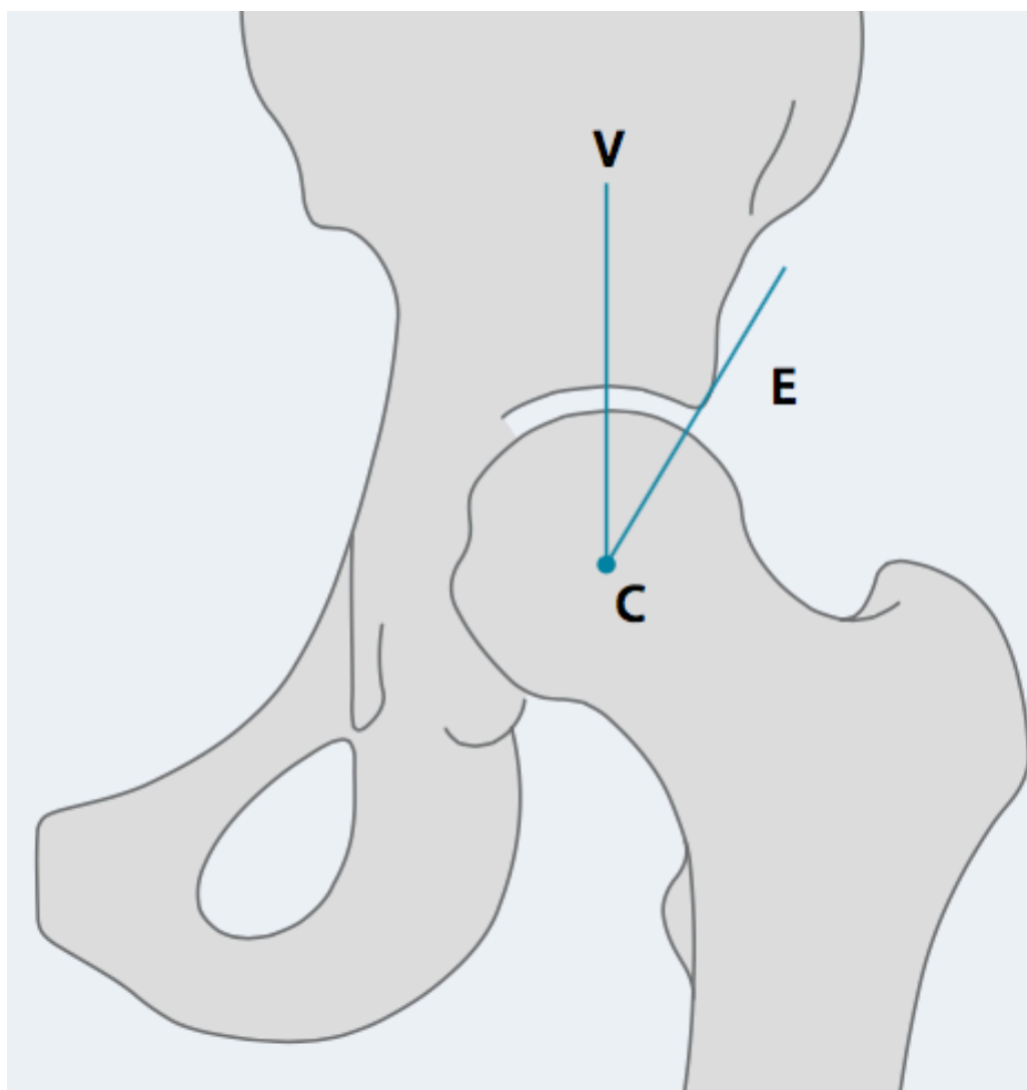


Abbildung 17 – LCE-Winkel nach Wiberg [43]

2.1.3. Operationssaal

Die Hüftarthroskopien fanden im OP-Trakt der Asklepios Klinik Birkenwerder statt. Es wurde folgende Ausstattung verwendet:

- ein Arthroskopieturm (Synergy HD3, Fa. Arthrex, Naples, USA) mit
- HD-Kameramodul, (Synergy AR-3200-0001T, Fa. Arthrex, Naples, USA)
- Xenon-Lichtquelle (Fa. Arthrex, Naples, USA),
- Spülflüssigkeitspumpe (Continuous wave III, Fa. Arthrex, Naples, USA)
- und Radiofrequenzchirurgiemodul (OPES, Fa. Arthrex, Naples, USA)

Ein konventioneller C-Bogen mit Bildverstärker zur Röntgenkontrolle (Fa. Ziehm, Nürnberg, Deutschland) befand sich ebenfalls im OP. Auf einem weiteren Tisch wurde ein Laptop mit der entsprechenden Software (medilogic, Fa. T&T Medilogic, Schönefeld, Deutschland) zur Aufzeichnung der Messdaten aufgestellt und mit dem Druckmessgerät auf dem Gegenzugstab verbunden. Alle Geräte wurden so positioniert, dass für den Operateur optimale Sicht auf die entsprechenden Monitore herrschte.

2.1.3.1. Lagerung

Die Lagerung des Patienten erfolgte auf einem Standard-Extensionstisch mit Extensionsansteckgerät (Fa. Maquet, Rastatt, Deutschland). Es wurde zur Durchführung der Arthroskopien ausschließlich die Rückenlage der Patienten gewählt. Vom Extensionstisch wurde das dreieckige Zwischenteil unter dem Gesäß des Patienten entfernt und der Gegenzugstab in der Genitalregion positioniert. Die Positionierung desselben erfolgte während das zu operierende Bein des Patienten leicht abduziert wurde. Der Standardgegenzugstab der Firma Maquet (Rastatt, Deutschland) hatte einen Aussendurchmesser von 10 cm. Um den Durchmesser des Stabes zu vergrößern, wurde eine ebenfalls von der Firma Maquet (Rastatt, Deutschland) dazu erhältliche Lederpolsterrolle mit 180 mm Aussendurchmesser (Art. Nr1000.24A0) über den Stab geschoben. Auf der Polsterrolle wurde dann patientenseitig die Messmatte (Fa. Medilogic, Schönefeld, Deutschland) aufgeklebt und zusätzlich mit zwei je 5 m langen und 10 cm breiten elastischen Binden umwickelt. Hierdurch konnte der Durchmesser der Gegenzugvorrichtung auf 20 cm vergrößert

werden. Die Markierung der Messplattenmittellinie wurde median zum Patienten ausgerichtet. Die Füße wurden mit jeweils zwei Wattebinden und auf dem Fußrücken mittels Gelkissen zusätzlich gepolstert. Die so gepolsterten Füße wurden dann in einem ebenfalls gut gepolsterten Lederschuh in die Extensionsvorrichtung eingespannt. Auf der zu operierenden Seite wurde um den Schuh eine weitere elastische Binde gewickelt um zusätzliche Stabilität des Fußes in der Vorrichtung zu erreichen. Auf dieser Seite wurde zusätzlich ein Rotationsmodul in die Vorrichtung eingebracht durch Rotation des Beines durch den OP-Springer eine dynamische Untersuchung durchführen zu können. Bei Abschluss der Lagerung lag der Patient auf dem Rücken, mit der zu operierenden Hüfte am Seitenrand des Tisches, beide Beine in die Extensionsvorrichtung eingespannt wobei die nicht betroffene Seite nur eine minimale Hüftflexion von ca. 10° erreicht, die zu untersuchende Seite befand sich in 20-30° Flexionsstellung und leichter Abduktion (siehe Abbildung 1). In Abbildung 1 ist die Patientenlagerung und Geräteanordnung im OP mit Monitor der Messung (blauer Kreis) abgebildet.

2.1.3.2. Instrumentarien

Die Abdeckung des Operationsgebietes wurde Folienabdeckung benutzt, welche mit einem durchsichtigen Klebefeld ausgestattet war. Für die Portalanlage zu Beginn der Arthroskopie wurden eine lange Punktionskanüle von 6 Ch Durchmesser, ein Nadel-/Nitinoldrahtsystem der Fa. Arthrex (Naples, USA) und der Bildverstärker benötigt. Über Dilatatoren in 4 und 6 mm Stärke wurden die mit der Nadel unter fluoroskopischer Kontrolle angelegten und mit dem Nitinoldraht gesicherten Portale erweitert. Um die Portale beim Instrumentenwechsel nicht zu verlieren, wurden offene Halbkanülen mit abgerundeten Kanten oder kanülierte Wechselstäbe genutzt. Ein Kapselmesser wurde zur scharfen Kapseleröffnung benutzt, um eine bessere Manövrierbarkeit der Instrumente trotz des Weichteilmantels zu erreichen. Die benutzten Optiken waren ausnahmslos 70° Weitwinkeloptiken mit 4 mm Durchmesser. Der Einsatz überlanger Optiken war nicht notwendig. Zur Blutstillung wurde ein Radiofrequenz-Instrument mit biegsamer Spitze verwendet (OPES Coolcut 50, Fa. Arthrex, Naples, USA). Die weiteren Instrumente zur intraartikulären Therapie waren vom jeweiligen Befund

abhängig. Hier kamen, unter anderem Fasszangen, Shaver mit verschiedenen Ansätzen, Knochenfräsen, Bohrmaschinen und Küretten zum Einsatz.

2.2. Methode

2.2.1. Durchführung der Hüftarthroskopie mit Messung der Drücke am Gegenzugstab

Bevor die eigentliche Operation begann, wurde die Lagerung der Patienten sorgfältig überprüft und eine Probedistraktion unter fluoroskopischer Kontrolle durchgeführt. Währenddessen konnte der an der Messmatte entstehende Druck auf dem Monitor des Laptops beobachtet werden (Abbildung 1). Die Aufzeichnung der Druckmessung wurde nach Abschluss der Lagerung und vor Beginn der sterilen Abdeckung gestartet. Die Arthroskopien der Hüftgelenke wurden, wenn möglich im zentralen Kompartiment begonnen. Hierfür wurde nach Markierung der vorgesehenen Portale der Zug am Extensionselement durch eine unsterile OP-Schwester kontinuierlich aufgebaut und die Gelenkdistraktion durch den Operateur per Bildverstärker beurteilt. Die Anlage der Portale erfolgte durch Punktion des Gelenkes unter fluoroskopischer Kontrolle mit einer langen Punktionsnadel. Es wurde standardisiert mit der Anlage des anterolateralen Portals begonnen. In 12 Fällen musste aufgrund schlechter Distrahierbarkeit mit dem peripheren Kompartiment begonnen werden. Nach sicherer intraartikulärer Lage, welche durch die Kontrastierung mit Luft nachgewiesen wurde, erfolgte die Einführung eines Nitinoldrahtes über die Punktionsnadel, Abbildung 18.

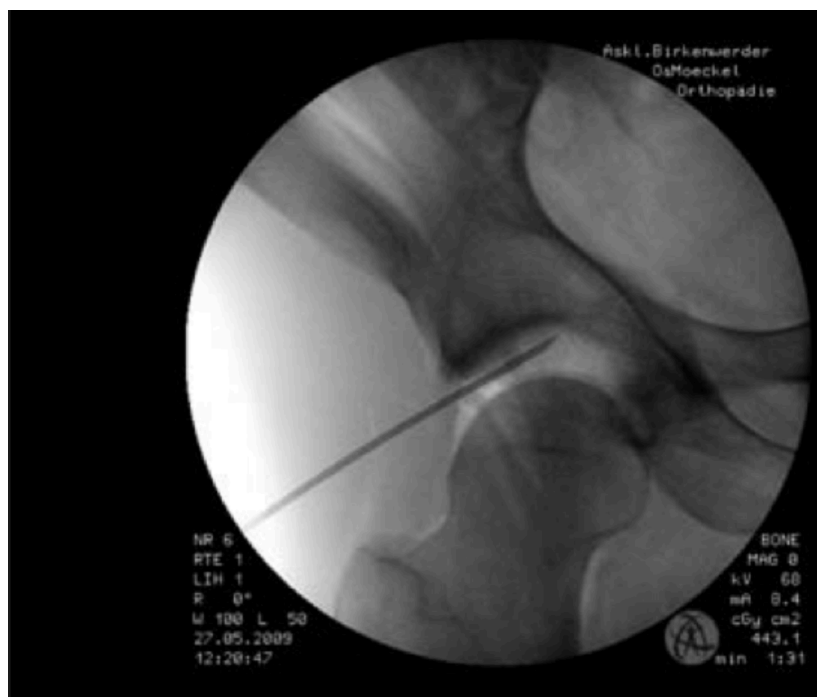


Abbildung 18 – Kontrolle der intraartikulären Lage durch Applikation von Luft



Abbildung 19 – Dilatation des Portals

Darüber erfolgte, mittels einem Dilatationssystem die Dilatation des Portals bis auf 6 mm und anschließend die Einführung des Trokars mit Optik, Abbildung 19. Hiernach wurde weiter unter fluoroskoischer Kontrolle das posterolaterale Portal mit Punktionsnadel angelegt. Diese wird von intraartikulärseitig durch direkten arthroskopischen Sichtkontakt in ihrer Lage optimiert dann jedoch zunächst nicht

dilatiert, sondern die Punktionsnadel als Überlauf belassen. Die Anlage des anterioren Portals folgte dann analog. Nun wurden die Pathologien im zentralen Kompartiment diagnostisch und anschließend je nach Befund therapeutisch adressiert. Anschließend erfolgte die Arthroskopie und Therapie des peripheren Kompartimentes und seiner Pathologien. Hierzu wurde zunächst die Extension gelöst. Es wurde wiederum unter fluoroskopischer Kontrolle das proximal ventrolaterale Portal mit Punktionskanüle und Dilatationssystem angelegt. Als Hinweis auf die korrekte Lage, ist hier bei vorangegangener zentraler Arthroskopie regelmäßig Spülflüssigkeit zu punktieren. Zusätzlich zu dem angelegten proximal ventrolateralen Portal erfolgte dann die Anlage des anterioren Portals unter Zuhilfenahme des Fluoroskopes und unter intraartikulärer Sicht. Die Behandlung der peripheren Pathologien machte es gegebenenfalls erforderlich die Position des Patientenbeines in der Extensionsvorrichtung zu verändern. Die Resektion einer Cam-Deformität ist im anterolateralen Bereich unter Beinbeugung deutlich leichter durchzuführen, da sich dadurch die anterioren Kapselanteile entspannen und erst die Nutzung der arthroskopischen Instrumente wie Shaver oder Fräse erlauben. Nach jeglichen Änderungen der Beinposition wurde bei männlichen Patienten immer anschließend die Lage der Genitalien am Gegenzugstab überprüft, um hier lagerungsbedingte Weichteilschäden zu vermeiden. Zur Kontrolle der knöchernen Resektion wurden in dieser Phase der Operation ebenfalls die Fluoroskopie angewandt und dokumentiert. Nach Abschluss der Interventionen wurde das Bein wieder in die Ausgangslage gebracht und bei Bedarf die Drainage über den Trokar im peripheren Kompartiment positioniert. Die Druckmessung wurde nach Abschluss des Verbandes gestoppt.

2.2.2. Datengewinnung und Aufbereitung

Die Messungen wurden nach Abschluss der Operation noch mit eventuell notwendigen Bemerkungen versehen und unter den Patientendaten in der mitgelieferten Software der Firma T&T Medilogic (Schönefeld, Deutschland) gespeichert. Anschließend konnte die gewonnene Messkurve zur weiteren Auswertung als CSV-Datei exportiert werden. In den CSV Dateien kamen die einzelnen Sensorenwerte für jeden Zeitpunkt der Messung und die im Verlauf ermittelten Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte der

einzelnen Sensoren zur Darstellung. Zur besseren Differenzierung wurde die Messkurve, respektive die Operation in Phasen eingeteilt. Diese ließen sich im Verlauf der Druckkurve erkennen und entsprachen den einzelnen notwendigen Positionen der Patienten.

Um die einzelnen Phasen zu untersuchen, wurde die Operation in folgende Phasen unterteilt (Beispielkurve in Abbildung 20):

- 1- Beginn der OP (Zustand nach Lagerung)
- 2- Phase der Traktion während Arthroskopie im zentralen Kompartiment
- 3- Phase ohne Traktion während Arthroskopie im peripheren Kompartiment
- 4- Ende der Operation (Zustand bei Hautverschluß und Verband)
- 5- Gesamte Dauer der Arthroskopie

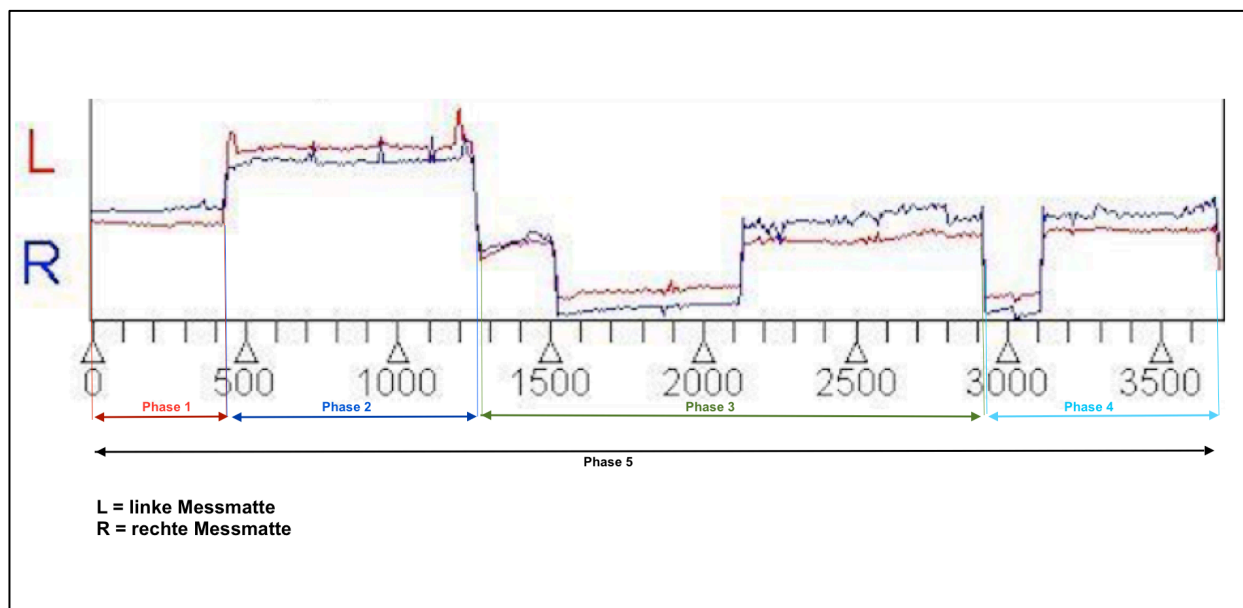


Abbildung 20 – Beispielverlaufskurve des aufgezeichneten Druckes

Die Software erlaubte eine genaue Darstellung der einzelnen Sensoren auf der Platte zu jedem beliebigen Zeitpunkt der Messung, Abbildung 21.

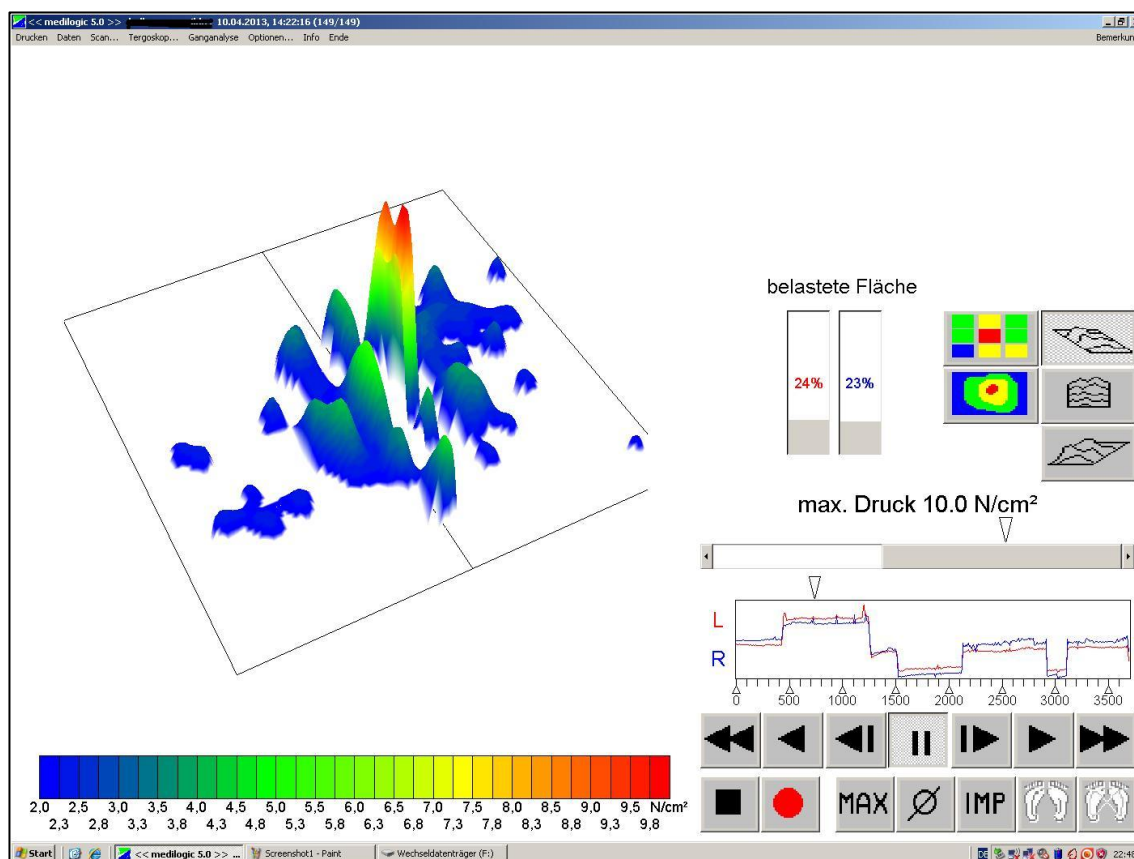


Abbildung 21 – Screenshot des für den Operateur sichtbaren Druckmonitors

In Abbildung 20 ist ein Druckkurvenverlauf abgebildet, wie er während der Hüftarthroskopie auf dem Laptop für den Operateur sichtbar war. Postoperativ wurden die Phasen der Operation in CSV-Dateien exportiert. Es war von Seiten der Software so angelegt, dass für jeden der 144 Sensoren zu jedem Zeitpunkt ein Wert abgebildet wurde. Außerdem wurden die Maximal-/Minimal- und Durchschnittswerte angegeben. Da die Druckverläufe über die Zeit individuell waren, konnte über die Phaseneinteilung eine Vergleichbarkeit der Daten erreicht werden. Außerdem erfolgte die Einteilung der Seiten in eine OP-Seite gegen die nicht zu operierende Gegenseite. Aufgrund der symmetrischen Anordnung der Sensoren auf beiden Plattenseiten konnten so die Sensordaten unabhängig von der Patientenseite „übereinandergelegt“ werden. So konnten 102 Messungen mit OP Seite und Gegenseite unabhängig von der individuellen Patientenseite ausgewertet werden. Es wurden in einer angelegten Excel Tabelle (Fa. Microsoft, Redmont, USA) jeweils die Maxima-, Minima- und Durchschnittswerte eines jeden Sensors aller Patientenmessungen in den einzelnen Operationsphasen aufgetragen. Anschließend wurde die Tabelle mit den

Patientenparametern und im Verlauf mit den Ergebnissen der Patientenbefragung ergänzt.

2.2.3. Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurden anhand der in der Fragestellung formulierten Parameter die Patienten bzw. die gewonnenen Messdaten in verschiedene Gruppen unterteilt. Es wurden Gruppen hinsichtlich des Geschlechts, des Body Mass Index, des Alters, des radiologischen LCE–Winkels nach Wiberg und der Traktionszeit gebildet und verglichen. Die statistische Aufbereitung erfolgte im Programm SPSS Statistics Version 21 (Fa. IBM, Armonk, USA). Für die explorativen und inferenzstatistischen Analysen kamen aufgrund der Datenqualität und der Verteilung der erhobenen Variablen ausschließlich verteilungsfreie Verfahren zum Einsatz [9]. Zur Prüfung auf Unterschiede zwischen unabhängigen Gruppen wurde der Mann-Whitney-Test eingesetzt [55]. Zur Prüfung verbundener Stichproben wurde der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verwendet [84]. Die Zusammenhänge wurden mittels des Korrelationskoeffizienten Spearman's ρ untersucht [9]. Dabei kann der Korrelationskoeffizient Werte von -1 (perfekte negative Korrelation) bis +1 (perfekte positive Korrelation) annehmen. Ein Wert von 0 oder nahe 0 bedeutet, dass kein Zusammenhang vorliegt. Je größer (bzw. kleiner bei negativen Korrelationen) der Korrelationskoeffizient, desto stärker der Zusammenhang. Zur Beurteilung der Zusammenhangsstärke wurde auf die Einteilung nach Cohen zurückgegriffen [16]:

$0,0 \leq \rho < 0,1$ keine Korrelation

$0,1 \leq \rho < 0,3$ schwache Korrelation

$0,3 \leq \rho < 0,5$ mittlere Korrelation

$0,5 \leq \rho < 1,0$ starke Korrelation

Diese Einteilung gilt auch für negative Korrelationen mit dem entsprechenden Vorzeichen.

