

# **Technische Universität München**

**Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Krankenhauses der  
Barmherzigen Brüder München  
Lehrkrankenhaus der Technischen Universität München**

**Revisionseingriffe in der Knieendoprothetik nach erfolgter primärer  
Knietotalendoprothesenversorgung**

**Dominik Michael Wiendl**

**Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin  
der Technischen Universität München zu Erlangung des  
akademischen Grades eines Doktors der Medizin  
genehmigten Dissertation.**

**Vorsitzender:**

**Prof. Dr. Ernst J. Rummeny**

**Prüfer der Dissertation:**

**1. apl. Prof. Dr. Werner R. Plötz**

**2. Prof. Dr. Rüdiger von Eisenhart - Rothe**

**Die Dissertation wurde am 07.12.2016 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 08.11.2017  
angenommen.**

# Inhaltsverzeichnis

1.Einleitung	3
1.1.Historischer Hintergrund der Knie totalendoprothese	5
1.2.Die Einteilung der Knie totalendoprothesentypen und deren Indikation	8
1.3.Indikation zur Revision nach Knie totalendoprothesenimplantation	12
1.3.1.Lockerung der Endoprothese	13
1.3.1.1.aseptische Lockerung der Knie totalendoprothese und die Abriebpartikel induzierte Osteolyse	13
1.3.2.Knieprotheseninfekt	15
1.3.3.Instabilität	18
1.3.4.Komplikation des patellaren Kompartiments- der patellofemorale Schmerz (PFS)	19
1.3.5.Arthrofibrose	22
1.4.Score-Systeme zur Ermittlung der Patientenzufriedenheit	24
1.4.1.Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)	24
1.4.2.Oxford-Knee Score	25
2.Material und Methoden	27
2.1.Datenerfassung und Studiendesign	28
2.2.Erhobene Scores der subjektiven Evaluationsgruppe	29
2.2.1.Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)	29
2.2.2.Oxford-Knee Score	30
2.3.Filterung des Patientenkollektivs	30
2.4.Klinische Untersuchung	30
2.5.Radiologische Untersuchung	31
2.6.Mikrobiologische/ histologische Untersuchung	32
2.7.Einteilung nach Versagenszeitraum	32
2.8.Statistik und Auswertung	32
3.Ergebnisse	33
3.1.Deskriptive Statistik	33
3.2.Gründe für die Revision einer Knie totalendoprothese	35
3.2.1.Versagen einer Knie totalendoprothese bei Primärimplantation in domo	36
3.3.Primärimplantat-Typen der Gesamtpopulation und der subjektiven Evaluationsgruppe	37
3.4.Auswertung der subjektiven Evaluationsgruppe	38
3.4.1.Womac A (Schmerzhaftigkeit)	38
3.4.2.Womac B (Steifigkeit des Gelenkes)	40
3.4.3. Womac C (Funktionalität)	41

3.4.4.Womac gesamt	42
3.4.5.Oxford-Knee-Score	43
3.5.Vergleichsanalyse der Zeiträume von Primärimplantation bis zur Revision	44
3.5.1.Fünf-Jahres-Wahrscheinlichkeiten der Notwendigkeit einer Revisions Operation der Gesamtpopulation	48
3.5.2.detaillierte Versagens-Zeit Analyse der Knietotalendoprothesen	49
3.6.Infektion	52
3.6.1.Zeitpunkt der Manifestation des Infektes	52
3.6.2.Der Frühinfekt	53
3.6.3.Der Spätinfekt	53
3.7.Der Versagensgrund und die erfolgte Therapie	55
3.8.Interventionen nach erfolgter Revision -die Komplikationen-	59
3.8.1.Komplikationen nach Revision eines Infektes	61
3.8.2.Komplikationen nach Revision einer Instabilität	62
3.8.3.Komplikationen nach Revision einer Arthrofibrose	64
3.8.4.Komplikationen nach Revision ein der aseptischen Lockerung	65
3.8.5.Komplikationen nach Revision eine PFS und einer mechanischen Komplikation durch eine Endoprothese	66
3.8.6.Komplikationen nach Revision einer Monoschlittenprothese	67
4. Diskussion	68
4.1.Limitationen	68
4.2.Patientenkollektiv	69
4.3.Zeitpunkt der Revisionsoperation	72
4.4.Gründe für die Revision	73
4.5.Komplikationen nach Revision der Knietotalendoprothese	78
4.6.Vergleich des auftretenden Keimspektrum und der durchgeführten Therapie bei Infekt nach KTEP-Implantation	81
4.7.Das Outcome nach erfolgter Revision	83
5.Zusammenfassung	86
6.Literaturverzeichnis	89
7. Anhang	95
7.1.WOMAC – SCORE	95
7.2.Oxford-Knee-Score	103

## 1. Einleitung

Die Implantation einer Totalendoprothese am Kniegelenk gehört zu den am meisten durchgeführten Operationen auf dem Gebiet der Orthopädie. Die Anzahl, der in Deutschland implantierten Knie totalendoprothesen nahm bis zum Jahr 2009 stetig zu. Im Jahr 2010 gab es erstmalig eine leicht rückläufige Tendenz der Primärimplantationen. Seit 2011 bleiben diese Zahlen nahezu auf einem konstant hohen Niveau. Im Jahr 2011 wurden in Deutschland laut der DRG-Krankenhausstatistik 158204 Knie totalendoprothesen primär implantiert. Ursächlich hierfür sind der demographische Wandel der Bevölkerung, die höheren Ansprüche an die Lebensqualität im höheren Alter, sowie die Akzeptanz auch jüngerer Patienten sich einer Operation zu unterziehen. Die Knie totalendoprothesen zeigen gute Langzeitergebnisse. Bis zu 95% der primär implantierten Knie totalendoprothesen wurden nach 15 Jahren noch nicht wieder revidiert (2). Die unten angeführte Abbildung zeigt die Anzahl der primären KTEP-Implantationen über den Zeitraum von 2006 bis 2011 in der Bundesrepublik Deutschland an (18). In den USA wird es Schätzungen zu Folge bis zum Jahr 2030 einen Anstieg der Primärimplantationen von Knie totalendoprothesen um 673% geben (56).

Die Ursachen ähneln denen in der Bundesrepublik (gestiegene Lebenserwartung in Kombination mit einem hohen Anspruch an die Lebensqualität einerseits, sowie die verbesserten Implantatdesigns, die Implantatqualität und die Implantationsmöglichkeiten).

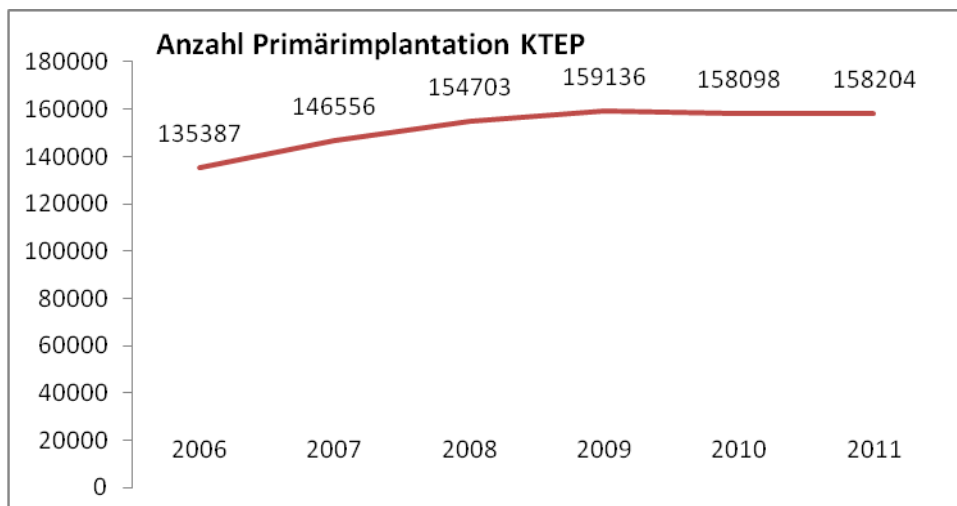


Abb.1: Anzahl der primären KTEP-Implantationen über den Zeitraum von 2006 bis 2011 (18)

Aufgrund der in Zukunft stetigen wachsenden Anzahl an Primärimplantationen ist auch mit einem deutlichen Anstieg an Revisionsoperationen zu rechnen. Trotz der Weiterentwicklung der Implantate, der Operationstechniken, sowie des operativen Managements kommt es zu einer stetigen Zunahme der

Revisionseingriffe. Im Jahre 2011 mussten sich 25829 Patienten in Deutschland einer Revisionsoperation am Kniegelenk nach Endoprothesenimplantation unterziehen (18).Tendenz steigend.

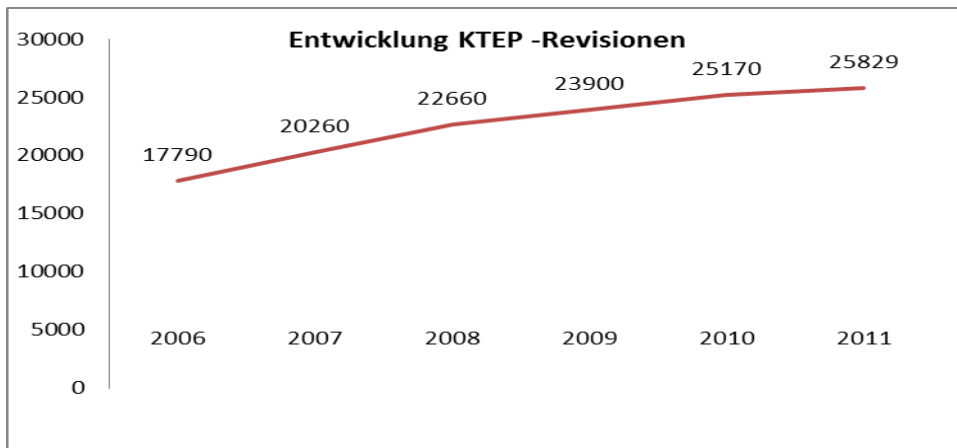


Abb. 2: Entwicklung der KTEP-Revisionen von 2006-2011(Anzahl/Jahr) (18)

Die oben angeführte Abbildung zeigt die Entwicklung der Revisionsoperationen im Bereich des Kniegelenkes. Es ist eine deutliche Zunahme in diesem 6 – Jahres-Zeitraum zu erkennen.

Bei Revisionsoperationen gibt es zwei Häufigkeitsgipfel. Es gibt zum einen das frühe Versagen der Prothese nach ein bis zwei Jahren, und zum anderen gibt es ein spätes Versagen der implantierten Totalendoprothese nach 10-15 Jahren (75).

Die Zahlen der Revision bei Knie totalendoprothesen schwanken laut Literatur zwischen 1,4 % und 31% pro Jahr (96).

Aufgrund des hohen Leidensdrucks für den Patienten, als auch aus volkswirtschaftlicher Sicht ist es von sehr hoher Relevanz, die Gründe für das Versagen einer Knie totalendoprothese zu analysieren.

Im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder in der Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie, einem Endoprothesenzentrum der Maximalversorgung werden pro Jahr 2400 Endoprotheseneingriffe durchgeführt. Zur Verbesserung des Patientenmanagements und des Outcomes wurden in einem Zeitraum zwischen 01.01.2012 und 30.06.2013 hierfür 150 Patienten nachuntersucht, welche sich einer Revisionsoperation nach Knie totalendoprothesenversorgung unterziehen mussten.

Ziel dieser Revisionsanalyse war es folgende Fragen aufzuarbeiten:

- 1) Wie häufig und nach welchem Zeitraum kommt es zum Prothesenversagen?
- 2) Welche Ursachen bzw. Komplikationen machen den Eingriff notwendig?
- 3) Wie beurteilen die Patienten das Ergebnis des Eingriffes (klinisches Outcome nach erfolgter Revision erhoben durch den Womac Score, und dem Oxford Knee Score)?

## **1.1. Historischer Hintergrund der Knie totalendoprothese**

Die ersten operativen Eingriffe bei Gonarthrose gehen auf Verneuil aus dem Jahre 1860 zurück. Er versuchte nach der Resektion der tibialen und femoralen Gelenkflächen, durch eine Interposition von verschiedenen Materialien, eine Verbesserung der Mobilität zu erreichen. Einen ähnlichen Ansatz verfolgte Furgeson. Dieser erreichte ebenfalls durch die Resektion der Gelenkflächen eine mobile Pseudoarthrosenbildung. Jedoch kam es mit steigender Beweglichkeit des Gelenkes zu einer ausgeprägten Instabilität (23).

Durch weitere Meilensteine in der Chirurgie, wie der Antisepsis-Therapie durch Joseph Lister (1827-1912), der erstmalig durchgeführten Vollnarkose durch William Thomas Green Morton (1818-1868) und der Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) konnten deutliche Fortschritte verzeichnet werden (98). Im Jahr 1890 trug der Berliner Chirurg Themistokles Gluck (1853-1941) seine Idee vor der Berliner medizinischen Gesellschaft über die Verpflanzung von Gelenken, gewonnen durch die Amputation von frischen Leichen oder durch Elfenbeingelenke vor.



Abb. 3: Themistokles Gluck (104)

Dieser implantierte bei mindestens drei Patienten mit Kniegelenkstuberkulose eine aus Elfenbein bestehende Scharnierprothese. Verankert wurde diese Prothese im Knochen mit einem Gemisch aus Colophonium, einem Baumharzgemisch und Gips.

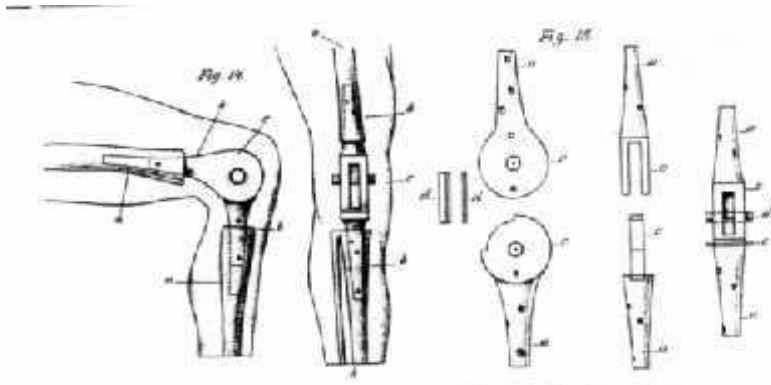


Abb. 4: Die Knie totalendoprothesenmodelle von Prof. Themistokles Gluck (98)

Herr Gluck konnte zwar die Auswirkungen der Tuberkulose therapieren, jedoch blieb die Tuberkulose selbst unbehandelt. Daher kam es im weiteren Verlauf bei seinen Patienten zu septischen Lockerungen. Diese Fehlschläge riefen Kritiker auf den Plan. Gluck bekam ein Publikationsverbot und wurde auch von seinem Chef Herr Prof. von Bergmann der Klinik verwiesen, sodass auch Gluck von dem Gedanken der Knieprothese Abstand genommen hat (98) (43).

Nach dem zweiten Weltkrieg im Jahre 1947 entwickelten die Gebrüder Judet die erste Scharnierprothese aus Acryl. Bestärkt wurden die Brüder durch Erfahrungen aus der Hüftendoprothetik. Zur etwa gleichen Zeit entwickelten Magnoni (1947) und Wallidus (1951) ähnliche Prothesenmodelle und implantierten diese (102). Leider machten die Operateure die Erfahrung, dass die Acryl-Prothesen den hohen Scherkräften, welche auf die Knie totalendoprothesen wirken, nicht standhalten können. Daraufhin entwickelte Wallidus im Jahre 1957 eine extrem belastbare Legierung aus Mylobdän - Chrom und Kobalt. Diese als Vitallium benannte Mischung war extrem Bruchfest und gegen Korrosion beständig. Implantiert wurden diese Prothesen im „press-fit“ Verfahren. Ein acht Jahres Follow-up zeigte bei 64 Arthroplastiken 74 % gute Ergebnisse (102) (5).

Das Problem der von Wallidus entwickelten Prothese war die Tatsache, dass es sich um eine reine Scharnierprothese handelte, welche keine Roll-Gleit-Bewegungen ermöglichte. Außerdem musste bei der Implantation der komplette Kapsel-Band-Apparat entfernt werden. Dies hatte eine hohe Anzahl von aseptischen Lockerungen zur Folge.

Im Jahre 1968/69 kam mit der teilzementierten/zementierten Doppelschlittenprothese eine weitere wesentliche Weiterentwicklung. Die Erfindung des Polyethyleninlays (PE) sorgte für geringe Reibung und der Zement für einen besseren Halt der Prothese. Außerdem konnte der Kapselband-Apparat erhalten werden, was deutlich zur Stabilität des Kniegelenkes beigetragen hat(21). Bereits ein Jahr

später implantierten Ärzte das in New York und in Bosten entwickelte „Duocondylar-Knee“. Im weiteren Verlauf der Entwicklung der Knie totalendoprothese wurde 1974 das Duo - Patellar - Knee erstmalig implantiert. Der Vorteil dieser Prothese war der Erhalt des hinteren Kreuzbandes, sowie das Vorhandensein eines femoropatellaren Gleitlagers. Ab dem Jahre 1984 wurde das heute bekannte „press-fit-condylar“ (PFC) Knie implantiert und seitdem stetig weiter entwickelt (82). Aus dem Jahr 2001 datiert mit einem rotierenden Polyethylen-Inlay eine weitere Innovation. Es reduziert die Scherkräfte durch eine auf der Tibia mögliche Rotation, was der aseptischen Lockerung entgegenwirken soll (55). Im weiteren Verlauf wurden immer weitere Neuerungen zur Verbesserung der Knie totalendoprothetik entwickelt. Anzuführen ist hier das Gender-Knie, welches speziell der weibliche Anatomie angepasst wurde. Die Patienten beklagten häufig ein Fremdkörpergefühl nach stattgehabter Operation. Dies hängt vor allem mit einer weniger ausgeprägten anterioren weiblichen Femurkondyle zusammen, welches ein sogenanntes „Overstuffing“ zur Folge hat. Ein dünneres anteriores Femurschild war die Lösung dieser anatomischen Variante bei Frauen. Ein weiterer Aspekt war der vermehrte Antetorsionswinkel des Femurs bei weiblichen Patientinnen. Eine valgische Patellaführungslinie war die Folge. Das Gleitlager des Gender - Implantates wird um drei Grad nach lateral verschoben und berücksichtigt damit diese Variation. Des Weiteren unterscheidet sich das Frauen-, bzw. Männerknie im Verhältnis zwischen dem transversalem und dem sagittalem Durchmesser der Kondylen. Die Femurkondylen einer Frau sind im Durchschnitt eher trapezförmig (nicht rechteckig) und bei gleicher antero-posterioren Abmessung in der mediolateralen Ausdehnung schmaler. Die Gender- Femurkomponente ist in der medial-lateralen Ausdehnung schmaler. Damit können unter Umständen ein Überstehen der Prothese und eventuelle Weichteilirritationen verhindert werden (30).

In den letzten Jahren war ein weiterer Meilenstein in der Endoprothetik die Entwicklung des hochvernetzten Polyethylen-Onlays. Abriebinduzierte Lockerung als Komplikation nach Knieprothesenimplantation konnten so auf ein Minimum reduziert werden (84).



## 1.2. Die Einteilung der Knie totalendoprothesentypen und deren Indikation

Eine genaue Anpassung an die anatomischen Verhältnisse und jeweils eine individuelle Auswahl des Kunstgelenkes, ist bei der Indikation zur Knieprothesenimplantation von Nöten. In Abhängigkeit der Ursache der Arthrose zeigt jeder Patient einen unterschiedlichen Befall der drei Gelenkkompartimente. Des Weiteren unterscheiden sich die Patienten in ihrer verbliebenen Restbeweglichkeit in der ROM (Range of Motion), der eingetretenen Bandinstabilität und des Knochendefektes.

Die Endoprothesenmodelle werden nach internationaler Norm (ISO) in ungekoppelte, teilgekoppelte und vollgekoppelte Prothesen eingeteilt. Ferner unterscheiden sich die Modelle nach der Art der Fixation: zementfrei, teilweise zementiert (hybrid) und vollzementiert. Außerdem können die Prothesenmodelle in unikondyläre Schlittenprothese, bicondyläre Oberflächenprothesen mit und ohne Patellarückflächenersatz und Scharnierprothesen unterschieden werden. Die Wahl der Prothese trifft der Operateur in Abhängigkeit des Alters des Patienten, der Schädigung der Kompartimente, der Bandstabilität des Kniegelenks und ob es sich um eine Revisionsoperation handelt.

Für die Implantation einer unikondylären Prothese, einer sogenannten Mono-Schlittenprothese müssen einige Voraussetzung beim Patienten erfüllt sein. Zum einen muss ein lokalisierter Gelenkschaden ausschließlich am medialen (inneren) oder lateralen (äußeren) femorotibalen Kompartiment vorliegen. Der patellofemorale Gelenkabschnitt darf keine ausgeprägte Chondromalazie aufweisen. Varus -oder Valgusfehlstellungen über  $15^\circ$ , sowie eine Bandinstabilität der Kollateralbänder oder der Kreuzbänder stellen eine Kontraindikation für die Implantation einer unikondylären Prothese dar. Außerdem ist darauf zu achten, dass keine Kontrakturen vorliegen, wie ein Streckdefizit von mehr als  $10^\circ$ . Diese Voraussetzungen finden sich vor allem bei jüngeren Patienten. An Krankheitsbildern, welche die Indikation zur Implantation eines Monoschlittens darstellen, sind die Osteochondrosis dissecans oder die aseptische Osteonekrose, der sogenannte Morbus Ahlbäck zu nennen (80).



Abb. 5 : unikondyläre Prothese der Firma Biomet-Deutschland (heute Firma Zimmer) (1)

Sind sowohl das mediale, als auch das laterale Kompartiment von einer ausgeprägten Chondromalazie betroffen, wird eine sogenannte bikondyläre Prothese implantiert. Voraussetzung ist ein funktionierender Kapselbandapparat, da dieser die Gelenkführung übernimmt. Ausgeprägte knöcherne Defekte, wie z.B. nach einer Tibiakopf-Fraktur können durch Spacer (Platzhalter) in verschiedenen Größen ausgeglichen werden. Bei den Barmherzigen Brüdern München wird vor allem das Innex® (Innovation nexus next generation) Kniesystem (vgl. Abbildung sechs) der Firma Zimmer bei der primären Implantation, wie auch z.T. bei Revisionseingriffen verwendet.

Das hintere Kreuzband kann je nach Modell erhalten bleiben oder wird entfernt.



Abb. 6: bikondyläre Prothese Innex® der Firma Zimmer (1)

Die Indikation zur Implantation von gekoppelten (constrained) Knie totalendoprothesen, welche über Stiele in der Meta- und Diaphyse verankert werden, ist bei einer schweren Destruktion aller Abschnitte des Kniegelenkes zu sehen. Bei einer ausgeprägten Varus- oder Valgusfehlstellung ( $>20-25^\circ$ ), sowie einer Instabilität in der Bandführung und Revisionseingriffen.

Die Grenzen zum Einbau bikondylärer Prothesen sind als fließend anzusehen. Insbesondere bei älteren Patienten, gelenknahen Frakturen, Tumoren oder größeren knöchernen Defekten (z.B. nach Resektion einzelner Gelenkanteile) ist die intramedulläre Verankerung aufgrund der Gelenkstabilität und Beweglichkeit als Goldstandard zu sehen (42).



Abb. 7: Firma Zimmer RHK und Firma LINK® ENDO-Modell (1)

Ein weiteres Prothesenmodell ist die teilgekoppelte Knie totalendoprothese. Durch Ihr spezielles Design kann eine fehlende Bandstabilität aufgefangen werden. Ein Beispiel ist die posterior stabilisierende Prothese, welche einen Zapfen im Tibia-Teil aufweist, der mit einer Aussparung im Bereich des Femurkomponente artikuliert. Somit wird in Beugung das Weggleiten des Tibiakopfes nach posterior verhindert. Ein großer Vorteil ist hier die posteriore Stabilität bei hohen Flexionsgraden durch den entsprechenden Roll-Gleit-Mechanismus (3).



Abb. 8: Semi-constrained Prothese LCCK ® der Firma Zimmer (1)

Die nachfolgende Tabelle 1 gibt nochmal eine Zusammenfassung der verschiedenen Prothesentypen an und zeigt deren mögliche Indikationen auf.

<b>Monoschlittenprothese</b>	<b>Bicondyläre Prothese (achsfree Implantate)</b>	<b>Schanierprothese (achsgekoppelte Implantate)</b>
Unikompartimente Destruktion	Stabile Seitenbandführung	Keine langstielige ipsilaterale Hüftprothese
Keine wesentliche Achsabweichung	Achsfehlstellung bis 25 °	Erhebliche knöcherne Substanzdefekte
Stabiler Kapsel-Band- Apparat	Kein ausgeprägtes Genu recurvatum	Ligamentäre Insuffizienz
Beugedefizit < 20°		Achsabweichung von > 25°
Kein Streckdefizit >10°		
Einseitige Femurkondylennekrose (Morbus Ahlbäck)		

Tab. 1: Differentialindikation für die unterschiedlichen Prothesentypen des Kniegelenkes (51)



Abb. 9: konventionelle Röntgenaufnahmen in 3 Ebenen der verschiedenen Prothesenmodelle, links eine gekoppelte und rechts eine teilgekoppelte Totalendoprothese mit Retropatellarersatz

Die angeführten Röntgenabbildungen zeigen die verschiedenen Endoprothesenmodelle des Kniegelenkes. Oben rechts ist die teil-gekoppelte Prothese der Firma Link dargestellt (semi-constrained knee system), das sogenannte LCKK (Legacy constrained condylar knee). Links dargestellt in Abbildung neun das constrained Knie der Firma Link.



Abb. 10: konventionelle Röntgenaufnahmen in 3 Ebenen der verschiedenen Prothesenmodelle, bicondylärer Oberflächenersatz mit Retropatellarersatz und eine Monoschlittenprothese

Die oben angeführte Abbildung zehn zeigt die Endoprothesen, welche je nach Indikation primär implantiert werden. Oben links das Innex (Innovation Nexus Next Generation) Knie der Firma Zimmer und rechts der unicondyläre Schlitten der Firma Biomet (heute Firma Zimmer).

### **1.3. Indikation zur Revision nach Knie totalendoprothesenimplantation**

Für das Versagen nach einer primären Knie totalendoprothese werden mehrere Gründe angegeben.