Zur statistischen Signifikanzprüfung wurde – entsprechend der allgemeinen methodischen Konvention – ein α -Niveau von 5% ($=0,05$) festgelegt. Betrug die empirisch ermittelte Signifikanz gleich oder weniger als dieser kritische Wert ($p \leq 0,05$), so galt das Ergebnis als signifikant und die Alternativhypothese konnte angenommen werden. Zur Visualisierung und besseren Darstellung wurden zudem Linien-, Streu- und Balkendiagramme sowie Box-Whisker-Plots verwendet. Nach der Erhebung der Daten in Microsoft Excel wurden sie in die statistische Analysesoftware IBM SPSS Statistics Version 21 (Fa. IBM, Armonk, USA) eingelesen und dort alle weiteren Berechnungen und statistischen Tests durchgeführt.

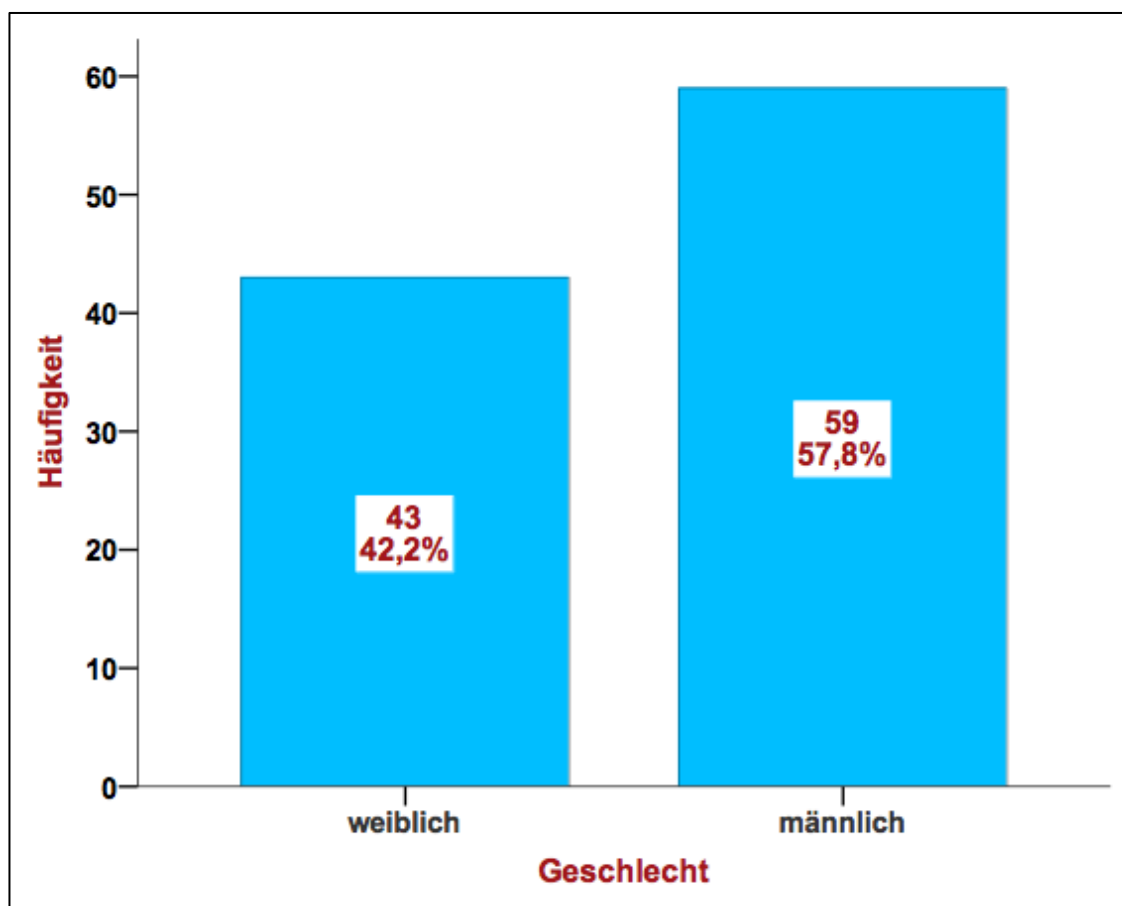
3. Ergebnisse

3.1. Deskriptive Statistiken

Im Zeitraum vom 16. Mai 2012 bis zum 7. November 2013 wurden an der Asklepios Klinik Birkenwerder 103 Druckmessungen am Gegenzugstab während Hüftarthroskopien durchgeführt. Von den Messungen konnten 102 in der Auswertung verwendet werden. Bei einer weiteren Messung war eine Arthroskopie des zentralen Kompartiments nicht möglich. Somit war dieser Datensatz nicht vollständig und konnte in die Auswertungen nicht einfließen.

3.1.1. Geschlechtsverteilung

Es wurden 43 Messungen an weiblichen und 59 Messungen an männlichen Patienten durchgeführt (Grafik 1 – Geschlechterverteilung der Patientengruppe).

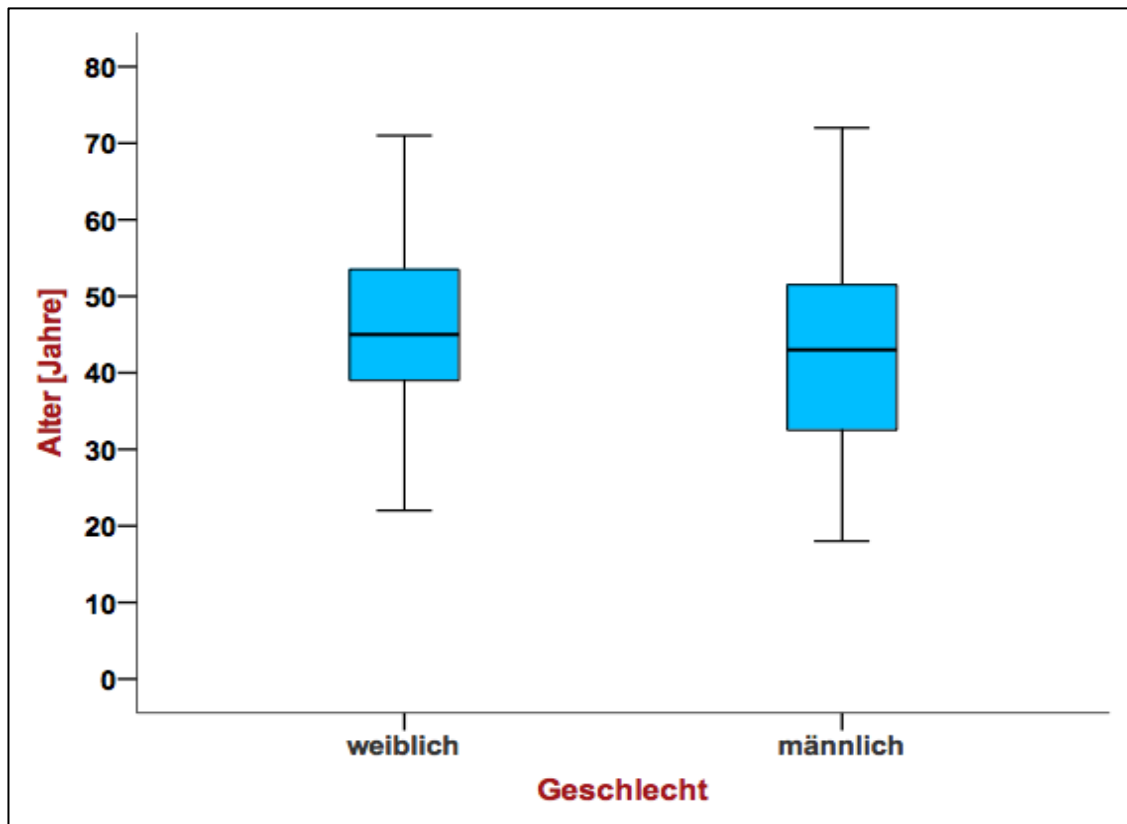


Grafik 1 – Geschlechterverteilung der Patientengruppe

3.1.2. Patientenaltersverteilung

Zum Zeitpunkt der Operation lag das Alter der Patienten bei 18 bis 72 Jahren im Mittel bei 43,7 Jahren (Standardabweichung 12,9 Jahre).

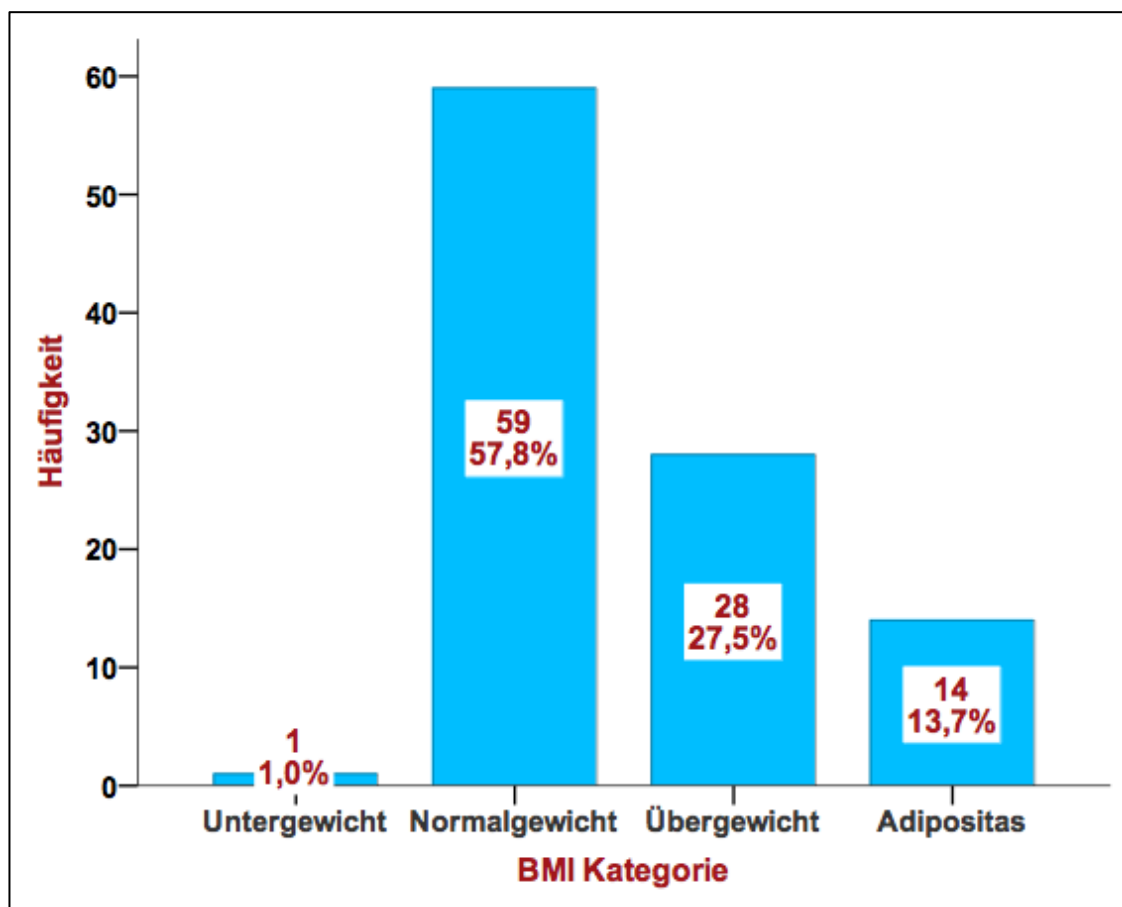
Der folgende Boxplot zeigt, dass es keine relevanten Unterschiede bezüglich des Alters zwischen den Geschlechtern gab (Grafik 2 – Altersverteilung bezogen auf das Geschlecht).



Grafik 2 – Altersverteilung bezogen auf das Geschlecht

3.1.3. Body-Mass-Index

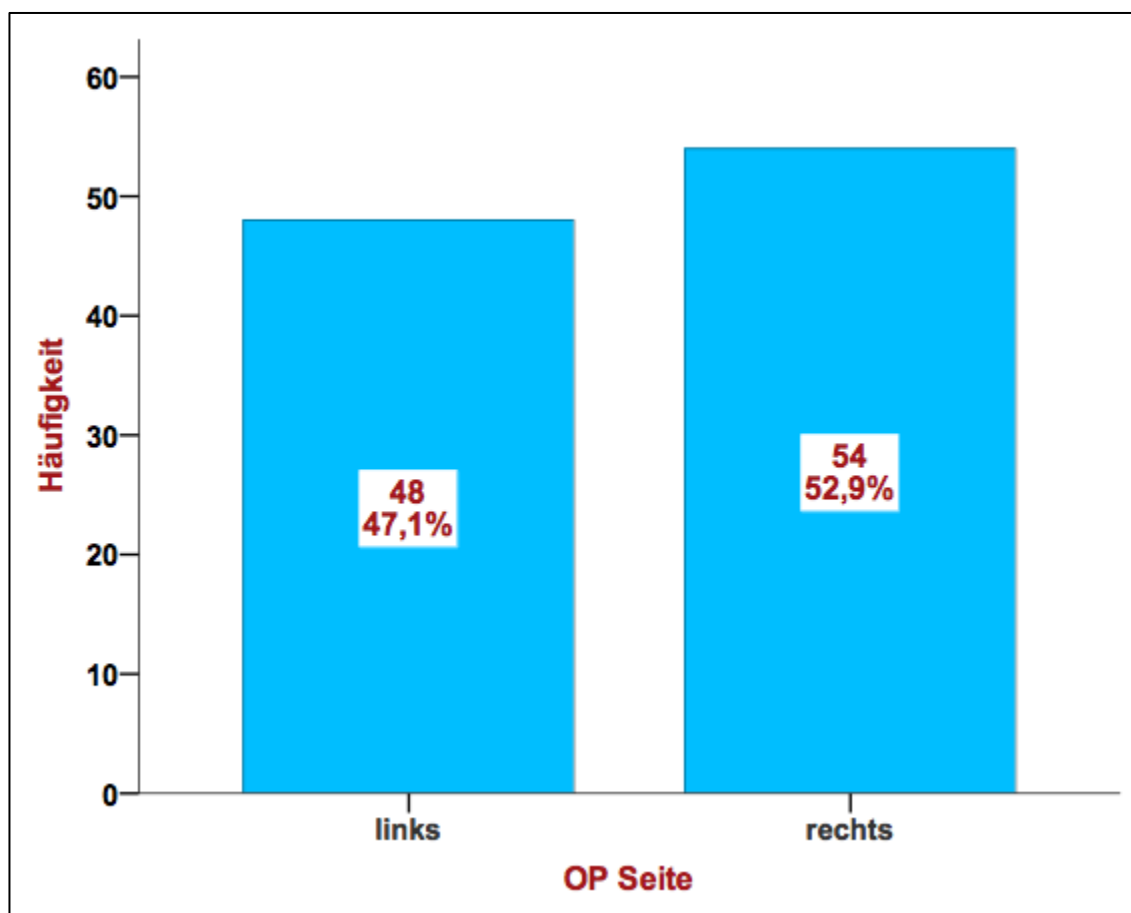
Der Body Mass Index betrug 18-36 kg/m² im Mittel 25 kg/m² (Standardabweichung 3,8 kg/m²). 41,2% der Patienten waren laut BMI-Definition übergewichtig, wie im folgenden Balkendiagramm dargestellt ist (Grafik 3 – Verteilung der BMI Kategorien im Patientenkollektiv).



Grafik 3 – Verteilung der BMI Kategorien im Patientenkollektiv

3.1.4. Seitenverhältnis

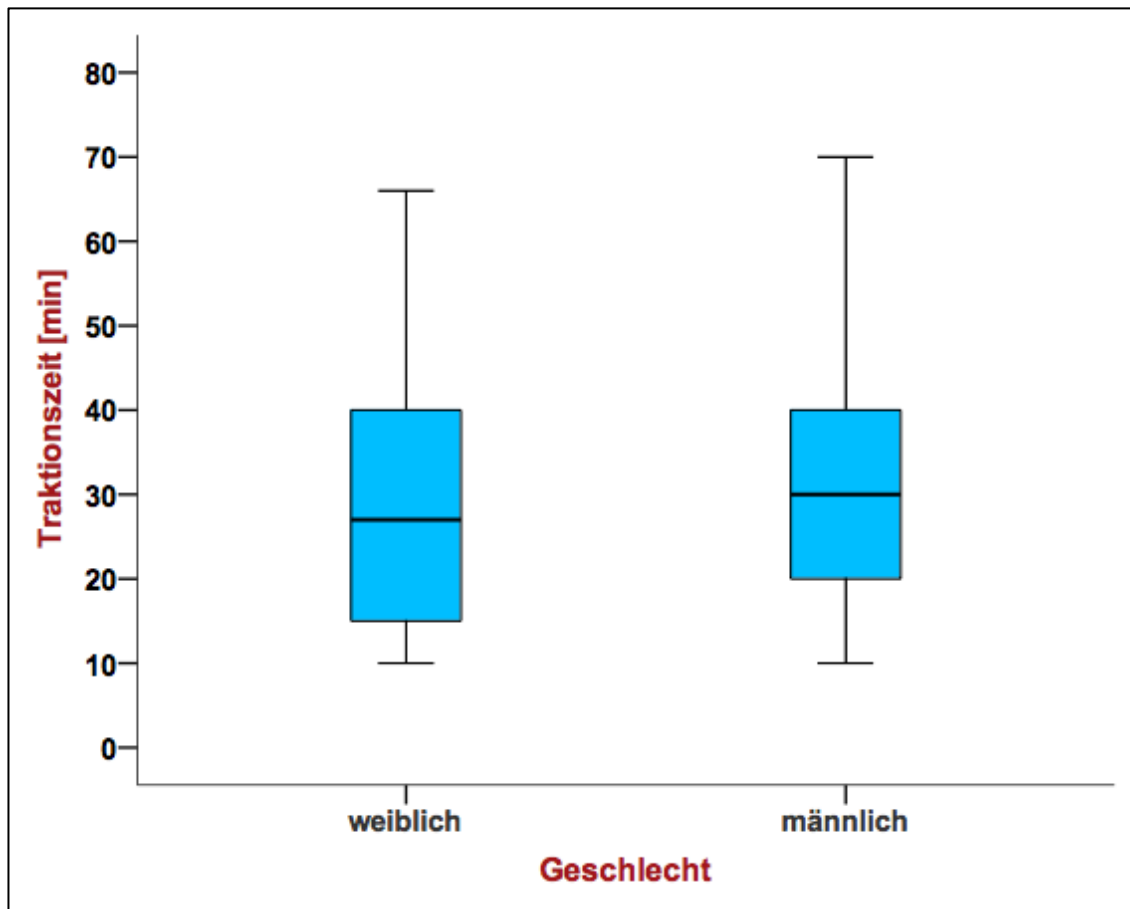
Es wurden 48 linke und 56 rechte Hüften arthroskopiert. Das Verhältnis war damit ausgeglichen (Grafik 4 – Verteilung der operierten Seite).



Grafik 4 – Verteilung der operierten Seite

3.1.5. Traktionszeit

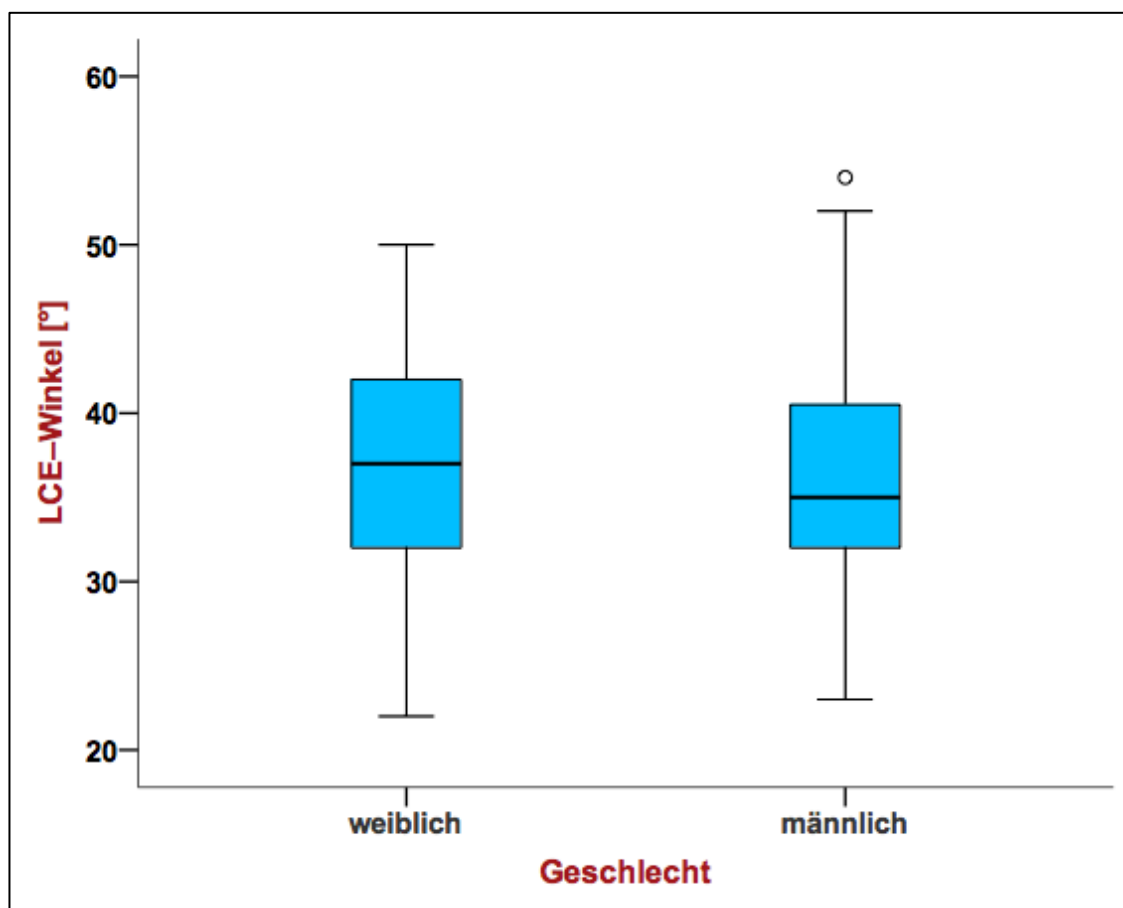
Die Dauer der benötigten Traktion betrug im Mittel 30 Minuten (Standardabweichung 15,4 Min.; Min./Max. 10/70 Min.). Wie im unteren Boxplot dargestellt, gab es bezüglich der benötigten Traktionszeit ebenfalls keine relevanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern (Grafik 5 – benötigte Traktionszeit bezogen auf das Geschlecht).



Grafik 5 – benötigte Traktionszeit bezogen auf das Geschlecht

3.1.6. LCE–Winkel nach Wiberg

Zur Überprüfung eines vermuteten Einflusses der Hüftpfannenkonfiguration auf die benötigte Traktionskraft und den entstehenden Druck auf dem Gegenzugstab wurde der laterale Centrum-Erker Winkel nach Wiberg gemessen und untersucht. Der LCE–Winkel betrug im Mittel $35,50^\circ$ (Standardabweichung 7° ; Min./Max. $22/54^\circ$). Hier bestanden ebenfalls keine relevanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern (Grafik 6 – Verteilung der LCE–Winkel nach Wiberg).



Grafik 6 – Verteilung der LCE–Winkel nach Wiberg

3.1.7. Komplikationen

Für die Betrachtung einer Komplikation ist es zunächst notwendig, diese zu definieren. Im Allgemeinen sind unter Komplikationen unerwünschte Ereignisse während oder nach einer Operation zu verstehen, die zu einer Schädigung führten oder das Potenzial hatten, eine solche hervorzurufen [59]. Da es in dieser Arbeit jedoch nicht um das Auftreten von allen Komplikationen ging, sondern auf lagerungs- bzw. druckabhängige Folgen beschränkt war, erfolgte die Definition modifiziert. In dieser Arbeit wurde eine lagerungs- bzw. druckbedingte Komplikation als temporäre oder permanente perineale Schädigung definiert. Hierzu zählten nervale Irritationen wie Sensibilitätsstörungen, Sexualfunktionsstörungen, Störungen der Blasen-Mastdarmfunktion oder auch Weichteilschäden im Genitalbereich wie Skrotum- oder Labiaquetschungen, klinisch relevante Hämatome oder andere Weichteilverletzungen.

Bei zwei Patienten traten Komplikationen im oben genannten Sinne auf. In einem Fall kam es einer einseitigen (OP-seitigen) Hypästhesie der Labia majora für die Dauer von 5 Tagen in einem anderen zu einer anamnestischen erektilen Dysfunktion für zwei Wochen. Die Patienten sollen im folgendem P1 und P2 genannt werden. Bei P1 handelte es sich um eine 40-jährige Patientin mit einem BMI von 29 kg/m^2 . Der LCE-Winkel nach Wiberg betrug 45° und die benötigte Traktionszeit lag bei 33 Minuten. P2 war ein 44-jähriger Patient mit einem BMI von ebenfalls 29 kg/m^2 . Der LCE-Winkel bei P2 betrug 38° und die benötigte Traktionszeit lag bei 45 Minuten. Somit liegen beide Patienten von Seiten der Ausgangsparameter im Bereich der Durchschnittswerte bzw. innerhalb der ersten Standardabweichungen.

3.2. Statistische Analysen

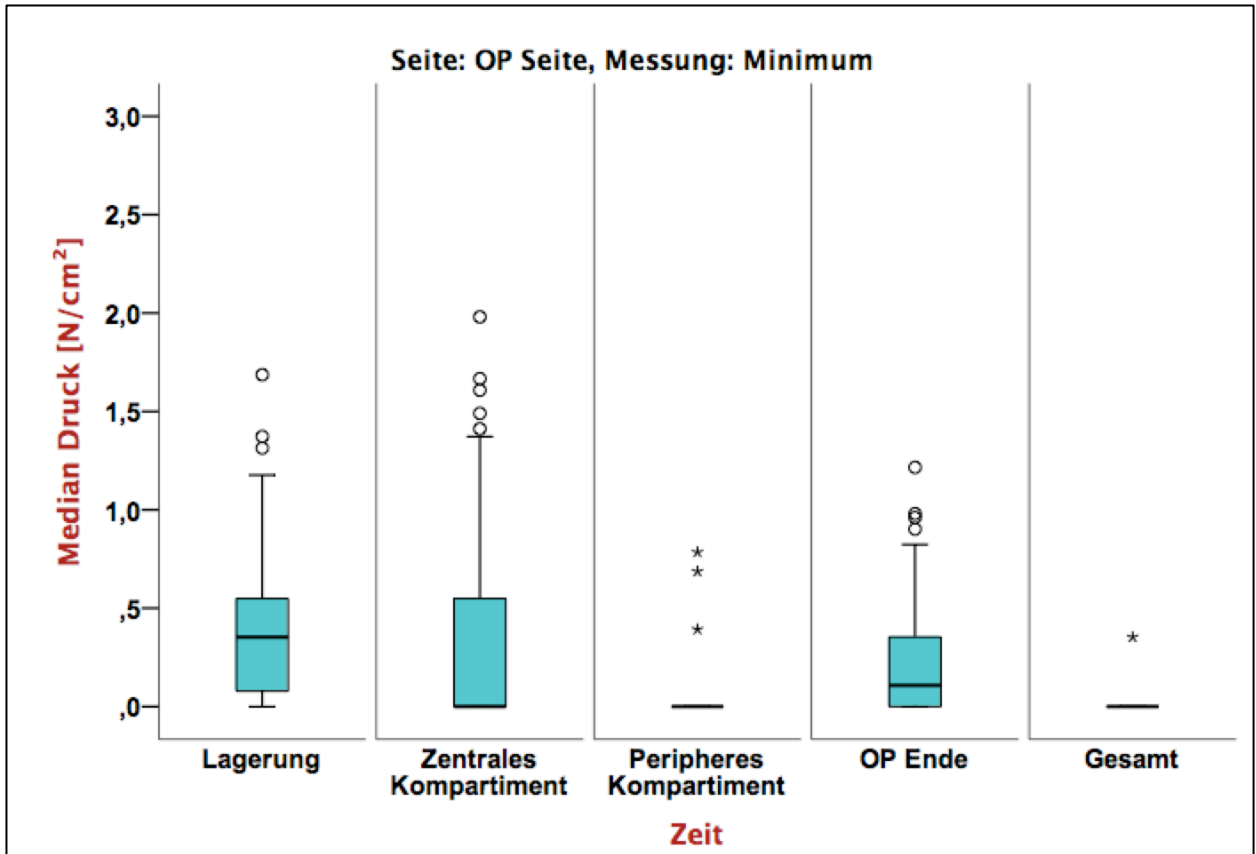
Zunächst wurde zur Auswertung der Drücke für jede Seite (OP-Seite, Gegenseite), jede Messung (Durchschnitt, Maximum, Minimum) und jeden Zeitabschnitt (Lagerung, zentrales Kompartiment, peripheres Kompartiment, OP Ende, Gesamtzeit) pro Patient der Medianwert über die Drücke aller Sensoren einer Matte ermittelt. Der Median wurde dem Mittelwert vorgezogen, da er aufgrund der schiefen und asymmetrischen Verteilungen der Drücke das bessere Lagemaß darstellt und vor allem gegenüber

Ausreißern unempfindlich reagiert. Aus den individuellen Medianwerten der Patienten wurde dann wiederum der Median für die gesamte Stichprobe berechnet und dargestellt.

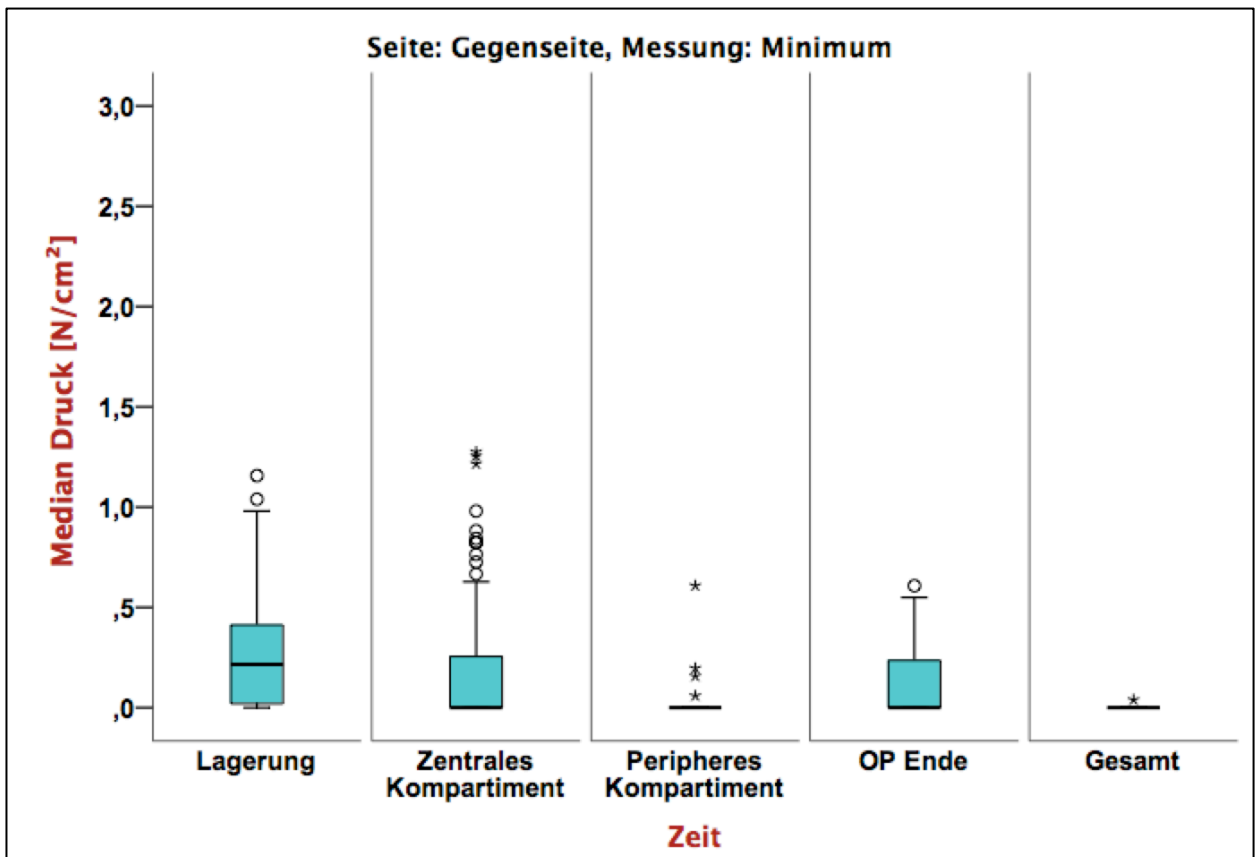
3.2.1. Druckverlauf

Zur Darstellung und zum Vergleich der Verteilung der Drücke über die Zeit wurden darüber hinaus Box-Whisker-Plots erstellt. Es sind die Häufigkeitsverteilungen um den Mediandruck der einzelnen Messpunkte dargestellt. Boxplots sind geeignete Darstellungen der Verteilung von metrischen Messwerten, da sie die Lage und Streuung und auch die Schiefe und Ausreißer zeigen. Die Box eines Boxplots zeigt die Lage der mittleren 50% der Werte. Werte innerhalb der 25% Quantil und des 75% Quantil befinden sich innerhalb der Box. Die Länge der Box ist der Interquartilabstand oder Interquartilrange (IQR) und zeigt die Streuung an. Die Whisker oder Antennen werden per Definition maximal 1,5 IQR vom oberen und unteren Boxende platziert. Werte außerhalb dieser Whisker sind Ausreißer. Die teilweise hohe Streuung der gemessenen Werte wird in den Grafiken 7-12 deutlich.

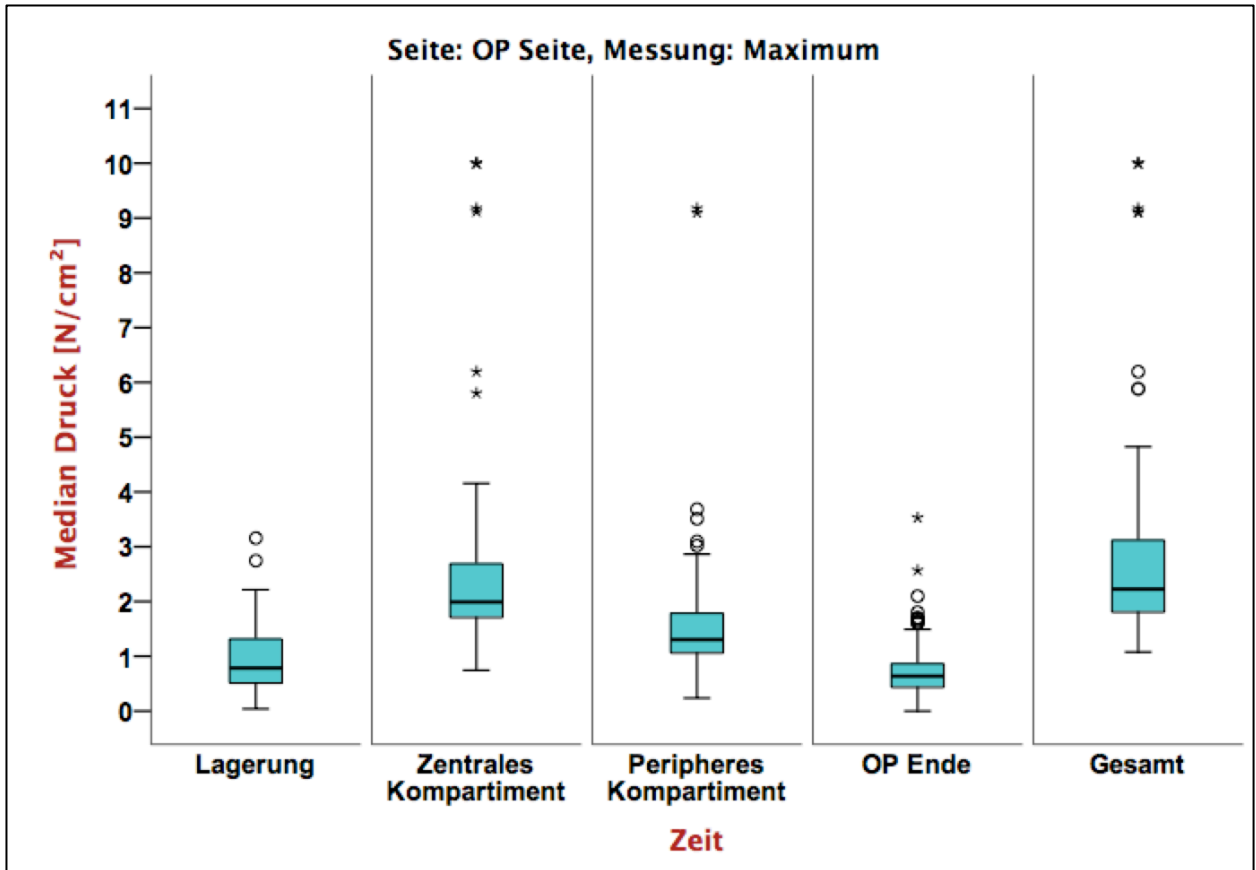
In Grafik 7 und 8 ist die Streuung der Messwerte für die erfassten Minimalwerte im Verlauf der Operationsphasen zu erkennen. Grafik 7 zeigt die Werte der OP-Seite, Grafik 8 die der Gegenseite. Die Streuung der Werte auf der OP Seite vor allem im Vergleich zu denen der Gegenseite wird bereits hier deutlich. Auf der OP-Seite zeigen sich die vor allem in den Phasen eins und zwei deutlich größere Boxen und damit auch Whisker, was die breitere Verteilung der Messwerte verdeutlicht. Absolut betrachtet ist die Boxenlänge jedoch auf maximal 0,5 Einheiten (N/cm^2) beschränkt.



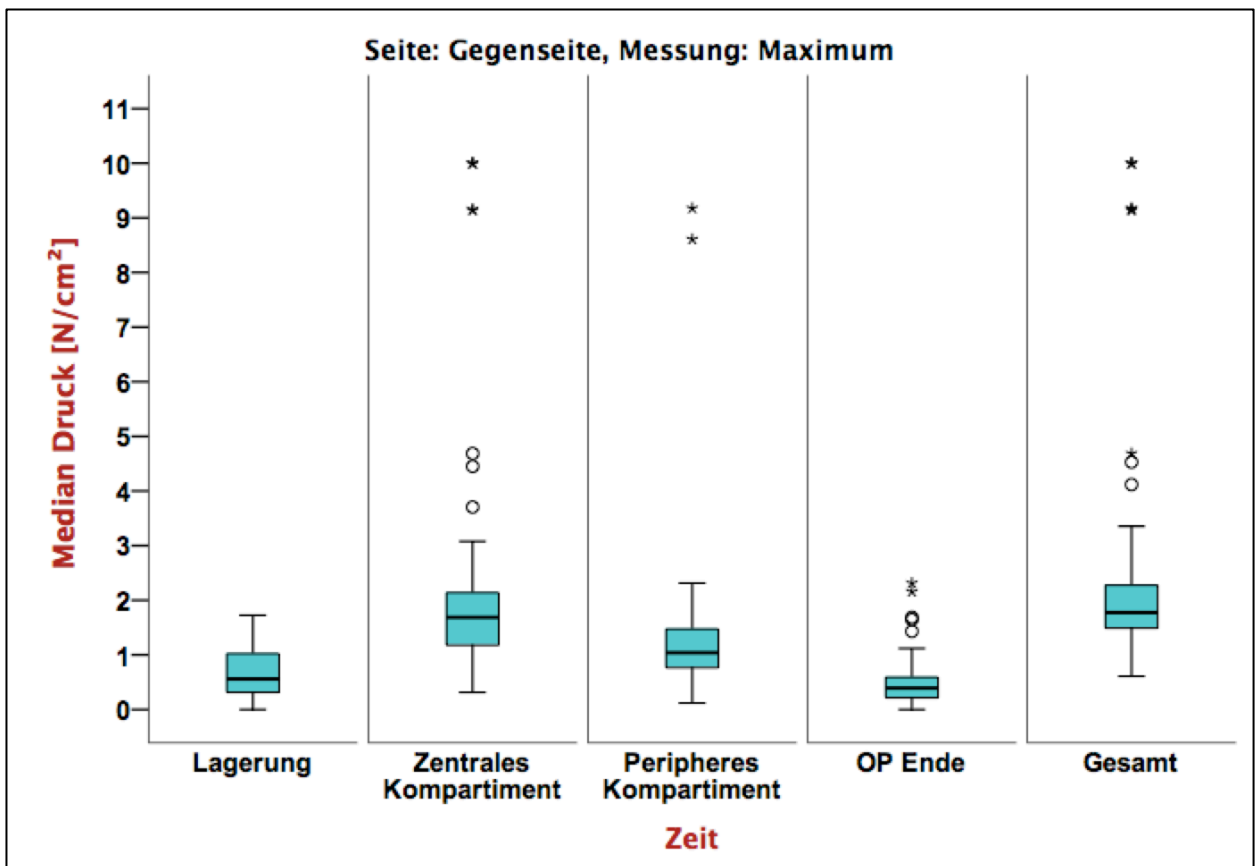
Grafik 7 – Verteilung der Mediane des minimalen Druckes der OP Seite im Verlauf



Grafik 8 – Verteilung der Mediane des minimalen Druckes der Gegenseite im Verlauf

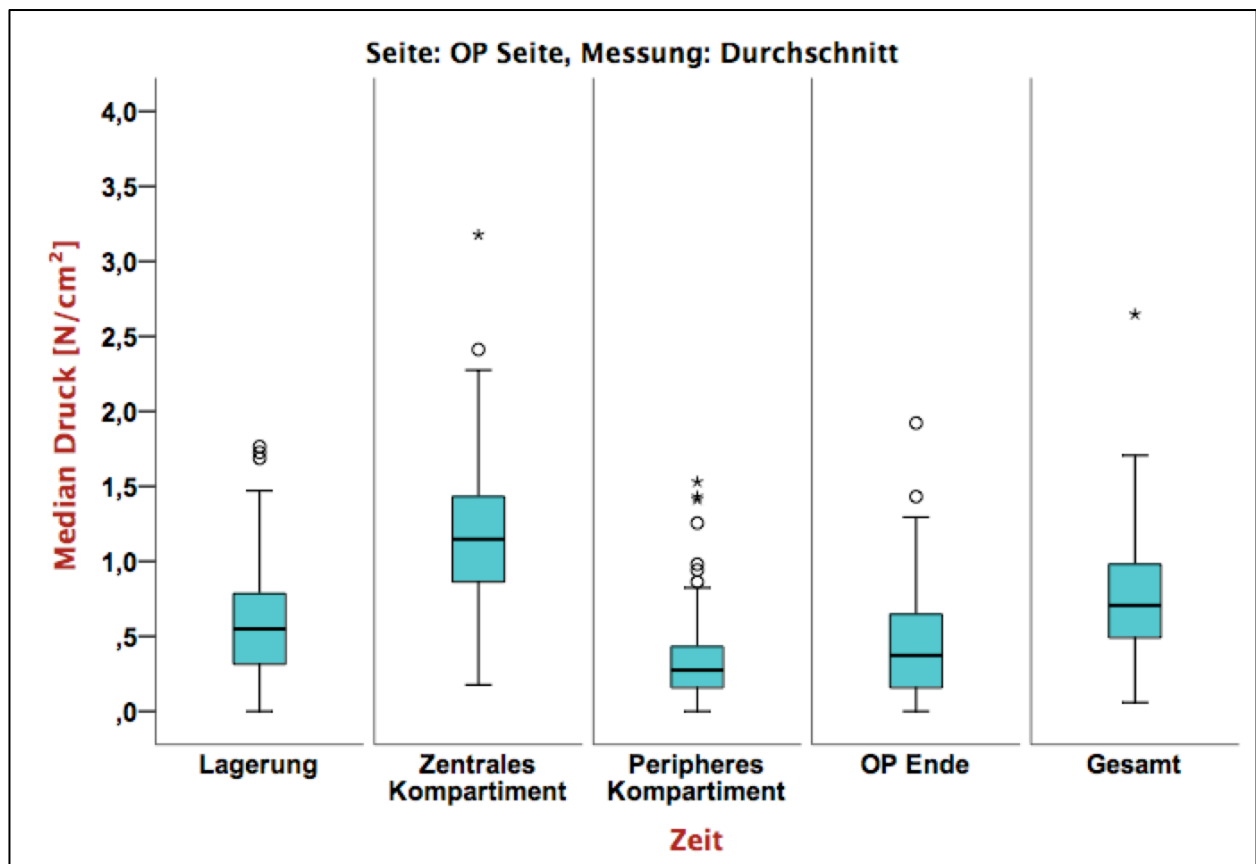


Grafik 9 – Verteilung der Mediane des maximalen Druckes der OP Seite im Verlauf



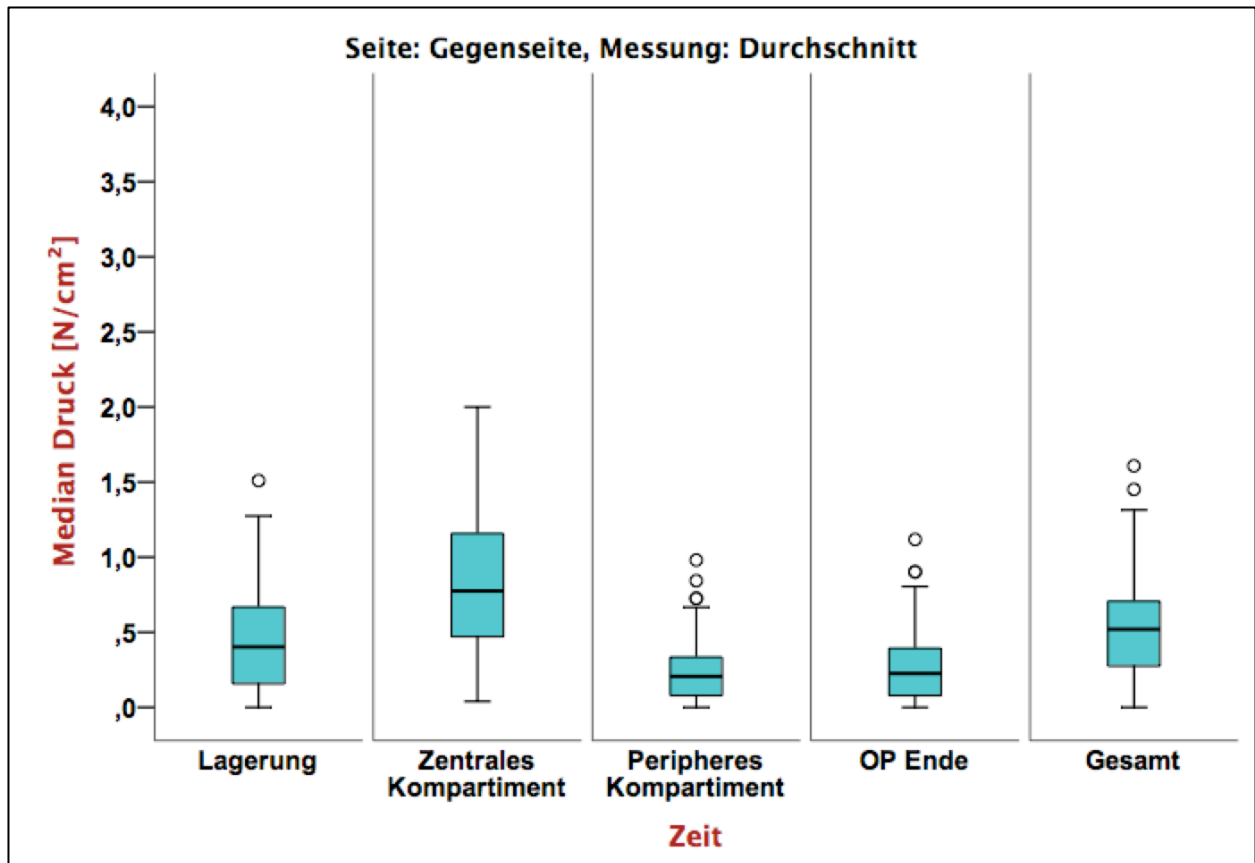
Grafik 10 – Verteilung der Mediane des maximalen Druckes der Gegenseite im Verlauf

Grafik 9 und 10 zeigen die Verteilung der Messwerte für die Maximalwerte während den OP-Phasen auf der OP-Seite und Gegenseite. Die Boxenlängen als Maß für die Streuung sind hier auf bis zu 1,2 Einheiten angestiegen. Die verzeichneten Ausreißer liegen hier bis zu 8,5 Einheiten vom Median entfernt.