Das schwedische Endoprothesenregister gibt als Ursachen für eine Wechseloperation in den Jahren von 2002 - 2011 folgende an:

- Aseptische Lockerung einer Prothesenkomponente (38%)
- Instabilität der Endoprothese (33%)
- Patellaprobleme (16%)
- Infektionen der Endoprothese (8%)
- Periprothetische Frakturen (3%)
- Polyethylenabrieb (2%)

### **1.3.1. Lockerung der Endoprothese**

Die Lockerung einer Totalendoprothese ist ein Resultat aus einem Verbindungsverlust zwischen dem Implantat und dem Knochen. Kommt es zu solch einem Verbindungsverlust, so ist dies nicht gleichzusetzen mit der Lockerung der Prothese. Lockert sich eine Endoprothese, so kommt es zwischen der Prothese und dem Knochen zur Ausbildung eines neuen Gewebes. Dieses Ersatzgewebe entspricht histologisch einem Narben-/Granulationsgewebe. Sofern dieses neu gebildete Gewebe nur einige Mikrometer dick ist, wird es als physiologisch angesehen. Kommt es zu einem weiteren Wachstum des Gewebes, so liegt eine sogenannte „periprothetische Membran“ vor. Die Patienten klagen nach Ausbildung dieser periprothetischen Membran ggf. über Schmerzen im Prothesenbereich und eine Bewegungseinschränkung. Des Weiteren sind radiologisch Osteolysen nachzuweisen(101) (14).

In folgender Auflistung sind die unterschiedlichen Typen der periprothetischen Membranen mit ihrer Häufigkeitsverteilung angezeigt. Sie werden histopathologisch unterteilt nach aseptisch und septisch.

Typ I: periprothetische Membran vom abriebinduzierten Typ (55%)

Typ II: periprothetische Membran vom infektiösen Typ ( 20%)

Typ III: periprothetische Membran vom Mischtyp ( 5%)

Typ IV: periprothetische Membran vom Indifferenztyp (15%)

Nicht beurteilbar sind 5% der periprothetischen Membranen (8).

#### **1.3.1.1. aseptische Lockerung der Knieendoprothese und die Abriebpartikel induzierte Osteolyse**

Laut dem schwedischen und dem australischen Endoprothesenregister nimmt die aseptische Lockerung der Prothese eine führende Rolle als Ursache der Revisionen nach primärer Knieendoprothesenimplantation ein. Mehrere Theorien für die aseptische Lockerung wurden diskutiert. Zu Anfang wurde der Begriff des „cement disease“ geprägt. Es wurde davon ausgegangen, dass Zementfrakturen oder Zementpartikel zu Osteolysen und folglich zu einer Lockerung der Prothese führen (40). In der Folge wurden in den frühen 80er Jahren zementfreie Endoprothesen implantiert. Klinische Studien zeigten jedoch schnell, dass die zementfreie Implantation die Problematik der osteolytischen Lockerung nicht beheben konnte. Daraufhin wurden den Metallpartikeln, sowie dem Polyethylenabrieb eine Hauptrolle zugeschrieben (4). Diese Abriebpartikel spielen bei der Entstehung der periprothetische Osteolyse mit dem Ergebnis der Lockerung der

Prothese eine entscheidende Rolle. Sie ist das Ergebnis von drei Ereignissen, welche miteinander verknüpft sind. Dazu gehören die Osteoklastogenese, die Inflammation und die Knochenresorption. Zelltypen, die hauptsächlich an diesem Pathomechanismus beteiligt, sind die Osteoklasten, die Osteoblasten und die Makrophagen.

Zwischen Prothese und Knochen bildet sich die bereits o.a. periprothetische Membran aus, welche charakteristisch für die periprothetischen Osteolysen sind. Den größten Anteil mit 55 % macht die sogenannte abriebinduzierte Membran aus. Diese besteht v.a. aus Fibroblasten, Makrophagen und multinukleären Riesenzellen. Diese drei Zellen beteiligen sich aktiv durch Phagozytose von den Abriebpartikeln an den periprothetischen Osteolysen (39). Eine Hauptrolle bei den periprothetischen Osteolysen spielen die Makrophagen. Diese steuern eine durch Abriebpartikel induzierte Entzündungsreaktion. Als erstes phagozytieren die Makrophagen die von der Prothese stammenden Abriebpartikel. Sind diese Abriebpartikel zu groß und die Phagozytose ist nicht möglich, so entstehen Fremdkörper-Riesenzellen. Nachfolgend werden sowohl von den Makrophagen, als auch von den Riesenzellen proinflammatorischen Zytokinen (Beispiel: IL-8, IL-12, IL-10, IL-15, IL-1 $\beta$ , IL 6, TNF- $\alpha$  und GM-CSF) freigesetzt. Diese Zytokine beeinflussen die Osteoklasten- und Osteoblastenaktivität. Das heißt es kommt zu einer Osteoklastenaktivierung, bzw. die Differenzierung zum Osteoklasten wird gefördert. Eine gesteigerte Knochenresorption am Ende einer komplizierten Kaskade führt dazu, dass der Knochenstoffwechsel aus dem Gleichgewicht gebracht wird. Die Kombination aus gesteigerter Knochenresorption durch die Osteoklasten und verminderter Knochendeposition durch die Osteoblasten mit lokaler Osteodestruktion wird als Hauptursache für die aseptische Lockerung der Knie totalendoprothese angesehen(23).

Ebenfalls eine in der periprothetischen Membran in großer Anzahl vertretene Zellpopulation sind die Fibroblasten. Durch eine gesteigerte Expression von RANKL und TNF- $\alpha$  führen die Fibroblasten zu einer direkten osteoklastischen Aktivierung. Des Weiteren zeigen Fibroblasten eine gesteigerte IL 6 - Ausschüttung mit bereits oben erwähnter proinflammatorischer Wirkung.

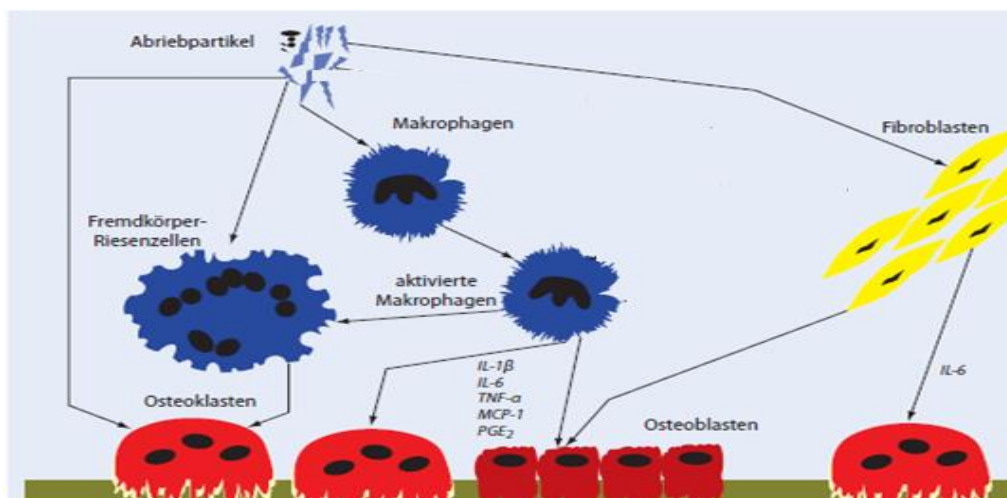


Abb.11: Die Entstehung der periprothetischen Osteolyse (69)

### 1.3.2. Knieprotheseninfekt

Der Knieprotheseninfekt stellt ebenfalls eine wichtige Komplikation in der Endoprothetik dar. Trotz Antibiotikaphylaxe bei der Primärimplantation, moderner und schneller Operationsmethoden, sowie strengster Hygienemaßnahmen kommt es in 0,4 – 2 % der Fälle zu dieser gefürchteten Komplikation (71). Bei Revisionseingriffen ist diese Anzahl nochmals um ein Vielfaches erhöht (62). Die Einteilung der Knieprotheseninfekte gestaltet sich schwierig, da es in der Literatur keine einheitliche Einteilung gibt. Erstmals teilten Insall et al. 1982 die Infektionen in Frühinfekt (< 3 Monaten nach Implantation) und Spätinfekt (> 3 Monate nach Implantation) ein. Ein Jahr später unterscheiden Rand et al. 1983 die Endoprotheseninfektionen ebenfalls in einen Frühinfekt (bis 2 Monate nach Implantation), einen intermediären Infekt, welcher sich zwischen zwei und 24 Monaten etabliert und schließlich dem Spätinfekt ( $\geq$  24 Monaten). Im Jahre 1996 publizierte Tsukayama et al. eine Einteilung der Hüfttotalendoprotheseninfektion, welcher sinngemäß auf die Knieprotheseninfektionen übertragen werden kann (95).

Infektionstyp	
Typ I	Positive intraoperative Kulturen während der Prothesenimplantation
Typ II	Frühe postoperative Infektion (< 1 Monat)
Typ III	Akute hämatogene Infektion
Typ IV	Späte chronische Infektion (> 1 Monat)

Tab. 2: Klassifizierung der Endoprotheseninfektion (95)

Das Auftreten eines periprothetischen Infektes innerhalb der ersten vier Wochen nach Primärimplantation wird als Frühinfekt bezeichnet. Hier wird von einem exogenen Infekt gesprochen, d.h. der Infekt steht in direktem Zusammenhang mit einer intra- oder postoperativen Kontamination. Bei einem ab der vierten Woche auftretenden Infekt spricht man von einem verzögerten, chronischen Infekt. Es handelt sich meistens um Infektionen, die in direktem Zusammenhang mit der Operation bestehen. Infektionen die nach über 2 Jahren auftreten sind fast immer hämatogen oder seltener per continuitatem durch direktes Übergreifen von einem nahegelegenen Infektionsherd (Bursitis, infizierte Verletzung, klinisch imponierender Harnwegsinfekt). Ihr Auftreten kann akut oder primär chronisch erfolgen(63).



Für die Beschreibung eines Protheseninfektes gibt es zahlreiche Definitionen(12):

Es muss entweder ein Fistelgang mit Verbindung zum Gelenk bestehen oder mindestens zwei der folgenden Kriterien müssen zutreffen:

- Klinische und laborchemische Anzeichen einer Infektion sind neben der genauen Anamneseerhebung zielführend. Dies beinhaltet vor allem das genaue Studium der Akten und die Aufarbeitung der Krankengeschichte mit möglichen Infektionsquellen (beispielsweise Harnwegsinfekte oder Zahnoperationen). Klinische Anzeichen wie ein Gelenkschmerz mit Bewegungseinschränkung, eine Schwellung, eine Rötung, eine Überwärmung, ggf. eine Wunddehiszenz oder die Fistelbildung können Hinweise auf einen vorhandenen Infekt darstellen.
- Zum Standard der laborchemischen Messung gehören die Bestimmung der Leukozytenanzahl, der Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG) sowie das C-reaktive Protein (CRP). Greidanus et al. zeigten bei einer Toleranzgrenze der BSG von 22,5 mm/h eine Sensitivität von 93% und Spezifität von 83 %. Der CRP-Wert hat bei einer Toleranzgrenze von 13,5 mg/l eine Sensitivität von 91% und Spezifität von 86 % (37).
- Radiologischen Anzeichen einer Infektion

Die radiologischen Zeichen treten v.a. bei Typ-IV Infektions-Typen. Die klinischen Anzeichen eines Infektes gehen dem radiologischen Bild meist voraus, sodass die typischen radiologischen Befunde eher selten sind (36). Zu diesen typischen Befunden gehören die in folgender Abbildung dargestellten ausgeprägten ossären Osteolysen. Außerdem können z.T. noch fokale Osteopenien und periostale Knochenneubildungen nachgewiesen werden. Das unten angeführte konventionelle Röntgen-Bild in Abbildung zwölf zeigt einen solchen osteolytischen Randsaum um die Femur- und Tibiakomponente, wie er bei periprothetischen Infekten vorkommt.

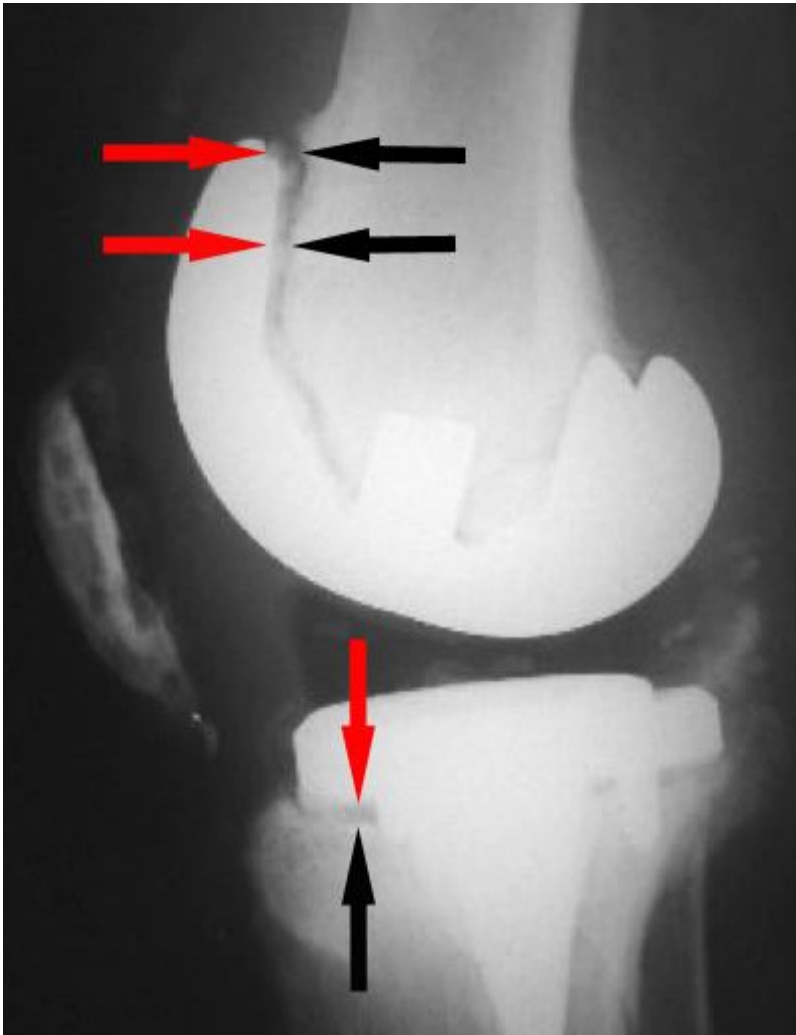


Abbildung 12: konventionelle Röntgenaufnahme eines Kniegelenkes seitlich bei einem Patienten mit chronischem Infekt. Rot/schwarze Pfeile zeigen die Lysezone um die Prothesenkomponente

- Im Gelenkpunktat eines Patienten mit liegender Endoprothese ohne rheumatoide Arthritis zeigt bei einer Anzahl von  $> 1700$  Leukozyten/ $\mu\text{l}$  ( Sensitivität: 94%, Spezifität 88%) oder  $> 65\%$  neutrophilen Granulozyten (Sensitivität: 97%, Spezifität 98%) eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit an, an einem Protheseninfekt zu leiden(94).
- Zu dem wichtigsten diagnostischen Mittel gehört die intraoperative Probeentnahme. Hierfür ist ein antibiotikafreies Intervall von mindestens 2 Wochen Voraussetzung. Mindestens zwei von fünf positiven Bakteriologien bei einer intraoperativen Gewebeprobe oder der Synovialflüssigkeit sind ein fast sicher Anhaltspunkt für das Vorliegen eines periprothetischen Infektes(94).
- Die Nuklearmedizin hat noch einen ergänzenden Stellenwert bei der Diagnostik des periprothetischen Infektes. Die Dreiphasenskelettszintigraphie mit  $^{99\text{m}}$  Technetium ist nur

wenig spezifisch, da es bis zu einem Jahr nach Implantation der Endoprothese auf Grund des Knochenumbaus zu physiologischen Anreicherungen kommen kann. Bei einer aseptischen Lockerung kann dieses Diagnoseverfahren daher ebenfalls positiv ausfallen. Ist die Skelettszintigraphie jedoch negativ, spricht dies gegen einen Infekt und kann daher zur Ausschluss-Diagnostik verwendet werden(86).

Der Knie totalendoprotheseninfekt zeigt sich klinisch in Form von Schmerzen, Folgeoperationen und als ultima ratio dem dauerhaften Verlust der Prothese mit Arthrodese des Gelenkes und/oder Amputation.

Risikofaktoren für einen periprothetischen Infekt gibt es zahlreiche. Dazu gehören die postoperative Wundheilungsstörung, die rheumatoide Arthritis(12), eine maligne Grunderkrankung(12), Diabetes mellitus(12) (29) ,eine immunsuppressive Therapie(71), Rauchen(71) ,sowie die Adipositas(29).

### **1.3.3. Instabilität**

Die Instabilität wird neben der aseptischen Lockerung in den Endoprothesenregistern als eine der wesentlichen Revisionsursachen genannt (bis zu 33 %). Für die korrekte Funktion einer Knie totalendoprothese benötigt die ungekoppelte Prothese einen intakten, bzw. wiederhergestellten Kapsel-Band-Apparat. Beachtet der Operateur dies nicht, so folgt nach kurzer Zeit ein instabiles Gelenk.

Nach Insall et al. wird die Instabilität nach Knie totalendoprothesenimplantation in fünf Typen unterteilt:

- seitliche Instabilität in Extension
- seitliche Instabilität in Flexion
- Instabilität bei Rotation
- die anteriore - posteriore Translation und
- als Sonderform das Genu recurvatum (52)

Die Ursachen für die Instabilität sind vielfältig. Als präoperative Ursache bei hochgradiger mediolateraler Instabilität ist die echte Seitenbandinsuffizienz-/ruptur anzusehen. Für die hochgradige anteriore-posteriore präoperative Instabilität sind z.B. die Kreuzbandruptur-/bzw. insuffizienz zu nennen. Intraoperativ auftretende Instabilitäten werden als eine der häufigsten Ursachen der Instabilität nach Knie totalendoprothesenimplantation angesehen (52). Gründe dafür sind zum einen

die nicht ausreichend Korrektur der bestehenden Deformität bei insuffizienten Weichteilrelease, oder eine nicht ausreichender Knochendefektauffüllung. Des Weiteren ist die Fehlpositionierung der Komponenten zu erwähnen. Hieraus resultiert ein ungleicher Beuge- und Streckspalt, sowie eine mögliche femorale Fehlrotation. Die falsche Wahl des Prothesentyps stellt ebenfalls eine mögliche intraoperative Ursache dar. Eine schwere Varus- oder Valgusdeformität ist oftmals nicht durch eine ungekoppelte Oberflächenprothese zu versorgen.

Als postoperative Ursachen sind die Kapsel-Bandrupturen nach Trauma anzuführen oder auch die mögliche Bandinsuffizienz nach einem Bagatelltrauma. Bei einer Änderung der Lage des Implantats durch eine Lockerung einer Komponente oder dem Polyethylenabrieb kommt es als Folge zur Instabilität(52).

#### **1.3.4. Komplikation des patellaren Kompartiments- der patellofemorale Schmerz (PFS)**

In der Literatur gibt es verschieden Angaben über die Häufigkeit des patellofemorale Schmerzes (PFS), welcher mit und ohne Patellarrückflächenersatz auftreten kann. Zwischen einem und 50% der Patienten klagen nach erfolgter primärer Knie totalendoprothesenimplantation über patellofemorale Schmerzen (15) (50).

Besteht der Verdacht auf ein PFS, so ist der entscheidende Faktor dieses korrekt zu diagnostizieren. Prinzipiell ist eine exakte Anamneseerhebung von Bedeutung. Hier sollte das Auftreten, die Intensität, die Lokalisation, sowie die Qualität des Schmerzes evaluiert werden. Nach primärer Untersuchung des Kniegelenks, sollte die radiologische Basisdiagnostik erfolgen. Diese beinhaltet das Kniegelenk in zwei Ebenen (anterior/posterior und seitlich), sowie die Patella tangential. Im besten Falle sollten diese mit möglichen Voraufnahmen verglichen werden. Der Fokus wird dabei auf die Patelladicke, den Patellastand (Patella alta, Patella baja), den Patellatilt, sowie die mediolaterale Patellaführung gesetzt. Des Weiteren sollten eine Fehlpositionierung der Prothesenkomponenten, sowie die Wiederherstellung der Gelenklinie beurteilt werden (19).

Nach der Untersuchung des Kniegelenkes sind potentielle Differentialdiagnosen wie beispielsweise radikuläre Symptomatik bei Bandscheibenprolapsen, Coxarthrosen oder systemische Erkrankungen auszuschließen. Differentialdiagnostisch sollte auch an die große Gruppe der Tendinosen gedacht werden. Diese Insertionstendinopathien betreffen meist isoliert den Pes anserinus, das Tuberculum gerdii am ventrolateralen Tibiakopf oder die Patellaspitze. Die Klinik des Patienten zeigt meist den ziehenden Schmerz mit Exazerbation bei Belastung. Zur Diagnosesicherung kann der Arzt eine probatorische Infiltration mittels Lokalanästhetikum durchführen. Führt dies zu einer Besserung der Beschwerdesymptomatik kann Physiotherapie, Friktionsmassagen, Wärmeapplikation, sowie die Gabe von NSARs erfolgen. Der Behandlungsansatz ist hier konservativ (88).

Eine Gruppe des PFS sind die funktionellen Komplikationen. Hierunter ist zum einen die funktionelle Schwäche und/oder die Verletzung des M. Quadrizeps femoris aufzulisten, und damit eine Beeinträchtigung des Extensionsmechanismus des Kniegelenkes. Bei einer Insuffizienz der Sehne des Musculus quadriceps femoris, welche z.B. bei der Primärimplantation zu weit abgelöst wurde oder in Folge eines Traumas entstanden ist, muss eine offene chirurgische Rekonstruktion erfolgen. Die klinischen Ergebnisse nach der operativen Behandlung sind mit einer hohen Anzahl an Komplikationen behaftet(52). Vor allem eine weitere Schädigung der Extensoren, sowie eine hohe Infektrate sind hier anzuführen. Eine persistierende Schwäche des Streckapparats, welche durch die Schonhaltung als Folge der Arthrose eingegangen wurde, kann sich postoperativ über Jahre hinziehen. Eine Dysbalance des Musculus quadriceps femoris mit einer Schwäche des Musculus vastus medialis und einer Aktivitätssteigerung des Musculus vastus lateralis kann eine laterales Maltracking der Patella bewirken(22).

Des Weiteren sind zu den funktionellen Schwächen eine Problematik im Bereich der LWS oder der rumpfstabilisierenden Muskulatur zu zählen. So kann es nach Implantation einer Totalendoprothese am Kniegelenk bei bestehender Schwäche des M. Quadrizeps-femoris zu einem kompensatorischen Vorneigen des Rumpfes kommen. Dies entspricht dem sogenannten „Quadrizeps-Vermeidungsgang“ (72). Auch begleitenden Komorbiditäten sind nicht selten. So kann es bei einer begleitenden Coxarthrose mit Schwäche der Hüftaußenrotation zu einer Innenrotation von Femur und Tibia führen, mit der Folge einer Patellalateralisation und folglich Fehlbelastrung der Patella. Dieselbe Problematik kann sich beim pes plano-valgus einstellen. Ein konservativer Therapieansatz mit Physiotherapie und Rezentrierung der Patella ist hier Mittel der Wahl (41).

Die mechanischen Ursachen für den PFS sind eine der führenden Komplikationsursachen. Die mechanischen Ursachen können nochmals unterschieden werden: Erhöhen Sie die Instabilität im femoropatellaren Gelenk, kommt es durch die mechanische Komplikation zu einer Veränderung des Gelenkdruckes oder kommt es zu einer Veränderung der muskulären Hebelarme.

Die patellofemorale Instabilität und dem Patellamaltracking liegt ursächlich eine Dysbalance der Muskulatur oder ein ungenügendes Weichteilbalancing zu Grunde. Auch eine fehlerhafte Komponentenpositionierung mit Valgus-Malalignement oder Rotationsfehler im Femur führt zu einem erhöhten Anpressdruck der Patella mit Maltracking und lateraler, in selteneren Fällen medialer Instabilität. Zur Diagnosefindung wird eine Patella- tangential Röntgenaufnahme gemacht. Fokus sollte auf eine Patellalateralisation, sowie eine Verkipfung der Patella (Tilt) geachtet werden (72). Besteht eine Subluxation der Patella, verlaufen die beiden Linien (vgl. Abbildung 13) annähernd parallel.

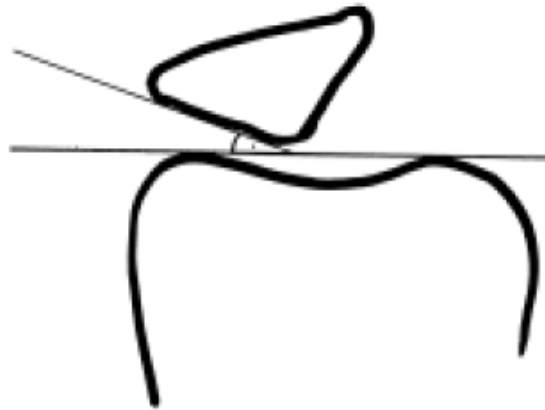
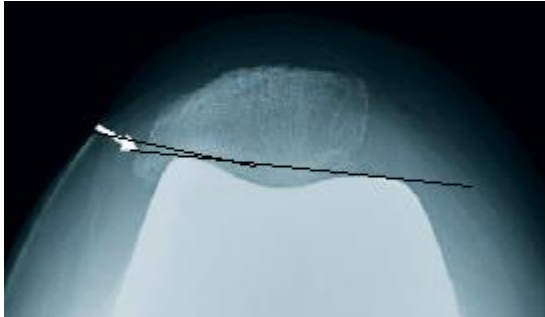


Abb 13: Patella tangential-Aufnahme: Patellamaltracking mit vergrößerten Tilt-Winkel und nebenbefundlich lateralen Osteophyt (72)

Bei einer muskulären Dysbalance ist hier die konservative Therapie mit Aufbau der Muskelatur anzuführen. Ein wie in der o.a. Abbildung angezeigter lateraler Osteophyt oder ein Überhang mit Subluxation können zur Komplikation der Fixierung des Maltracking führen. Daher ist hier die Operation Mittel der Wahl.

Eine Überdimensionierung einer der drei Komponenten (femoral, tibial oder des Polyethylen-Onlays) kann zur schmerzhaften Knieendoprothese und zu einer Bewegungseinschränkung postoperativ führen. Ist die Femurkomponente durch den Operateur zu groß gewählt, kommt es zu einem erhöhten Patellaanpressdruck (sog. Patellahyperkompression) und der Gelenkspalt wird zu klein. Ist die Tibiakomponente zu groß gewählt, und es zu einem Überstand des Plateaus nach medial kommt, ist hier eine Reizung des Innenbandes möglich. Des Weiteren sind Irritationen am Pes anserinus oder an der Popliteusehne möglich. Ist das Onlay bei der primären Implantation zu hoch gewählt kommt es zu einer Verringerung des Beuge- und Streckspaltes (103).

Neben der Überdimensionierung der Komponenten kann eine vermehrte Innenrotation der Femurkomponente oder auch der Tibiakomponente ebenfalls zu einer Patellahyperkompression und zu einem Malalignment der Patella führen. Bei dem klinischen Verdacht auf solch eine Komplikation ist eine Rotations-Computertomographie durchzuführen. Die unten angeführte Abbildung Nummer 14 zeigt diese vermehrte Innenrotation.