Grafik 11 – Verteilung der Mediane des durchschnittlichen Druckes der OP Seite im Verlauf

Die Betrachtung der Verteilung der Durchschnittswerte in den Grafiken 11 und 12 lässt erkennen, dass hier wieder eine Streuung vorlag, vor allem in der Phase des Druckanstieges während der Traktion ist die Boxenlänge auf 0,8 Einheiten ausgedehnt. Damit ist die Streuung nicht so groß, wie bei den Maximalwerten, was durch eine Unanfälligkeit für kurze Druckspitzen bei den Durchschnittswerten zu erklären ist. Dies ist auch der Grund, warum die weitere Druckbetrachtungen und Vergleiche mit den Durchschnittswerten erfolgte.

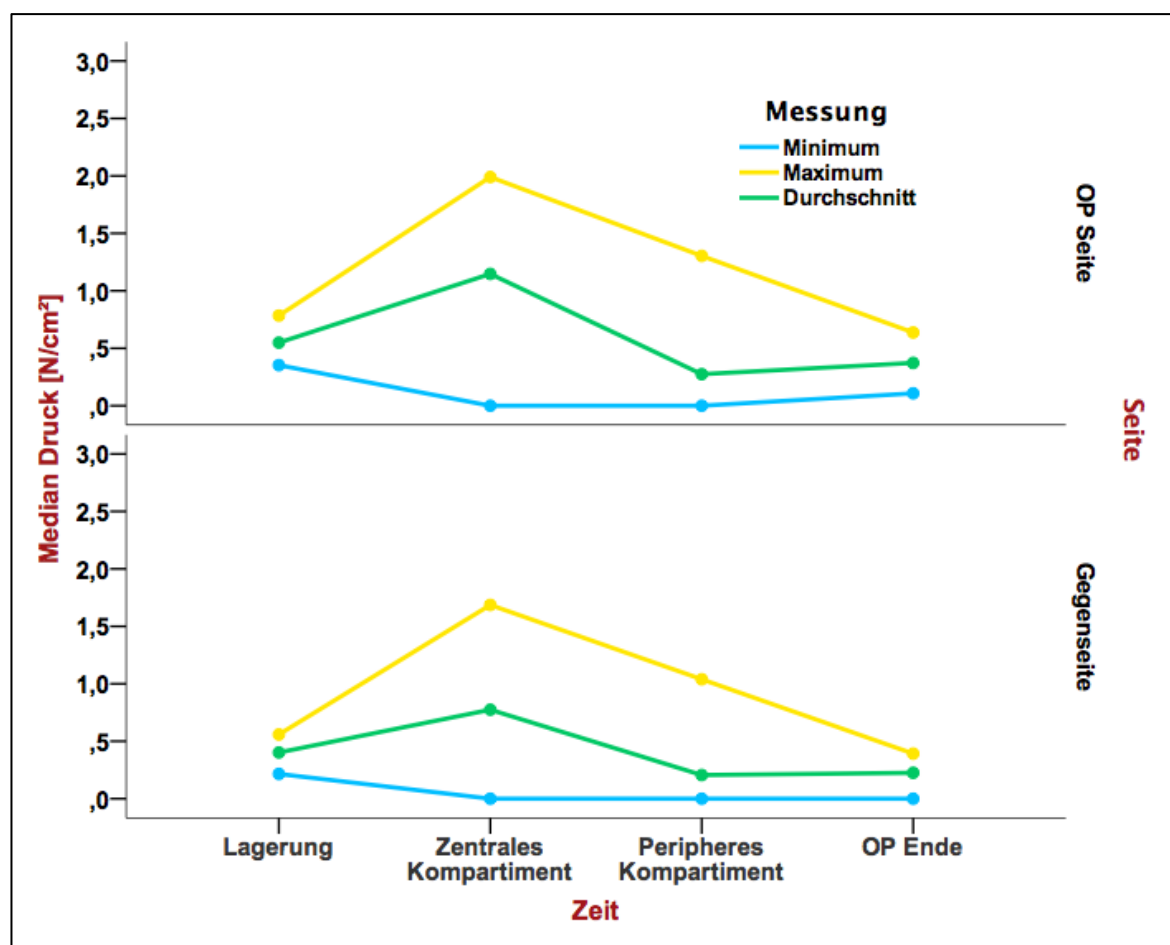


Grafik 12 – Verteilung der Mediane des durchschnittlichen Druckes der Gegenseite im Verlauf

Es zeigte sich ein Druckverlauf auf beiden Messmattenseiten über die Dauer der Operation, welcher durchschnittlich im Bereich von $0,55 \text{ N/cm}^2$ (OP Seite) bzw. $0,40 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) während der Lagerung begann, zum Zeitpunkt der Traktion anstieg auf $1,15 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) bzw. $0,77 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) und während der Tätigkeiten im peripheren Kompartiment ohne Traktion auf $0,27 \text{ N/cm}^2$ (OP Seite) bzw. $0,21 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) fiel. Zum Ende der Operation zeigte sich ein durchschnittlicher Druck von $0,37 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) bzw. $0,22 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) welcher deutlich niedriger war als zu Beginn der Operation.

Für den Druckverlauf der Maximalwerte ergab sich die folgende Situation. In Phase 1 lag der über die gesamte Mattenseite gebildete Medianwert des Druckes maximal bei $0,78 \text{ N/cm}^2$ (OP) bzw. $0,56 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite), stieg während der Traktionsphase auf maximal $1,99 \text{ N/cm}^2$ (OP) bzw. $1,67 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) und fiel während Phase 3 auf $1,30 \text{ N/cm}^2$ bzw. $1,04 \text{ N/cm}^2$. Zum Operationsende betrug der Druck maximal $0,64 \text{ N/cm}^2$ bzw. $0,39 \text{ N/cm}^2$.

Um einzelne Druckspitzen auszublenden, welche sich in den Maximaldrücken abbilden, folgten die weiteren Betrachtungen mit den Durchschnittswerten der Sensoren.

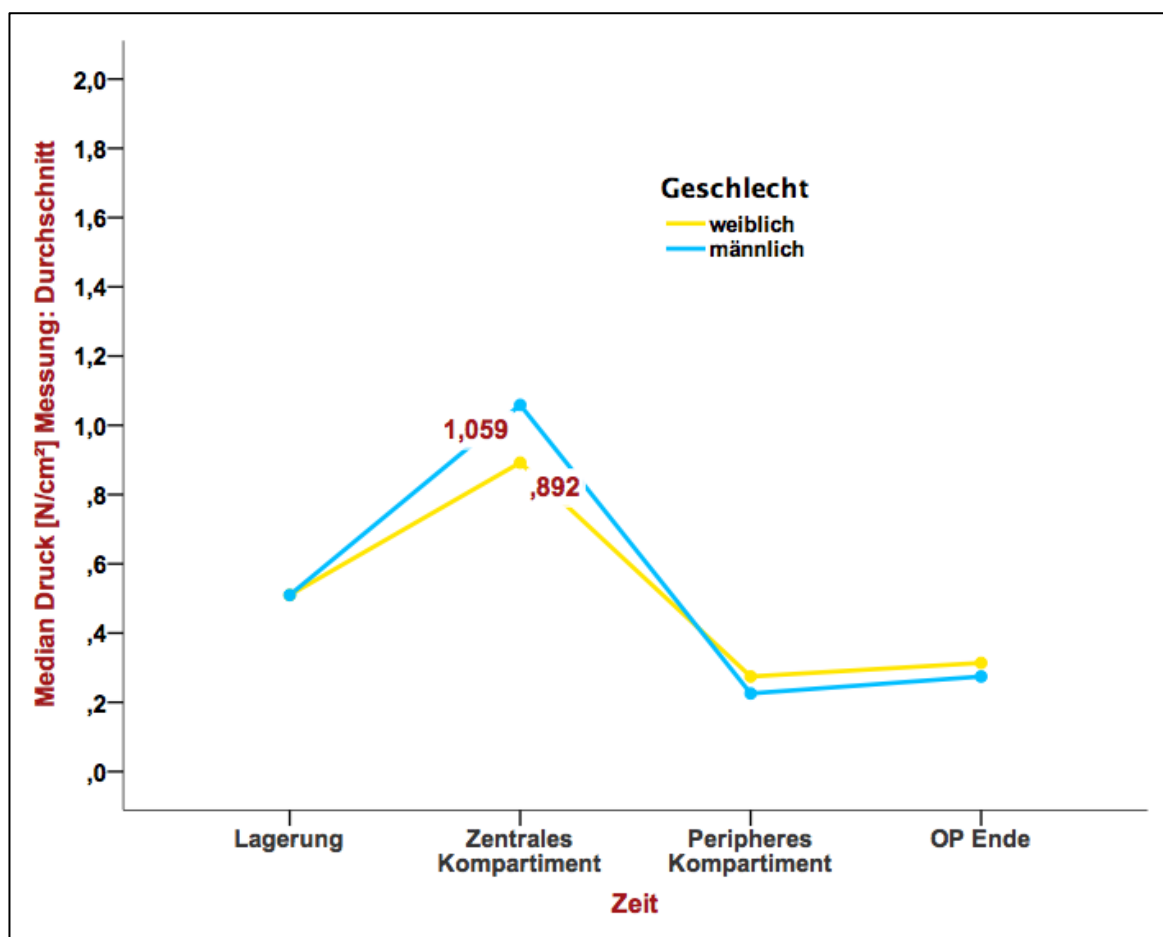


Grafik 13 – Verlauf des Gruppenmediandruckes aller Messungen im OP-Verlauf

In dem oben abgebildeten Verlaufsdiagramm (Grafik 13) ist der Druckverlauf auf beiden Messmattenseiten zu sehen. Während die Minimaldrücke im Verlauf der einzelnen Operationsphasen nur wenig Änderung aufzeigen, sind in den Maximal- und Durchschnittsdrücken doch deutliche Änderungen sichtbar. Betrachtet man den Druckverlauf der Maximaldrücke im Vergleich zu den Durchschnittsdrücken, fallen in Phase drei Unterschiede des Kurvenverlaufs auf. Während der Arbeiten im peripheren Kompartiment ohne bestehende Traktion liegt der Maximaldruck deutlich über dem Lagerungsdruck während der Durchschnittsdruck niedriger als zum Zeitpunkt der Lagerung erscheint.

3.2.2. Vergleich männlich vs. weiblich

Die Druckwertunterschiede zwischen Männern und Frauen zeigten einen Unterschied während der Traktionszeit. Beide Geschlechter hatten einen anfänglichen Druck von $0,51 \text{ N/cm}^2$, zeigten jedoch während der Traktion einen signifikanten Unterschied ($p=0,03$), getestet mit dem Mann-Whitney-Test, von $0,89 \text{ N/cm}^2$ bei den Frauen und $1,06 \text{ N/cm}^2$ bei den Männern. Hierbei wurde die gesamte Messmatte betrachtet. In den Phasen ohne Traktion lagen die Druckwerte wieder enger beisammen; für Phase 3 lag der Druck bei den Frauen bei $0,27 \text{ N/cm}^2$ und den Männer $0,22 \text{ N/cm}^2$. Am Ende der Operation gab es ebenfalls keine Unterschiede $0,31 \text{ N/cm}^2$ bei den Frauen vs. $0,27 \text{ N/cm}^2$ bei den Männern.



Grafik 14 – Durchschnittsdruckunterschiede bezogen auf das Geschlecht

3.2.3. Verlauf bei P1 und P2

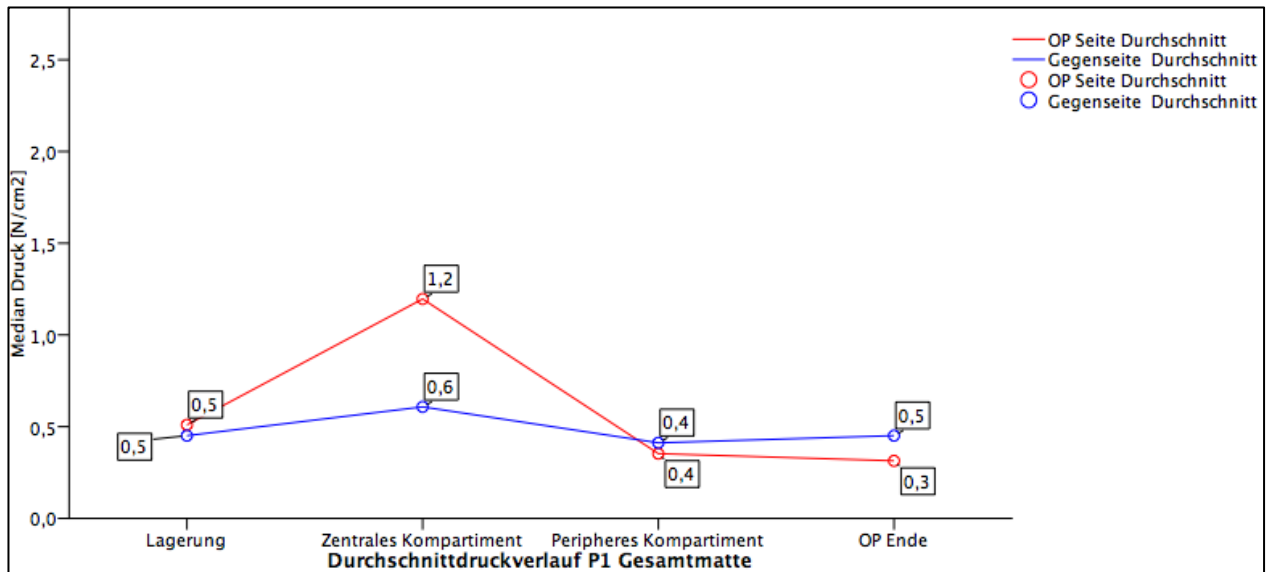
Für eine Signifikanzbetrachtung ist die Anzahl der beobachteten Komplikationen deutlich zu gering. Dennoch erfolgte für die zwei, im Sinne der Fragestellung am ehesten komplikativen Fälle, ebenfalls die Betrachtung der Druckverläufe im Einzelnen, um sie so innerhalb der Gesamtgruppen besser einordnen zu können. Da von den Minimalwerten jedoch keine Relevanz zu erwarten ist, erfolgte die Betrachtung nur für die Durchschnitts- und Maximalwerte.

P1 war eine Patientin, bei der es zu einer temporären Hypästhesie der Labia majora der OP-Seite kam. P2 war ein Patient, der über eine ebenfalls temporäre und vollständig regrediente erektile Dysfunktion klagte.

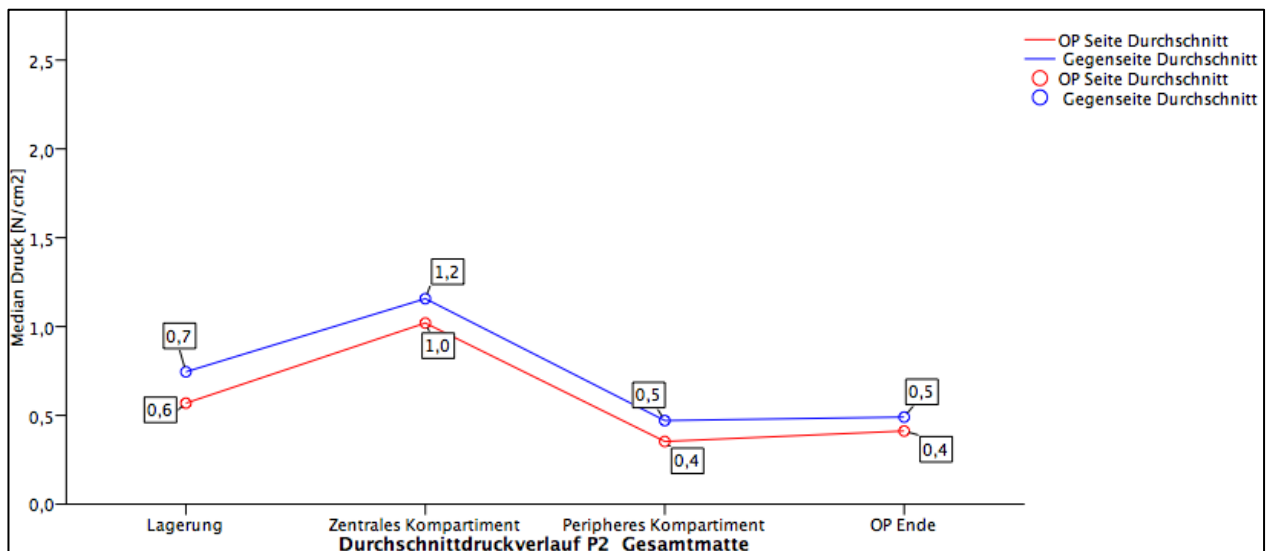
Beide Patienten lagen wie oben beschrieben von Seiten der Ausgangsparameter im Bereich der Durchschnittswerte bzw. innerhalb der ersten Standardabweichungen.

In den Grafiken 15 bis 18 sind die Druckverläufe der beiden Messungen aufgezeigt.

In der ersten OP- bzw. Messphase lag der durchschnittliche Druck der Gesamtgruppe bei $0,55 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) bzw. $0,40 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite). P1 lag hier bei $0,51 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) bzw. $0,45 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) innerhalb des Interquartilsabstand (IQR) des Box Plots. Ebenso verhielt es sich bei P2. Hier lagen die Werte mit $0,57 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) und $0,74 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) auch innerhalb des IQR. In Phase zwei lag der Gruppenmedian bei $1,15 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) und $0,77 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite). P1 und P2 lagen auch hier innerhalb der IQR mit P1 $1,19/0,6 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite/Gegenseite) und P2 $1,02/1,15 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite/Gegenseite). In Phase drei lagen P1 und P2 mit $0,35 \text{ N/cm}^2$ im IQR der OP-Seite (Median der Gesamtgruppe $0,27 \text{ N/cm}^2$). Auf der Gegenseite fanden sich beide ebenfalls gleich mit $0,41 \text{ N/cm}^2$ leicht oberhalb der mittleren 50% Werte im Whiskerbereich. Der Median der Gesamtgruppe war hier $0,21 \text{ N/cm}^2$. Der gleiche Sachverhalt galt für die Phase 4. P1+2 lagen auf der OP-Seite mit $0,31 \text{ N/cm}^2$ (P1) bzw. $0,41 \text{ N/cm}^2$ (P2) innerhalb des IQR und auf der Gegenseite mit $0,49 \text{ N/cm}^2$ (P1) und $0,49 \text{ N/cm}^2$ (P2) zum Median von $0,22 \text{ N/cm}^2$ oberhalb der Box jedoch im Whiskerbereich.



Grafik 15 – Durchschnittsdruckverlauf bei P1 über die gesamte Matte

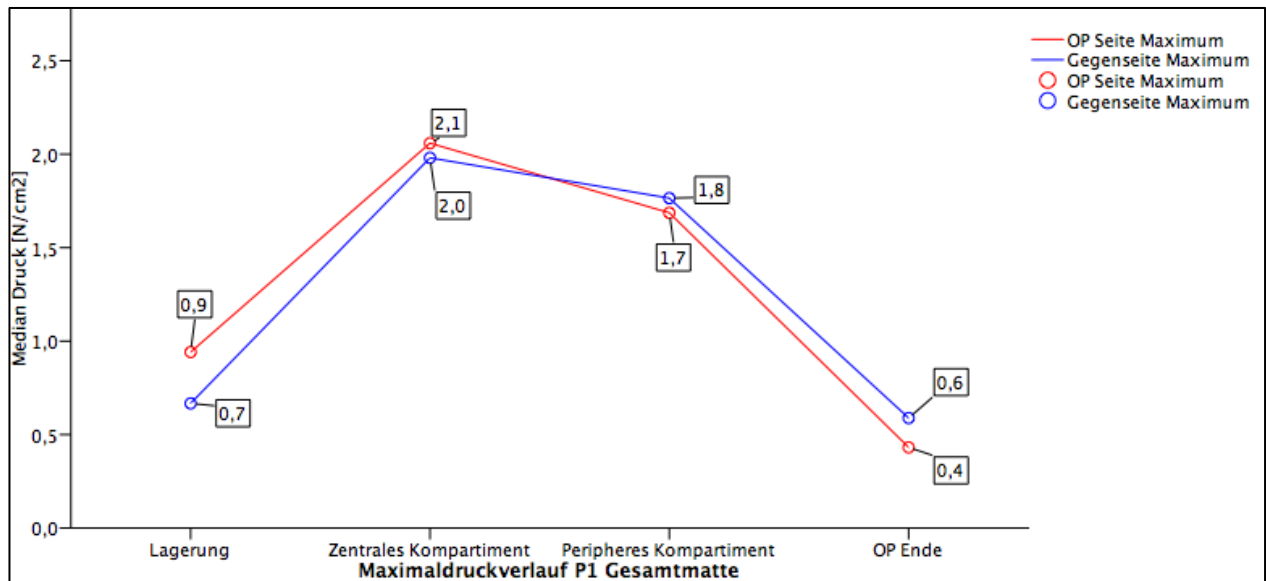


Grafik 16 – Durchschnittsdruckverlauf bei P2 über die gesamte Matte

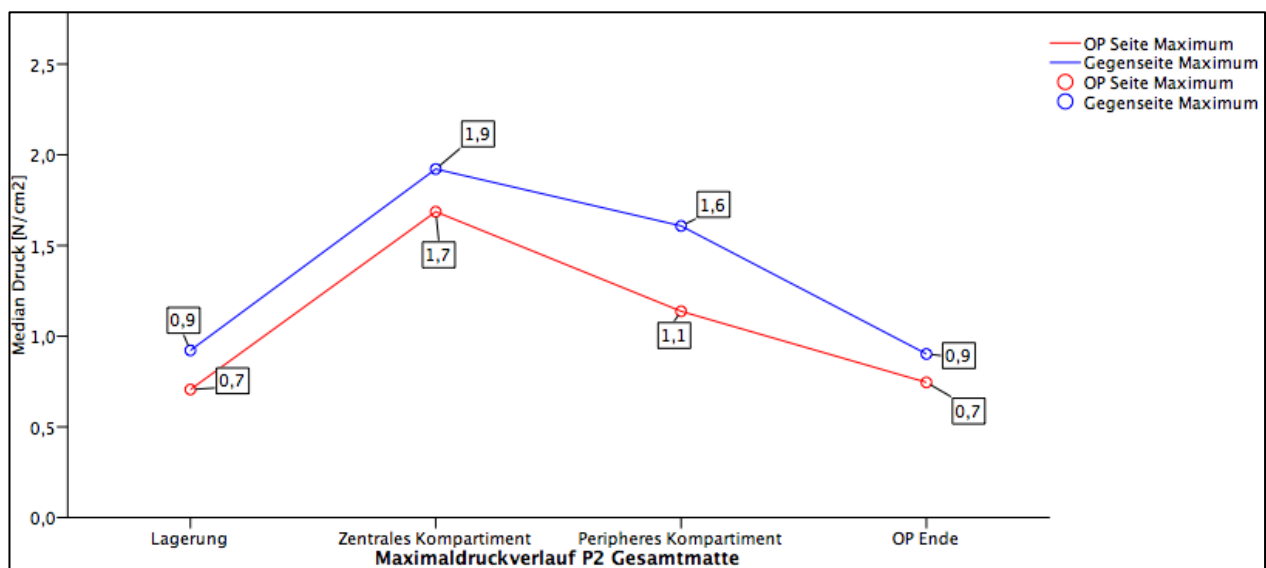
Ein ähnliches Bild zeichnete sich im Verlauf der Maximaldrücke ab. Auf der OP-Seite lagen die Werte bei P1 und P2 in allen Phasen innerhalb der IQR und somit im Wertebereich der mittleren 50%. Phase eins zeigte einen Median der Gruppe von 0,78 N/cm² (0,94 (P1) / 0,71 N/cm² (P2)). In Phase zwei lag die Gruppe im Median der Maximaldrücke auf der OP-Seite bei 1,99 N/cm² P1 bei 2,06 N/cm² und P2 bei 1,69 N/cm². In Phase vier lag der Gruppenmedian bei 1,3 N/cm² (P1 1,67 N/cm²; P2 1,14 N/cm²) und in Phase vier bei 0,64 N/cm² (P1 0,43 N/cm²; P2 0,74 N/cm²). Auf der Gegenseite lagen die Drücke der beiden während Phase eins und zwei innerhalb der Box und in Phase drei und vier oberhalb der Boxen jedoch im Whisker. P1 und P2 waren also keine „Ausreißer“, obwohl es solche auch gab. Im Einzelnen lag der Median

der Maximaldrücke der Gesamtgruppe in Phase drei $1,04 \text{ N/cm}^2$ (P1 $1,76 \text{ N/cm}^2$ und P2 $1,61 \text{ N/cm}^2$) und in Phase vier $0,39 \text{ N/cm}^2$ (P1 $0,59 \text{ N/cm}^2$ und P2 $0,92 \text{ N/cm}^2$).

Es lässt sich im Druckverlauf ein gleiches Bild mit einem Druckanstieg während der Traktion in Phase zwei und Abfall des Druckes zum Ende hin wie in der Gesamtgruppe feststellen.



Grafik 17 – Maximaldruckverlauf bei P1 über die gesamte Matte



Grafik 18 – Maximaldruckverlauf bei P2 über die gesamte Matte

3.2.3. Korrelationsbetrachtungen

Die Betrachtung der Korrelationen erfolgte wie oben erwähnt mit dem Korrelationskoeffizienten Spearman's ρ . Es sind Werte zwischen -1 und 1 möglich. Die Nähe zum positiven bzw. negativem Endpunkt (-1 bzw. +1) beschreibt die Korrelation im negativen bzw. positiven Kontext. Ein Wert von 0 oder nahe 0 bedeutet, dass kein Zusammenhang vorliegt. Je größer (bzw. kleiner bei negativen Korrelationen) der Korrelationskoeffizient, desto stärker der Zusammenhang. Wie oben erwähnt wurde zur Beurteilung der Zusammenhangsstärke auf die Einteilung nach Cohen zurückgegriffen.

[16]:

$0,0 \leq \rho < 0,1$ keine Korrelation

$0,1 \leq \rho < 0,3$ schwache Korrelation

$0,3 \leq \rho < 0,5$ mittlere Korrelation

$0,5 \leq \rho < 1,0$ starke Korrelation

Diese Einteilung gilt auch für negative Korrelationen mit dem entsprechenden Vorzeichen.

Mit dem Mann-Whitney-Test wurde überprüft, ob sich Unterschiede des medianen Druckes zwischen der rechten und linken Seite finden ließen, wenn diese jeweils OP-Seite war. Es konnten keine Unterschiede nachgewiesen werden ($p=0,22$).

Anschließend wurden die Zusammenhänge zwischen interessierenden Variablen wie Alter, Traktionszeit, BMI, LCE-Winkel und dem medianen Druck mittels des Korrelationskoeffizienten nach Spearman untersucht und geprüft. Da keine Angabe oder Vermutungen über die Richtung des Zusammenhanges vorgenommen wurde, handelte es sich um eine ungerichtete Fragestellung, weswegen zweiseitig getestet wurde.

Es zeigten sich für alle vier Variablen keine signifikanten Korrelationen, wie in der Tabelle 1 zu erkennen ist.

Abschließend wurde mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test untersucht, ob sich Unterschiede zwischen OP- und Gegenseite finden ließen. Da diese beiden Messungen bei jedem Patienten vorlagen, handelte es sich um verbundene Stichproben. Berücksichtigt wurden für diese Analyse nur die Durchschnittsmessungen während des

zentralen Kompartiments, da hier die höchsten Drücke bestanden. Für die OP-Seite errechnete sich ein Median von 1,15 N/cm², für die Gegenseite fiel der Median mit 0,77 N/cm² geringer aus. Der Unterschied zwischen beiden Seiten war hoch signifikant ($p < 0,001$).

Es kann also geschlussfolgert werden, dass der Druck während Phase 2 auf der OP Seite signifikant höher ist als auf der Gegenseite.

Korrelationen			Median Druck [N/cm ²]
Spearman-Rho	Alter	Korrelationskoeffizient	-,132
		p	,061
		N	204
	Traktionszeit	Korrelationskoeffizient	,053
		p	,448
		N	204
	BMI	Korrelationskoeffizient	-,025
		p	,721
		N	204
	LCE Winkel	Korrelationskoeffizient	,075
		p	,285
		N	204

Tabelle 1 – Korrelationsbetrachtungen

3.2.4. Heatmaps

Diese Analysen erfolgten zunächst für die gesamte Messmatte. Es wurden zur weiteren Differenzierung sogenannte Heatmaps erstellt um die Druckverteilung auf den Messmatten zu betrachten (Abbildung 22 und 23). Bei Erstellung der Heatmaps konnte jedoch regelhaft ein Areal des höchsten Druckes abgebildet werden, siehe Abbildung 22 und 23. Dieses Areal wird im folgenden „Spot“ genannt. Der Spot befand sich während der gesamten OP-Dauer an selber Stelle. Die Messmatten bestanden aus jeweils 12 x 12 Sensorenreihen in längs (am Patienten dorsoventraler) und querer (am Patienten in mediolateraler) Ausrichtung. Das Spotareal konnte auf einen 5 x 5 Sensorenbereich lokalisiert werden. Siehe Abbildung 24.



Abbildung 22 - Druckverteilung über OP Seite (Mittelwerte, Phase 2, Durchschnitt)

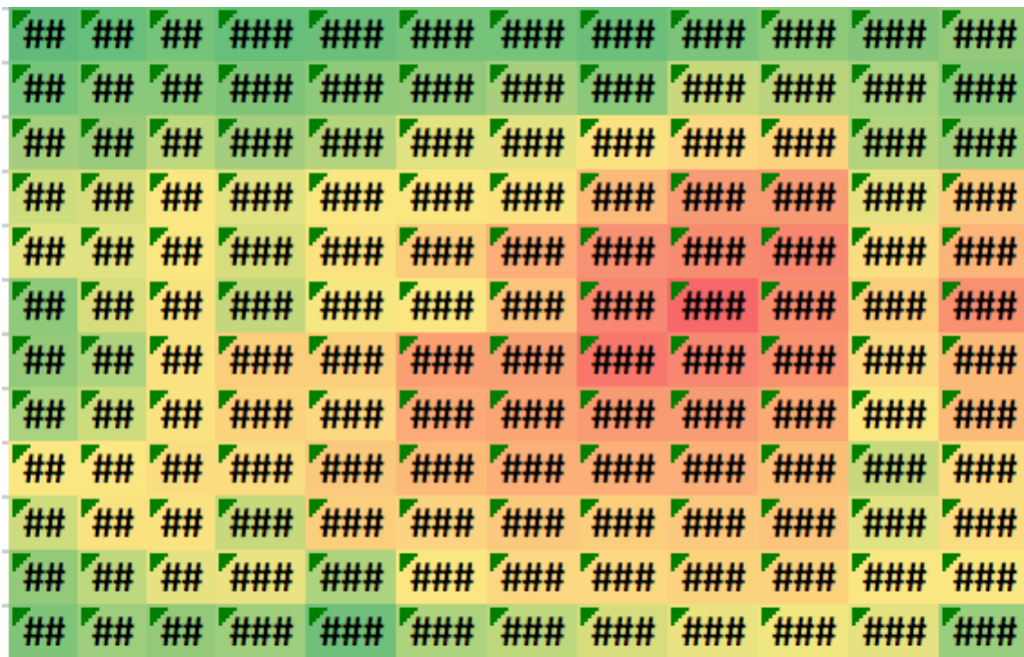


Abbildung 23 – Druckverteilung über Gegenseite (Mittelwerte, Phase 2, Durchschnitt)

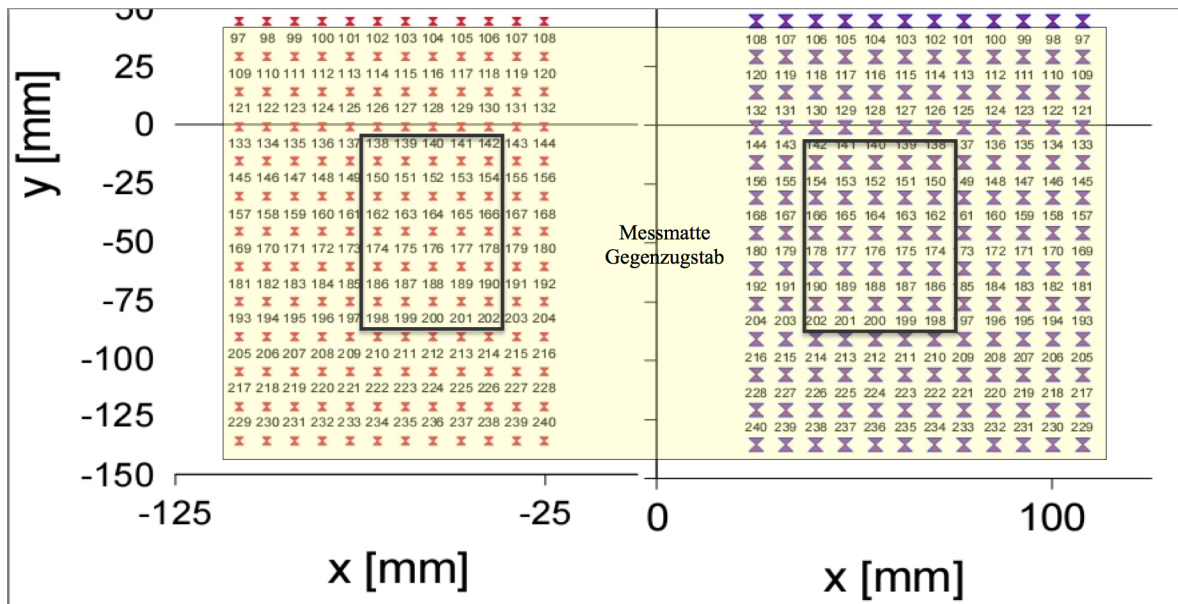
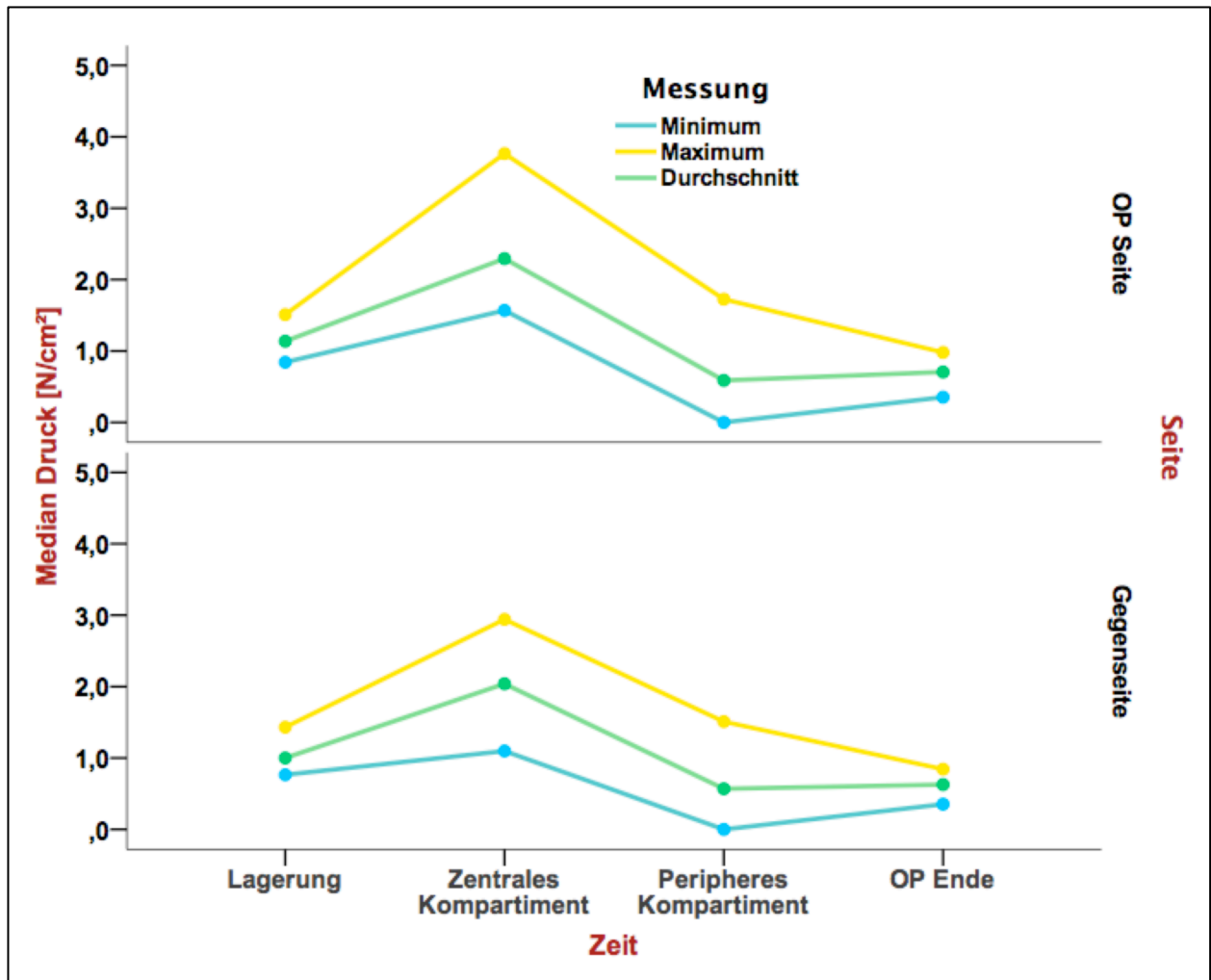


Abbildung 24 – Lokalisation der den Spots entsprechenden Sensoren auf der Messmatte.

Es wurden anschließend die o.g. statistischen Analysen auf den Spot angewandt und ebenfalls die Korrelationen untersucht.

3.2.4.1. Druckverlauf während der Operationsphasen

Der mediane Druck in den Spots betrug nach der Lagerung zu Beginn der Operation auf der OP Seite durchschnittlich $1,14 \text{ N/cm}^2$ und auf der Gegenseite 1 N/cm^2 . In Phase 2 während der Traktion stieg der Druck auf durchschnittlich $2,29 \text{ N/cm}^2$ auf der OP Seite und $2,04 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite. Der maximal erreichte Druck betrug während dieser Phase auf der OP Seite $3,77 \text{ N/cm}^2$ und der Gegenseite $2,94 \text{ N/cm}^2$. In der dritten Phase fiel der Druck auf $0,59 \text{ N/cm}^2$ (OP-Seite) bzw. $0,57 \text{ N/cm}^2$ (Gegenseite) ab. Zum Ende des Eingriffes lag der durchschnittliche Druck bei $0,71 \text{ N/cm}^2$ auf der OP-Seite und $0,63 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite.

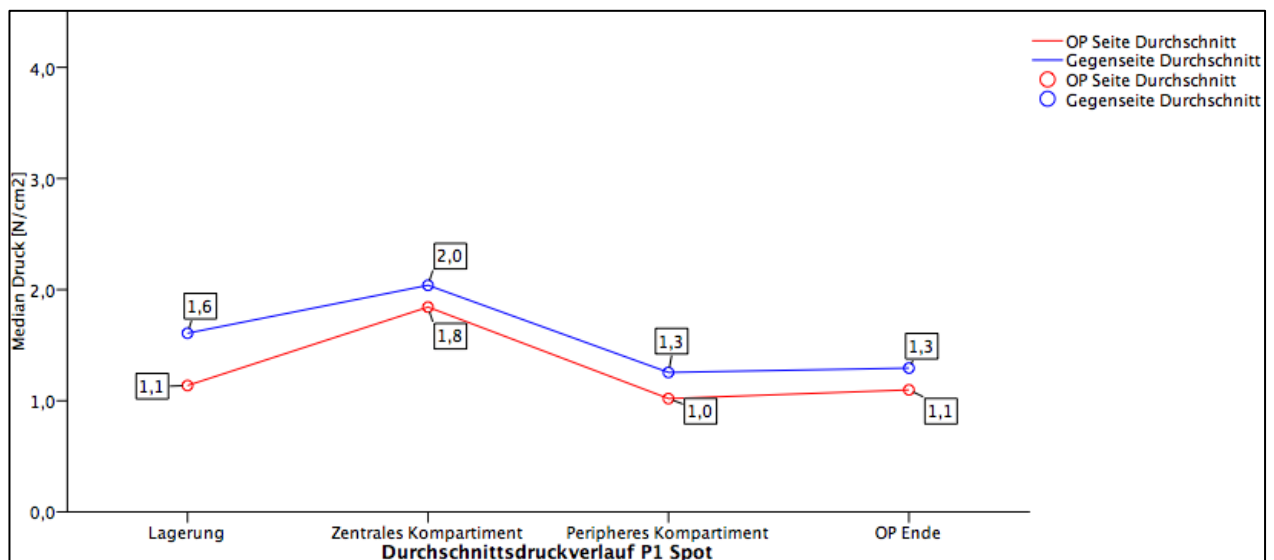


Grafik 19 – Druckverlauf im Spotbereich

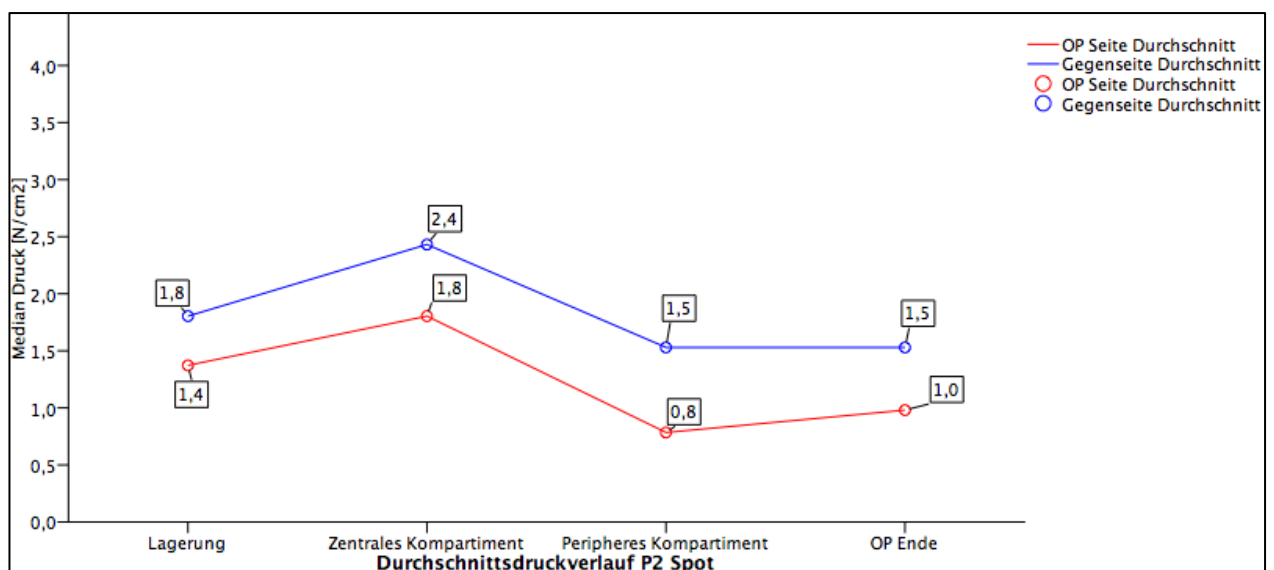
3.2.4.2. Druckverlauf im Spotbereich von P1 und P2

Auch im Hinblick auf den Spot wurden nun P1 und P2 im Vergleich zur Gesamtgruppe betrachtet (Grafik 20 bis 23) und die Lage der Daten in den Boxplots (vgl. Grafik 7-12) betrachtet. In der Lagerungsphase bzw. Phase eins der Messung lag der Gesamtgruppenmedian der Durchschnittswerte des Druckes bei $1,14 \text{ N/cm}^2$ auf der OP-Seite und $1,00 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite. P1 zeigte Durchschnittsdrücke von $1,14 \text{ N/cm}^2$ auf der OP-Seite und $1,61 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite und lag damit deutlich innerhalb der Box. P2 lag mit $1,37 \text{ N/cm}^2$ auf der OP-Seite im mittleren 50%-Feld und mit $1,80 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite knapp im oberen Quartil. Während Phase zwei waren beide Werte vollkommen unauffällig und innerhalb der Box;

Gesamtgruppenmedian auf der OP-Seite $2,29 \text{ N/cm}^2$ (P1 $1,84 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,80 \text{ N/cm}^2$), der Gegenseite $2,04 \text{ N/cm}^2$ (P1 $2,04 \text{ N/cm}^2$; P2 $2,43 \text{ N/cm}^2$). Während der dritten OP-Phase lagen die Druckwerte auf der OP-Seite bei P1 mit $1,02 \text{ N/cm}^2$ diskret außerhalb der Box und P2 mit $0,78 \text{ N/cm}^2$ innerhalb; Median der Gesamtgruppe $0,59 \text{ N/cm}^2$. Auf der Gegenseite lagen die Druckwerte der beiden Patienten P1 und P2 im Whiskerbereich. Der Gruppenmedian lag bei $0,57 \text{ N/cm}^2$, P1 war mit $1,25 \text{ N/cm}^2$ innerhalb des Whiskers und P2 bildete mit $1,53 \text{ N/cm}^2$ die obere Whiskergrenze von $1,5 \text{ IQR}$. In Phase vier lagen die Druckwerte von beiden innerhalb (P2 $0,98 \text{ N/cm}^2$) bzw. knapp im oberen Quartil (P1 $1,1 \text{ N/cm}^2$); Median $0,71 \text{ N/cm}^2$. Auf der Gegenseite lagen beide im oberen Quartil (Median $0,63 \text{ N/cm}^2$; P1 $1,29 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,53 \text{ N/cm}^2$).

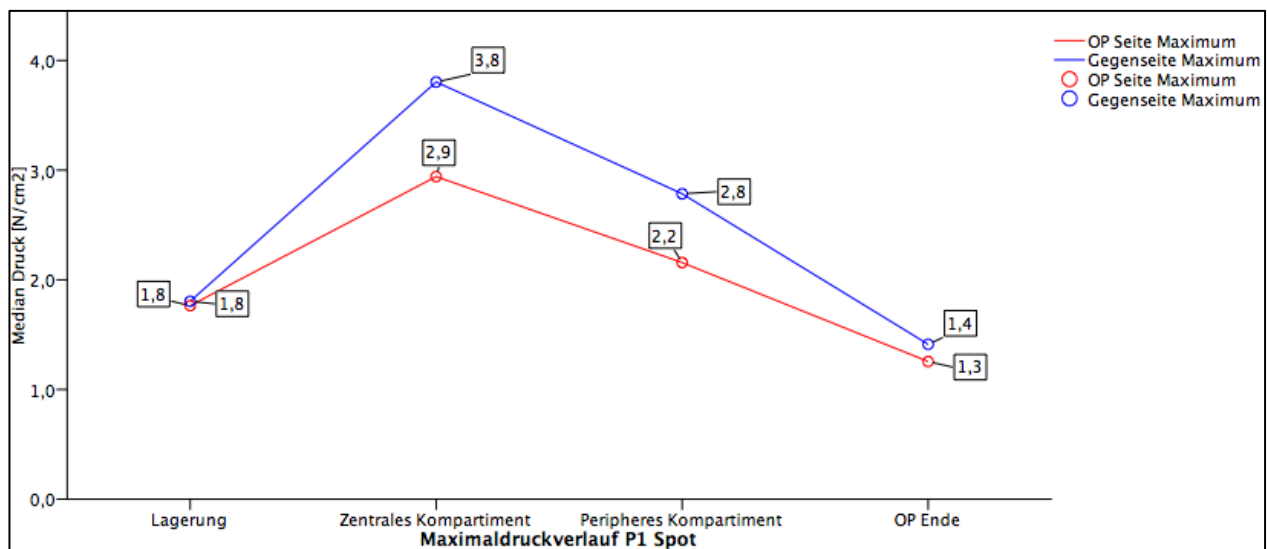


Grafik 20 – Druckverlauf des Durchschnittsmedian bei P1 im Spot

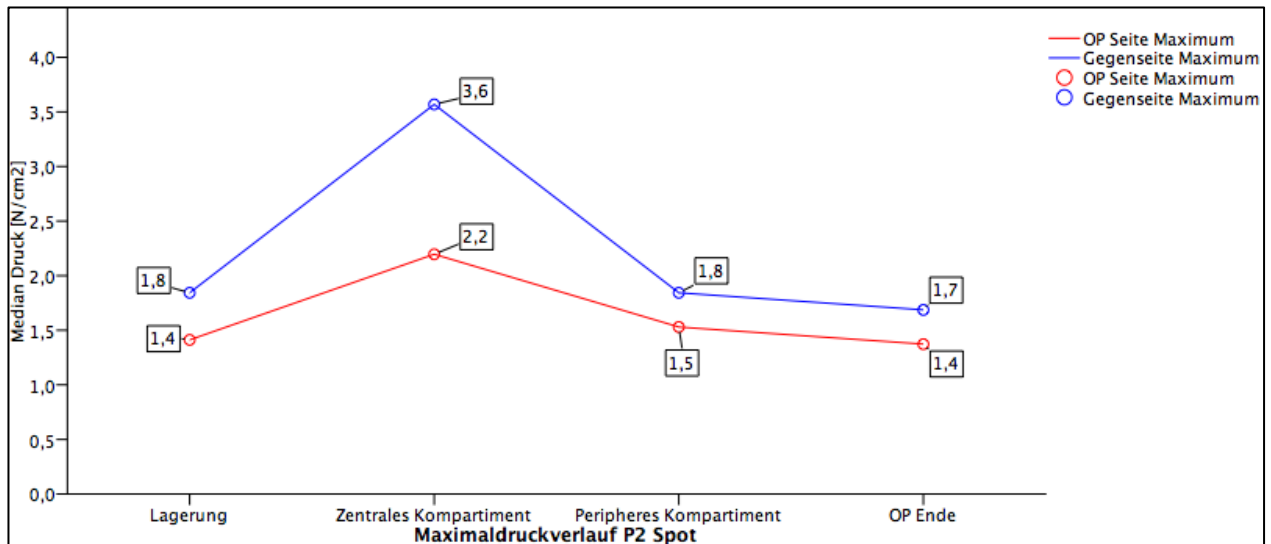


Grafik 21 – Druckverlauf des Durchschnittsmedian im Spot bei P2

Betrachtet man nun die gemessenen Maximalwerte der zwei Patienten im Vergleich zur Gesamtgruppe, zeigt sich ein ähnliches Bild. In Phase eins und zwei befinden sich die Werte von P1 und P2 im Bereich der mittleren 50% Box bzw. kurz darunter. Phase 1: Median der Gruppenmaximalwerte $1,51 \text{ N/cm}^2$ OP-Seite (P1 $1,76 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,41 \text{ N/cm}^2$) und $1,43 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite (P1 $1,80 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,82 \text{ N/cm}^2$). Phase 2: Gruppe $3,76 \text{ N/cm}^2$ auf der OP-Seite (P1 $2,94 \text{ N/cm}^2$; P2 $2,20 \text{ N/cm}^2$) und $2,94 \text{ N/cm}^2$ auf der Gegenseite (P1 $3,8 \text{ N/cm}^2$; P2 $3,57 \text{ N/cm}^2$). Auf der OP-Seite zeigt sich dieses auch in den beiden späteren OP-Phasen drei und vier: Phase drei Gruppe $1,72 \text{ N/cm}^2$ (P1 $2,15 \text{ N/cm}^2$ P2 $1,53 \text{ N/cm}^2$); Phase vier Gruppe $0,98 \text{ N/cm}^2$ (P1 $1,25 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,37 \text{ N/cm}^2$). Auf der Gegenseite liegen die Maximaldrücke während der Phasen drei und vier im Spotbereich von P1 und P2 abermals im oberen Quartil, ohne den Whiskerbereich von 1,5 IQR zu verlassen. Im Einzelnen: Phase drei Gruppe $1,51 \text{ N/cm}^2$ (P1 $2,78 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,84 \text{ N/cm}^2$) und Phase vier Gruppe $0,84 \text{ N/cm}^2$ (P1 $1,41 \text{ N/cm}^2$; P2 $1,68 \text{ N/cm}^2$).