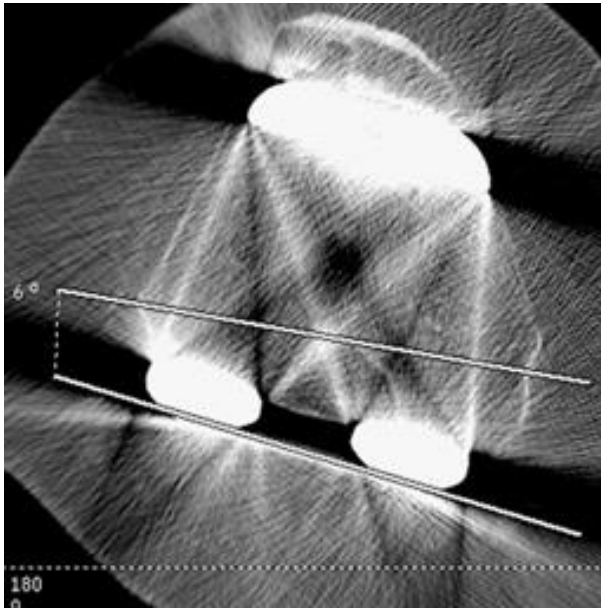


Abbildung 14: Rotations-Computertomographie eines 6° innenrotierten Femurs nach KTEP in Bezug zur Epikondylenachse weicht die Epikondylenlinie von der dorsalen Kodylenlinie ab, kommt es zur Innenrotation des Femurs. Ideal wären 0° Innenrotation(13).

Die operative Sanierung durch einen Komponentenwechsel ist hier angezeigt.

Das sogenannte „Overstuffing“ führt ebenfalls zu einer Patellahyperkompression. Ursache des Overstuffings ist eine Verschmälerung des Patellofemoralgelenks aufgrund eines zu großen Retropatellarersatzes, eines wie oben angeführten zu großen Femurschildes oder eines Femurschildes welches zu weit ventral oder zu weit distal implantiert wurde. Auch hier ist die operative Revision mit Wechsel der femoralen Komponente oder Nachresektion der Patella Mittel der Wahl (103).

Neben diesen o.a. Komplikationen können ebenfalls, der sogenannte Patellahoch -oder tiefstand oder die Retropatellararthrose nach primärer Implantation einer Knie totalendoprothese zum PFS führen.

### 1.3.5. Arthrofibrose

Die pathologische Vermehrung von Bindegewebe mit begleitenden inflammatorischen Prozessen in Gelenken nach einem Trauma, oder einer chirurgischen Gelenkoperation wird als Arthrofibrose bezeichnet(60) (35).

Klinisch kommt es zu einer pathologischen Bindegewebsvermehrung .Der Patient klagt über eine schmerzhafte Gelenksteife, bzw. eine Bewegungseinschränkung.

Eine Einschränkung der Beweglichkeit eines Gelenkes wird über die Einschränkung im Alltag definiert. So benötigt der Mensch zum Aufstehen von einem Stuhl eine Flexion im Kniegelenk von 93°, zum Treppensteigen 83° und zum Schnüren eines Schuhs bis zu 106° (57).

Die Einschränkung der Beweglichkeit nach Implantation einer Totalendoprothese am Kniegelenk kann mehrere Ursachen haben. So tritt diese beispielsweise bei Infektionen, aseptischer Lockerung, Patellofemoralem-Schmerzsyndrom, falscher Prothesenimplantation (vgl. Abb. 15), Instabilitäten, aber eben auch bei einer pathologischen Vermehrung des Bindegewebes auf, der Arthrofibrose. Diese macht je nach Literaturangabe 10-16% der postoperativen Komplikationen nach primärer Knie-TEP-Implantation aus(83). Als wichtigster prognostischer Faktor für das Auftreten einer Arthrofibrose nach KTEP-Implantation wird die präoperative Beweglichkeit des Kniegelenkes angesehen (77). Des Weiteren sind Grunderkrankungen wie Diabetes mellitus oder eine rheumatoide Arthritis Co-Faktoren, welche die Ausbildung einer Arthrofibrose begünstigen können(97).

Eingeteilt werden kann die Arthrofibrose in eine primäre-generalisierte Form und in eine sekundäre lokalisierte Form. Die sekundäre Form geht zumeist mit einer mechanischen Irritation einher. Sie tritt beispielsweise nach vorderer Kreuzbandplastik mit Transplantathypertrophie und Notch-Impingement auf(60). Mit der Arthrofibrose, wie sie nach einer KTEP auftreten kann, hat diese Form nichts zu tun.

Bei der primär generalisierten Form, welche nach KTEP-Implantation vorkommen kann, kommt es zu einer pathologischen Vermehrung des Bindegewebes im gesamten Gelenk. Ursachen sind neben Infektionen des Kniegelenkes auch Fehlimplantationen mit mechanischer Irritation. Des Weiteren kommt es zu Arthrofibrosen unklarer Genese.



Abbildung 15: Röntgenbild Kniegelenk seitlich; Doppelschrittelprothese mit anteriorem Slope als Ursache für eine Bewegungseinschränkung(35).



Histopathologisch zeigt sich eine Hyperplasie der Synovia mit subsynovialer Fibrose, chronischer inflammatorischer Infiltration und einer pathologischen Proliferation von Fibroblasten und Kollagen(35).

Patienten, welche sich aufgrund einer Arthofibrose in der Klinik vorstellen haben häufig einen langen Leidensweg hinter sich. Physiotherapeutische Beübungen, Narkosemobilisationen und arthroskopische Operationen mit Synovektomie brachten häufig nicht den erwünschten Erfolg. Ein Grund für das Ausbleiben des Erfolges nach einer Arthroskopie sehen Lobenhofer et al. in der durch die arthroskopischen Messer erzeugten Läsionen. Diese haben eine erhöhte Rezidivrate zur Folge. Des Weiteren liegen die Bindegewebsvermehrungen nicht allein intraartikulär. Daher kann eine arthroskopische Resektion nicht das komplette proliferierte Gewebe entfernen(60).

In der Folge sieht die Literatur bei der generalisierten Arthrofibrose, nach ausbleibenden konservativen oder operativen Erfolg, die offene Arthrolyse als Mittel der Wahl an(60).

## **1.4. Score-Systeme zur Ermittlung der Patientenzufriedenheit**

### **1.4.1. Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)**

Der WOMAC- Arthroseindex ist ein von einer kanadischen Studiengruppe um Bellamy im Jahr 1982 entwickelter subjektiver Patientenfragebogen, basierend auf einem Literaturreview und auf 100 Patientenmeinungen, die relevante Dimensionen in Hinblick auf Osteoarthritis-spezifische Krankheitsauswirkungen für Knie- und Hüftprobleme angeben (11). Dieses Score-System stellt den am häufigsten verwendeten rein subjektiven Fragebogen zur Erfassung von Arthrose-spezifischen Krankheitsauswirkungen, sowie physischen Funktionseinschränkungen im Alltag dar. Er ist einheitlich und ausschließlich bei Patienten mit Cox- und Gonarthrose anwendbar.

In mehreren Studien, welche von Bellamy et al. durchgeführt wurden, konnte die hohe Effizienz in Bezug auf Zuverlässigkeit, Akzeptanz und Praktikabilität dieses Scores dargestellt werden (9, 10).

Ausgehend von der englischsprachigen Originalversion folgte bereits 1996 die Evaluation einer deutschen Version, welche durch Stucki et al. herausgearbeitet wurde. Diese Version gilt als zuverlässiges Testverfahren zur Evaluierung von arthrosebedingter Funktionseinschränkung, sowie Symptomatik bei Gon- oder Coxarthrose im deutschsprachigen Raum (91).

In der Zwischenzeit existieren validierte Versionen in schwedischer Form, franco-kanadischer, spanischer sowie in verschiedenen asiatischen Sprachen. Mittlerweile gibt es von Bellamy et al. eine im Jahr 2011 validierte Version des WOMAC für Smartphones (33).

Der WOMAC-Score umfasst insgesamt 24 Fragen aus 3 Hauptbereichen stammend (im Folgenden mit WOMAC A, B oder C bezeichnet). Womac-A umfasst fünf Fragen zum Thema Schmerz. Im Bereich „Steifigkeit des Gelenkes“ (WOMAC-B) muss der Patient 2 Fragen beantworten. Der Teilbereich zur „körperlichen Tätigkeit“ des Patienten umfasst 17 Fragen (WOMAC-C).

In der Originalarbeit von Bellamy et al. wird jede Frage als 10 cm lange visuelle Analogskala dargestellt. Abwandlungen sowohl mit Darstellungen in einer numerischen Graduierungsskala sowohl von 0-10 als durch eine ordinale Likert-Skala mit 5 Kategorien („kein, leicht, mittelschwer, schwer, sehr schwer“) kommen ebenfalls zur Anwendung (76).

In der hier vorliegenden Arbeit wurde eine numerische Graduierungsskala gewählt. Prä- und postoperativ mussten die Patienten jeweils zu den drei Teilgebieten auf einer Skala von eins (kein Schmerz) bis zehn (extreme Schmerzen) ihr subjektives Befinden angeben. Je Kategorie kann der Maximalwert 50 Punkte (Schmerz), 20 Punkte (Steifigkeit) oder 170 Punkte (Funktion) betragen. Der minimale Wert kann dagegen in den verschiedenen Kategorien fünf Punkte (Schmerz), zwei Punkte (Steifigkeit) oder 17 Punkte (Funktion) betragen. Um einen Globalindex für die Werte zwischen 1 und 240 zu erreichen müssen nun nochmals die einzelnen Kategorien und damit ihre Summenscores addiert werden. Entsprechend dieses gewählten Rechenmodells entspricht eine hohe Punktzahl reziprok einer geringen subjektiven Patientenzufriedenheit und umgekehrt eine niedrige Punktzahl einer hohen Patientenzufriedenheit (91).

#### **1.4.2. Oxford-Knee Score**

Dawson et al. entwickelten 1998 diesen, ausschließlich für Patienten nach endoprothetischen Kniegelenkersatz validierten Fragebogen, aufbauend auf dem Oxford Hip und dem Oxford Shoulder Score (27). Dieser korrespondierende Fragebogen besteht aus 12 einfachen und verständlich formulierten Multiple Choice - Fragen und wird vom Patienten selbstständig ausgefüllt.

Die Themen umfassen Schmerz, Schwierigkeiten bei der körperlichen Hygiene, das Ein- und Aussteigen aus dem Auto, bzw. öffentlichen Verkehrsmittel, die Gehzeit, das Aufstehen von einem Stuhl, Hinken beim Gehen, kniend wieder aufstehen, Nachtschmerz, Beeinträchtigung bei der täglichen Arbeit (auch Hausarbeit), „Giving way“ Symptomatik, Einkaufen und Treppensteigen.

40 % der Fragen (fünf Fragen) beschäftigen sich mit der Schmerzsymptomatik und in 60% (sieben Fragen) wird auf die Funktionalität eingegangen.

Bei der Auswertung können bei jeder Frage zwischen null und vier Punkten erreicht werden. Die maximale Punktzahl beträgt 48. Eine hohe Punktzahl geht hierbei mit einer großen Schmerzsymptomatik und Funktionseinschränkung einher. Hat der Patient in allen Bereichen keine Beschwerden ergibt sich die Punktzahl von Null.

Aufgrund der praktischen Anwendbarkeit, des leichten Verständnisses, der Kürze und der höheren Sensibilität gegenüber anderen Testverfahren wurde dieser Test ausgewählt(99).

## 2. Material und Methoden

Die Revision einer Knie totalendoprothese wurde definiert als der Wechsel mindestens einer Komponente der liegenden Prothese. Eingeschlossen in die Studie wurden Patienten, die aufgrund einer primären oder sekundären Gonarthrose mit einer Knieprothese im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, oder in einem auswärtigen Krankenhaus mit einer Prothese versorgt wurden und sich dann wegen auftretender Komplikationen wie zum Beispiel periprothetischen Infektionen, aseptischen Lockerungen oder Implantatversagen einer Revisionsoperation unterziehen mussten. Kein Patient wurde aufgrund seines Alters, BMIs oder seiner Größe ausgeschlossen.

Ausgeschlossen aus der Studie wurden Patienten, welche sich bereits einer Revisionsoperation unterziehen mussten und somit bereits mindestens zweimalig voroperiert waren (inklusive Indexoperation). Die Begründung hierfür liefert das unterschiedlich zu erwartende klinische Outcome nach bereits erfolgter Revisionsoperation.

Insgesamt konnten 150 Patienten in diese retrospektive Studie eingeschlossen werden. Untersucht wurden primäre Revisionen nach Knie totalendoprothesenimplantation zwischen Januar 2012 und Juni 2013 im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder München.

76 % der Patienten hatte Ihre initiale KTEP-Versorgung in anderen Krankenhäusern und wurden zur Revision an das Krankenhaus der Barmherzigen Brüder überwiesen. 24% hatten Ihre initiale Knieprothesenversorgung im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder.

Die Versagensintervalle wurden in drei Gruppen gegliedert. Das Versagen der Prothese im ersten Jahr nach Primärimplantation („Frühversager“), zwischen dem ersten und dritten Jahr („Intermediärversager“) und nach dem dritten Jahr („Spätversager“). Der Grund für diese Wahl der Zeitintervalle war es, eventuell unterschiedliche Ursachen zwischen einem Früh- und einem Intermediär- oder Spätversagen herausarbeiten zu können. Studien haben in der Vergangenheit bereits gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen dem Zeitraum des Versagens und dem Grund ein Zusammenhang besteht. Vor allem die ersten Jahre nach Primärimplantation werden als die „vulnerablen Phasen“ bezeichnet (81) (87).

Die Gründe für eine Revision, unter welcher die Patienten operiert wurden waren:

- mechanische Komplikation durch eine Endoprothese,
- die Arthrofibrose,
- das Patello-femorale Schmerzsyndrom,
- die periprothetische Infektion,
- die Instabilität,
- die aseptische Lockerung,
- die periprothetische Fraktur und
- die Komplikation in Zusammenhang mit einem Monoschlitten.

Unter dem Begriff der „mechanischen Komplikation einer Totalendoprothese“ wurden die Implantatfehlhänge und der PE-Abrieb zusammengefasst. Unter der Implantatfehlhänge waren Prothesen aufgeführt, welche am Tibiaplateau medial oder lateral überstanden, oder ein zu großes Femurschild implantiert hatten.

Unter dem Sammelbegriff „Patello-femorales-Schmerzsyndrom“ (PFS) waren die Patella baja, die Retropatellararthrose und der vordere Knieschmerz zusammengefasst.

Die periprothetische Infektion wurde nach den Kriterien der American Academy of Orthopaedic Surgeons erhoben (70). Mehrere Operationen, die aufgrund des Infektes von Nöten waren, wurden als eine Operation gewertet.

Die Instabilität des Kniegelenkes wurde zum einen definiert als eine durch den Untersucher festgestellte Überstreckbarkeit des Kniegelenkes über 15°, eine medio-laterale oder anterior-posteriore Instabilität. Hier ist die klinische Untersuchung der betroffenen Extremität wegweisend. Diese beinhaltete die Inspektion des Gangbildes der Patienten, die Varus-/Valgus und die anteriore und posteriore Instabilität in voller Extension und Flexion, sowie in 30° und 90° Flexion.

Die aseptische Lockerung, Arthrofibrose und die periprothetische Fraktur wurde ebenfalls anhand des klinischen Bildes, sowie der darauf folgenden radiologischen Untersuchung verifiziert.

Ist das Versagen der Prothese auf mehrere Gründe zurückzuführen gewesen, wurde der führende Grund für die Revision in die Studie mitaufgenommen.

## **2.1. Datenerfassung und Studiendesign**

Die Datenerhebung von insgesamt 150 Patienten, welche sich zur Revision im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder vorstellten, erfolgte sowohl prä- als auch postoperativ (im Durchschnitt bis 6,4 Monate nach erfolgter Operation). 80 der 150 Patienten konnten in eine erweiterte Nachuntersuchung

inklusive Erhebung des Womac- und Oxford Scores aufgenommen werden. Diese Gruppe an Patienten wird im Folgenden als „subjektive Evaluationsgruppe“ geführt, während die Gesamtanzahl der Patienten als „Gesamtpopulation“ in der Arbeit aufgeführt werden wird. Die Nachuntersuchung bestand in einer klinischen Untersuchung im Rahmen der postoperativen Routinekontrolle in der orthopädischen Sprechstunde der Barmherzigen Brüder München, sowie in einer Befragung der Patienten in Form eines Fragebogens, der den Patienten auf dem Postweg nach Hause geschickt wurde.

Für beide Populationen wurde eine deskriptive Statistik erhoben mit Geschlecht, Body-Mass-Index, dem Alter bei Primärimplantation der Knie totalendoprothese, dem Alter des Patienten bei der Wechsel-Operation, sowie die operierte Seite.

## **2.2. Erhobene Scores der subjektiven Evaluationsgruppe**

Die in der subjektiven Evaluationsgruppe gewählten Scores waren zum einen der Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index und zum anderen der Oxford Knee Score.

### **2.2.1. Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)**

Der WOMAC-Score umfasst insgesamt 24 Fragen aus 3 Hauptbereichen stammend (Im Folgenden mit WOMAC A, B oder C bezeichnet). Womac A umfasst fünf Fragen zum Thema Schmerz. Im Bereich „Steifigkeit des Gelenkes“ (WOMAC B) muss der Patient 2 Fragen beantworten. Der Teilbereich zur „körperlichen Tätigkeit“ des Patienten umfasst 17 Fragen (WOMAC C).

In der hier vorliegenden Arbeit wurde eine numerische Graduierungsskala gewählt. Prä- und postoperativ mussten die Patienten jeweils zu den drei Teilgebieten auf einer Skala von 1 (kein Schmerz) bis 10 (extreme Schmerzen) ihr subjektives Befinden angeben. Je Kategorie kann der Maximalwert 50 Punkte (Schmerz), 20 Punkte (Steifigkeit) oder 170 Punkte (Funktion) betragen. Der minimale Wert kann dagegen in den verschiedenen Kategorien 5 Punkte (Schmerz), 2 Punkte (Steifigkeit) oder 17 Punkte (Funktion) betragen. Um einen Globalindex für die Werte zwischen 1 und 240 zu erreichen müssen nun nochmals die einzelnen Kategorien und damit ihre Summen-Scores addiert werden. Entsprechend dieses gewählten Rechenmodells entspricht eine hohe Punktzahl reziprok einer geringen subjektiven Patientenzufriedenheit und umgekehrt eine niedrige Punktzahl einer hohen Patientenzufriedenheit (91).

### **2.2.2. Oxford-Knee Score**

Dieser Fragebogen besteht aus 12 einfachen und verständlich formulierten Multiple Choice - Fragen und wird vom Patienten selbstständig ausgefüllt.

Die Themen umfassen Schmerz, Schwierigkeiten bei der körperlichen Hygiene, das Ein- und Aussteigen aus dem Auto, bzw. öffentlichen Verkehrsmittel, die Gehzeit, das Aufstehen von einem Stuhl, Hinken beim Gehen, kniend wieder aufstehen, Nachtschmerz, Beeinträchtigung bei der täglichen Arbeit (auch Hausarbeit), „Giving way“ Symptomatik, Einkaufen und Treppensteigen.

40 % der Fragen (fünf Fragen) beschäftigen sich mit der Schmerzsymptomatik und in 60% (sieben Fragen) wird auf die Funktionalität eingegangen.

Bei der Auswertung können bei jeder Frage zwischen null und vier Punkten erreicht werden. Die maximale Punktzahl beträgt 48. Eine hohe Punktzahl geht hierbei mit einer großen Schmerzsymptomatik und Funktionseinschränkung einher. Hat der Patient in allen Bereichen keine Beschwerden ergibt sich die Punktzahl von Null.

### **2.3. Filterung des Patientenkollektivs**

Die Evaluation der Daten basierte auf der Erfassung aller Revisionsoperationen am Kniegelenk, welche im Zeitraum zwischen 01.01.2012 und 30.06.2013 im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder durchgeführt wurden. Dies erfolgte mit dem Computerprogramm der Meierhofer AG, welches auf allen Rechnern der Barmherzigen Brüder installiert ist. Unter der Eingabe des Therapie-bzw. Diagnosecodes (5-823), welcher für die „Revision, Wechsel und Entfernung einer Endoprothese am Kniegelenk“ steht, gelang es alle in dem Zeitraum stattgefunden Revisionsoperationen zu erheben.

In der weiteren Folge wurden die Patienten anhand der Operationsberichte und Arztbriefe evaluiert, welche als Grundlage der Datenerhebung dienen. Im Rahmen der orthopädischen Sprechstunde konnten die Patienten klinisch nachuntersucht werden. 80 Patienten nahmen an der postoperativen Befragung teil.

### **2.4. Klinische Untersuchung**

Bei der präoperativ durchgeführten standardisierten Aufnahmeuntersuchung im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder der Patienten wurde bei der Inspektion auf die Beinachse geachtet. Besteht bei den Patienten ein Genu varum, ein Genu valgus oder haben Sie eine gerade Beinachse. Besteht eine

Rötung oder sichtbare Schwellung mit einer verstrichenen Gelenkkontur. Die Muskulatur wurde auf Anzeichen einer Atrophie inspiziert.

Palpiert wurde das Kniegelenk um eine Überwärmung, einen Erguss (tanzende Patella) oder Krepitationen festzustellen. Das Zohlen-Zeichen wurde zur Diagnostik des Retropatellararthrose dokumentiert.

Die Range of motion (ROM), welche dem Bewegungsumfang des Kniegelenkes entspricht wurde aktiv nach der Neutral-Null- Methode untersucht. Der Valgus -und Varusstress wurde bei der klinischen Untersuchung zur Prüfung der Stabilität der Seitenbänder hinzugezogen. Hier wurde vor allem auf die laterale und mediale Aufklappbarkeit geachtet. Eine Schmerzauslösung am lateralen oder medialen Gelenkspalt wurde durch palpatorischen Druck auf Selbigen ausgelöst und dokumentiert. Außerdem wurden ein Flexions-oder Extensionsdefizit erhoben.

## **2.5. Radiologische Untersuchung**

Zur Planung der Wechseloperation wurde präoperativ immer eine Röntgenserie angefertigt. Diese beinhaltet das Kniegelenk im anterioren-posterioren Strahlengang, im seitlichen Strahlengang, die Patella tangential, sowie eine Ganzbeinstandaufnahme. Im direkten Anschluss an die Operation wurde im Operationssaal eine Aufnahme des Kniegelenks im a-p und im seitlichen Strahlengang angefertigt. Zur weiteren Dokumentation und zur Visualisierung des Operationsergebnisses wurde am fünften postoperativen Tag eine Röntgenkontrolle angefertigt (a-p/seitlich/Patella tangential).

Ziel der präoperativen radiologischen Untersuchung war es mögliche pathologische Veränderungen zu visualisieren. In der Ganzbeinstandaufnahme kann anhand der Miculicz-Linie (entspricht im Idealfall einer Linie von Hüftkopfmittelpunkt durch die Ementia intercondylares des Kniegelenkes zur Mitte der Sprungbeinrolle) eine mögliche Achsenabweichung mit daraus resultierender Fehlbelastung festgestellt werden. Die Planung der zu implantierenden Kniegelenksendoprothese wird auch anhand der Ganzbeinstandaufnahme vollzogen. Der a-p Strahlengang gibt Hinweise aus einen Abrieb des Polyethylen-Onlays bei Gelenkspaltverschmälerung und zeigt eine mögliche Lockerung der femoralen oder tibialen Komponente. Außerdem gibt er Hinweise auf osteolytische Prozesse. Auch eine periprothetische Fraktur ist hier nachzuweisen. Die Aufnahme der Patella tangential gibt Aufschluss über eine mögliche Retropatella-Arthrose, sowie die mediolaterale Positionierung der Patella. Des Weiteren lässt sich postoperativ der Retropatellarersatz beurteilen.



## **2.6. Mikrobiologische/ histologische Untersuchung**

Intraoperativ werden bei Revisionsoperationen immer fünf mikrobiologische, eine histologische Probe und eine Punktion entnommen und auf mögliche Erreger untersucht, bzw. die periprothetische Membran untersucht. Die Probengewinnung dient auch der Spezifizierung, ob es sich um ein aerobes und /oder anaerobes Erregerspektrum handelt. Im Falle eines präoperativen diagnostizierten oder vermuteten Infektes des Kniegelenks mit nicht bekannten Erregern, wurde bis zum Erhalt der mikrobiologischen Proben mit einer Breitspektrum -Antibiose kalkuliert therapiert.

## **2.7. Einteilung nach Versagenszeitraum**

Um eine Einschätzung zu bekommen, nach welchem Zeitintervall es zu der Revisionsoperation bei dem Patientengut gekommen ist, wurde die Zeit in Jahren dokumentiert, bis es zur Wechseloperation kam. Dieses Zeitintervall musste in Jahren gewählt werden, da aus den Patientendaten der genaue Zeitpunkt der Primärimplantation nicht immer auf den Tag genau festgehalten war. Für die Studie wurden folgende Zeitfenster gewählt:

- <1 Jahr nach der Primärimplantation
- 1 bis 3 Jahre seit Primärimplantation
- >3 Jahre nach Primärimplantation

Außerdem wurde hier das Alter der Patienten bei der Primärimplantation, als auch das Alter bei der Revision der Kniegelenktotalendoprothese erfasst.

## **2.8. Statistik und Auswertung**

Die Erfassung der Daten, sowie die tabellarische Auswertung und graphische Darstellung der Studie erfolgte mittels SPSS (Version 21 der Firma IBM). Mittels Kaplan-Meier Analysen und Log-Rank Test wurden die Zeitintervalle analysiert und verglichen

### **3. Ergebnisse**

Die Ergebnisse werden entsprechend der untersuchten Untergruppen präsentiert. Zum einen ist die Gesamtpopulation untersucht worden, welche allen Patienten entspricht, die sich einer Revision unterziehen mussten (n=150 Patienten). Und zum anderen wurde die subjektive Evaluationsgruppe untersucht (dies entspricht n=80 Patienten, welche durch den Womac Score/ Oxford Knee Score zusätzlich untersucht wurden). Für beide Populationen wurde eine deskriptive Statistik erhoben. Im ersten Abschnitt werden die Versagensursachen für die Gesamt- und der subjektive Evaluationsgruppe analysiert.

In der zweiten durchgeführten Analyse wurden beide Subgruppen einer zeitabhängigen Analyse unterzogen.

Anschließend wurden ausschließlich die Patienten der subjektiven Evaluationsgruppe untersucht. Es wurden subjektive Scores erhoben um die Patientenzufriedenheit widerzugeben. Die Analyse erfolgte durch den Womac-Score und den Oxford-Knee-Score.

Aufgrund der hohen Inzidenzen der periprothetischen Infektionen ist diese Komplikationsart gesondert untersucht worden.