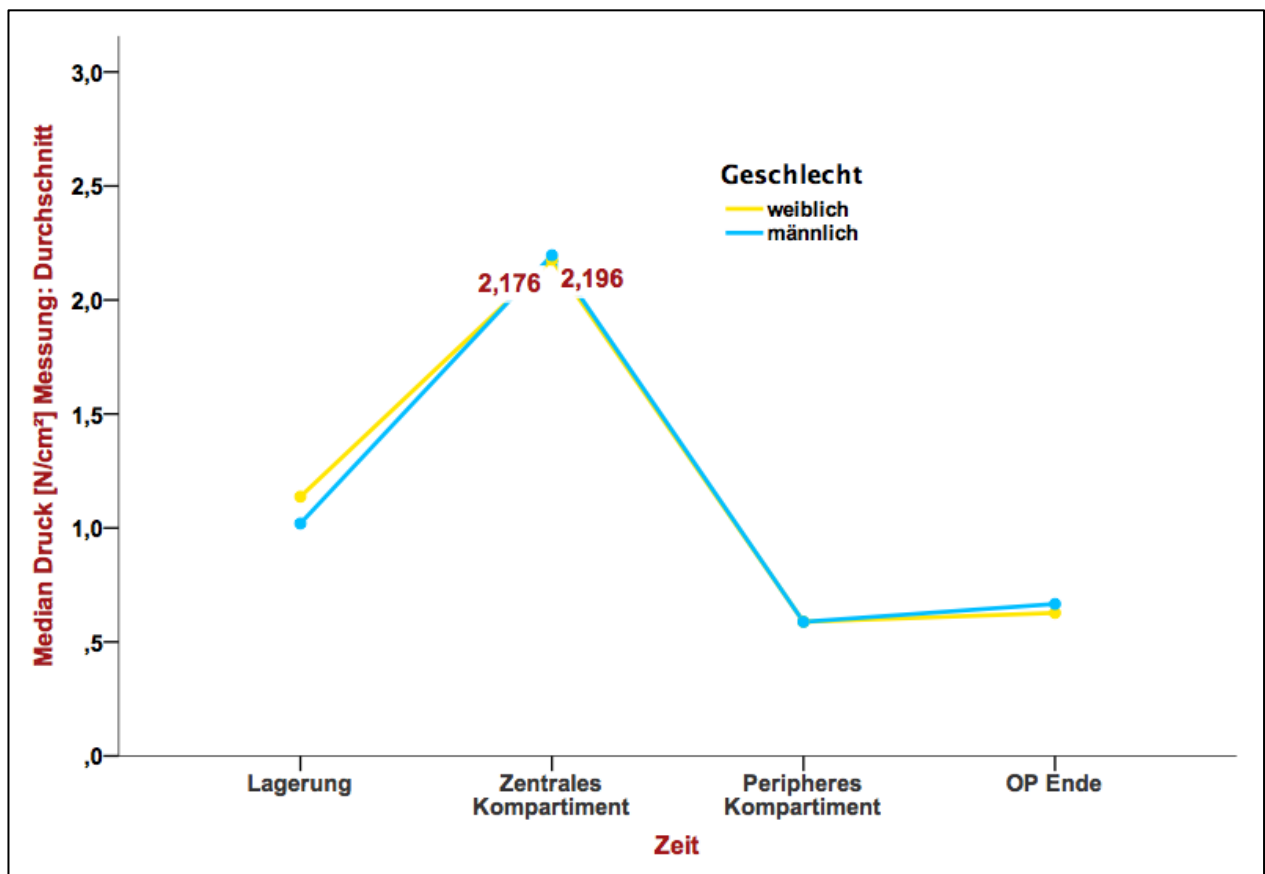
Grafik 22 – Druckverlauf des Maximalmedians im Spot bei P1



Grafik 23 - Druckverlauf des Maximalmedians im Spot bei P2

3.2.4.3. Vergleich männlich vs. weiblich

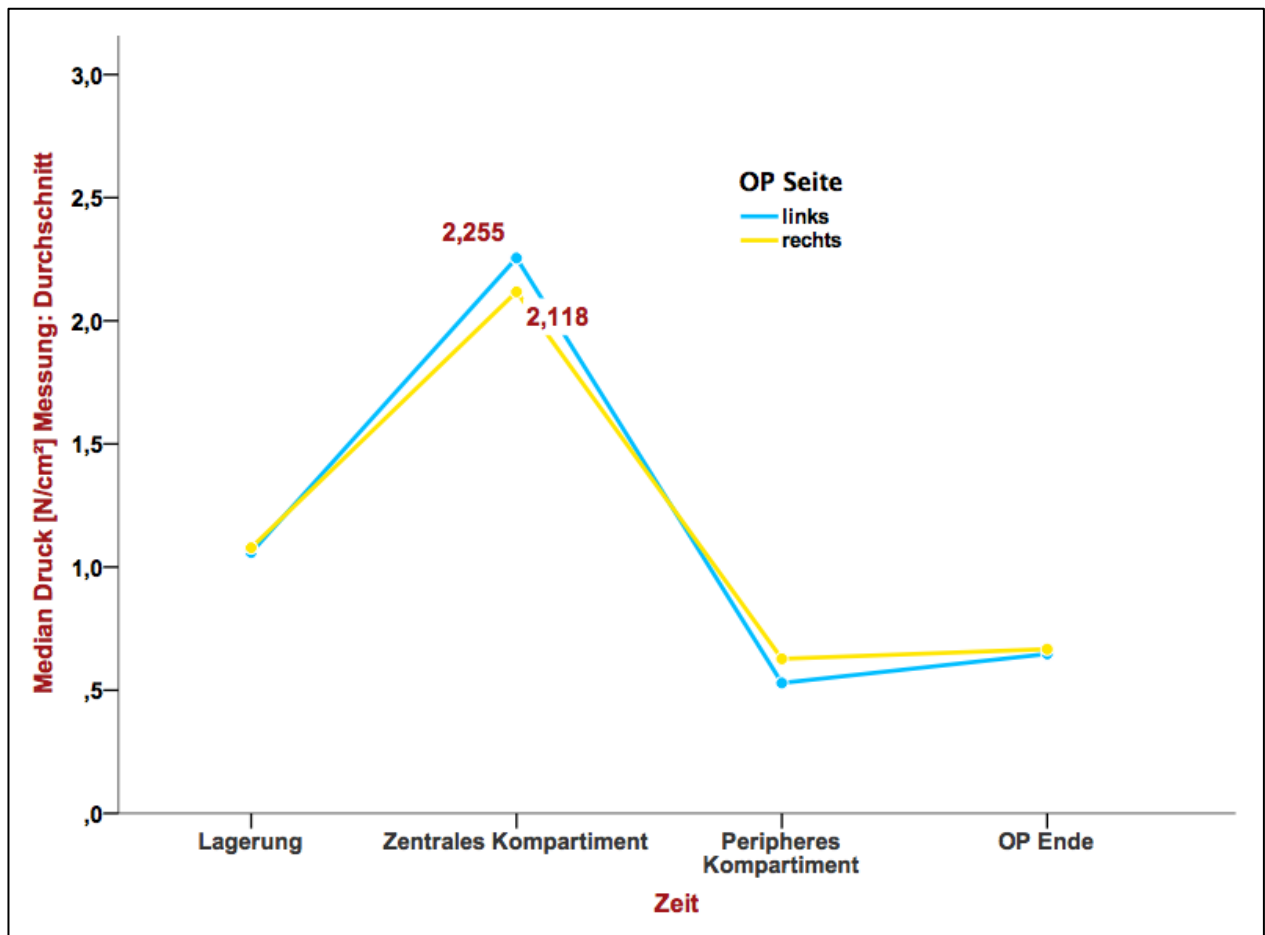
Im Mann Withney-U-Test konnte im Bereich des Spots während der zweiten OP-Phase kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, $p=0,80$. Der durchschnittliche Druck lag bei den männlichen Patienten bei $2,20 \text{ N/cm}^2$ und bei weiblichen Patienten bei $2,18 \text{ N/cm}^2$ (Grafik 24).



Grafik 24 – Vergleich des Druckverlaufes im Spot männlich vs. weiblich

3.2.4.4. Vergleich rechte vs. linke OP Seite

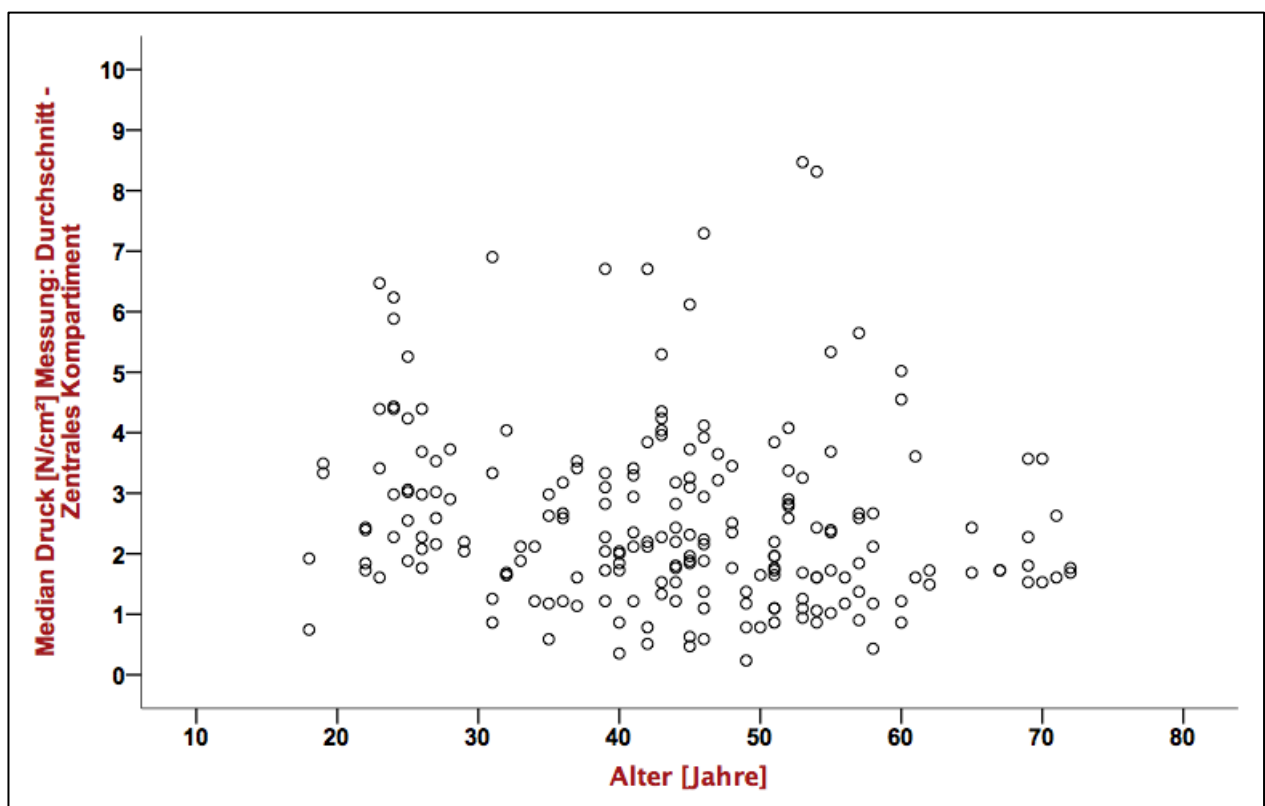
Wie erwartet, konnte hier kein signifikanter Unterschied der Drücke über die verschiedenen Phasen der Operation festgestellt werden, $p=0,78$ (Grafik 25).



Grafik 25 – Druckbetrachtung anhand der operierten Seite

3.2.4.5. Korrelation von Patientenalter und Druck

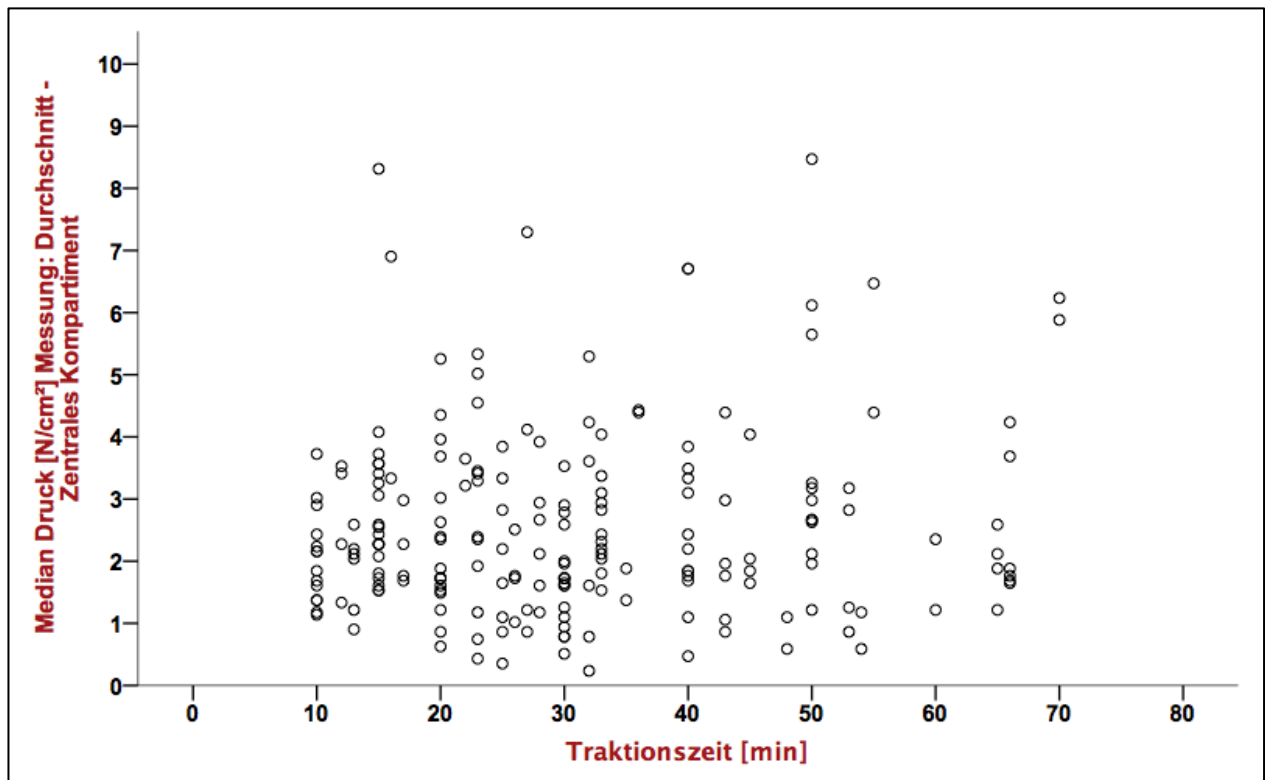
Zur Überprüfung wurde wieder der Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet und auf Signifikanz geprüft. Es konnte mit $\rho = -0,22$ ($p = 0,002$) ein schwacher negativer Zusammenhang signifikant nachgewiesen werden. Das bedeutet inhaltlich, dass der Druck mit steigendem Alter fällt. Der Zusammenhang wird – wenn auch nur schwach – im folgenden Streudiagramm (Grafik 26) ersichtlich:



Grafik 26 – Druckverteilung während der Traktion in Abhängigkeit vom Alter

3.2.4.6. Korrelation von Traktionszeit und Druck

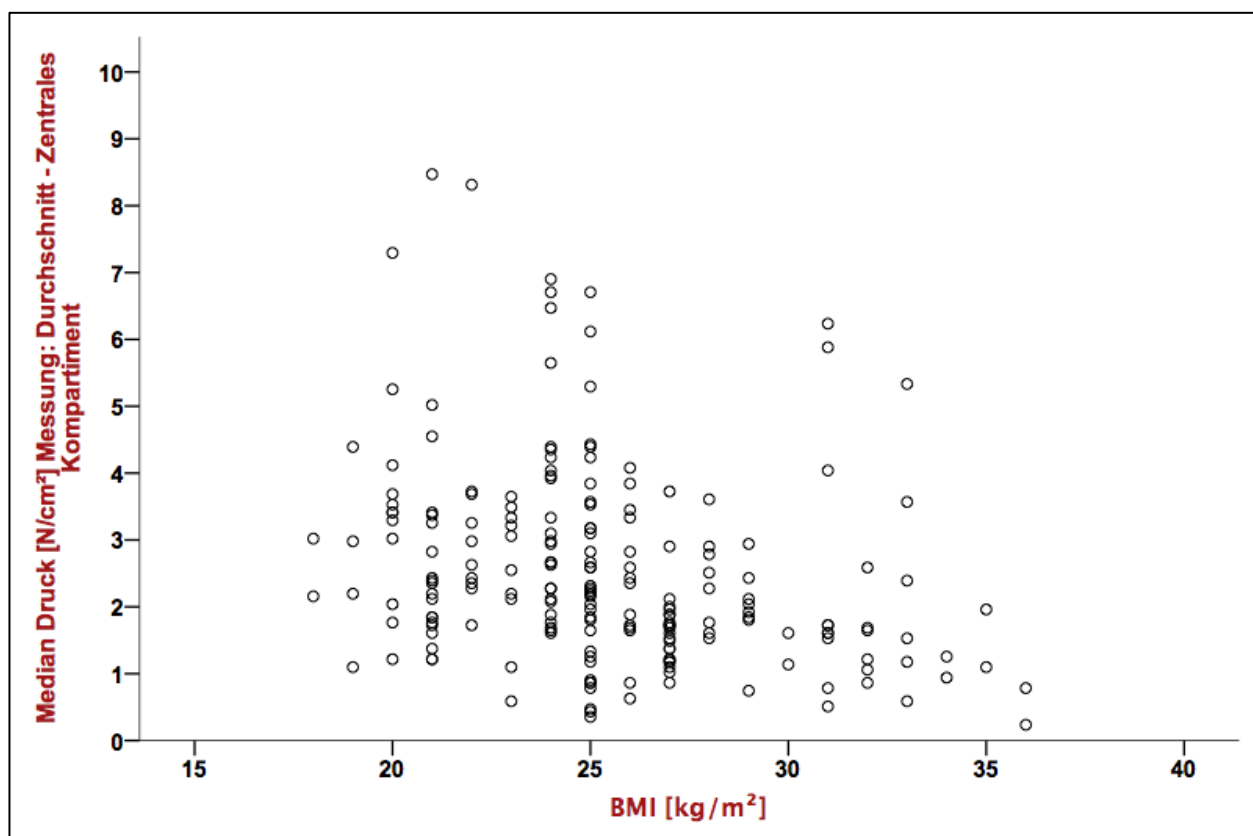
Bei der Betrachtung des Druckes über die Dauer der Traktion konnte keine Korrelation nachgewiesen werden ($p=0,64$). Der Druck war über die Zeit der Traktion annähernd gleich.



Grafik 27 – Druck in Abhängigkeit der Traktionszeit

3.2.4.7. Korrelation zwischen BMI und Druck

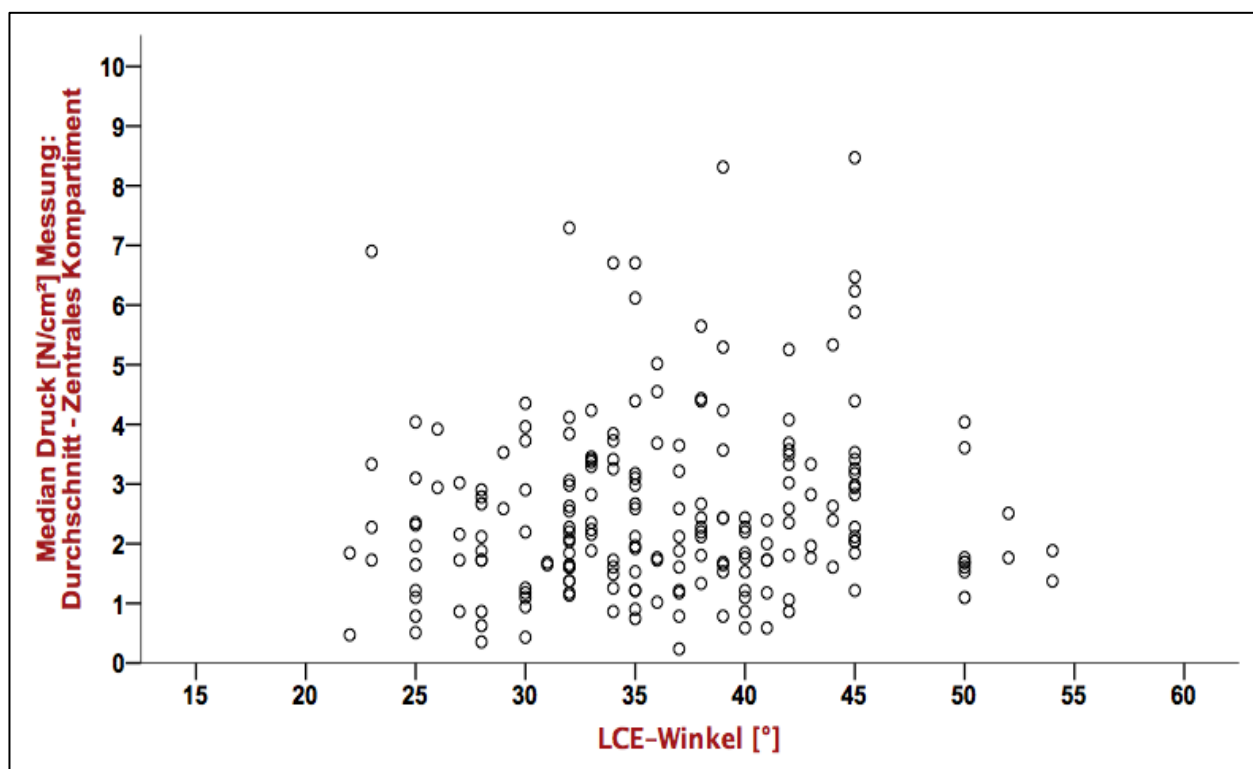
Im Bereich des Spots gab es ebenfalls eine negative Korrelation. Der Korrelationskoeffizient ρ betrug $-0,37$ und zeigt damit eine mittlere Ausprägung, die statistisch mit $p < 0,001$ hoch signifikant abgesichert werden konnte. Somit besteht ein negativer Zusammenhang zwischen diesen Variablen. Mit steigendem BMI sank der auftretende Druck im Bereich des Spots, auch ersichtlich im folgenden Streudiagramm:



Grafik 28 – Druckverteilung während der Traktion in Abhängigkeit vom BMI

3.2.4.8. Korrelation zwischen LCE–Winkel und Druck

Die Untersuchung des Zusammenhang zwischen dem LCE–Winkel und dem Druck erbrachte einen Rho–Wert von 0,11 und damit eine schwache Korrelation, welche jedoch mit einem $p = 0,116$ nicht signifikant war. Im Streudiagramm der Grafik 29 erkennt man entgegen der Erwartung keine deutliche Veränderung im Druck mit steigendem LCE–Winkel.



Grafik 29 – Korrelation zwischen Druck und LCE–Winkel nach Wiberg

4. Diskussion

4.1. Ergebnisdiskussion

Mit den bestehenden demographischen Entwicklungen und der damit zunehmend älter werdenden Bevölkerung ist das Krankheitsbild der Koxarthrose und dessen Behandlung in der Orthopädie von anhaltend großer Bedeutung. Die Therapie der Wahl im fortgeschrittenen Stadium ist der künstliche Gelenkersatz. Im Jahr 2012 wurden allein in Deutschland 210.000 Hüftgelenksprothesen implantiert [49]. Im Zuge des steigenden Lebensalters mit auch sportlichen Ansprüchen, ist es von steigender Relevanz zum einen die Haltbarkeit bzw. Standzeiten der Prothesen zu erhöhen und zum anderen früher im Krankheitsverlauf auslösende Faktoren der Koxarthrose zu identifizieren und frühzeitig zu therapieren.

Die Bedeutung der Hüftarthroskopie hat sich im Laufe der Zeit von einem rein diagnostischen zu einem zunehmend therapeutischen Verfahren etabliert. In den Anfängen wurde das Verfahren der Hüftarthroskopie vor allem in septischen Fällen und bei der Entfernung freier Gelenkkörper angewandt. Noch 1998 war die Hauptindikation zur Hüftarthroskopie der idiopathische Hüftschmerz gefolgt von Koxarthrose, wodurch die Hüftarthroskopie als diagnostisches oder vor allem débridierendes Verfahren gesehen und genutzt wurde [2, 48]. Jedoch war man sich des Potenzials der Hüftarthroskopie schon bewusst [13]. Die Anzahl der durchgeführten Arthroskopien des Hüftgelenkes stiegen im weiteren Verlauf stark an [6]. Vermutungen über Zusammenhänge von Gelenkkongruenzen, wie zum Beispiel nach Erkrankungen des Femurkopfes, und Osteoarthrose bestanden schon frühzeitig. So prägte Stuhlberg bereits 1975 den Begriff der Pistolengriffdeformität [32, 76]. Einige radiologisch bestehende Kopf/Hals-Übergangsauffälligkeiten benannte Murray 1965 als „tilt deformity“ und vermutete einen Zusammenhang zur Arthroseentstehung [60]. Die in der Folge gewonnene Kenntnis des femoroacetabulären Impingements und dessen Bedeutung für die Entwicklung einer Koxarthrose [32, 54] hat die Hüftarthroskopie mit ihrem kausalen Korrekturpotential der entscheidenden arthrosebegünstigenden Pathologien als frühzeitige Therapieoption in den Fokus gebracht [44, 45, 71]. Die Arbeitsgruppe um Ganz konnte 2003 das femoroacetabuläre Impingement als sekundäre und auch als primäre präarthrotische Deformität identifizieren und deren

Behandlung als Möglichkeiten der Arthroseprävention darstellen. Die Arbeiten dieser Gruppen brachten wesentliche Erkenntnisse auf dem Gebiet [33]. Es konnten die beiden wesentlichen Deformitätentypen des Cam und Pincer FAI und insbesondere die Auswirkungen einer knöchernen Korrektur aufgezeigt werden [33]. Mit steigendem Interesse an den arthroskopischen Möglichkeiten am Hüftgelenk haben sich Methoden gefunden, sowohl die knöchernen Primärpathologien als auch die weichteiligen Sekundärpathologien der Cam und Pincer Deformitäten und zunehmend auch Knorpelläsionen zu behandeln [50, 56, 58]. Sampson berichtete über die ersten arthroskopischen Cam-Resektionen [67]. In der Folge kam es zum rasanten Anstieg des Verfahrens. Es ist zu vermuten, dass in Zukunft eine noch breitere Anwendung des Verfahrens der Hüftarthroskopie stattfindet. Somit ist es umso wichtiger, die möglichen Fehler und Gefahrenquellen zu erkennen und zu beachten, um die Komplikationsrate weiter gering zu halten. In einer aktuellen Arbeit konnte die Komplikationsrate bei Hüftarthroskopien auf 6,3% beziffert werden [59]. Insbesondere spezifische lagerungsbedingte Weichteilschäden wie Einrisse der Labia majora oder Hämatome im Skrotalbereich sind hier dokumentiert [59]. Als entscheidend wird eine entsprechende perineale Polsterung des Gegenzugstabes angesehen [57]. Nervenläsionen stellen eine weitere potenziell schwerwiegende Komplikationsform dar. Es lassen sich in den früheren Arbeiten zu Komplikationen nur spärliche Informationen zu konkreten Durchmessern der verwendeten Gegenzugstäbe finden. Jedoch ist man sich einig, ein dickerer gepolsterter Stab sei zu empfehlen, wobei auch hier die Meinungen über den konkreten Durchmesser differieren [45, 47]. 1993 berichtet Rodeo bereits über neurologische Komplikationen, macht aber noch keine Aussage zu einem möglichen Zusammenhang mit dem Gegenzugstabdurchmesser [66]. Stähelin nennt keinen konkret verwendeten Durchmesser, sondern empfiehlt nach einer aufgetretenen temporären skrotalen Hypästhesie in einem Kollektiv von 22 Patienten lediglich die Nutzung eines dickeren Stabes [71]. Ebenso trifft Streich keine Aussage zum Durchmesser des Stabes, nennt aber in 15% transiente Läsionen des N. pudendus [74]. Ilizaliturri nennt einen Durchmesser von mindestens 10 cm [47]. Möckel empfiehlt im von der SFA (Stiftung zur Förderung der Arthroskopie, Tuttlingen, Deutschland) herausgegebenen Heft zur Hüftarthroskopie ebenfalls einen Gegenzugstabdurchmesser von mindestens 10 cm. Er empfiehlt, diesen aber noch zusätzlich zu polstern [57]. Einige Autoren aus Frankreich führten Untersuchungen bezüglich der Distrahierbarkeit mittels angelegtem invasiven Distraktor durch. Es wurde

ein Distraktor über Pins im Femur und dem Acetabulum angelegt. Hier wurden keine neurologischen oder weichteiligen Komplikationen beobachtet. Die Kollektive umfassten 23 und 32 Patienten [29, 34]. Bezüglich der auftretenden absoluten Drücke am Gegenzugstab gibt es keine aktuelle Literatur. Es sind jedoch Messungen der notwendigen Zugkräfte erfolgt. Hier wurden Messungen am Fuß in der Extensionsvorrichtung oder distalem Femur bei Distraction durch Pins durchgeführt [14]. In Kadaverstudien wurden Kräfte von 250 N benötigt, während am narkotisierten Patienten für eine ausreichende Distraction Zugkräfte von 300-500 N angewandt werden mussten [36, 76].

In den in unserer Klinik durchgeführten Messungen konnten Daten zum Druckverlauf am Gegenzugstab während der Hüftarthroskopien gewonnen und analysiert werden. Mit einem Kollektiv von 102 Messungen war die Datenmenge statistisch umfangreich genug für Aussagen bezüglich der absoluten Drücke als auch der signifikanten Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen. Die aufgetretenen Komplikationen waren zahlenmäßig allerdings in einem so geringen Ausmaß, dass es nicht gelang, direkte Zusammenhänge zwischen vermuteten druckrelevanten Komplikationen, wie Weichteilverletzungen und Nervenläsionen und den absoluten Drücken darzustellen.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse auf ihre Aussagekraft und Bedeutung diskutiert werden.

Hypothese 1: Ein hoher Weichteildruck begünstigt perineale Läsionen.

Aufgrund der zu geringen Anzahl an aufgetretenen Komplikationen ließ sich diese These nicht statistisch signifikant belegen. Es kam im Kollektiv zu einer temporären Hypästhesie im Bereich der Labia majora und einer ebenfalls temporären erektilen Dysfunktion. Auf die absolut aufgetretenen Drücke hin untersucht, zeigten beide Patienten keine relevanten Abweichungen von den ermittelten Durchschnittswerten. Die Patientin mit der Hypästhesie war 40 Jahre alt, weiblich, BMI 29 kg/m². Der LCE-Winkel nach Wiberg betrug 45°. Sie befand sich für somit in allen Parametern im Bereich des Durchschnitts bzw. der ersten Standardabweichung. Gleiches gilt für den Patienten, der über eine temporäre erektile Dysfunktion klagte. Er war 44 Jahre alt, sein BMI betrug ebenfalls 29 kg/m² und der LCE-Winkel nach Wiberg betrug 38°. Unauffällig

waren auch die Traktionszeiten dieser Patienten mit 33 (Patientin 1) bzw. 45 Minuten (Patient 2). Das Auftreten dieser Komplikationen ist also anhand der gemessenen Drücke nicht zu erklären. In der Literatur werden lagerungsbedingte bzw. traktionsassoziierte Komplikationen der perinealen Region häufig beschrieben [1,14,21,23,26]. In der im Hinblick auf Komplikationen aktuell größten Studie wird die Häufigkeit von Pudendusnervenirritationen bei Möckel et al. mit 1,03% und von lagerungsbedingten Läsionen mit 0,6% angegeben [59]. Demnach ist die Anzahl dieser Art der Komplikation in unserem Kollektiv durchaus als erwartungsgemäß zu sehen.

Hypothese 2: Es herrschen unterschiedliche Drücke bei männlichen und weiblichen Patienten am Gegenzugstab während der Arthroskopie des Hüftgelenkes.

Der Weichteildruck am Gegenzugstab unterscheidet sich bei beiden Geschlechtern signifikant für den Gesamtdruck. Bei den Männern entstehen signifikant höhere Drücke. Im Bereich der einzelnen Spots stellte sich dieser Unterschied jedoch nicht dar. Es ließ sich zeigen, dass bei Männern generell mehr Kraft benötigt wird, sich diese aber mehr über den gesamten Messbereich verteilt. Einige der Hauptunterschiede zwischen Mann und Frau bestehen in der Verteilung von Fett und Muskulatur. Frauen haben gegenüber Männern einen 1,75-mal höheren mittleren Fettanteil und deutlich geringeren Muskelanteil von 36% gegenüber 42% bei den Männern [85]. Den Hauptanteil des Fettes besitzen Frauen in der gluteofemorale Region.

Hypothese 3: Ein höherer BMI sorgt für weniger Weichteildruck am Gegenzugstab.

Diese Hypothese konnte in den durchgeführten Messungen bestätigt werden. Es zeigten sich signifikante Druckunterschiede in Abhängigkeit des Patienten BMI. Ein höherer BMI führt zu weniger Druckbelastung am Gegenzugstab. Somit lässt sich anhand der durchgeführten Messungen sagen, dass ein hoher BMI einen protektiven Effekt auf die Weichteile und Nerven am Gegenzugstab hat. Ein Vergleich mit der Literatur in Bezug auf die Hüftarthroskopie ist schwierig, da Angaben zu Komplikationen bei Hüftarthroskopien die die Parameter Alter, Geschlecht bzw. BMI berücksichtigen nicht vorliegen. Jedoch gibt es in anderen Gebieten Nachweise über die druckabsorbierenden Eigenschaften des Körperfettes. In Untersuchungen zu

Druckbelastungen am Fahrradsattel konnten ebenfalls Erkenntnisse gewonnen werden, die zeigten dass ein höherer BMI zu niedrigeren Druckbelastungen führt [31, 41]

Hypothese 4: Eine hohe Gelenkkonformität - gemessen am LCE–Winkel nach Wiberg- benötigt höhere Zugkräfte und führt damit zu mehr Druck in der perinealen Region des Patienten.

In einer aktuellen Arbeit untersuchten Nepple et al. die notwendigen Zugkräfte am Hüftgelenk in Abhängigkeit des Labrumzustandes. Dem Labrum wird im allgemeinen eine Funktion der Stabilisierung und des Erhaltens des Gelenkvakuums zugeschrieben. In dieser Arbeit konnte die Gruppe um Nepple zeigen, dass sich die Integrität des Labrums auf die Stabilität der Hüfte auswirkte [61]. Der Zusammenhang von Gelenkstabilität und notwendigem Zug bzw. entstehendem perinealen Druck wurde indirekt durch den gemessenen LCE–Winkel nach Wiberg untersucht.

Es konnten in der vorliegenden Arbeit eine Korrelationen zwischen dem LCE–Winkel und dem auftretendem Druck nachgewiesen werde. Es zeigten sich bei höherem LCE–Winkel auch höhere Weichteildrücke auf der Messmatte. Diese hatten jedoch kein statistisch signifikantes Ausmaß, so dass diese Hypothese aus statistischer Sicht nicht belegt werden konnte.

Hypothese 5: Im Alter nimmt der auftretende Weichteildruck am Gegenzugstab aufgrund vermehrter Geweberigidität und Kontrakturen signifikant zu.

Entgegen der These, dass es aufgrund der angenommenen vermehrten Rigidität im Alter zu einem Druckanstieg am Gegenzugstab kommt, konnte die Arbeit zeigen, dass das Gegenteil der Fall ist. Es kommt zur Abnahme des auftretenden Druckes. Es ist bekannt, dass im Alter die Muskelmasse abnimmt. Der Anteil des Körperfettes verdoppelt sich bei beiden Geschlechtern nahezu [80]. Bei Männern steigt der Körperfettanteil von 15-20% bei jungen Erwachsenen im Alter >65 Jahre auf 28-30%. Bei Frauen ist Anstieg der Körperfettmasse von ca. 27% auf 35-45% im Alter. Dies bietet einen Erklärungsansatz im Hinblick auf die während der Hüftarthroskopie auftretenden Drücke am Gegenzugstab, wenn man davon ausgeht, dass sich die Drücke im Fettgewebe besser verteilen könnten. Diese Annahme wird unterstützt durch den hier erbrachten Nachweis von ebenfalls signifikant niedrigeren Drücken bei

steigenden BMI der Patienten. Es ist ebenfalls bekannt, dass an Stellen hoher Druckbelastung wie zum Beispiel der Fußsohle physiologische Fettpolster angelegt werden, um die Druckspitzen zu kompensieren und die Durchblutung nicht zu gefährden. Somit ist dem Fettgewebe eine gute Druckverteilungseigenschaft zu eigen [38]. Für die Untersuchung der angenommenen erhöhten Rigidität der Gelenkkapsel des alten Menschen wäre zum Beispiel eine zusätzliche Messung der benötigten Zugkraft an den Füßen denkbar. In den bisher zu dem Thema publizierten Arbeiten wurden keinen Aussagen über einen Unterschied der aufgewendeten Zugkräfte in verschiedenen Kollektiven getroffen.

Hypothese 6: Eine lange Traktionszeit begünstigt höheren Druck am Gegenzugstab bzw. druckbezogene Komplikationen.

Es konnten keine Veränderungen des Druckes bei längerer Traktionszeit festgestellt werden.

In einschlägiger Literatur wird auf die Gefahr von Nerven und Weichteilläsionen bei zu langer Traktionszeit hingewiesen. Es wird allgemein empfohlen, die Dauer der Traktion unter 120 Minuten zu halten [17, 22, 47, 59]. Brumback et al. untersuchten 1992 in einer prospektive Studie Pudendusnervenläsionen nach intramedullärer Femurnagelung und konnten im Kollektiv von 106 Messungen keinen signifikanten Einfluß der Traktionsdauer für das Auftreten von Läsionen nachweisen [11]. Auch wenn sich der absolute Druck in dieser Zeit nicht verändert, sind kompressionsbedingte Ischämie-läsionen an Nerven und Haut mit steigender Zeit zu erwarten. Während der Messungen betrug die benötigte Traktionszeit zwischen 10 und 70 Minuten und lag demnach noch deutlich unter den empfohlenen 120 Minuten Traktion.

Der Gegenzugstab wird in verschiedenen Arbeiten als möglichst dick empfohlen, wobei es wenig konkrete Durchmesserangaben gibt. Es wird ein Durchmesser von mindestens 9 cm genannt [22, 47]. Messungen und Vergleiche mit verschiedenen Durchmessern gibt in der Literatur nicht. Ein Bereich, in welchem man perineale Reizungen oder Neuralgien kennt, ist der Radsport. Durch die teilweise langen Belastungen in sitzender Position auf dem Rad kommt es zu Perfusionsstörungen und Neuralgien des Nervus pudendus [31, 41, 64, 69, 70]. Hier finden sich mehrere Arbeiten zu Druckmessungen an verschiedenen Satteltypen und Sitzpositionen. Schrader et al. konnten Satteldrucke

bei männlichen Probanden von 20 kPa feststellen. Das entspricht 2 N/cm^2 . Bei diesen Drücken traten perineale Sensationen wie Taubheitsgefühle und erektile Dysfunktionen auf. Nach einer Sattelmodifikation im Sinne von einer Verbreiterung konnten die Drücke auf 7 kPa reduziert werden und es kam zu signifikant weniger solcher Störungen [68]. In unserer Arbeit kam es im Bereich des Spots zu Maximaldrücken von bis zu 4 N/cm^2 im Durchschnitt 2 N/cm^2 . Es sind also durchaus vergleichbare Drücke zu verzeichnen. Auch wenn es sich beim Radfahren um eine dynamische Belastung handelt, während die Traktion bei arthroskopischen Eingriffen der Hüfte als statische Belastung anzusehen ist. Die Gruppe um Schwarzer konnte in einer Arbeit zeigen, dass bei Radfahrern die Breite eines Fahrradsattels einen größeren protektiven Effekt auf die Durchblutungssituation perineal hat als die Polsterung [41,69]. Interessanterweise konnten in einer Studie zum Druck auf dem Sattel bei weiblichen Radfahrerinnen Guess et al. ebenfalls die Beobachtung machen, dass es bei älteren Radlerinnen zu niedrigeren Drücken kam [41]. Diese Beobachtungen decken sich mit den erhobenen Messungen. Im Radsport wurden verschiedene Sattelformen getestet. Auch Sattel mit einer entsprechenden Aussparung der druckgefährdeten Region wurden bereits untersucht. Hier wurden im Vergleich zu vollen Satteln ungünstigere Druckspitzen an den Rändern der Aussparungen gemessen [31, 41].

Man könnte gleiches auch auf die Formgebung des Gegenzugstabes anwenden und die perinealen Weichteile in einer Art Vertiefung aussparen, da der Gegenzugstab als Hypomochlion eher an der proximal medialen Oberschenkelinnenseite wirken soll. Jedoch müsste hier dann auch von einer eventuellen Druckerhöhung am Rand der Vertiefung ausgegangen werden.

Der verwendete Gegenzugstab in den durchgeführten Messungen hatte einen Durchmesser von 18 cm plus die angelegte Gelmatte im Messbereich und damit insgesamt 20 cm. Da keine andauernden perinealen Nervenverletzungen beobachtet wurde, kann von einer ausreichenden Dicke und Polsterung ausgegangen werden.

4.2. Fehlerbetrachtungen

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, den während einer Hüftarthroskopie im Weichteil entstehenden Druck am Gegenzugstab zu ermitteln und Unterschiede in Bezug auf einige Parameter zu untersuchen, von welchen ein Einfluss angenommen wurde.

4.2.1. Patientenkollektiv

Das Kollektiv umfasste 102 Messungen an 101 Patienten. Ein Patient unterzog sich während des Messzeitraumes von Mai 2012 bis November 2013 auf beiden Seiten einer Hüftarthroskopie. Es traten zwei temporäre Nervenirritationen im perinealen Weichteilgewebe auf. Obwohl die Anzahl der Messungen sicher ausreichend ist, konnte keine Signifikanzaussage zur Normalverteilung bzw. Grenzwertdrücken getroffen werden. Das Kollektiv war in der absoluten Anzahl zwar sicher groß genug, aber in den Streuungen inhomogen. Dies ist auf die Verteilung der zur Operation führenden Pathologien zurückzuführen. Die Hauptdiagnose war das Cam-Impingement und die größte Altersgruppe die Patienten im Alter von 40-60 Jahren, siehe Abbildung 5 und Abbildung 6.

Die hinsichtlich der Parameter Alter, BMI, und LCE–Winkel gebildeten Gruppen waren in ihrer Größe unterschiedlich. So war bezüglich des Alters die Altersgruppe der 40-60 jährigen zahlenmäßig am größten und umfasste 52 Patienten, gefolgt von der Gruppe der 18-39 Jährigen und der 61-72 Jährigen. Diese Verteilung ist hinsichtlich der Indikationen zur Hüftarthroskopie erwartungsgemäß. Die Untersuchung des Druckes in Bezug auf das Patientenalter wurde am besten im Streudiagramm sichtbar. Hier zeigte sich ein schwacher Abfall des Druckes mit steigendem Patientenalter; Grafik 25.

Bei einer ausgewogeneren Gruppengröße wäre die Korrelation zwischen Druck und Alter sicher noch besser nachweisbar. Es war nicht Ziel der Arbeit, diagnosebezogene Drücke zu untersuchen, weshalb es hierzu auch keine Gruppenbildung und Analyse gab. Anhand der Häufigkeit der einzelnen Diagnosen, zeigt sich ein Anteil der Hauptdiagnose Cam-Deformität von 45% der durchgeführten Operationen gefolgt von 12% mit Pincer-Deformität, siehe Abbildung 6. Hier wird deutlich, dass eine Aufteilung der Patienten in diagnosebezogene Gruppen in unserem Kollektiv aufgrund großer Inhomogenität nicht sinnvoll war. Die Betrachtung zum Einfluss des LCE–Winkels hätte

bei einer größeren Gruppe mit der Diagnose Pincer-FAI und damit verbundenen pathologischen LCE–Winkel besser erfolgen können.

4.2.2. Messmatte

Die benutzte Messmatte der Firma T&T Medilogic (Berlin, Deutschland) konnte über die 140 Sensoren Drücke von 0 N/cm² bis maximal 10 N/cm² aufzeichnen. Die Abtastfrequenz lag bei 120 Hertz. Die Streuung der Messwerte war teilweise sehr hoch, wie an den oben gezeigten Boxplots ersichtlich ist. In Einzelfällen traten Werte im oberen Messbereich auf. Es ist möglich, dass bei einigen Patienten Druckspitzen von über 10 N/cm² aufgetreten sind, welche mit der benutzten Matte nicht erfasst wurden bzw. nicht erfasst werden konnten. In einem solchen Fall wurden Werte die größer als oder gleich 10 N/cm² waren mit 10 N/cm² gemessen. Hier wäre eine Messvorrichtung mit einer größeren Messbreite zur besseren Evaluation denkbar. Für die während der Operation mögliche Sichtkontrolle in Echtzeit ist dies sicherlich auch mit maximal 10 N/cm² möglich.

Die genaue Zuordnung der anatomischen Regionen am Patienten zu den Sensoren ist etwas schwierig, da die Ausrichtung des Gegenzugstabes und der Messmatte während der Lagerung rein über die visuelle Einschätzung der sagittalen Medianebene des Patienten erfolgte. Hinzu kommt die individuelle ventrodorsale Ausdehnung des perinealen Weichteils bei unterschiedlichen BMI-Situationen. Da sich jedoch ein wiederkehrender „Spot“ abbilden ließ, ist von einer erfolgreichen gleichen Positionierung der Matte auszugehen.

Zur weiteren Differenzierung wären Markierungen am Patienten denkbar. So könnte man durch die Markierung z.B. des Tuber ischiadicus und der Symphyse besser die genaue Lokalisation der Druckspitzen zuordnen.