Um eine genauere Aussage über die Versagensgründe einer Knie totalendoprothese zu bekommen, welche im Haus der Barmherzigen Brüder implantiert wurde, erfolgte hier eine separate Auswertung. Des Weiteren erfolgte für die Gesamtpopulation die Untersuchung der Komplikationsursache nach stattgehabter primärerer Revision.

#### **3.1. Deskriptive Statistik**

Von den 150 Patienten, welche sich im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder vorstellten, waren 99 Patienten weiblich (66,00%), und 51 Patienten männlich (34,00%). Von den 80 Patienten der subjektiven Evaluationsgruppe waren 55 weiblich (68,75%) und 25 männlich (31,25%).

Das Durchschnittsalter aller Patienten lag bei Primärimplantation bei 68,1 Jahren. Am Tage der Revisionsoperation bei 70,8 Jahren.

In der subjektiven Evaluationsgruppe betrug das Durchschnittsalter der Patienten 68,4 Jahre bei der Primärimplantation. Beim Revisionseingriff 72,3 Jahre.

Die Altersverteilung bei den Patienten der subjektiven Evaluationsgruppe lag zwischen 49 und 93 Jahren. In der Gesamtpopulation lag die Altersverteilung zwischen 41 und 93 Jahren.

Bei 70 Patienten (46,70%) in der Gesamtpopulation wurde das rechte Kniegelenk behandelt, bei 80 Patienten (53,30%) das linke Kniegelenk. Bei den Studienteilnehmern verhielt es sich ähnlich. 41 Patienten (51,25%) wurden am linken Kniegelenk operiert. Diesem gegenüber standen 39 Patienten (48,75%) welche am rechten Kniegelenk operiert wurden.

Der Body-Mass-Index(BMI) wurde zur Beurteilung des Körpergewichtes errechnet. Die Kilogramm des Patienten werden durch die Körperfläche in Metern zum Quadrat geteilt ( $\text{kg/m}^2$ ). Bei normalgewichtigen, erwachsenen Personen liegt der BMI zwischen  $18,5 \text{ kg/m}^2$  und  $24,99 \text{ kg/m}^2$ . Darunter spricht man von Untergewicht. Zwischen  $25,00 \text{ kg/m}^2$  und  $29,99 \text{ kg/m}^2$  spricht man von prä-adipositas (Übergewicht), ab einem Wert von  $31 \text{ kg/m}^2$  von Adipositas. Bei Werten zwischen  $41 \text{ kg/m}^2$  und  $60 \text{ kg/m}^2$  von schwerer Adipositas(58).

In der gesamten Population lag der BMI bei  $29,4 \text{ kg/m}^2$ . Bei der subjektiven Evaluationsgruppe betrug der BMI  $31,0 \text{ kg/m}^2$ . Tabelle drei zeigt zusammenfassend die erhobenen Daten bei der Gesamtpopulation und der subjektive Evaluationsgruppe.

	subjektive Evaluationsgruppe	Gesamtpopulation
Patientenzahl	80	150
Geschlecht (männlich/weiblich)	25 (31,25%) / 55 (68,75%)	51 (34,00%) / 99 (66,00%)
BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	29,4 (16,3-48)	31 (16,3-48)
Alter bei Primärimplantation KTEP ( Jahre)	68,4 (49-87)	68,1 (40- 89)
Alter bei KTEP-Wechsel(Jahre)	72,3 (53-93)	70,8 (41- 93)
operierte Seite	rechts: 39 links: 41	rechts: 70 links: 80

Tab. 3: deskriptive Statistik der subjektiven Evaluationsgruppe- und der Gesamtpopulation

### 3.2. Gründe für die Revision einer Knie totalendoprothese

Von den 150 Studienpatienten wurden 42 Patienten wegen eines Infektes im Kniegelenk operiert (28,0%). Wegen einer aseptischen Lockerung mussten sich insgesamt 15 Patienten (10,0%) einer Revisionsoperation unterziehen. Aufgrund einer führenden Klinik im Bereich der Patella, zu denen die Retropatellararthrose, das peripatellare Schmerzsyndrom sowie die Patella baja gezählt wurden, gaben sich 18 Patienten (12,0%) in Behandlung. Wegen einer Instabilität im Kniegelenk mussten insgesamt 30 Patienten (20,0%) operiert werden. Die Arthrofibrose machte mit 12 Patienten (8,0%) einen geringen Prozentsatz aus. Unter der Diagnose einer mechanischen Komplikation, hervorgerufen durch eine Knie totalendoprothese, wie zum Beispiel dem Tibia-Plateau-Überstand, mussten sich 14 Patienten (9,3%) einer Revisionsoperation unterziehen. Aufgrund einer periprothetischen Fraktur wurden insgesamt 6 Patienten (4,0%) versorgt. Die Patienten mit Z. n. Monoschlittenimplantation wurden mit 13 Patienten (8,7% der Gesamtpopulation) separat erfasst. Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Versagensursachen der Gesamtpopulationen nach Primärimplantation in Prozent.

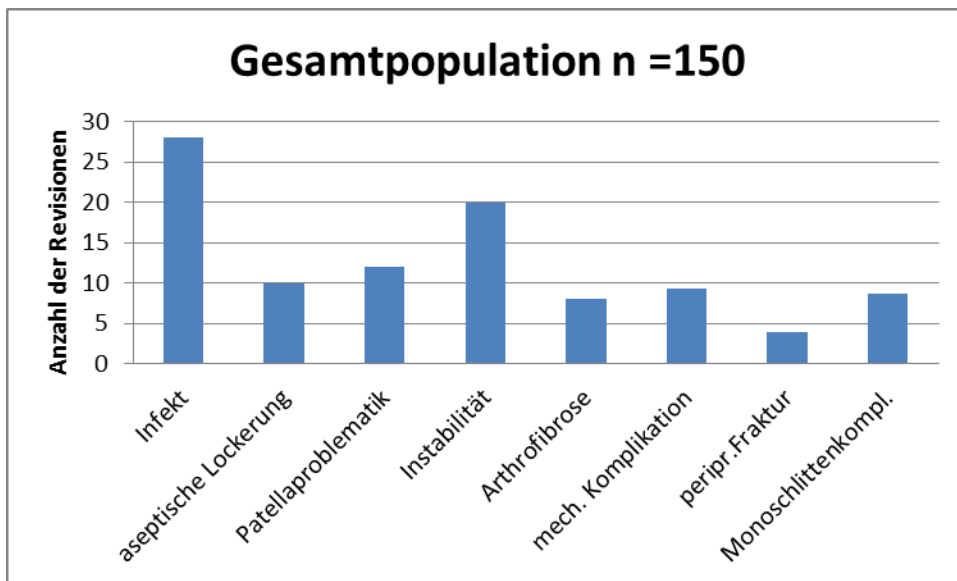


Abb.16: Versagensursachen der Knie totalendoprothesen der Gesamtpopulation in % ; periprot. Fraktur = periprothetische Fraktur; Mech. Komplikation = mechanische Komplikation durch Endoprothese  
Monoschlittenkompl. = Komplikation nach Monoschlittenprothesenimplantation

### 3.2.1. Versagen einer Knie totalendoprothese bei Primärimplantation in domo

36 / 150 Patienten (24%) wurden primär im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder mit einer Totalendoprothese am Kniegelenk versorgt. Die Tabelle vier zeigt einen Überblick über die Versagensgründe nach Primärimplantation in domo.

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
mechanische Komplikation durch Endoprothese	4	11,1	11,1	11,1
Arthrofibrose	5	13,9	13,9	25,0
PFS	4	11,1	11,1	36,1
Infekt	18	50,0	50,0	86,1
Instabilität	3	8,3	8,3	94,4
aseptische Lockerung	2	5,6	5,6	100,0
Gesamt	36	100,0	100,0	

Tab. 4: Versagensgründe einer Knie totalendoprothese, bei Primärimplantation im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder; PFS= patellofemorales Schmerzsyndrom

Die unten angeführte Abbildung 17 zeigt nochmals als Balkendiagramm die Versagensursache der in domo erfolgten Primärimplantationen.

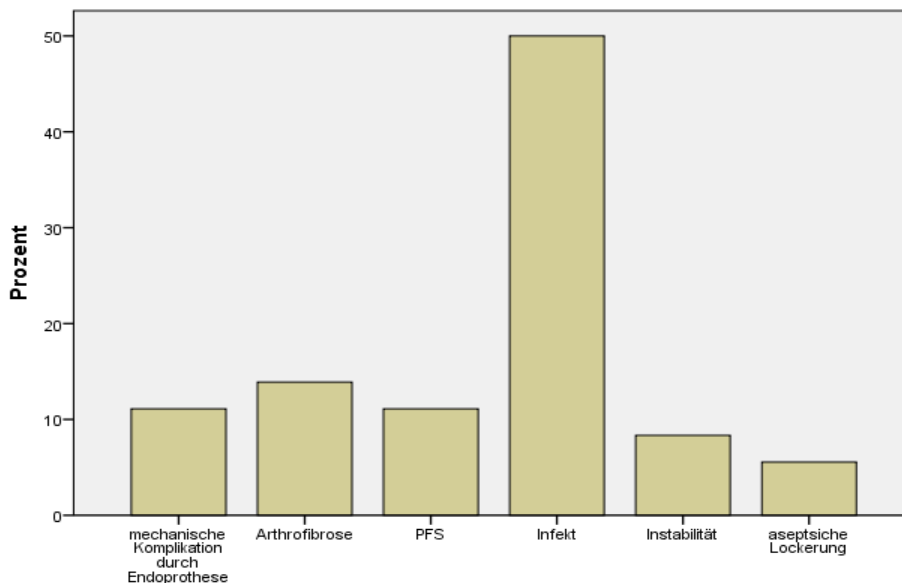


Abb.17: Versagensgründe einer Knie totalendoprothese, bei Primärimplantation in domo; PFS= patellofemorales Schmerzsyndrom

18 Patienten mussten sich aufgrund eines periprothetischen Infektes erneut einer Operation unterziehen (50%). Weitere Versagensursachen waren die Arthrofibrose (13,9%) und das PFS, bzw. die mechanischen Komplikation der Knie totalendoprothese mit jeweils 11,1 %. Drei Patienten (8,3%) stellten sich wegen einer Instabilität des Kniegelenkes vor und lediglich zwei (5,6%) wegen einer aseptischen Lockerung. Wegen einer Komplikation mit einer Monoschlittenprothese stellte sich kein Patient zur Revision vor.

### 3.3. Primärimplantat-Typen der Gesamtpopulation und der subjektiven Evaluationsgruppe

Das Primärimplantat, mit welchem sich die Patienten zur Revision vorstellten ist in unten angeführter Tabelle Nummer fünf dargestellt. Den Hauptanteil zeigen die bicondylären-Oberflächenprothesen mit 70 Stück (87,5 %). 9 Patienten (13,7%) der subjektive Evaluationsgruppe haben eine Problematik nach Monoschlittenimplantation. Und lediglich ein Patient (1,2%) musste sich einer Revisionsoperation bei liegender teilgekoppelten Prothese unterziehen. In der subjektiven Evaluationsgruppe wurde kein Patient mit liegender gekoppelter Prothese revidiert.

Prothesentyp	Häufigkeit	Prozent
Monoschlittenprothese	9	11,3
bicondyläre Oberflächenprothese	70	87,5
teilgekoppelte Prothese	1	1,2

Tab. 5: Anzahl der primären Prothesenmodelle der subjektiven Evaluationsgruppe

In der Gesamtpopulation verhält es sich in etwa gleich. 13 Monoschlittenprothesen (8,6%), 136 bicondyläre Oberflächenprothesen (90,6%) und eine teilgekoppelte Prothese (0,6%) wurden revidiert. Initial wurde auch hier keine gekoppelte Prothese revidiert. Tabelle sechs zeigt das Primärimplantat der Gesamtpopulation.

Prothesentyp	Häufigkeit	Prozent
Monoschlittenprothese	13	8,6
bicondyläre Oberflächenprothese	136	90,6
teilgekoppelte Prothese	1	0,6

Tab. 6: Anzahl der primären Prothesenmodelle der Gesamtpopulation

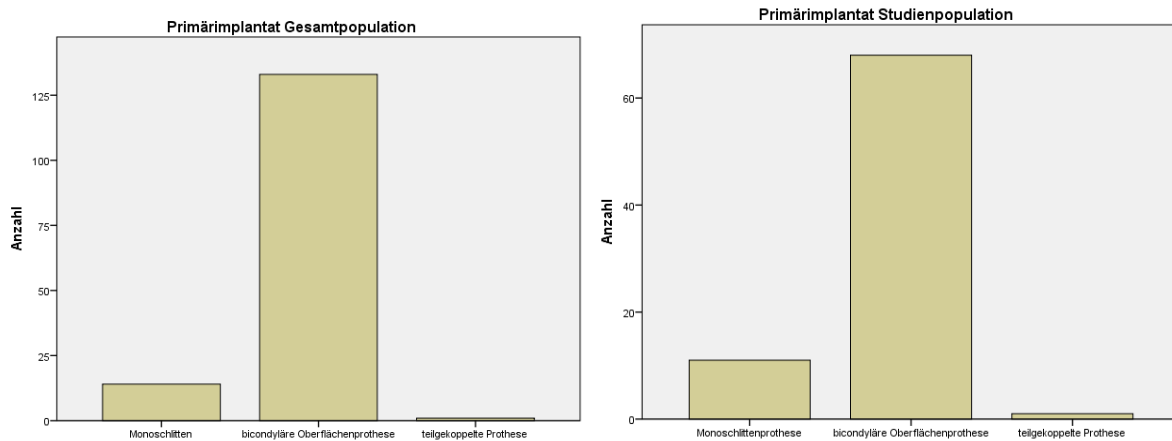


Abbildung 18: Darstellung der Primärimplantate bei der Studien- und Gesamtpopulation

### 3.4. Auswertung der subjektiven Evaluationsgruppe

Um zu vergleichen ob sich zwei Mittelwerte signifikant voneinander unterscheiden, wurde der T-Test als statistisches Berechnungsverfahren genutzt. Zur visuellen Darstellung der Ergebnisse wurde das Boxplot-Verfahren gewählt. Es zeigen sich jeweils die Extremwerte, der Median, sowie die untere und obere Quartile. In der Box spiegeln sich die Werte wider, in der 50% der Daten liegen. Die statistische Auswertung der gepaarten Strichproben ergab bei einem Signifikanzniveau ( $p < 0,05$ ) folgende Mittelwerte:

#### 3.4.1. Womac A (Schmerzhaftigkeit)

Mit dem Womac A Wert wurde das subjektive Schmerzempfinden des Patienten prä- und postoperativ ermittelt. Eine hohe Punktzahl (max. 50 Punkte) entspricht einer geringen subjektiven Patientenzufriedenheit und umgekehrt eine niedrige Punktzahl (min. 5 Punkte) einer hohen Patientenzufriedenheit.

Die Abbildungen 19A und 19B zeigen die Boxplotdiagramme des Womac A-Wertes prä-, bzw. postoperativ. In Tabelle sieben sind die entsprechenden Ergebnisse des T-Testes bei Vergleich des Womac A Wertes präoperativ versus postoperativ dargestellt. Postoperativ zeigt sich eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) durchschnittliche Absenkung des Womac A Wertes um 18,950 Punkte gegenüber dem präoperativen Wert. Diese Ergebnisse entsprechen der deutlich gebesserten subjektiven Beschwerdesymptomatik der behandelten Patienten.

**Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
WOM A prae operativ WOMAC A postoperativ	18,950	12,724	1,423	16,118	21,782	,000

Tab. 7: T-Test für gepaarte Stichproben. WOM A prae = Womac A Wert präoperativ; WOM A post = Womac A Wert postoperativ.

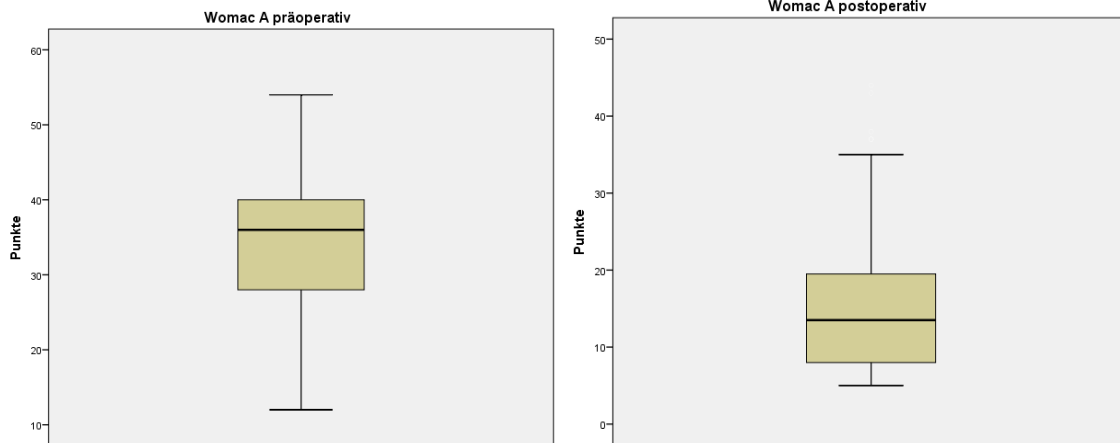


Abb.19A und 19B: Boxplot Diagramm des Womac A Wertes. Abbildung 19A zeigt den präoperativen Wert (Mittel 34,11 ± 10,07 Punkte), Abbildung 19B den postoperativen (Mittel 13,49 ± 4,02 Punkte).



### 3.4.2. Womac B (Steifigkeit des Gelenkes)

Mit den Womac B –Score wurde die Steifigkeit des Gelenkes prä- und postoperativ ermittelt, welche der Patient verspürt. Eine hohe Punktzahl (max. 20 Punkte) entspricht einer geringen subjektiven Patientenzufriedenheit, und umgekehrt eine niedrige Punktzahl (min. 2 Punkte) einer hohen Patientenzufriedenheit.

Die Abbildungen 20A und 20B zeigen die Boxplotdiagramme des Womac B Wertes prä-, bzw. postoperativ. In Tabelle acht sind die entsprechenden Ergebnisse des T-Testes bei Vergleich des Womac B Wertes präoperativ versus postoperativ dargestellt. Postoperativ zeigt sich eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) durchschnittliche Absenkung des Womac B Wertes um 7 Punkte gegenüber dem präoperativen Wert. Diese Ergebnisse entsprechen der deutlich gebesserten subjektiven Beschwerdesymptomatik der behandelten Patienten in Bezug auf die ROM (Range of Motion) des Kniegelenkes.

Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
WOM B prae – WOM B post	7,213	5,789	,647	5,924	8,501	,000

Tab. 8: Test für gepaarte Stichproben WOM B prae = Womac B Wert präoperativ; WOM B post = Womac B Wert postoperativ

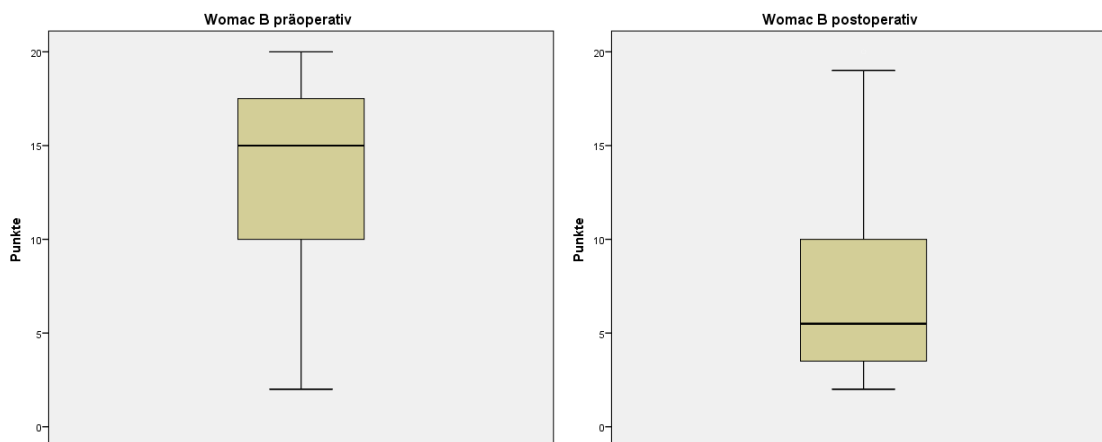


Abb. 20A und 20 B: Boxplot Diagramm des Womac B Wertes. Abbildung 20A zeigt den präoperativen Wert (Mittel 13,94  $\pm$ 4,7 Punkte), Abbildung 20B den postoperativen (Mittel 6,73  $\pm$ 4,2 Punkte)

### 3.4.3.Womac C (Funktionalität)

Mit den Womac C –Score wurde die körperlich mögliche Tätigkeit des Patienten prä-und postoperativ ermittelt. Eine hohe Punktzahl (max. 170 Punkte) entspricht einer geringen subjektiven Patientenzufriedenheit und umgekehrt eine niedrige Punktzahl (min. 17 Punkte) einer hohen Patientenzufriedenheit.

Die Abbildungen 21A und 21B zeigen die Boxplotdiagramme des Womac C Wertes prä-, bzw. postoperativ. In Tabelle neun sind die entsprechenden Ergebnisse des T-Testes bei Vergleich des Womac C Wertes präoperativ versus postoperativ dargestellt. Postoperativ zeigt sich eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) durchschnittliche Absenkung des Womac C Wertes um 61 punkte gegenüber dem präoperativen Wert. Diese Ergebnisse entsprechen der deutlich gebesserten subjektiven Beschwerdesymptomatik der behandelten Patienten beim Verrichten Ihrer täglichen körperlichen Tätigkeiten.

**Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen				Sig. (2-seitig)	
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere		Obere
WOM C prae – WOM C post	60,925	48,605	5,434	50,108	71,742	,000

Tab. 9: T-Test für gepaarte Stichproben WOM C prae = Womac C Wert präoperativ; WOM C post = Womac C Wert postoperativ

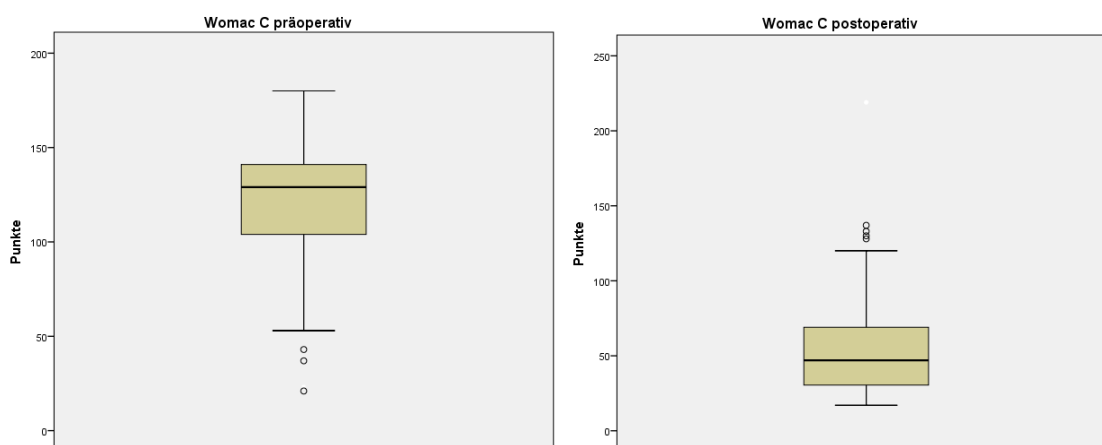


Abb. 21A und 21 B: Boxplot Diagramm des Womac C Wertes. Abbildung 21A zeigt den präoperativen Wert (Mittel 116,04 ±39 Punkte), Abbildung 21B den postoperativen (Mittel 55,11 ±35 Punkte).

### 3.4.4. Womac gesamt

Um einen Globalindex zu erreichen wurden nun die einzelnen Kategorien addiert und der Summenscore dargestellt.

Maximal sind 240 Punkte zu erreichen. Dies entspricht einer geringen subjektiven Patientenzufriedenheit. Umgekehrt eine niedrige Punktzahl (min. 24 Punkte) einer hohen Patientenzufriedenheit. Die Abbildungen 22A und 22B zeigen die Boxplotdiagramme des Womac - Gesamtwertes Wertes prä-, bzw. postoperativ. In Tabelle zehn sind die entsprechenden Ergebnisse des T-Testes bei Vergleich des Womac-Gesamt-Wertes präoperativ versus postoperativ dargestellt. Postoperativ zeigt sich eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) durchschnittliche Absenkung des Womac- Gesamt-Wertes um 87 Punkte gegenüber dem präoperativen Wert. Diese Ergebnisse entsprechen der deutlich gebesserten subjektiven Beschwerdesymptomatik der behandelten Patienten.

#### Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
WOM ges.prae – WOM ges. post	87,025	66,603	7,446	72,203	101,847	,000

Tab. 10: T-Test für gepaarte Stichproben WOM gesamt prae = Womac-gesamt-Wert präoperativ; WOM-gesamt-post = Womac-gesamt-Wert postoperativ

Im Gesamten zeigte sich, nach Addition aller Einzelner Womac-Score Punkte postoperativ eine Besserung des Mittelwertes um 87,025 Punkte gegenüber dem präoperativen Wert. Insgesamt ein hochsignifikantes Ergebnis ( $p < 0,000$ ).

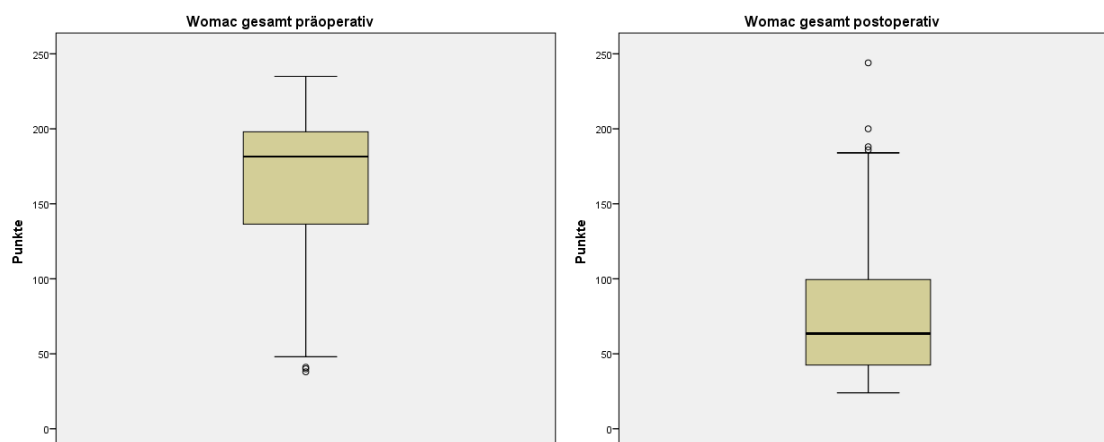


Abbildung 22A und 22 B: Boxplot Diagramm des Womac-Gesamt- Wertes. Abbildung 22A zeigt den präoperativen Wert (Mittel 164,75 ±45 Punkte), Abbildung 22B den postoperativen Wert (Mittel 77,73 ±50 Punkte).