4.2.3. Fragebogen

Der benutzte Fragebogen wurde eigens zur Anamnese der relevanten Symptome und Vorerkrankungen entwickelt. Da es in der Arbeit nicht um die krankheitsbezogenen Entwicklungen der einzelnen Patienten oder deren Therapieerfolge ging, wurde bewusst auf die Verwendung von Scores zur Evaluation eines Outcomes verzichtet,

sondern gezielt Fragen zur Detektion von Komplikationen benutzt. Die Befragung der Patienten erfolgte durch die Doktorandin zu Beschwerden der Patienten an drei verschiedenen Zeitpunkten. Der überwiegende Teil der postoperativen Befragungen erfolgte telefonisch. Ziel einiger Fragen war die Differenzierung zwischen vorbestehenden sensomotorischen Defiziten bei z.B. Nervenkompressionssymptomen im Bereich der Lendenwirbelsäule. Einige der Patienten hatten bereits eine längere Krankheitsdauer hinter sich. Hinzu kommt, dass der Befragungszeitpunkt teilweise bis zu 14 Monate (im Mittel 10,6) postoperativ lag. Es ist hier möglich, dass die subjektiven Erinnerungen ungenau wiedergegeben wurden. Die Fragen zu vorbestehenden oder postoperativ aufgetretenen temporären Sexualfunktionsstörungen könnten aus Schamgefühl eventuell falsch beantwortet worden sein.

5. Schlussfolgerung

Während den durchgeführten 102 Druckmessungen am Gegenzugstab konnten Daten zum auftretenden Druck gesammelt und ausgewertet werden. Das Kollektiv der Stichprobe bestand aus 43 weiblichen und 59 männlichen Hüften, bei einem Patienten erfolgte die Hüftarthroskopie während des Messzeitraumes von Mai 2012 bis November 2013 auf beiden Seiten. Es konnten Daten zum absoluten Druck im Weichteilgewebe am Gegenzugstab aufgezeichnet und statistisch ausgewertet werden. Zusätzlich erfolgte die Befragung der Patienten zu präoperativen Beschwerden und postoperativen Komplikationen vor allem im perinealen Bereich, um Zusammenhänge zwischen dem gemessenen Druck und eventuellen Komplikationen zu untersuchen. Insgesamt zeigten sich erwartungsgemäß unterschiedliche Drücke im Verlauf der Operation welche den verschiedenen Phasen einer Hüftarthroskopie sowohl im zentralen als auch im peripheren Kompartiment entsprachen. Weiter konnte im Kollektiv geschlechtsunabhängig eine Zone mit, im Vergleich zur Gesamtmessmatte, regelmäßig erhöhten Drücken detektiert werden. Dieser Spot liegt auf dem Gegenzugstab ca. 2 cm paramedian beidseits und hat eine Ausdehnung von 5 x 5 cm. Anatomisch entspricht dies der Region des Sitzbeins und damit dem potentiellen Schädigungsort des Nervus pudendus. Irritationen dieses Nerven sind sowohl als Komplikation bei Hüftarthroskopen und anderen hüftgelenksnahen chirurgischen Eingriffen als auch bei Radsportlern bekannt. Während sich im Median über die Gesamtmatte Drücke

zwischen 0 - 2,2 N/cm² zeigten, lagen im „Spot“ im Median Drücke zwischen 0 - 3,8 N/cm² vor. In den Messungen und anschließend durchgeführten statistischen Untersuchungen konnten Unterschiede im Druck zwischen einzelnen gebildeten Gruppen nachgewiesen werden, jedoch waren nicht alle Unterschiede statistisch signifikant. So konnte gezeigt werden, dass in den absoluten Druckwerten über die gesamte Messmatte einen signifikant höheren Druck im männlichen Patientenkollektiv gab, als im Weiblichen. Der Druckverlauf gestaltete sich in beiden Gruppen gleich, jedoch war der Druckanstieg während der Traktionsphase in der männlichen Gruppe über die gesamte Matte gesehen signifikant höher. Im dargestellten Spotbereich war dieser Unterschied zwar ebenfalls sichtbar, jedoch nicht statistisch signifikant.

Eine weitere Aussage, die sich aus den durchgeführten Untersuchungen machen lässt, ist, dass es mit steigendem Patientenalter zu signifikant geringeren Drücken kommt. Dies zeigen die oben aufgeführten Streudiagramme deutlich. Eine Erklärung liegt eventuell im steigendem Körperfettanteil im höheren Lebensalter. Das ließe sich gut mit dem ebenfalls festgestellten statistisch signifikant geringeren Drücken bei steigendem BMI vereinbaren. In den Messungen konnte dies belegt werden. Vergleichbare Untersuchungen aus dem Radsport mit Testungen von verschiedenen Sattelformen und den korrelierenden Drücken, wiesen Gleiches nach. Sowohl das steigende Alter als auch ein steigender BMI wirken sich auf den perinealen Weichteildruck günstig aus.

Wie gezeigt werden konnte, hat die Traktionszeit auf den bestehenden Druck keinen Einfluss, der Druck verändert sich nicht über die Zeit. Hierbei wird jedoch keine Aussage über die Toleranz der neuralen Strukturen eines länger anhaltenden Druckes ausgesagt. Die in der Fachliteratur empfohlen maximale Traktionszeit von 2 Stunden sollte dennoch nicht überschritten werden. Bezüglich des LCE-Winkels konnte eine schwache jedoch statistisch nicht signifikante Korrelation festgestellt werden.

6. Zusammenfassung

Mit der Hüftarthroskopie entwickelte sich ein Verfahren zu frühzeitigen Behandlung präarthrotischer Zustände des Hüftgelenkes und etablierte sich zunehmend. Das Spektrum der arthroskopischen Therapiemöglichkeiten ist heutzutage enorm und wird sich vermutlich weiter vergrößern. Insgesamt ist das Auftreten von Komplikationen selten, dennoch sind verschiedene spezifische Komplikationen bekannt. Dazu gehören unter anderem traktionsbedingte Nervenirritationen des Nervus pudendus durch Druck am Gegenzugstab, bei Verwendung eines Extensionstisches. Es gab verschiedene Empfehlungen über die optimale Dicke am Gegenzugstab und die maximal Traktionszeit, jedoch ohne belegte Grundlage und Kenntnis über die absolut auftretenden Weichteildrücke. In der vorliegenden Arbeit wurden die auftretenden Weichteildrücke am Gegenzugstab quantifiziert. Hierfür erfolgten im Zeitraum zwischen Mai 2012 und November 2013 während 102 Hüftarthroskopien in der Asklepios Klinik Birkenwerder Druckmessungen am Gegenzugstab. Es wurde dazu ein im Durchmesser 20 cm messender Gegenzugstab mit einer Gelmatte der Firma T&T Medilogic (Berlin, Deutschland), wie sie z.B. für pedobarographische Messungen verwendet wird, ausgestattet. Es konnten auf einer Fläche von 19 x 19 cm über 144 Sensoren Drücke von 0-10 N/cm² gemessen werden. So konnten erstmalig, die in der perinealen Region auftretenden Drücke während der verschiedenen Phasen einer Hüftarthroskopie dargestellt und untersucht werden. Ziel der Arbeit war die Analyse der absoluten Drücke und der Vergleich zwischen einzelnen Parametern wie Alter, Geschlecht und BMI. Außerdem sollten eventuell auftretende Komplikationen im Bereich des Nervus pudendus, wie sie bei Hüftarthroskopien als eine mögliche Komplikation bekannt sind, eventuell auf Ihre gemessenen Drücke hin untersucht werden, um so ggf. eine Aussage treffen zu können, bei welchem perinealen Druck mit vermehrten Nervenläsionen zu rechnen ist. Es konnten verschiedene Beobachtungen gemacht und statistisch belegt werden. So gibt es auf den Messmatten regelhaft einen Bereich von ca. 5 x 5 cm im Bereich der Sitzbeinhöcker bzw. perineal in welchen deutlich höhere Drücke auftreten als über den Rest der Matte. Während über die gesamte Matte gemittelt Drücke bis maximal 1,99 N/cm² auftraten, kam es im o.g. Bereich im Mittel zu Druckspitzen bis zu 4 N/cm². Es konnten Korrelationen zwischen dem Geschlecht, dem BMI und auch dem Alter und dem Druck festgestellt werden. Während ein höherer BMI und auch ein höheres Alter zu signifikant niedrigeren Drücken im Weichteilgewebe führten, zeigten

sich beim männlichen Geschlecht signifikant höhere Drücke. Der LCE–Winkel nach Wiberg hat in unserer Arbeit keinen Einfluss auf die auftretenden Drücke, ebenso wenig die Traktionszeit. Hinsichtlich der Traktionszeit waren keine Druckänderungen zu erwarten, sondern eher häufigere Komplikationen bei längerer Traktionszeit aufgrund der auftretenden nervalen Ischämie hätten auftreten können. In der Stichprobe traten bei zwei Patienten transiente Pudendusirritationen auf. Diese waren nach 5 bzw. 14 Tagen wieder vollständig regredient. Für eine Signifikanzbestimmung war diese Anzahl zu gering. Dennoch wurden die Drücke bei beiden Patienten auf Auffälligkeiten hin untersucht. Es konnten weder Auffälligkeiten hinsichtlich der Patientenparameter wie BMI, Alter, LCE–Winkel oder Geschlecht beobachtet werden, noch fielen die gemessenen Drücke als Grenzwerte oder Ausreißer auf. Mit dem genutzten System zur Druckmessung ergibt sich die Möglichkeit der „Echtzeitdruckmessung“ am Gegenzugstab bzw. im perinealen Weichteil während der Hüftarthroskopie. Dies ist zur Vermeidung von druckassoziierten Komplikationen durch visuelle Kontrolle vor allem während den Spitzendruckphasen der Operation in unseren Augen geeignet.

7. Literaturverzeichnis

1. Alpaugh K, Shin S, Martin S. Intra-articular fluid distension for initial portal placement during hip arthroscopy: the „femoral head drop“ technique. *Arthroscopy techniques* 2015;4:23-7.
2. Baber YF, Robinson AHN, Villar RN. Is diagnostic arthroscopy of the hip worthwhile? A prospective review of 328 adults investigated for hip pain. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:600-3.
3. Bachelier F, Kusma M, Dienst M. Sinnvolle Indikationen zur Hüftarthroskopie. *Arthroskopie* 2006;19:36-45.
4. Benali Y, Katthagen BD. Hip subluxation as a complication of arthroscopic débridement. *Arthroscopy* 2009;25:405-7.
5. Benninghoff, Drenckhahn (Hrsg.). *Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Band 1.* Elsevier 2008; 17. Auflage.
6. Bogunovic L, Gottlieb M, Pashos G, Baca G, Clohisy J. Why do hip arthroscopy procedures fail? *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:2523-9.
7. Bohnsack M, Hehl S, Börner C, Rühmann O. Ergebnisse der Hüftarthroskopie. *Arthroskopie* 2006;19:46-50.
8. Bond J, Knutson Z, Ebert A, Guanche C. The 23-point arthroscopic examination of the hip: basic setup, portal placement, and surgical technique. *Arthroscopy* 2009;25:416-29.
9. Bortz J, Lienert G.A. *Kurzgefaßte Statistik für die klinische Forschung.* Berlin, Deutschland: Springer 1998.
10. Bozic K, Chan V, Valone F, Feeley B, Vail T. Trends in hip arthroscopy utilization in the United States. *J Arthroplasty* 2013;28:140-3.
11. Brumback R, Ellison T, Molligan H, Molligan D, Mahaffey S, Schmidhauser C. Pudendal nerve palsy complicating intramedullary nailing of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:1450-5.
12. Burmann M S. Arthroscopy or direct visualization of joints. An experimental cadaver study. *J Bone Surg Am* 1931;13:669-95.
13. Byrd JWT, Pappas JN, Pedley MJ et al. Hip arthroscopy: An anatomic study of portal placement and relationship to the extra-articular structures. *Arthroscopy* 1995;4:418-23.
14. Byrd JWT. Hip arthroscopy: surgical indications. *Arthroscopy* 2006;12:1260-2.

15. Byrd JWT. Hüftarthroskopie. Portaltechnik und arthroskopische Anatomie. *Orthopäde* 2006;35:41-53.
16. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 1998.
17. Dienst M, Grün U. Komplikationen bei arthroskopischen Hüftoperationen. *Orthopäde* 2008;37:1108–15.
18. Dienst M, Kohn D. Hüftarthroskopie. Minimal-invasive Diagnostik und Therapie des erkrankten und verletzten Hüftgelenkes. *Unfallchirurg* 2001;104:2-18.
19. Dienst M, Kusma M, Steimer O, Holzhofer P, Kohn D. Arthroskopische Behandlung des femoroazetabulären Cam-Impingement der Hüfte. *Oper Orthop Traumatol* 2010;22:29-43.
20. Dienst M, Seil R, Gödde S, Georg T, Kohn D. Hüftarthroskopie bei radiologisch beginnender bis mäßiger Koxarthrose. *Orthopäde* 1999;28:812-18.
21. Dienst M. Hüftarthroskopie Lagerungs- und Distractionstechnik. *Orthopädie* 2006;35:33-40.
22. Dienst M. *Lehrbuch und Atlas Hüftarthroskopie: Diagnostik-Technik-Indikationen*. München, Deutschland: Urban & Fischer 2009.
23. Dienst M. Operationstechnik der Hüftarthroskopie - Tipps und Tricks. *Arthroskopie* 2006;19:80-1.
24. Dietrich F, Ries Ch, Eiermann C, Mielke W, Sobau Ch. Complications in hip arthroscopy: necessity of supervision during the learning curve. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:953–8.
25. Dorfmann H, Boyer T. Arthroscopy of the hip: 12 years of experience. *Arthroscopy* 1999;15:67-72.
26. Elsaidi GA, Ruch DS, Schaefer WD, Kuzma K, Smith BP. Complications associated with traction on the hip during arthroscopy. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:793-6.
27. Eriksson E, Arvidsson I, Arvidsson H. Diagnostic and operative arthroscopy of the hip. *Orthopaedics* 1986;9:169-76.
28. Field, A.P. *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. London, England: Sage 2013.
29. Flecher X, Dumas J, Argenson J-N. Is a hip distractor useful in the arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement? *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97:381-8.

30. Freeman C, Jones K, Byrd JWT. Hip Arthroscopy for Legg-Calvè-Perthes disease: minimum 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2013;29: 666-74.
31. Frobose I, Baeyens L, Tofaute K. Ergonomics of 2 bicycle saddles—pressure at the pudendal area in women of a normal saddle with gel and of a saddle with a hole. *The Bicycle Saddle Report 2003*. 2003:A1–15.
32. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH. The etiology of osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466: 264–72.
33. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Notzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003;417:112–20.
34. Gédouin J.-E, Duperron D, Langlais F, Thomazeau H. Update to femoroacetabular Impingement arthroscopic management. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010;96:222-7.
35. Glick J, Sampson T, Gordon B, Behr J, Schmidt E. Hip arthroscopy by the lateral approach. *Arthroscopy* 1987;3:4-12.
36. Glick J, Valone F, Safran M. Hip arthroscopy: from the beginning to the future – an innovator’s perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:714-21.
37. Glick J. Hip arthroscopy using the lateral approach. *Instr. Course Lect* 1988;37:223-31.
38. Grether-Beck S, Krutmann J. Fettgewebe zelluläre und molekulare Grundlagen. *Hautarzt* 2010;61:838-46.
39. Griffiths Emmet J. Hip arthroscopy: evolution, current practice and future developments. *Int.orthop.* 2012;36:1115-21.
40. Gross R. Arthroscopy in hip disorders in children. *Orthop rev.* 1977;6:43-9.
41. Guess M K, Partin S, Schrader S, Lowe B, LaCombe J. Women’s bike seats: a pressing matter of competitive female cyclists. *J Sex. Med.* 2011;8:3144-54.
42. Held L, Rufibach K, Seifert B. *Medizinische Statistik*. München: Pearson, 2013.
43. Henle P, Tannast M, Siebenrock K. Bildgebende Diagnostik der Hüft dysplasie. *Orthopäde* 2008;37:525-31.
44. Herzog RF. Femoroacetabuläres Pincer-Impingement. *Arthroscopie* 2014;27:109-17.

45. Horisberger M, Brunner A, Herzog RF. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement of the hip: a new technique to access the joint. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:182–90.
46. Ilizaliturri V Jr, Byrd J, Sampson T, Guanche C, Philippon M, Kelly B, Dienst M, Mardones R, Shonnard P, Larson C. A geographic zone method to describe intra-articular pathology in hip arthroscopy: cadaveric study and preliminary report. *Arthroscopy* 2008;24:534-9.
47. Ilizaliturri Victor M. Complications of arthroscopic femoroacetabular impingement treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:760-8.
48. Keene GS, Villar RN. Arthroscopic anatomy of the hip: an in vivo study. *Arthroscopy* 1994;10:392-9.
49. Koetz I, Kooter J M. Hipper Ersatzteil- Update Hüft-TEP. *Physiopraxis* 2014;12:48-53.
50. Körsmeier K, Kaminga M, Moser C, Sobik HM. Arthroskopische Behandlung isolierter, vollschichtiger Knorpelschäden bei Cam-Impingement des Hüftgelenkes durch autologe Chondrozytentransplantation (ACT3D) – Klinische und radiologische Verlaufsbeobachtung über 2 Jahre. *Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie* 2013;WI37-722.
51. Kowalczyk M, Bhandari M, Farrokhyar F, Wong I, Chahal M, Neely S, Gandhi R, Ayeni OR. Complications following hip arthroscopy: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:1669-75.
52. Lekkos K. Hüftarthroskopie <http://d-nb.info/993943993/34> 30.8.2013;21:10Uhr.
53. Leunig M, Beck M, Dora C, Ganz R. Femoroacetabuläres Impingement als Auslöser der Koxarthrose. *Orthopäde* 2006;36:77-84.
54. Leunig M, Ganz R. Femoroacetabuläres Impingement Häufige Ursachen von zur Arthrose führenden Hüftbeschwerden. *Unfallchirurg* 2005;108:9-17.
55. Mann H, Whitney. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of mathematical statistics* 1947;18:50-60.
56. McDonald JE, Herzog MM, Philippon MJ. Return to play after hip arthroscopy with microfracture in elite athletes. *Arthroscopy* 2013;2:330-5.
57. Möckel G, Labs K. Arthroskopie des Hüftgelenkes Indikation und Operationstechnik. *SFA Arthroskopie aktuell* 2009;22:6-7.

58. Möckel G, Labs K. Arthroskopische Therapie von Knorpelschäden im Hüftgelenk. *Arthroskopie* 2014;27:118-27.
59. Möckel G, Labs K. Komplikationen bei der Arthroskopie des Hüftgelenkes und deren Therapie. *Orthopäde* 2014;43:6-15.
60. Murray RO. The etiology of primary osteoarthritis of the hip. *Br J Radiol.* 1965;38:810–24.
61. Nepple J, Philippon M, Campbell K, Dornan G, Jansson K, LaPrade R, Wijdicks C. The hip fluid–seal Part II: the effect of an acetabular labral tear, repair, resection and reconstruction on hip stability to distraction. *Knee surg sport traumatol arthrosc* 2014;22:730-6.
62. Netter FH. Atlas der Anatomie des Menschen. Zweite erweiterte Ausgabe. Basel, Schweiz: Novartis Pharma AG 1999.
63. Philippon M, Stubbs A, Schenker M, Maxwell R, Ganz R, Leunig M. Arthroscopic management of femoroacetabular impingement: Osteoplasty and literature review. *Am J Sport Med* 2007;35:1571-80.
64. Ricchiuti VS, Haas CA, Seftel AD, Chelimsky T, Goldstein I. Pudendal nerve injury associated with avid bicycling. *J Urol* 1999;162:2099–100.
65. Roche B, Dembe JC, Karenovics W, Yap JR, Cahana A. Pudendusneuralgie anatomisch-chirurgische Aspekte. *Coloproctology* 2005;27:236-41.
66. Rodeo S, Forster R, Weiland A. Current concepts review Neurological complications due to arthroscopy. *J of Bon Joint Surg Inc* 1993;75-A: 917-26.
67. Sampson T. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement: a proposed technique with clinical experience. *Instr Course Lect* 2006;55:337-46.
68. Schrader SM, Breitenstein MJ, Lowe BD. Cutting off the nose to save the penis. *J Sex Med* 2008;5:1932–40.
69. Schwarzer U, Sommer F, Klotz T, Cremer C, Engelmann U. Cycling and penile oxygen pressure: the type of saddle matters. *Eur Urol* 2002;41:139–43.
70. Sommer F, König D, Graft C, Schwarzer U, Bertram C, Klotz T, Engelmann U. Impotence and genital numbness in cyclists. *Int J Sports Med* 2001; 22:410–3.
71. Stähelin L, Stähelin T, Jolles BM, Herzog RF. Arthroscopic offset restoration in femoroacetabular cam impingement: accuracy and early clinical outcome. *Arthroscopy* 2008;24:51-7.

72. Steimer O, Kusma M, Grün U. Hüftarthroskopie – Indikationen und Grenzen. *Orthopäde* 2011;40:1054-60.
73. Stevens M, LeGay D, Glazebrook M, Amirault D. The evidence for hip arthroscopy: grading the current indications. *Arthroscopy* 2010;26:1370-87.
74. Streich NA, Gotterbarm T, Barie A, Schmitt H. Prognostic value of chondral defects on the outcome after arthroscopic treatment of acetabular labral tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:1257-63.
75. Streich NA, Gotterbarm T, Jung M, Schmitt H. Ergebnisse der arthroskopischen partiellen Resektion des Labrum acetabulare. *Z Orthop Unfall* 2007;145:633–8.
76. Stulberg SD. Unrecognized childhood hip disease: a major cause of idiopathic osteoarthritis of the hip. *The Hip. Proceedings of the third meeting of the hip society. The C.V. Mosby Company, Saint Louis* 1975:212–28.
77. Takagi K. The Arthroscope: The second report. *J Jpn Orthop Assoc* 1939,14:441-66.
78. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular Impingement: What the radiologist should know. *AJR* 2007;188:1540-52.
79. Villar RN. Arthroscopy. *BMJ* 1994;308:736-42.
80. Volker D. Körperzusammensetzung im Alter. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2004;29:69-77.
81. Waldt S, Eiber M, Wörtler K. Messverfahren und Klassifikationen in der muskuloskelettalen Radiologie. Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme Verlag 2011.
82. Weiß C. Basiswissen Medizinische Statistik. Heidelberg, Deutschland: Springer Verlag 2010.
83. Wettstein M, Dienst M. Arthroskopische Hüftchirurgie. *Arthroscopie* 2006;19:75-9.
84. Wilcoxon, F. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin* 1945;6:80-3.
85. Wolf A. Frau und Sport geschlechtsspezifische Unterschiede. *Gynäkologische Endokrinologie* 2010;8:240-7.

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body Mass Index
CSV-Datei	Comma seperated values Datei (Text-Dateiformat)
d.h.	das heisst
FAI	femoroacetabuläres Impingement
Ggf.	gegebenenfalls
HD	High definition
HDTV	high definition television
IQR	interquartile range (Interquartilsabstand)
LCE–Winkel	lateraler Zentrum Erker Winkel (lateral center edge angle)
M.	Musculus
N.	Nervus
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Anne Friedrich, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema „Die Druckverteilung am Gegenzugstab bei der Hüftarthroskopie Eine prospektive Studie“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Grafiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

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

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. med. Karsten Labs, Chefarzt der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Asklepios Klinik Birkenwerder für die Überlassung des Themas und Möglichkeit der Durchführung, sowie die Unterstützung und Beratung. Weiterhin danke ich Herrn Dr. med. Gregor Möckel, Oberarzt und Leiter der Sektion für arthroskopische und rekonstruktive Gelenkchirurgie der Asklepios Klinik Birkenwerder für die hervorragende und kompetente Betreuung und Motivation, wenn mir der Atem auszugehen drohte. Außerdem möchte ich der Firma T&T medilogic GmbH für die Bereitstellung der Messeinheit und regelmäßige Wartung sowie Unterstützung in technischen Fragen danken.

Herrn Dipl. psych. Erik Kirst möchte ich für die Unterstützung und Beratung in der statistischen Analyse und Auswertung danken.

Ich danke auch meinen Kollegen, die mir viele Aufgaben abnahmen und mich auch nicht selten in angespannter und gestresster Laune ertrugen. Ebenso danke ich dem OP-Team für die Geduld, die sie mir und meinen Messungen in dem stressigen Arbeitsalltag entgegenbrachten.

Ich danke außerdem meiner Familie insbesondere meinem Mann und meiner Mutter, die mir stets Mut zugesprochen und mich in meiner Arbeit bestärkt haben. Hätten sie mir nicht den Rücken freigehalten, wäre meine Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.