### 3.4.5. Oxford-Knee-Score

Die Themen dieses Scores umfassen Schmerz, Schwierigkeiten bei der körperlichen Hygiene, das Ein- und Aussteigen aus dem Auto, bzw. öffentlichen Verkehrsmittel, die Gehzeit, das Aufstehen von einem Stuhl, Hinken beim Gehen, kniend wieder aufstehen, Nachtschmerz, Beeinträchtigung bei der täglichen Arbeit (auch Hausarbeit), „Giving way“ Symptomatik, Einkaufen und Treppensteigen.

Bei der Auswertung können bei jeder Frage zwischen null und vier Punkten erreicht werden. Die maximale Punktezahl beträgt 48. Eine hohe Punktzahl geht hierbei mit einer großen Schmerzsymptomatik und Funktionseinschränkung einher. Hat der Patient in allen Bereichen keine Beschwerden ergibt sich die Punktzahl von Null.

Die Abbildungen 23A und 23B zeigen die Boxplotdiagramme des Oxford-Knee-Score-Wertes prä-, bzw. postoperativ. In Tabelle 11 sind die entsprechenden Ergebnisse des T-Testes bei Vergleich des des Oxford-Knee-Score-Wertes präoperativ versus postoperativ dargestellt. Postoperativ zeigt sich eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) durchschnittliche Absenkung Oxford-Knee-Score-Wertes um 15 Punkte gegenüber dem präoperativen Wert. Diese Ergebnisse entsprechen der deutlich gebesserten subjektiven Beschwerdesymptomatik der behandelten Patienten.

**Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
OXS prae – OXS post	15,163	12,465	1,394	12,389	17,936	,000

Tab. 11: T-Test für gepaarte Stichproben OXS prae = Oxford-Knee-Score-präoperativ, OXS post = Oxford-Knee-Score-postoperativ

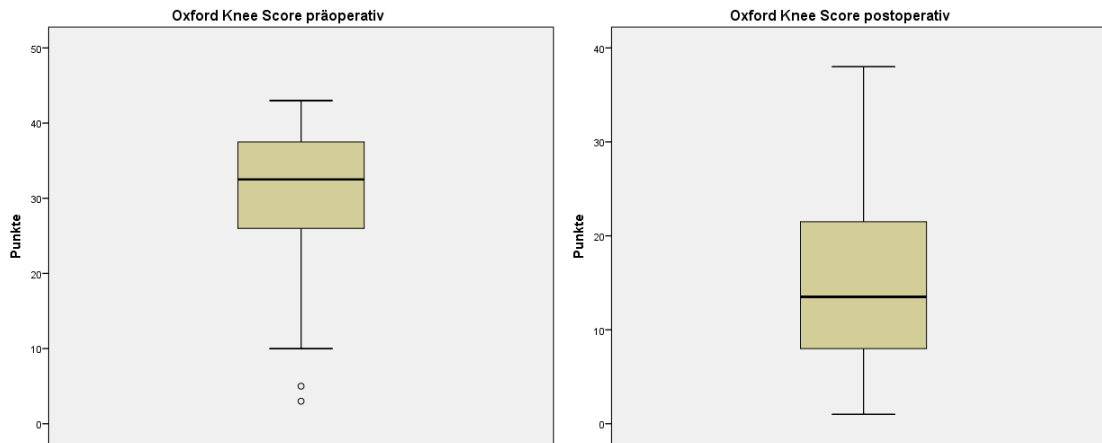


Abb.23: Boxplot Diagramm des Oxford-Knee-Score-Wertes. Abbildung 23A zeigt den präoperativen Wert (Mittel  $30,56 \pm 9$  Punkte), Abbildung 23B den postoperativen Wert (Mittel  $15,40 \pm 9$  Punkte).

### 3.5. Vergleichsanalyse der Zeiträume von Primärimplantation bis zur Revision

Um etwaige Zusammenhänge zwischen den Zeiträumen zwischen Primärimplantation bis zur Revision und den verschiedenen Versagensgründen der Prothese zu analysieren, wurden Kaplan Meier Kurven berechnet. Dieses statistische Verfahren ermöglicht einerseits die Visualisierung zeitabhängiger Variablen, als auch die statistische Berechnung signifikanter Unterschiede im Verlauf der unterschiedlichen Diagrammkurven. Jede Kurve steht hierbei für eine Patientensubpopulation; im Rahmen dieser Arbeit also für die unterschiedlichen Versagensgründe. In Abbildung 24 ist auf der X-Achse der Zeitraum Zwischen Primärimplantation und Revision der Prothese in Jahren wiedergeben. Die Y-Achse gibt die prozentuale Anzahl derjenigen Patienten wieder, für welche zum Zeitpunkt X noch kein Ereignis (= Revision) registriert wurde. Der Zeitpunkt der Primärimplantation ist für jeden beobachteten Patienten der Nullpunkt auf der X-Achse, wodurch die Beobachtungszeiträume aller Patienten miteinander verglichen werden können, unabhängig von den realen Datumsangaben von Primärimplantation und Revision. Für die Auswertung wurde die Gesamtpopulation untersucht.

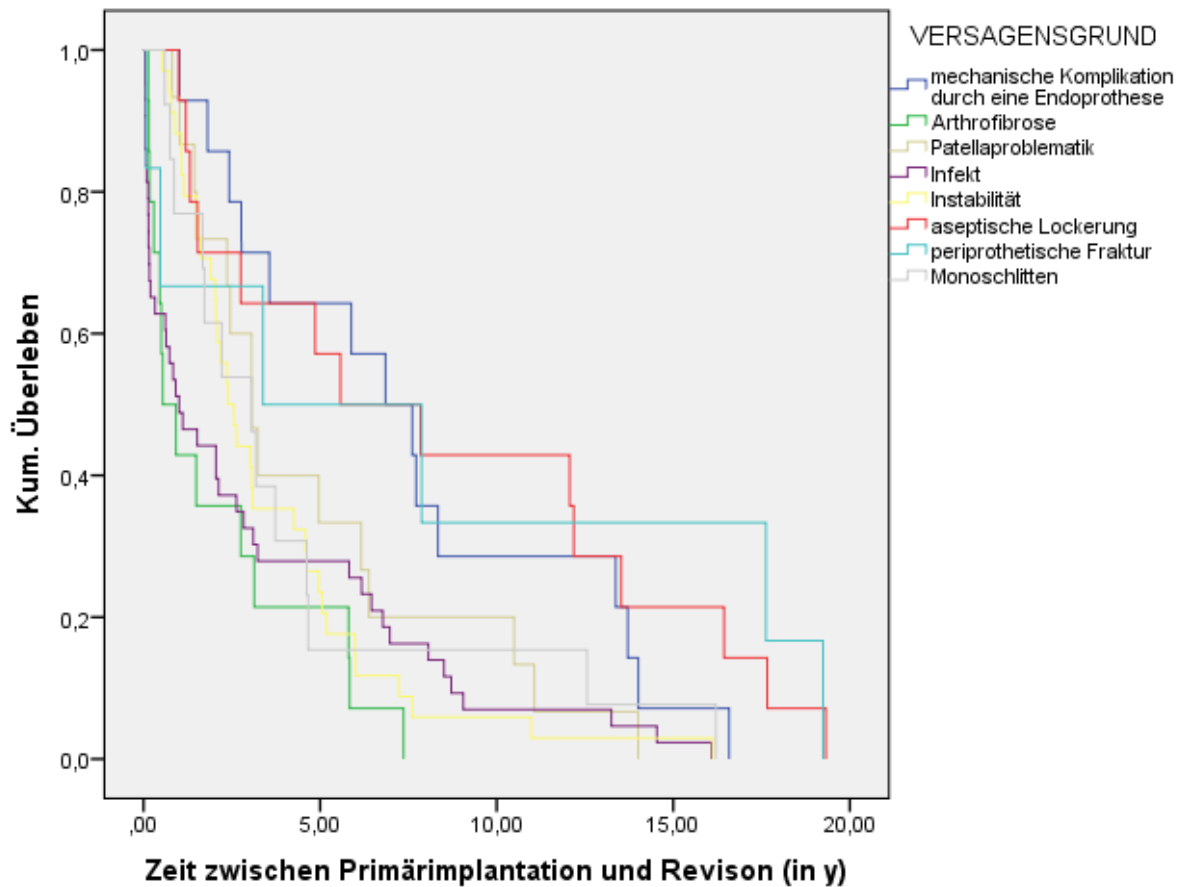


Abb. 24: Kaplan Meier Überlebenszeitanalyse für die Versagensgründe der Prothese in Jahren

Eine zunächst flache, bzw. nahezu horizontale Kurve repräsentiert eine Subpopulation mit eher späten Ereignissen. Da alle Patienten eine Revisionsoperation erhalten haben (gemäß den Einschlusskriterien der Studie) enden alle Kurven auf dem Nullpunkt der Y-Achse, da alle registrierten Patienten ein Ereignis im Rahmen des Beobachtungszeitraumes haben. Es liegen somit keine sog. zensierten Patienten vor (= kein Ereignis im Beobachtungszeitraum).

Tabelle 12 zeigt deskriptiv die den Kurven von Abb. 24 entsprechenden Überlebenszeiten der verschiedenen Subgruppen. Z. b. zeigt sich in der Subgruppe mit mechanischen Komplikationen als Revisionsindikation ein mittlerer Zeitraum zwischen Primärimplantation und Revision von  $7,5 \pm 1,4$  Jahren.

**Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit**

VERSAGENSGRUND	Mittelwert <sup>a</sup>				Median			
	Schätzer	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall		Schätzer	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze			Untere Grenze	Obere Grenze
mechanische Komplikation durch eine Endoprothese	7,547	1,366	4,870	10,225	6,850	1,608	3,698	10,002
Arthrofibrose	2,312	,667	,805	3,419	,548	,392	,000	1,316
Patellaproblematik	4,201	1,154	2,735	6,866	3,066	,499	2,088	4,044
Infekt	3,642	,650	1,927	4,477	1,005	,515	,000	2,014
Instabilität	3,647	,553	2,530	4,696	2,396	,331	1,746	3,045
aseptische Lockerung	8,677	2,086	4,877	11,878	5,577	2,786	,116	11,038
periprothetische Fraktur	8,113	3,464	1,325	14,902	3,379	4,533	,000	12,264
Monoschlitten	4,295	1,314	1,719	6,871	3,058	,874	1,345	4,772
Gesamt	4,507	,392	3,739	5,275	2,634	,306	2,035	3,233

Tab. 12: Mittelwerte und Mediane der einzelnen Subgruppen

Mittels des oben bereits erwähnten Log-Rank-Testes ist eine Analyse über die Anzahl der Ereignisse in Abhängigkeit der Beobachtungszeiten möglich. Bezogen auf die vorliegende Arbeit wurde untersucht, ob ein spezifischer Versagensgrund signifikant früher oder später zu einer Revision führte. Hierfür wurde eine Analyse „paarweise über Schichten“ durchgeführt, was eine Kreuztabelle der Signifikanzen ergibt und den Vergleich der Subpopulationen ermöglicht (Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ).

**Paarweise Vergleiche**

VERSAGENSGRUND	mechanische Komplikation durch eine Endoprothese	Arthrofibrose	Patellaproblematik	Infekt	Instabilität	aseptische Lockerung	periprothetische Fraktur	Monoschlitten
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)								
mechanische Komplikation durch eine Endoprothese		,000	,095	,012	,006	,553	,358	,091
Arthrofibrose	,000		,028	,382	,108	,001	,045	,141
Patellaproblematik	,095	,028		,263	,322	,074	,195	,842
Infekt	,012	,382	,263		,478	,003	,042	,257
Instabilität	,006	,108	,322	,478		,004	,051	,599
aseptische Lockerung	,553	,001	,074	,003	,004		,956	,060
periprothetische Fraktur	,358	,045	,195	,042	,051	,956		,189
Monoschlitten	,091	,141	,842	,257	,599	,060	,189	

Tab.13: Log- rank Test paarweise über Schichten für die verschiedenen Versagensgründe

Zusammenfassend zeigt die Kaplan-Meier-Analyse signifikante Unterschiede. Patienten mit einer mechanischen Komplikation durch eine Endoprothese müssen sich im Mittel erst nach  $7,5 \pm 1,4$  Jahre einer Revisionsoperation unterziehen. Hochsignifikant früher stellen sich im Vergleich hierzu Patienten mit der Diagnose einer Arthofibrose vor ( $2,3 \pm 0,7$  Jahre;  $p=0,000$ ). Signifikante Ergebnisse zeigten sich auch zur Infektion einer Endoprothese ( $3,65 \pm 0,8$  Jahre;  $p=0,012$ ) und zur Instabilität  $3,6 \pm 0,6$  Jahre der Prothese dar ( $p=0,006$ ).

Patienten mit einer Arthrofibrose unterzogen sich im Mittel nach  $2,3 \pm 0,7$  Jahre einer Revisionsoperation. Im Vergleich zur aseptischen Lockerung ( $8,7 \pm 2,1$  Jahre) zeigt sich auch hier ein hochsignifikantes Ergebnis  $p=0,001$ .

Mit einer Patellaproblematik nach Endoprothesenversorgung stellten sich die Patienten im Mittel nach  $4,2 \pm 1,2$  Jahren zur Revisionsoperation vor. Ein signifikantes Ereignis im Vergleich zu anderen Versagensgründen einer Prothese gab es hier nicht.

Der Infekt nach primärer Knie-TEP Implantation tritt im Patientenkollektiv nach  $3,6 \pm 0,8$  Jahre auf. Hier zeigen sich signifikante Unterschiede zur aseptischen Lockerung ( $8,7 \pm 2,1$  Jahre) mit  $p=0,003$ . Nahezu signifikant mit  $p=0,012$  zur mechanischen Komplikation der Endoprothese ( $7,5 \pm 1,4$  Jahre).

Die Revisionsoperation aufgrund einer Instabilität tritt im Mittel nach  $3,6 \pm 0,6$  Jahre auf. Ein signifikanter Unterschied zur mechanischen Komplikation der Endoprothese ( $7,5 \pm 1,4$  Jahre)  $p=0,003$ , sowie zur aseptischen Lockerung ( $8,7 \pm 2,1$  Jahre)  $p=0,004$ .

Die aseptischen Lockungen als Grund für das Versagen der KTEP tritt im Mittel nach  $8,7 \pm 2,1$  Jahre auf. Es zeigen sich ebenfalls hochsignifikanten Unterschiede zur Arthofibrose  $p=0,001$ , dem Infekt  $p=0,003$  und der Instabilität mit  $p=0,004$ .

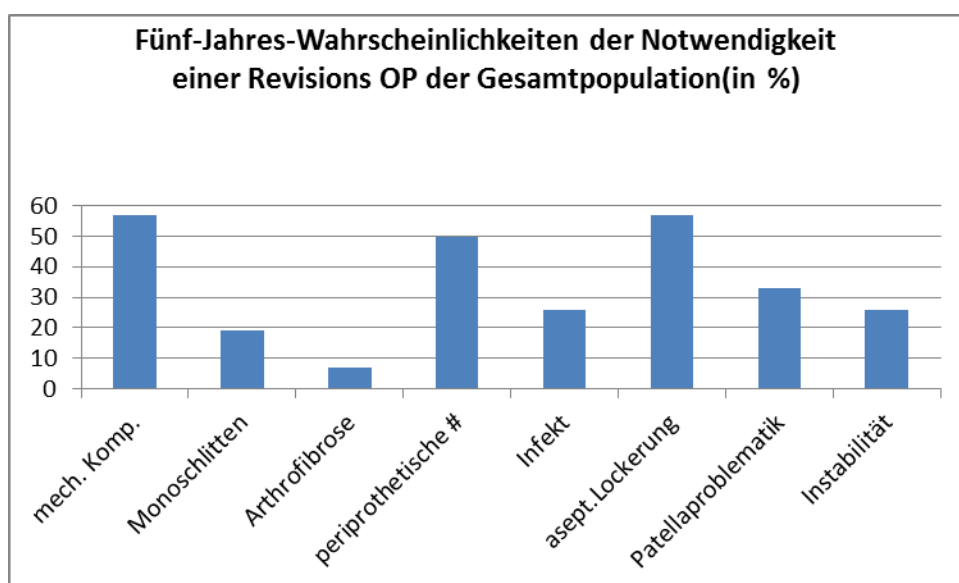
Die periprothetischen Frakturen mit einem Ereignis nach  $8,1 \pm 3,5$  Jahre, als auch die Komplikation nach Monoschlittenimplantation nach  $4,3 \pm 1,3$  Jahre zeigen keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Versagensursachen der Knie totalendoprothese.



### 3.5.1. Fünf-Jahres-Wahrscheinlichkeiten der Notwendigkeit einer Revisions Operation der Gesamtpopulation

Mit Hilfe der Überlebenstabellen durch die Kaplan Meier Überlebenszeitanalyse konnte ebenfalls die 5-Jahres Wahrscheinlichkeit der Notwendigkeit einer Revisionsoperation für die einzelnen Versagensgründe errechnet werden.

Die Wahrscheinlichkeit, dass nach fünf Jahren noch kein Ereignis eingetreten ist beträgt für die mechanische Komplikation durch eine Endoprothese 57%, für die Arthrofibrose 7%, für die Patellaproblematik 33%, für den Infekt 26%, für die Instabilität 26%, für die aseptische Lockerung 57%, für die periprothetische Fraktur 50% und für die Komplikation in Zusammenhang mit einem Monoschlitten 19%. Das heißt für das Beispiel des Monoschlittens, dass 81% der Patienten innerhalb von 5 Jahren revidiert wurden. Tabelle 14 zeigt die fünf-Jahres-Überlebensrate in Abhängigkeit der Revisionsursache.



Tab.14: Fünf-Jahre-Wahrscheinlichkeit der Notwendigkeit einer Revisions-Operation ( %) in Abhängigkeit von der Versagensursache für die Gesamtpopulation ; mech.Komp.= mechanische Komplikation durch eine Endoprothese; periprothetische # = periprothetische Fraktur; asept.Lockerung = aseptische Lockerung

### 3.5.2. detaillierte Versagens-Zeit Analyse der Knie totalendoprothesen

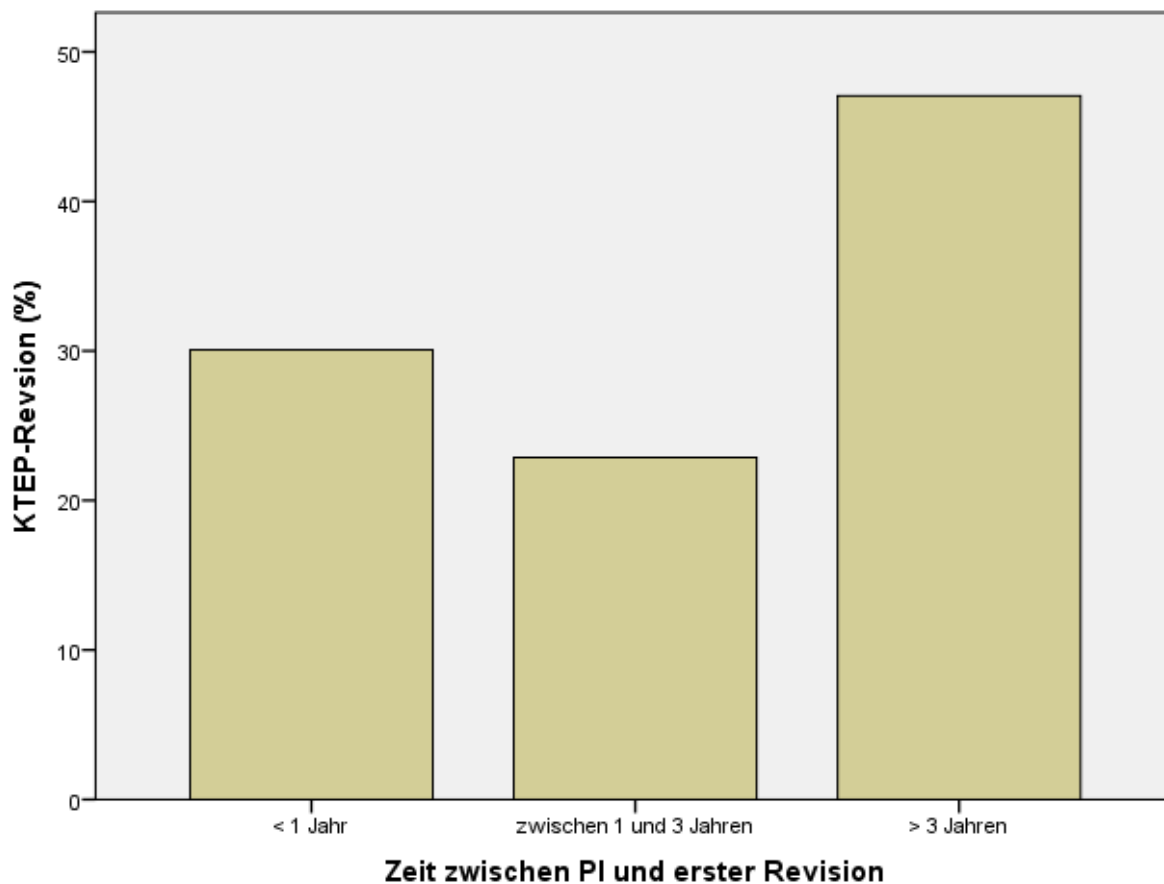


Abb. 25: Revisionen von Knie totalendoprothesen in Abhängigkeit des untersuchten Zeitintervalls  
KTEP=Knie totalendoprothese; PI=Primärimplantation

Die Abbildung 25 stellt die Versagensgründe der Gesamtpopulation dem Versagenszeitraum (Frühversager, Intermediär-Versager und Spätversager) gegenüber. Zu einem Versagen der Prothese ist es in 29 % der Fälle im ersten Jahr nach Primärimplantation gekommen. Weitere 22 % mussten zwischen dem ersten und dritten Jahr revidiert werden und 49 % der Patienten stellten sich nach über drei Jahren nach der Primärimplantation zur erneuten Operation vor. Unter den Patienten, welche sich einer Revision unterziehen mussten, waren es nach zehn Jahren 88%.

Auf die gesamte Population gesehen, waren die Hauptursache für das Versagen der Knie totalendoprothese neben dem periprothetischen Infekt (28%), die Instabilität (20%), das patellofemorale Schmerzsyndrom (12%), die aseptische Lockerung (10%), die mechanische Komplikation einer Knie totalendoprothese (9,3%), die Arthrofibrose (8,0%) und die periprothetische Fraktur (4,0%). Ein primär-implantierten Monoschlitten war in 8,7% Grund für eine Revision.

Im ersten Jahr nach der Primärimplantation war der führende Revisionsgrund bei 43 durchgeführten Operationen der periprothetische Infekt (44,2%), gefolgt von der Arthofibrose (14,0%) und der Instabilität mit 11,6 %.

Neben der Instabilität (27,3 %) und dem patellofemorale Schmerzsyndrom (21,2%) war wiederum der periprothetische Infekt (21,2%) erneut ein Hauptgrund für das Versagen einer Knie totalendoprothese bei der Subgruppe der „Intermediär“-Versager, zu der insgesamt 33 Patienten zählten.

Nach über drei Jahren mit liegender Prothese waren die Instabilität und der wiederum der periprothetische Infekt 21,6% führend. Gefolgt von der mechanischen Komplikation der Endoprothese und der aseptischen Lockerung mit jeweils 12,2 %.

Der Polyethylen - Abrieb, welcher aufgrund der geringen Fallzahl zu der mechanischen Komplikation einer Prothese gewertet wurde war bei lediglich 3,3 % der Patienten der Revisionsgrund.

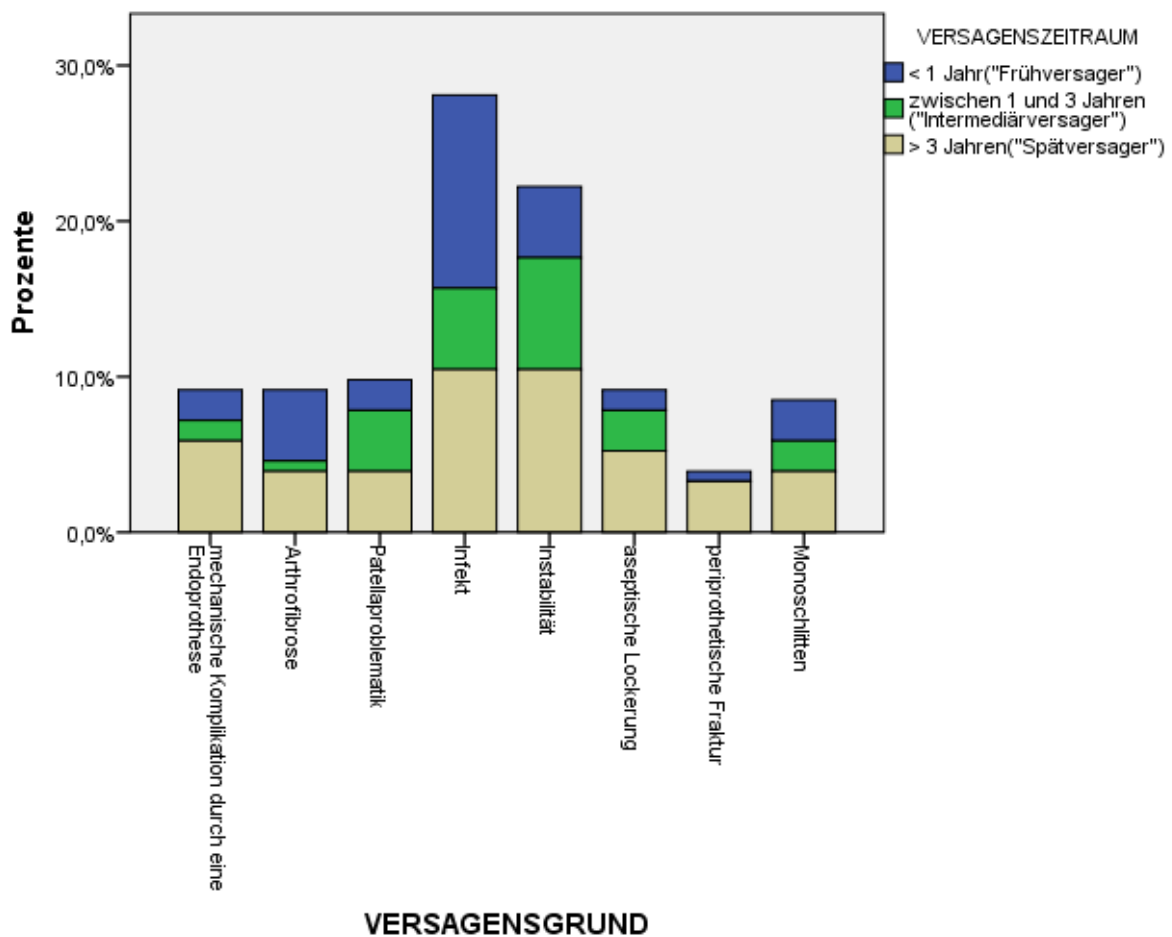


Abb. 26: der prozentuale Anteil der Versagensgründe in Bezug zum Versagenszeitpunkt

**VERSAGENSGRUND \* VERSAGENSZEITRAUM Kreuztabelle**

	VERSAGENSZEITRAUM			Gesamt
	< 1 Jahr	zwischen 1 und 3 Jahren	> 3 Jahren	
mech. Kompl. durch Prothese	3 2,00%	2 1,30%	9 5,90%	14 9,30%
Arthrofibrose	6 4,00%	1 0,70%	5 3,90%	12 8,00%
PFS	3 2,00%	7 3,90%	8 3,90%	18 12,00%
Infekt	19 12,40%	7 5,20%	16 10,50%	42 28,00%
Instabilität	5 3,30%	9 7,20%	16 10,50%	30 20,00%
aseptische Lockerung	2 1,30%	4 2,60%	9 5,20%	15 10,00%
periprothetische Fraktur	1 0,70%	0 0,00%	5 3,30%	6 4,00%
Mono-schlitten	4 2,60%	3 2,00%	6 3,90%	13 8,70%
<b>Gesamt</b>	43 28,60%	33 22,00%	74 49,30%	150 100,00%

Tab.15: Anzahl der Versagensgründe in Bezug auf den Versagenszeitraum. mech. Kompl. =mechanische Komplikation durch eine Endoprothese, PFS= patellofemorales Schmerzsyndrom

### 3.6. Infektion

#### 3.6.1. Zeitpunkt der Manifestation des Infektes

Die operative Intervention aufgrund eines Infektes der Knie totalendoprothese machte in dieser Studie den Hauptteil an Revisionsoperationen aus. Tabelle 16 zeigt das zeitliche Auftreten eines periprothetischen Infektes. In der hier vorliegenden Studie, mussten 17 Patienten bereits innerhalb der ersten sechs Wochen nach Primärimplantation sich einem Revisionseingriff unterziehen. Zwischen der Siebten und 52. Woche nochmals zwei Patienten und 52 Wochen nach Implantation betrug die Anzahl der notwendigen Revisionen 23.

Zeitraum	< 6 Wochen	Zw.7 und 52 Wochen	>52 Wochen
Patienten ( Anzahl)	17	2	23

Tabelle 16: Zeitraum bis zum Auftreten eines periprothetischen Infektes

Infekte wurden in Frühinfekte und Spätinfekte unterteilt. Ein Frühinfekt wurde definiert, als das Auftreten innerhalb der ersten sechs Wochen nach Implantation. Der Spätinfekt tritt definitionsgemäß sechs Wochen nach Primärimplantation auf.

Den prozentualen Anteil der Früh- und Spätinfekte gibt Abbildung 27 wider.

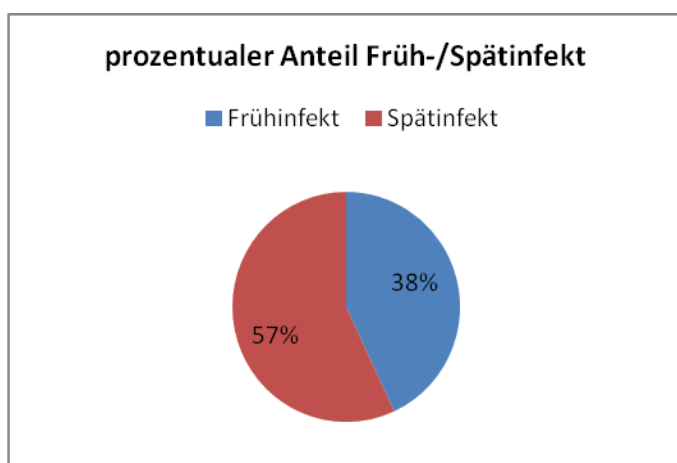


Abbildung 27: prozentualer Verteilung Früh- und Spätinfekte

### 3.6.2. Der Frühinfekt

Ein Frühinfekt zeigte sich bei insgesamt 17 Patienten. Das Keimspektrum umfasste elf verschiedene Bakterien. Den größten Anteil machte der grampositive *Staphylococcus epidermidis* aus, mit acht positiven mikrobiologischen Nachweisen. Drei davon wiesen eine Methicillinresistenz auf. Gefolgt vom *Staphylococcus aureus* mit vier positiven Nachweisen. Das *Propionibacterium acnes* konnte zweimal nachgewiesen werden. Nur einmalig nachgewiesen werden konnte der *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabelis*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mitis* und *Streptococcus viridans*. Bis auf *Escherichia coli*, *Proteus mirabelis* (beide gram negativ), sind alle übrigen nachgewiesenen Keime gram positiv. Die unten angeführte Abbildung 28 zeigt die prozentuale Verteilung der nachgewiesenen Erreger.

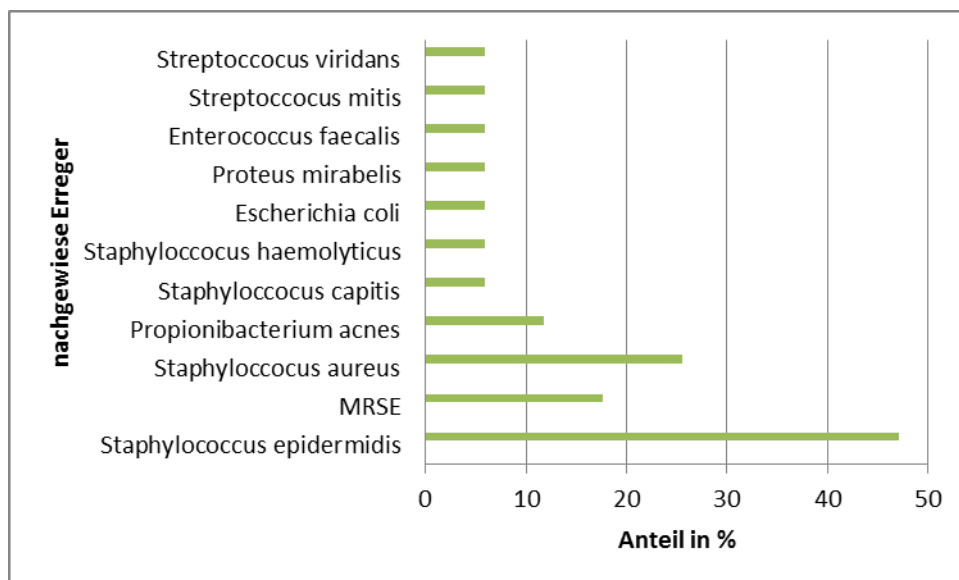


Abbildung 28: Keimspektrum und prozentuales Auftreten bei Frühinfekt nach KTEP-Implantation

### 3.6.3. Der Spätinfekt

Patienten, die sich nach über sechs Wochen einer Revisionoperation unterziehen mussten, werden zu den Spätinfekten gezählt. Diese waren in der Gesamtpopulation 23 Patienten. Das Keimspektrum umfasste insgesamt neun verschiedene Erreger, darunter auch ein zweimaliger Nachweis von *Candida albicans*. Den größten Anteil machte wie auch bei den Frühinfekten der grampositive *Staphylococcus epidermidis* aus, mit neun positiven mikrobiologischen Nachweisen. Drei davon wiesen ebenfalls eine Methicillinresistenz auf. Gefolgt vom *Propionibacterium acnes* mit vier positiven Nachweisen. Zu keinem Keimnachweis kam es ebenfalls in vier der Fälle. Der *Staphylococcus aureus* konnte dreimal

nachgewiesen werden. Nur jeweils einmalig nachgewiesen werden konnte der Streptococcus mitis, der Streptococcus dysgalactica, eine Corneybakterium Spezies.

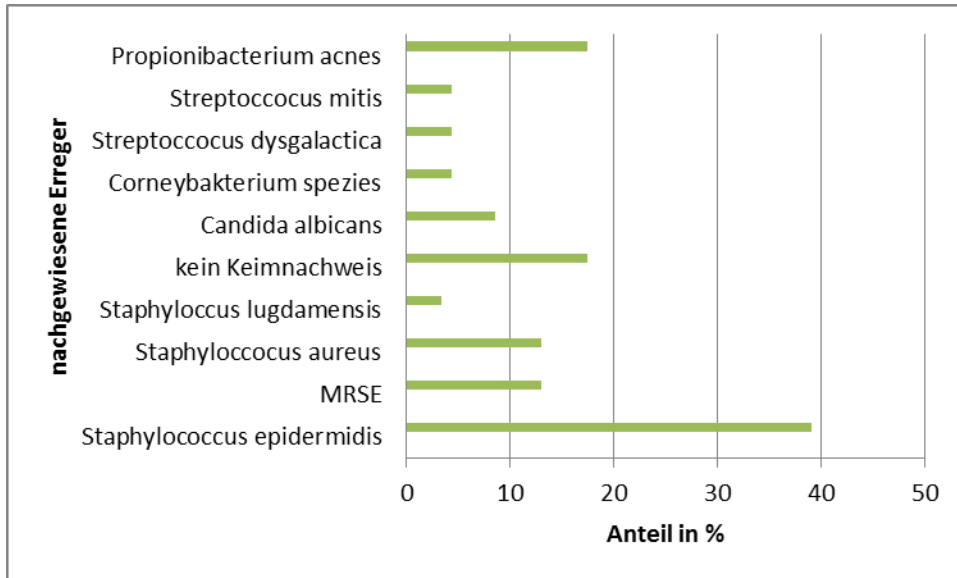


Abb. 29 : Keimspektrum und prozentuales Auftreten bei Spätinfekt

Ein Auftreten von Monoinfektionen war in 57% der aufgetretenen Infektionen der Fall. In 28% trat eine Mischinfektion auf und in 15% war kein Keim nachzuweisen. Die unten angeführte Abbildung Nummer 30 zeigt dies nochmals auf.

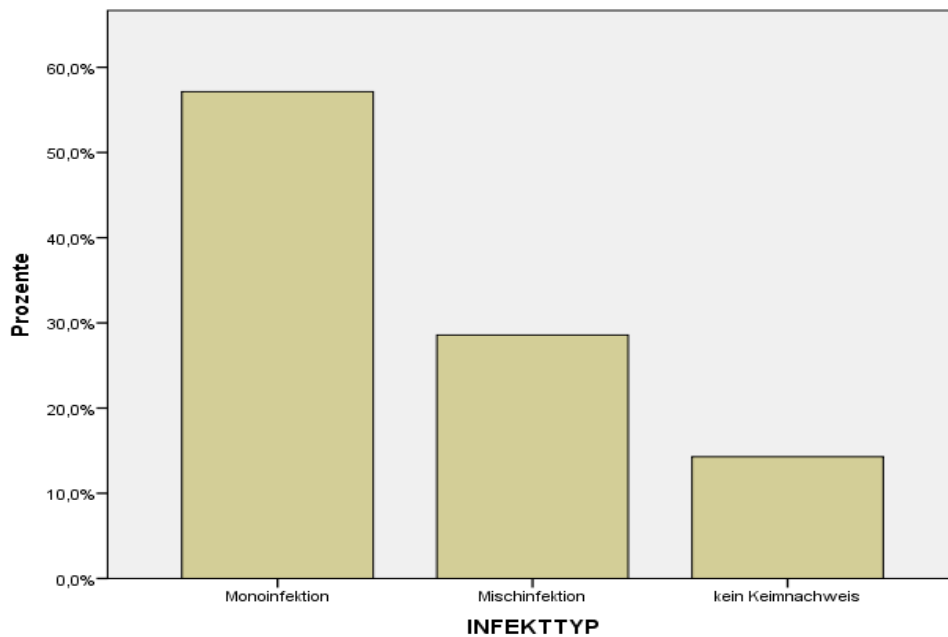


Abb. 30 : prozentuale Verteilung des Monoinfektion, der Mischinfektion bzw. kein Keimnachweis

### 3.7. Der Versagensgrund und die erfolgte Therapie

Die u.a. Abbildung Nr. 31 gibt den prozentualen Anteil der erfolgten Therapien in Abhängigkeit des Versagensgrundes der Prothese wider. Der Versagensgrund „Infekt“, „mechanische Komplikation durch eine Endoprothese“, sowie das Versagen eines „unicondylären Oberflächenersatzes“ wurden in separaten Grafiken dargestellt.

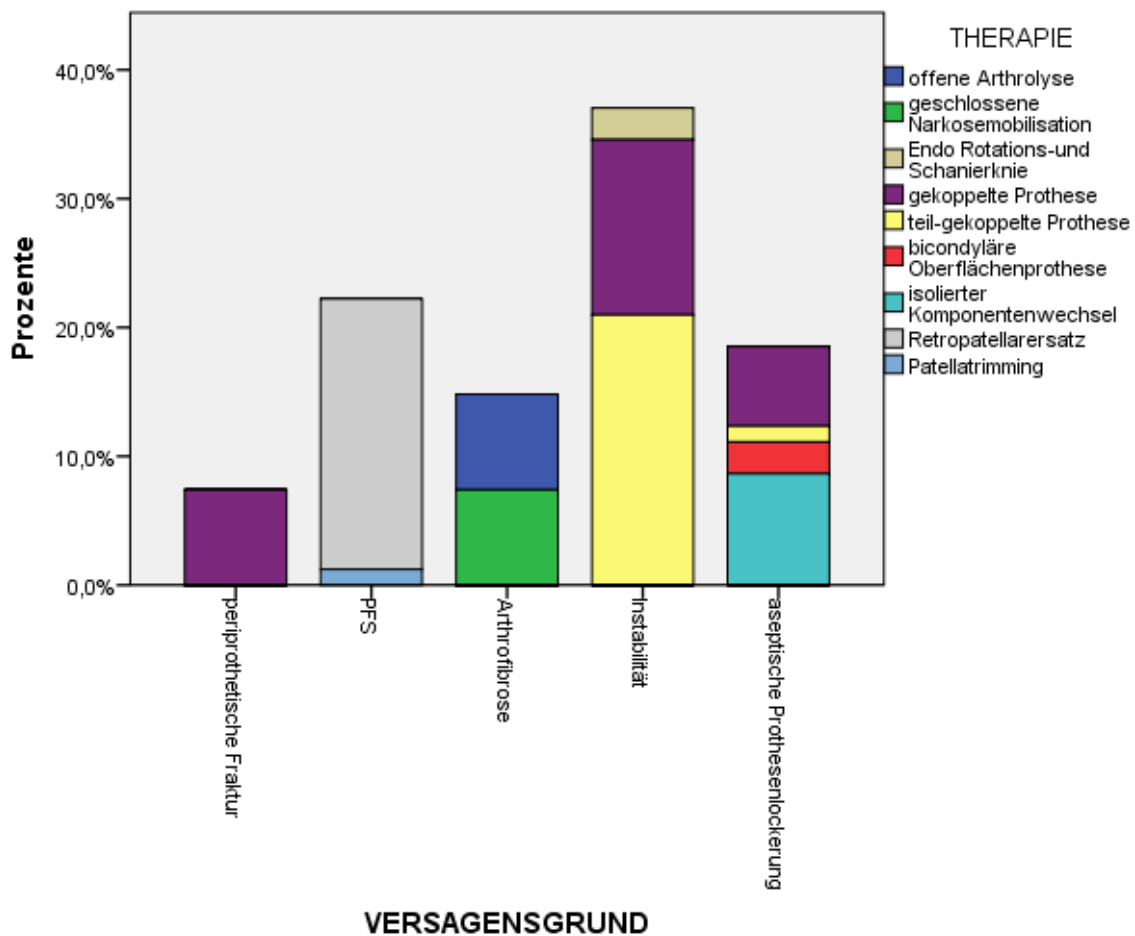


Abb. 31: prozentuale Darstellung der erfolgten Therapie( %) in Abhängigkeit des Versagensgrundes der Prothese; PFS= patellofemorales Schmerzsyndrom

Bei der Instabilität der Prothese, welche mit 20% den zweitgrößten Anteil der Versagensanalyse ausmacht, wurden in 56,8% auf eine teilgekoppelte Prothese gewechselt, in 36,5% auf eine gekoppelte, und in 6,7% auf ein Endo-Rotations-Scharnier-Knie (= Revisionsendoprothese) gewechselt.



Im Falle der aseptischen Lockerung (10% der Versagensanalyse) wurden in 6,7% auf eine teilgekoppelte Prothese gewechselt, in 33,3% auf eine gekoppelte Totalendoprothese, in 13,3% wurde ein Wechsel auf eine bicondyläre Prothese mit erweiterter Beugefähigkeit gewechselt und in 46,7% konnte ein isolierter Prothesen-Komponenten-Wechsel vollzogen werden.

Bei der periprothetischen Fraktur (4% der Versagensanalyse) wurde zu 100% auf eine gekoppelte Prothese gewechselt. Im Falle eines peripatellaren Schmerzsyndroms (12% der Versagensanalyse) wurde in 94,4% ein Retropatellarersatz implantiert. In 5,6% erfolgte ein Patella-Trimming.

Stellte die Arthofibrose eine Komplikation nach erfolgter Knieprothesenimplantation (8% der Versagensanalyse) dar, erfolgte in 50% der Fälle eine geschlossen Narkosemobilisation und 50 % der Patienten benötigten eine offene Arthrolyse.

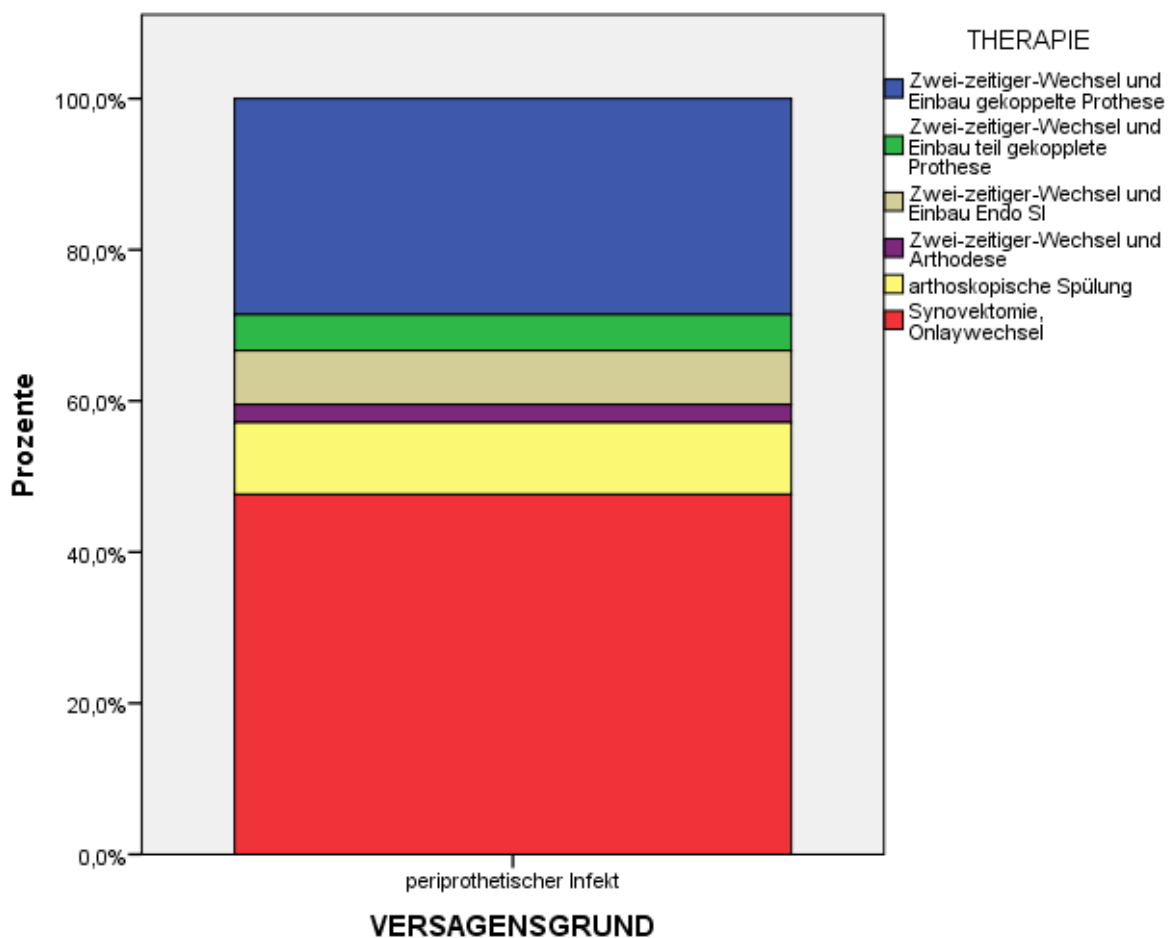


Abb.32: prozentuale Darstellung der erfolgten Therapie( %) in Abhängigkeit des Versagensgrundes der Prothese; periprothetischer Infekt

Der periprothetischer Infekt war mit einem Anteil von 28% der führende Grund für eine Revisionsoperation. Am häufigsten wurde mit 47,6 % ein chirurgisches Debridement mit totaler Synovektomie und Onlaywechsel durchgeführt. Ein Zwei-zeitiger-Wechsel war im Gesamten in 42,9% der Fälle von Nöten. In diesen 42,9 % der Fälle wurde nach erfolgtem Ausbau in 28,6% auf

eine gekoppelte Prothese, in 4,8% auf eine teilgekoppelte und in 7,1 % auf eine Schanier - Rotationsprothese gewechselt. In 2,4 % der Fälle war eine Arthrodese des Kniegelenkes indiziert. Eine arthroskopische Spülung des infizierten Kniegelenkes wurde in 9,4 % durchgeführt.

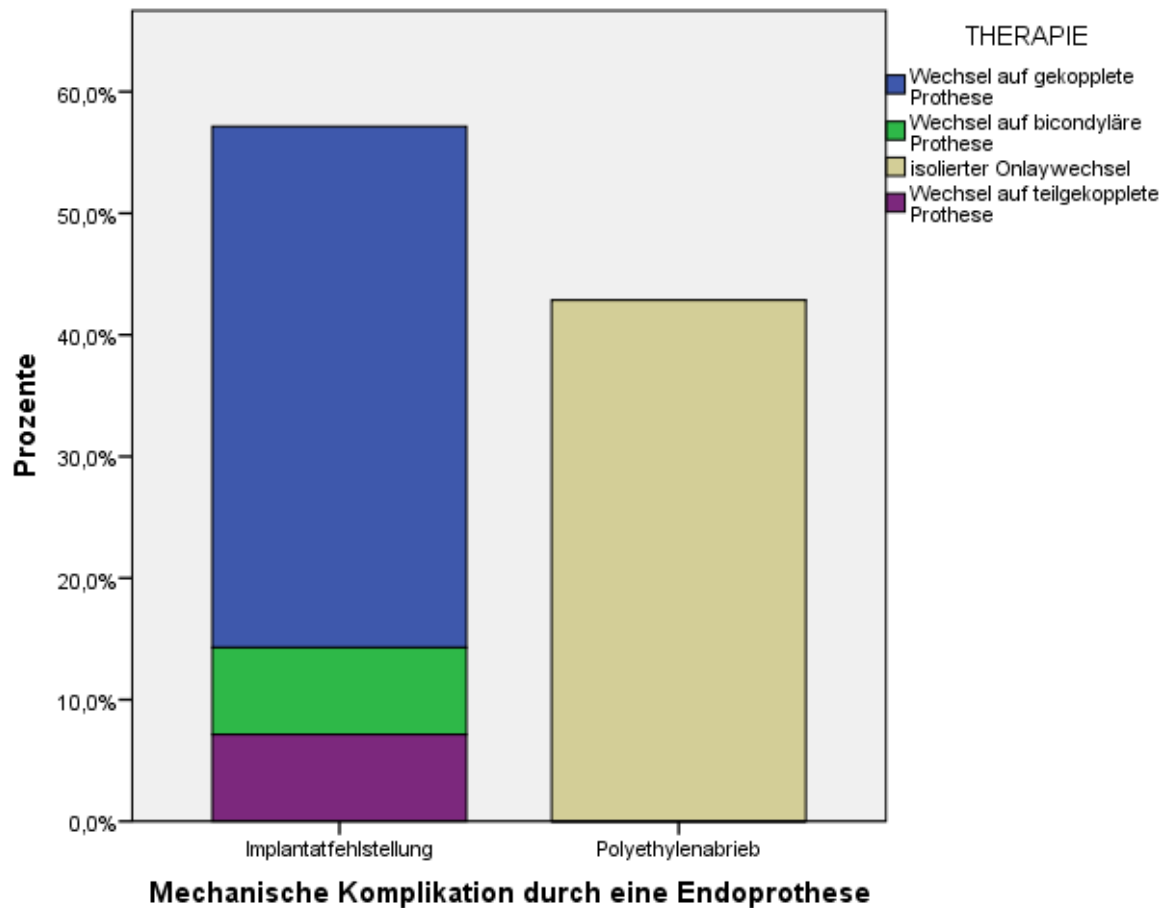


Abb.: 33: prozentuale Darstellung der erfolgten Therapie( %) in Abhängigkeit des Versagensgrundes der Prothese: die mechanische Komplikation durch eine Endoprothese

Die mechanische Komplikation durch eine Endoprothese war mit insgesamt 9,3% Grund für eine erneute Intervention. Die Implantatfehlstellung war mit 57,1% führender Grund in dieser Subpopulation. In 75% wurde auf ein gekoppeltes Kniesystem gewechselt, in jeweils 12,5 % auf ein teilgekoppeltes und/oder bicondyläre Oberflächenprothese mit erweiterter Beugefähigkeit. 42,9% der Patienten stellten sich mit einem PE-Abrieb vor. Bei 100% erfolgte der isolierte Wechsel dieser Komponente.

Die Komplikationen und Therapien nach Monoschlittenimplantation (8,6 %) zeigt Abbildung 34. In 46,2 % der Fälle kam es zu einer aseptischen Lockerung des Monoschlittens. In Folge dessen wurde in 33,3 % auf eine gekoppelte Prothese gewechselt und in 66,7 % auf eine bicodyläre Prothese mit erweiterter Beugefähigkeit. In 23,1 % kam es zu einer progredienten Arthrose im

lateralen/retropatellaren Kompartiment. Hier wurde in 100 % der Fälle auf eine bicondyläre Knie totalendoprothese gewechselt. In ebenfalls 23,1 % beklagten die Patienten eine Instabilität des Kniegelenkes. Dies machte einen Wechsel auf eine teilgekoppelte Prothese von Nöten. In 7,7% der Fälle kam es postoperativ zu einem Infekt der Prothese, sodass hier ein chirurgisches Debridement, mit offener Synovektomie und Onlaywechsel durchgeführt wurde.

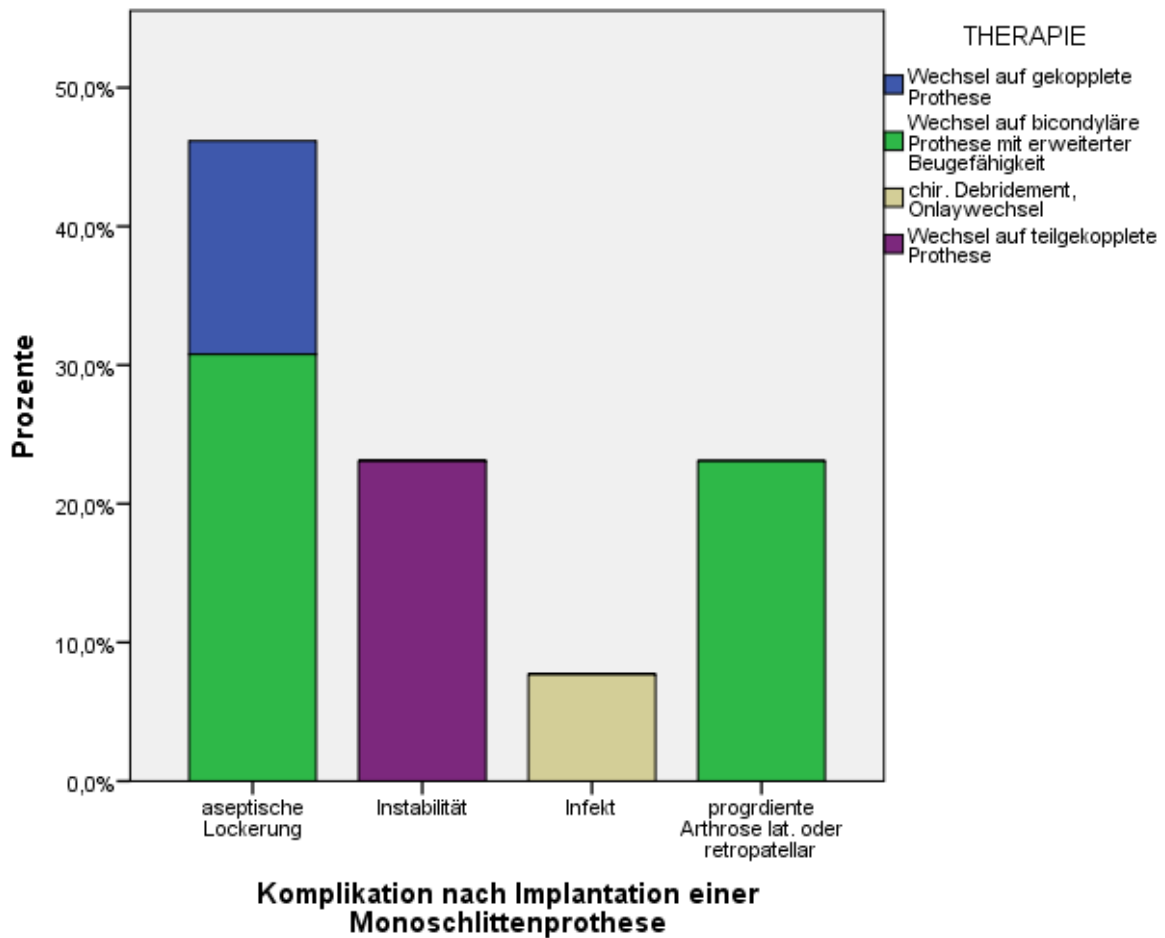


Abb. 34: prozentuale Darstellung der erfolgten Therapie (%) in Abhängigkeit des Versagensgrundes der Prothese; lat. = lateral

### 3.8. Interventionen nach erfolgter Revision -die Komplikationen-

Nach erfolgter primärer Revision mussten sich im Gesamten 43 Patienten (28%) einer erneuten Revision unterziehen. Die folgende Abbildung 35 zeigt auf, nach welcher Revisionsoperation es zu einer erneuten Operation/Intervention gekommen ist. Als Komplikation sind die verschiedenen Komplikationsarten definiert, welche in dem jeweiligen Diagramm aufgeführt sind.

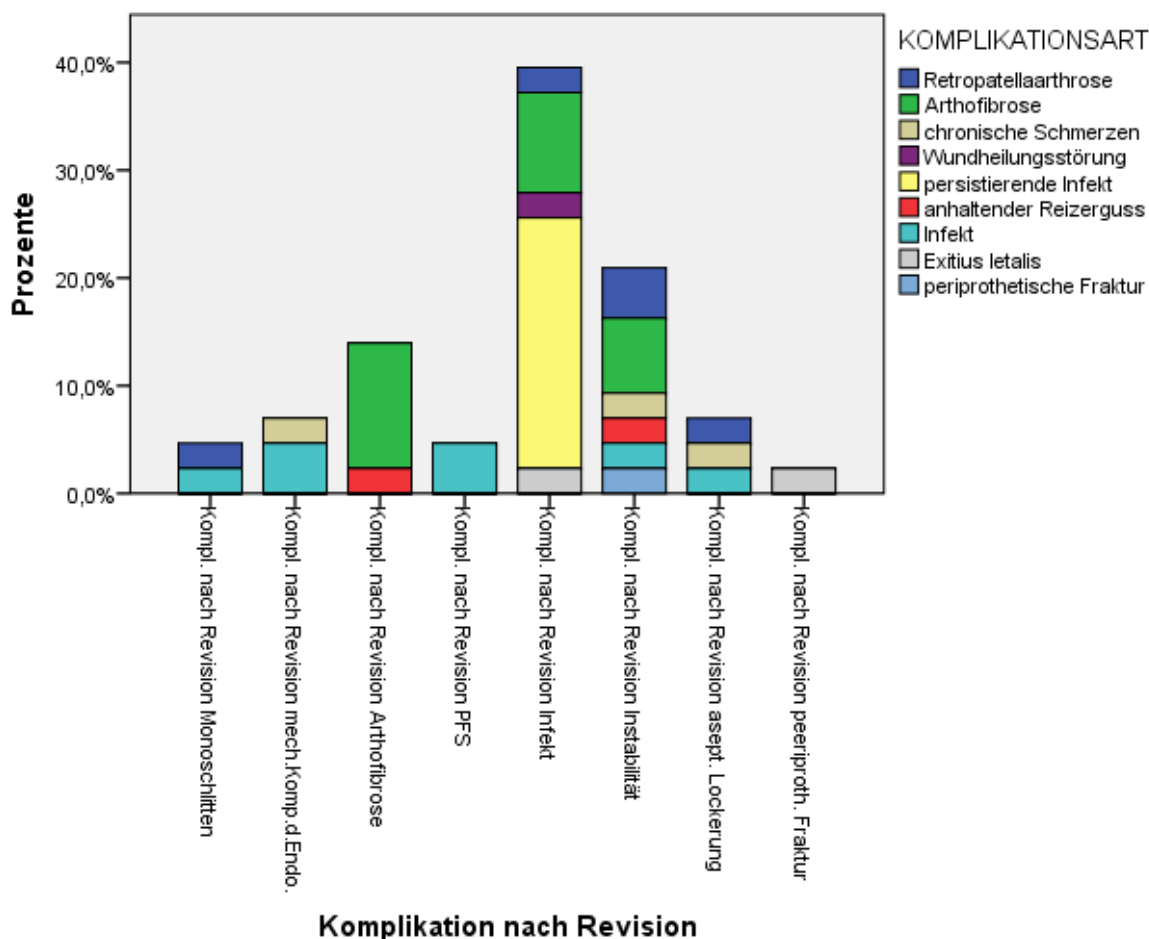


Abb.35: Die Anzahl in % der aufgetretenen Ursachen einer Revision nach bereits erfolgter Revision  
 Kompl.=Komplikation; asept.=aseptisch; periproth.=periprothetisch; PFS=patellofemorales Schmerzsyndrom;  
 mech.Komp.d.Endo.=mechanische Komplikation der Endoprothese

In jeweils 4,7 % musste nach der Revision eines Monoschlittens oder eines PFS eine erneute Revision durchgeführt werden. Bei jeweils 7,0% der Patienten musste nach der Revision nach mechanischer Komplikation oder aseptischer Lockerung re-revidiert werden. Bei 14% der Patienten nach dem Eingriff aufgrund einer Arthrofibrose, 20,9 % nach Instabilität und bei 39,6 % der Patienten trat eine Komplikation nach Revision aufgrund eines Infektes auf. Tabelle 17 zeigt die aufgetretenen Komplikationen nach erfolgter Revision auf.

#### KOMPLIKATIONSART

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Retropatellaarthrose	5	11,6	11,6	11,6
Arthrofibrose	12	27,9	27,9	39,5
chronische Schmerzen	3	7,0	7,0	46,5
Wundheilungsstörung	1	2,3	2,3	48,8
persistierende Infekt	10	<b>23,3</b>	23,3	72,1
anhaltender Reizerguss	2	4,7	4,7	76,7
neu aufgetretener Infekt	7	<b>16,3</b>	16,3	93,0
Exitus letalis	2	4,7	4,7	97,7
periprothetische Fraktur	1	2,3	2,3	100,0
Gesamt	43	100,0	100,0	

Tab. 17: Das Auftreten der Komplikationen nach erfolgter Revision

### 3.8.1. Komplikationen nach Revision eines Infektes

Bei 17 von initial 42 Patienten, die sich aufgrund eines Infektes einer Revisionsoperation unterziehen mussten, kam es im weiteren Verlauf zu folgenden Komplikationen mit in Abbildung 36 widergegebenen Therapien.

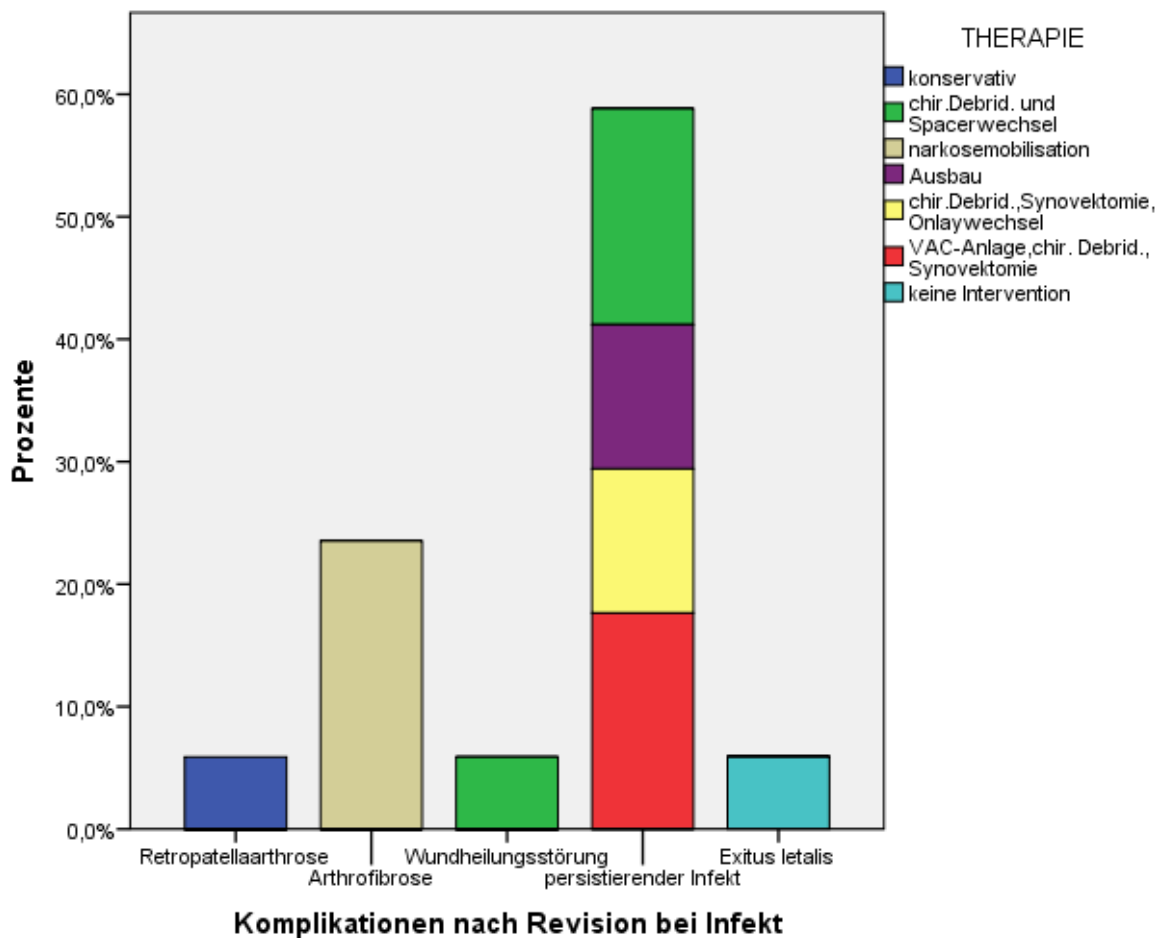


Abb.36: Therapie bei Re-Revision bei Primärdiagnose Infekt in %; VAC= Vacuumversiegelung; Chir.Debrid.=chirurgische Debridement

In jeweils 5,9 % der Fälle kam es postoperativ zu der Ausbildung einer Retropatellararthrose, eines Exitus letalis oder einer Wundheilungsstörung. In 23,5 % trat eine Arthrofibrose als Komplikation auf. In 58,8% der Fälle persistierte der Infekt.

Die Therapie eines nach erfolgter Revision aufgetretenen Infektes zeigte folgendes Vorgehen. Bei den 58,8% aufgetreten persistierenden Infekten musste in 17,6% der Fälle aufgrund eines ausgeprägten Weichteilinfektes eine Anlage einer Vacuumversiegelung mit vorherigen chirurgischen Debridement

und totaler Synovektomie erfolgen. In 11,8% der Fälle reichte ein chirurgisches Debridement, Synovektomie und Onlaywechsel aus. In ebenfalls 17,6% der Fälle erfolgte der erneute Ausbau der Knie totalendoprothese. Aufgrund der Persistenz des Infektes war in 23,5% der Fälle der zwei-zeitige Einbau der Prothese nicht möglich, sodass ein Spacerwechsel erfolgen musste. Bei postoperativ aufgetretener Arthofibrose wurde zu 100% eine Narkosemobilisation durchgeführt. Bei der Retropatellararthrose wurde, aufgrund der multiplen Vorerkrankungen des Patienten ein konservatives Vorgehen präferiert. Ein Patient verstarb während des Krankenhausaufenthaltes an einer Sepsis mit Multiorganversagen.

### 3.8.2. Komplikationen nach Revision einer Instabilität

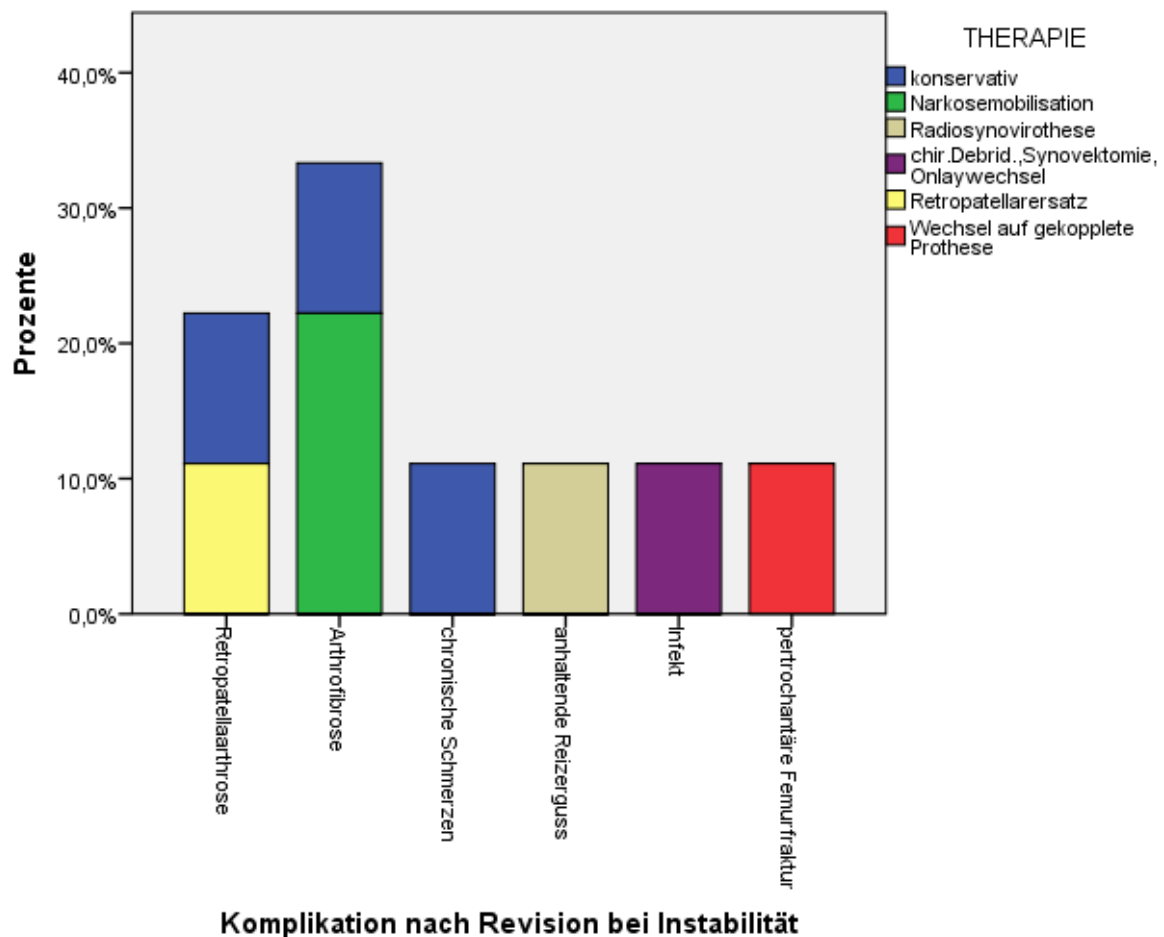


Abb.37: Therapie bei Re-Revision bei Primärdiagnose Instabilität in %  
Chir. Debrid. = chirurgische Debridement

Im Falle einer Instabilität nach Primärimplantation und erfolgter Revision kam bei neun Patienten zu folgenden Komplikationen: Bei jeweils 11,1 % der Patienten kam zur Ausbildung eines chronischen

Reizergüsse, zu einer periprothetischen Fraktur, zu einem Infekt oder der Ausbildung von eines chronischen Schmerzsyndrom. Im Falle des chronischen Reizergusses wurde eine Radiosynoviorthese veranlasst. Die periprothetische Fraktur machte den Wechsel auf eine gekoppelte Prothese von Nöten. Bei dem postoperativ aufgetretenen Infekt, kam es durch ein chirurgisches Debridement mit Synovektomie und Onlaywechsel zu einer Ausheilung des Infektes. Im Falle der chronisch aufgetreten Schmerzen postoperativ wurde ein konservatives Vorgehen gewählt mit begleitender konsiliarischer Betreuung durch einen Schmerztherapeuten.

Die postoperativ aufgetretene Arthofibrose hatte mit 33,3% den größten prozentualen Anteil, gefolgt von der Retropatellararthrose mit 22,2%. Im Falle der Arthofibrose wurde in 66,6% der Fälle eine Narkosemobilisation durchgeführt und bei 33,3 wurde ein konservatives Vorgehen gewählt. Im Falle einer im Verlauf aufgetretenen Retropatellararthrose konnte in 50% der Fälle ein Retropatellarersatz implantiert werden, während in den anderen 50% ebenfalls konservativ vorgegangen wurde.

Die oben angeführte Abbildung Nummer 37 zeigt die postoperativ aufgetretene Komplikation mit erfolgter Therapie auf.



### 3.8.3. Komplikationen nach Revision einer Arthrofibrose

Von den insgesamt zwölf Patienten (8,0%) der Gesamtpopulation (n=150), die sich aufgrund einer Arthrofibrose in Behandlung begaben, kam es im weiteren klinischen Verlauf in 50% der Fälle zu einer Komplikation. Von den sechs Patienten, stellten sich fünf (41,6%) aufgrund einer anhaltenden Arthrofibrose und ein Patient (8,3%) wegen anhaltender Reizergüsse erneut vor. Die unten angeführte Abbildung Nummer 38 zeigt die postoperativ aufgetretene Komplikation mit erfolgter Therapie auf.

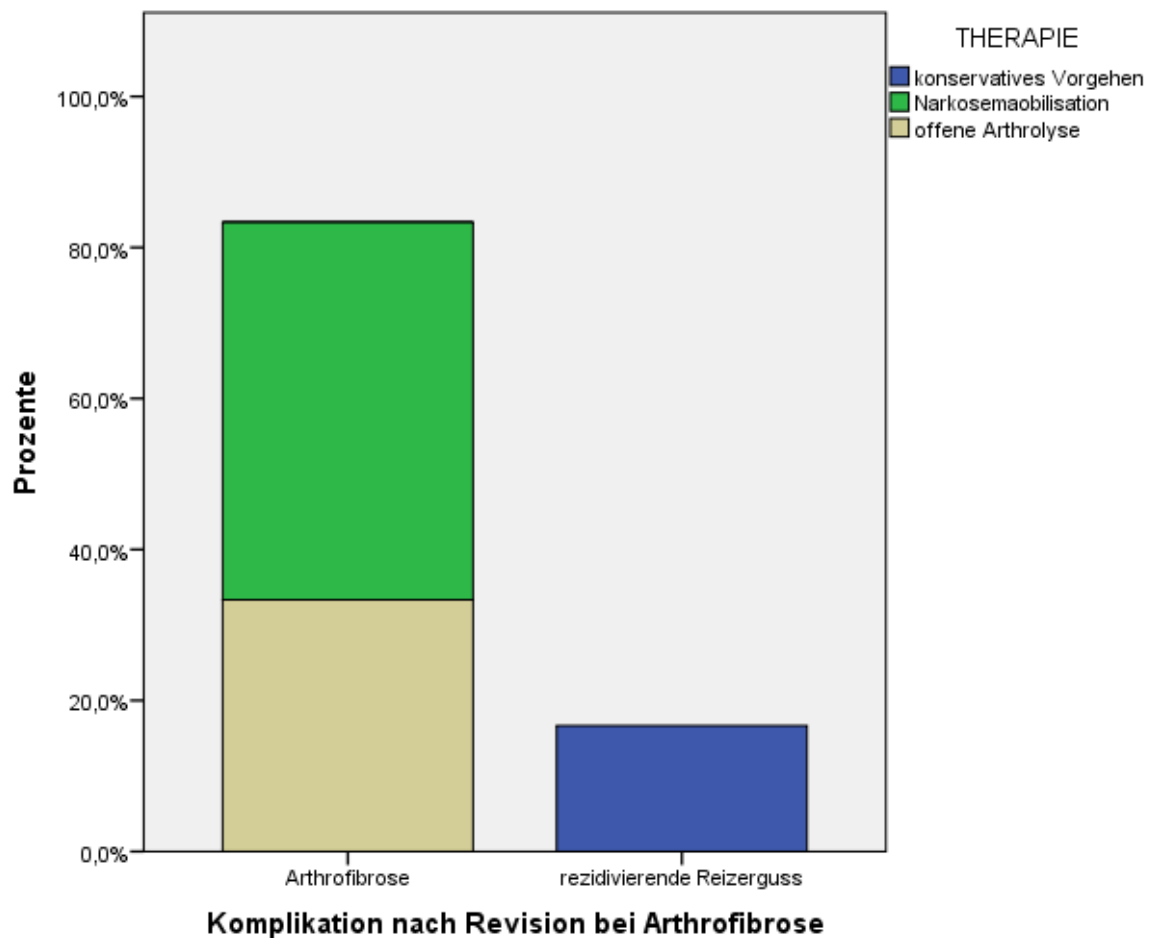


Abb.38: Therapie bei Re-Revision bei Primärdiagnose Arthrofibrose in %

Die Therapie umfasste in bei einem postoperativ aufgetretenen rezidivierenden Reizerguss ein konservatives Vorgehen. Im Falle der Arthrofibrose wurde in 60% der Fälle eine Narkosemobilisation und in 40% war eine offene Arthrolyse von indiziert.

### 3.8.4. Komplikationen nach Revision ein der aseptischen Lockerung

Fünfzehn Patienten (10%) mussten sich initial aufgrund einer aseptischen Lockerung der Endoprothese einer Revision unterziehen. Im weiteren klinischen Verlauf stellten sich 20% der Patienten erneut mit einer Komplikation erneut vor. Diese Komplikationen stellten sich in diesem Fall als chronisches Schmerzsyndrom (50%), als einen postoperativ Infekt (25%), sowie ein PFS (25%) dar. Die unten angeführte Abbildung Nummer 39 zeigt die postoperativ aufgetretene Komplikation mit erfolgter Therapie auf.

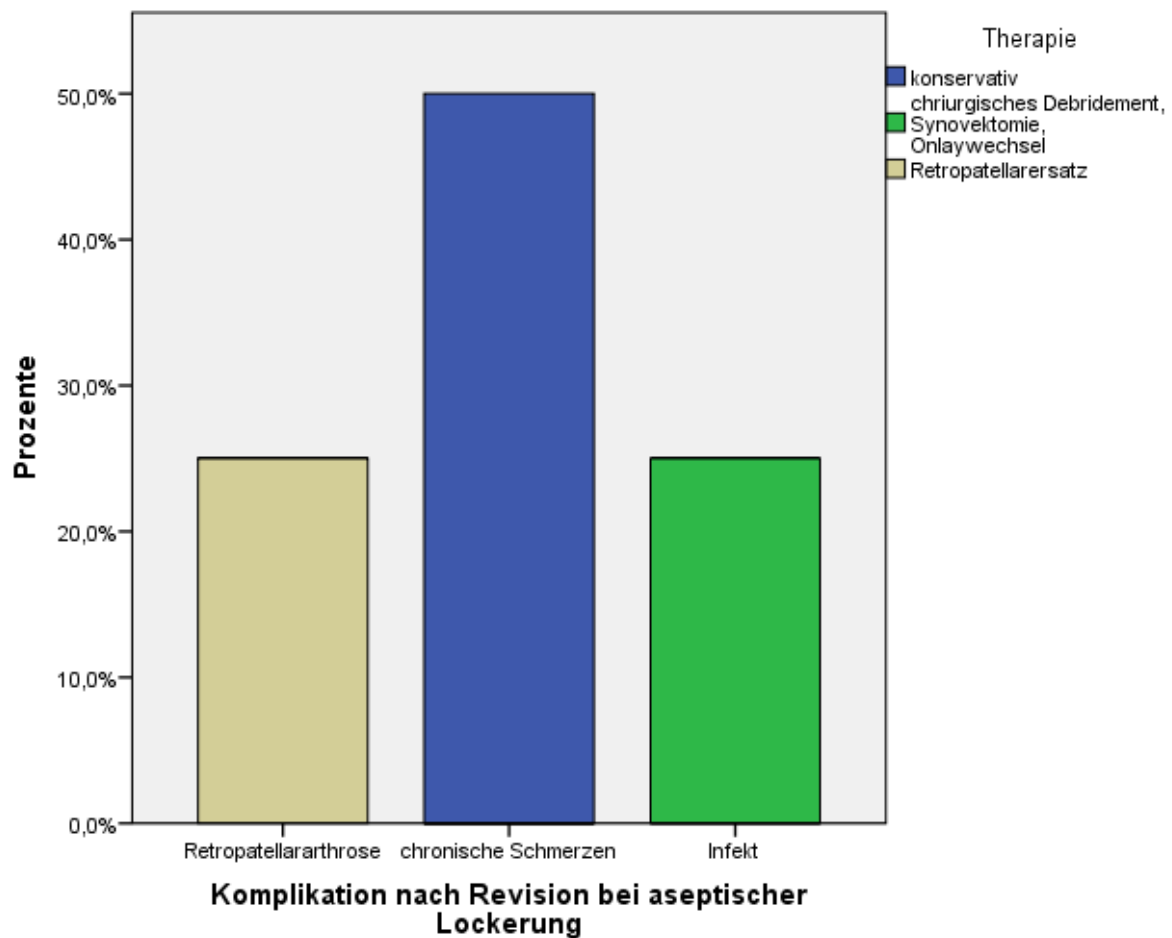


Abb.39: Therapie bei Re-Revision bei Primärdiagnose aseptische Lockerung (in %)

Die Therapie umfasste bei einem postoperativ aufgetretenen chronischen Schmerzsyndrom ein konservatives Vorgehen. Im Falle der Retropatellararthrose wurde eine erneute Operation mit Implantation eines Retropatellaersatzes notwendig. Im Falle des postoperativ aufgetretenen Infektes wurden ein chirurgisches Debridement, eine totale Synovektomie, sowie eine Onlaywechsel durchgeführt.

### 3.8.5. Komplikationen nach Revision eine PFS und einer mechanischen Komplikation durch eine Endoprothese

Vierzehn Patienten (9,3%) mussten sich initial aufgrund einer mechanischen Komplikation durch eine Endoprothese einer Revision unterziehen. Des Weiteren wurden 18 Patienten (12%) wegen eines PFS erneut behandelt. Im weiteren klinischen Verlauf stellte sich ein Patient (5,6%) erneut mit einer Komplikation vor. Der Patient entwickelte postoperativ einen Infekt, welcher durch ein chirurgisches Debridement, eine totale Synovektomie, sowie eine Onlaywechsel therapiert wurde. Bei Z. n. einer mechanischen Komplikation wurden 14 % der Patienten mit einer Komplikation erneut vorstellig. Ein Patient entwickelte chronische Schmerzen und musste sich einer diagnostischen Arthroskopie unterziehen. Im Falle eines postoperativ aufgetretenen Infektes wurden ein chirurgisches Debridement, eine totale Synovektomie, sowie eine Onlaywechsel durchgeführt. Die unten angeführte Abbildung Nummer 40 zeigt die postoperativ aufgetretene Komplikation der beiden initialen Komplikationen mit erfolgter Therapie auf.

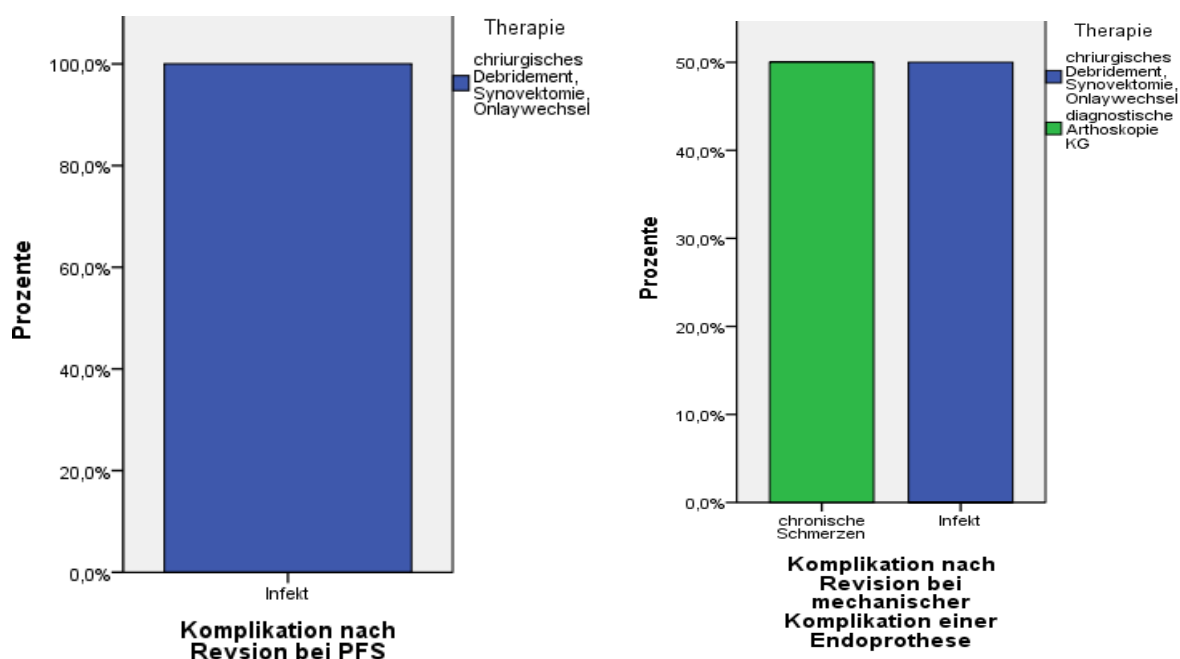


Abb.40: Therapie bei Re-Revision bei Primärdiagnose PFS und mechanische Komplikation durch eine Endoprothese in %; PFS= patellofemorales Schmerzsyndrom, KG= Kniegelenk

### 3.8.6. Komplikationen nach Revision einer Monoschlittenprothese

Dreizehn Patienten mussten sich initial aufgrund einer Komplikation nach Monoschlittenimplantation einer Revision unterziehen. Im weiteren klinischen Verlauf stellten sich zwei Patienten erneut mit einer Komplikation vor. Ein Patient entwickelte postoperativ einen Infekt, welcher durch ein chirurgisches Debridement, eine totale Synovektomie, sowie eine Onlaywechsel therapiert wurde. Bei einem weiteren Patienten kam es nach erfolgtem Wechsel auf eine Doppelschlittenprothese zur Ausbildung einer Retropatellaarthrose, welche die Implantation eines Retropatellarersatzes notwendig machte. Die unten angeführte Abbildung Nummer 41 zeigt die postoperativ aufgetretene Komplikation der beiden Komplikationen mit erfolgter Therapie auf.

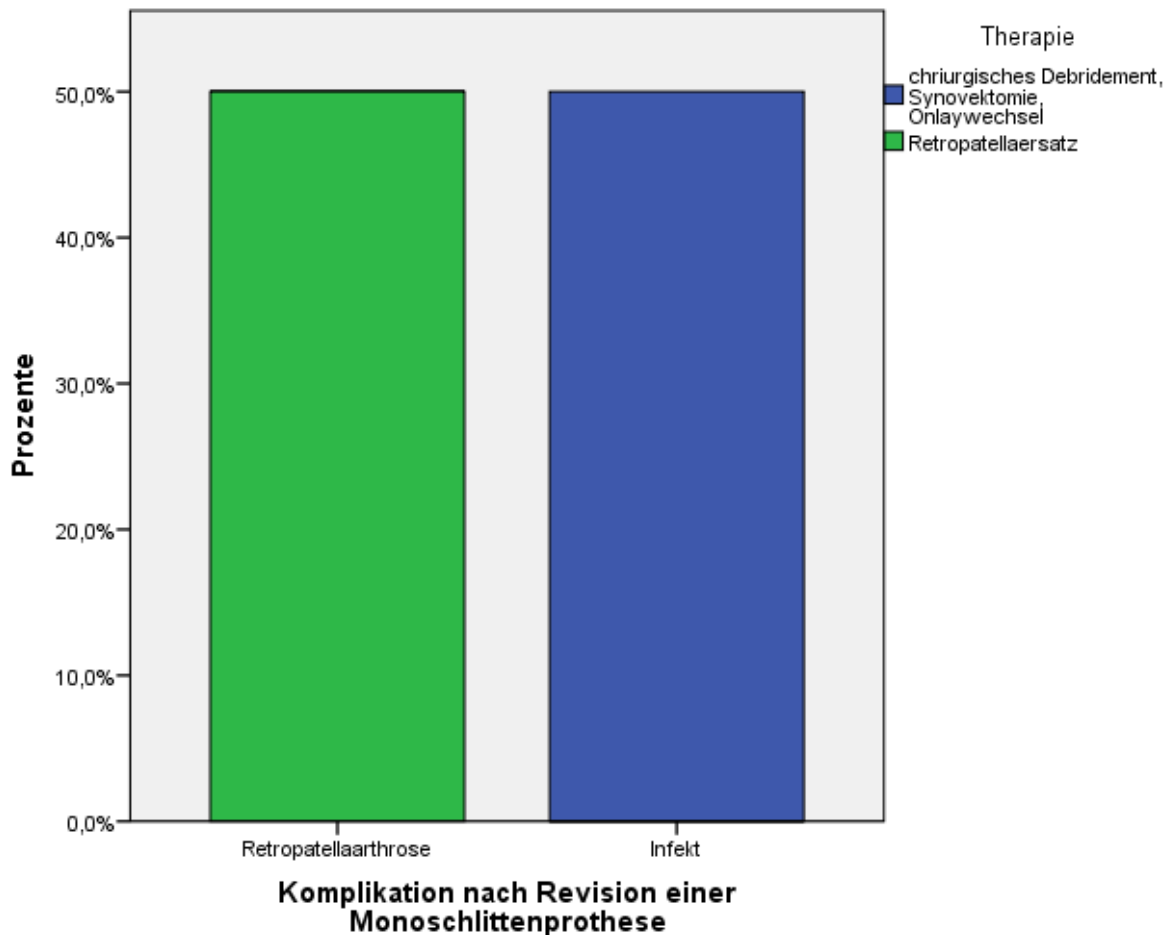


Abb.41: Therapie bei Re-Revision bei Primärdiagnose Komplikation nach Monoschlittenprothese (in %)

## **4. Diskussion**

Trotz moderner Operationstechniken und großer Fortschritte in Design und Materialzusammensetzung moderner Knieendoprothesen kommt es aufgrund der absolut ansteigenden Anzahl von Eingriffen auch zur vermehrten Notwendigkeit, eine Revisionsoperation durchzuführen. Das australische Endoprothesenregister gibt die Anzahl der Revisionseingriffe nach erfolgter primärer Knieprothesenversorgung mit 8,3 % an. Das norwegische Endoprothesenregister zeigt einen Anstieg der Revisionsoperationen von 1994 noch 6,9 % auf 8,5 % im Jahr 2011 (59).

Im Jahre 2014 wurden in Deutschland laut dem statistischen Bundesamt 149126 primäre Knieendoprothesenimplantationen vorgenommen. Vor dem Hintergrund der insgesamt ansteigenden Zahl der primären Knieendoprothesenversorgungen ist es wichtig zu analysieren, zu welchem Zeitpunkt eine Prothese versagt, und vor allem aus welchem Grund.

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer Analyse von 150 Revisionsoperationen bei Z. n. primärer Versorgung mit einer Knieendoprothese im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder München. Im Folgenden soll die Arbeit vor dem Hintergrund der bereits publizierten Literatur betrachtet werden.

### **4.1. Limitationen**

Eine prinzipielle Limitierung stellt das retrospektive Studiendesign dar. Darüber hinaus gab es einen signifikanten Anteil von Patienten, die sich - trotz telefonischen Kontaktes und erneuter Zusendung der Fragebögen - nicht an der postoperativen Befragung beteiligen wollten (46,7%). Von Ihnen liegen nur die objektiven Daten wie Versagenszeitraum und Ursache vor.

Im Vergleich zu anderen Studien über die endoprothetische Versorgung des Kniegelenkes im Allgemeinen, ist das Studienkollektiv mit 150 erhobenen Datensätzen relativ klein. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass sich die vorgelegte Arbeit nur mit Revisionseingriffen nach bereits erfolgter Implantation befasst. Im Jahr 2011 wurden laut statistischen Bundesamt nur ca. 25500 Revisionseingriffe durchgeführt wurden (18).

In einer durch Lutzner et al.(61) durchgeführten Metaanalyse „Langzeitergebnisse in der Knieendoprothetik“ wurden Studien aufgelistet, die zwischen neun und 1119 Datensätzen beinhalten. Bei 50 % der Studien lagen nur zweistellige Datensätze zu Grunde. Lutzner et al. berichten in ihrer

Metaanalyse (1989-2006) über 911 Revisionsoperationen bei primär 20873 KTEP-Implantationen. Die hier in Tabelle 19 aufgeführten und eingeschlossenen Studien verfügen im Schnitt über eine Anzahl von 557 Datensätzen. Hiervon ist die Studie von Cameron et al. (20) aus dem Jahr 1978 mit 94 Revisionseingriffen bei 700 Primärimplantationen auszunehmen. Die Endoprothesenregister von England/Wales, sowie Australien sind mit Ihren hohen Anzahlen an Datensätzen separat aufgeführt. In Zusammenhang mit dem retrospektiven Studiendesign muss auch auf den potentiellen Recall-Bias eingegangen werden. So ist bei der Befragung der Patienten nach dem subjektiven Befinden vor, bzw. nach der Operation damit zu rechnen, dass sich nicht in korrekter Form erinnert wurde. So können falsche Aussagen/bzw. Angaben entstehen. Mittels einer schematischen und standardisierten Durchführung der Nachuntersuchungen mit Untersuchungsbogen wurde versucht, die Effekte des Recall-Bias zu minimieren.

## 4.2. Patientenkollektiv

Der Anteil an weiblichen Patienten mit 66% in der hier erhobenen Studie entspricht in etwa den Datensätzen, welche in Tabelle 18 und Abbildung 42 aufgeführt sind.

Ein deutlich größerer Anteil an Frauen unterzieht sich einer primären Knieprothesenimplantation. Die unten angeführte Abbildung 42 zeigt die Primärimplantationen einer KTEP in Schweden bei Gonarthrose aus dem Jahr 2012.

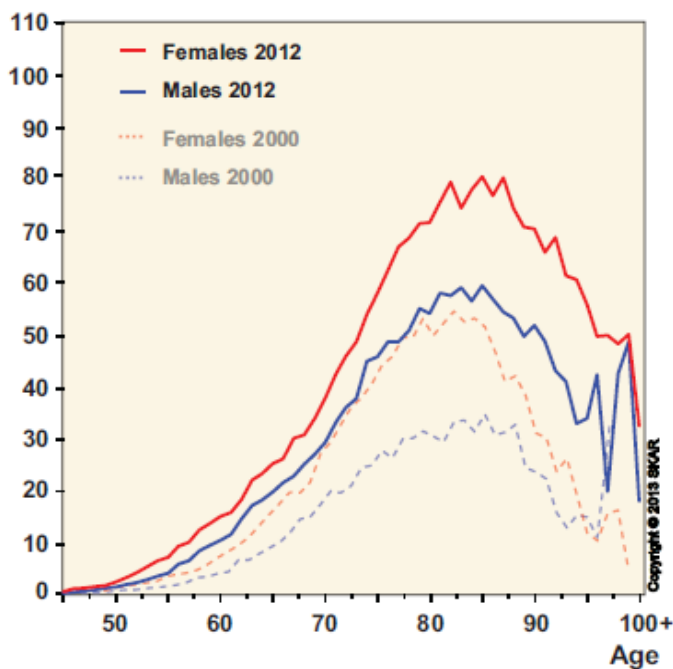


Abb. 42: Prävalenz der KTEP Implantationen in Schweden 2000-2012

Ebenso verhält es sich in Deutschland. Laut Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2008 mussten sich im Jahr 2006 noch 92601 Frauen einer primären Knie totalendoprothetischen Versorgung unterziehen, während es bei den männlichen Patienten 42786 Operationen waren. Dies entspricht einem prozentualen Verhältnis von 68 % zu 32% und spiegelt auch den in dieser Studie erhobenen Datensatz wider (66% weibliche Patienten zu 34 % männlichen Patienten).

In der Literatur werden unterschiedliche Aussagen darüber gemacht, bei welchem Geschlecht eine Knie totalendoprothese früher versagt. So waren bei Sharkey et al. 58 % (84) weiblichen Geschlechts, bei Mullhall et al. 53% (66) und bei Thiel et al. 65% (93).

Werden jedoch zum Vergleich das australische Endoprothesenregister mit Fallzahlen von 11368 Revisionen herangezogen, fällt eine Dominanz des Versagens der Prothese beim männlichen Geschlecht auf.

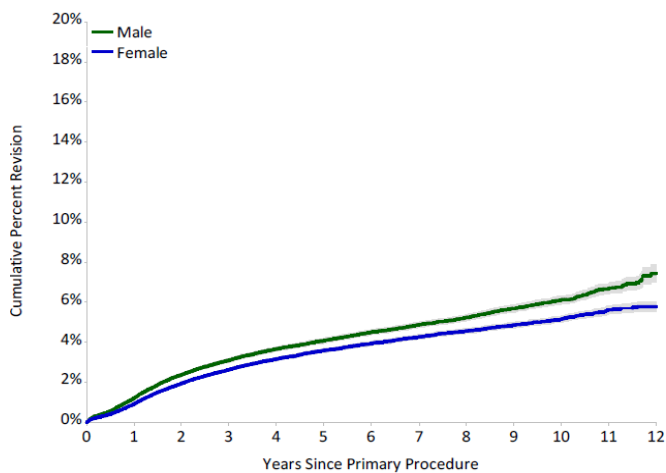


Abb.43: Revision einer Knie totalendoprothese nach Jahren in Prozent nach Geschlecht (47)

Auch Claus et al. zeigten in Ihrer Studie „Identifizierung von Risikofaktoren postoperativer Komplikationen in der primären Knie totalendoprothetik“ mit einer Untersuchung von 17644 Patienten das männliche Geschlecht als mehr risikobehaftet für das Auftreten einer postoperativen Komplikation (24).

T. Leta et al.(2015) (59) untersuchten die im norwegischen Endoprothesenregister erfolgten Re-Revisionen zwischen 1994 und 2011. Sie zeigten auf, dass von 1016 durchgeführten „aseptischen Revisionen“ 145 re-revidiert werden mussten. Das männliche Geschlecht zeigte eine doppelt so hohe Wahrscheinlichkeit für eine Re-Revision auf. Zu dem gleichen Ergebnis kamen Sheng et al. (2006), welche ebenfalls das norwegische Endoprothesenregister analysierten. Gründe für die geschlechtsspezifischen Unterschiede könnten zum einen der Gewichtsunterschied sein, und zum anderen die bei Männern verbundene höhere Belastung auf das künstliche Kniegelenk (85). Andere Autoren haben keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden. Dies kann einer kleineren

Studienpopulation oder auch einem Unterschied des Frauen-bzw. Männeranteils in einer Studie sein. Bei Bea et al. (2013) wurden zum Beispiel 178 weibliche und 18 männliche Patienten in die Studie aufgenommen. Die in der hier erhobenen Studie mit 99 weiblichen Patienten und 51 männlichen Patienten zeigt ebenfalls einen deutlich erhöhten Anteil an Patientinnen, bei gleichzeitig geringer Studienpopulation auf. Der erhöhte Anteil an weiblichen Patienten zeigt einen Zusammenhang mit der erhöhten Anzahl an Primärimplantationen beim weiblichen Geschlecht. Jedoch wird ein geschlechtsspezifischer Unterschied in den Studien weiterhin kontrovers diskutiert (68) (74).

In der hier vorliegenden Studie konnte kein wesentlicher geschlechtsspezifischer Unterschied festgestellt werden, zu welchem Zeitpunkt eine Prothese revidiert werden muss.

	< 1 Jahr	1-3 Jahre	<3 Jahre
männlich	31,4	23,5	45,1
weiblich	28,3	22,2	49,5

Tab.18: prozentuale Verteilung des geschlechtsspezifischen Versagenszeitraums

Das Durchschnittsalter mit 70,8 Jahren (Patientengut zwischen 41 und 93 Jahren) am Tag der Revisionsoperation entspricht dem Durchschnittsalter in ähnlichen Studien (Sharkey et al. mit 65,3 Jahre, Mullhall et al. 68,7 Jahren und Thiele et al. 69,3 Jahre). Die Endoprothesenregister zeigten in ihren Registerdaten, dass Patienten mit einem Alter unter 55 Jahren ein deutlich ( bis zu 5-fach) erhöhtes Risiko für eine Revisionsoperation haben verglichen mit Patienten, die mit über 75 Jahren sich einer Prothesenimplantation unterziehen mussten (47). Dies kann mit dem höheren Aktivitätslevel der jungen Patienten zusammenhängen. In unserer Studie waren 24% der Patienten bei Vorstellung zur Revision unter 65 Jahren alt.

Der Mittelwert des Body-Mass Index lag bei dem hier untersuchten Patientengut bei 29,4(16,3-48) kg/m<sup>2</sup>. Dies ist definitionsgemäß übergewichtig. Die hohe Anzahl an übergewichtigen Patienten entspricht den übrigen Studien. Der BMI der in Tabelle 19 angeführten Studien lag zwischen 28,7 und 33,06 kg/m<sup>2</sup>. Stürmer et al. zeigten in der „Ulmer Osteoarthritis-Studie“ den Zusammenhang zwischen der Adipositas(BMI>35), bzw. dem Übergewicht (BMI > 25) und einem progredienten, bzw. deutlich verstärkten Verschleiß der Kniegelenksflächen (38).

Die Studie an unserem Patientenkollektiv unterstützt den mehrheitlich festgestellten Zusammenhang zwischen Gewicht und Prothesenverschleiß. Die Patienten mit einer Adipositas waren deutlich häufiger von einem postoperativen aufgetretenen Infekt betroffen. Mit einem BMI > 25 kg/m<sup>2</sup> waren in dieser Studie 67% der Patienten zur Revisionsoperation vorstellig.



### 4.3. Zeitpunkt der Revisionsoperation

Hier gilt es zunächst zu erwähnen, dass in der Literatur der Zeitraum zwischen Implantation und Prothesenversagen (Versagenszeitraum) in die Gruppe der „Frühversager“ (Versagen der Prothese unter einem Jahr nach Primärimplantation), die der „Intermediärversager“ (Versagen der Prothese zwischen einem und 3 Jahren nach Implantation) und die Gruppe der „Spätversager“ (Versagen der Prothese nach über drei Jahren nach Primärimplantation) eingeteilt wird. Eine Unterscheidung in diese Gruppen erleichtert die Analyse des Versagensmechanismus.

Zu einem Versagen der Prothese ist es in 29 % der Fälle im ersten Jahr nach Primärimplantation gekommen. Weitere 22 % mussten zwischen dem ersten und dritten Jahr revidiert werden. 49 % der Patienten stellten sich nach über drei Jahren nach der Primärimplantation zur erneuten Operation vor. Unter den Patienten, welche sich einer Revision unterziehen mussten, waren es nach zehn Jahren 88%. Im Jahr 2001 untersuchten Fehring et al. 279 Revisionsoperationen. Es zeigt sich, dass sich 64% der Patienten innerhalb von fünf Jahren nach erfolgter KTEP-Implantation einer Revision unterziehen mussten(31). Mulhall et al. (2006) untersuchten insgesamt 318 Patienten, welche sich einer Revisionsoperation unterzogen. Durchschnittlich musste nach 7.9 Jahren eine erneute Operation durchgeführt werden. Anteilig wurden hier 31% der Patienten innerhalb der ersten beiden Jahre revidiert (66). Trotz des unterschiedlichen Studiendesigns zeigen alle Studien (einbezogen der hier vorliegenden) einen hohen Anteil an Revisionsoperationen innerhalb der ersten fünf Jahre. Auch die durchgeführten Studien von Dalury et al. (2013) mit einem Patienten Follow up von 693 zwischen den Jahren 2000 und 2011 und Schroer et al. (2013) mit einer Nachuntersuchung von 844 Patienten (2010-2011) zeigt ein zwischenzeitliches Versagen von sechs bzw. bei Schroer et al. von 5,9 Jahren. Bei Sharkey et al. wurden von 10003 primären Totalendoprothesen 7,8 % revidiert. Die durchschnittliche Standzeit der Prothese betrug bei der Versagensgruppe unter zwei Jahren 0,84 Jahre und bei den Versagern über 2 Jahren 6,9 Jahre.

In der hier durchgeführten Studie wurde ein erheblicher Anteil der Patienten innerhalb des ersten Jahres revidiert. Nach zwei Jahren waren es bereits 46,7%. Innerhalb der ersten fünf Jahre nach Primärimplantation mussten bereits 77,1% der Endoprothesen revidiert werden. Die durchschnittliche Zeit zwischen Primärimplantation und Revision betrug 4,5 Jahre. Dies entspricht dem Großteil der vorliegenden Studien.

#### 4.4. Gründe für die Revision

Die Hauptursachen für das Versagen einer Knie totalendoprothese haben sich im Verlauf der Entwicklung der Knie totalendoprothetik gewandelt. Während noch vor 15 Jahren der Polyethylenabrieb der führende Grund für die Revision einer KTEP war (83), so nehmen in neueren Studien, laut Sharkey et al. (2014) und Thiele et al. (2015) die aseptische Lockerung bei den „Spätversagern“ und der periprothetische Infekt bei den „Frühversagern“ die führende Rolle ein.

Bei Mortazavi et al. 2011 (64) zeigte sich ebenfalls eine ähnliche Konstellation. Zwischen 1999 und 2005 wurden 499 Revisionsoperationen evaluiert. Hier zeigte sich der Infekt mit 44,1 % als führende Versagensursache der Knie totalendoprothese. Gefolgt von der Arthrofibrose mit 22,6%, dem PFS mit 12,6% und der periprothetischen Fraktur mit 5,9%. Die Instabilität des Gelenkes machte mit nur 2,9% einen sehr geringen Prozentsatz aus.

Sharkey et al.(83) zeigten in Ihrer Studie, dass der Infekt die prozentual höchste Anzahl an Revisionseingriffen bei den Frühversagern zu verschulden hat. In dieser Studie wurden die Patienten in Frühversager (< zwei Jahren Standzeit der Prothese) und Spätversager (> zwei Jahre Standzeit der Prothese) unterteilt. Er untersuchte 781 Patienten, welche sich einer Revision unterziehen mussten. 27,4 % (37,6% in der Frühversagergruppe und 21,9% in der Spätversagergruppe) der Patienten mussten aufgrund eines Infektes revidiert werden. Im Falle einer Revision nach über zwei Jahren Standzeit war die aseptische Lockerung der Prothese der führende Versagensgrund.

Thiele et al. (2015) zeigten ebenfalls, dass bei dem frühzeitigen Versagen der Prothese (< einem Jahr nach Primärimplantation) der periprothetische Infekt mit 26,8% führend war, gefolgt von der Instabilität (23,9%). Gesamt betrachtet waren die aseptische Lockerung und die Instabilität mit jeweils 21,8% führend, gefolgt von dem Malalignment (20,7%) und dem periprothetischen Infekt (14,5%).

Bei den „Spätversagern“ war wie oben bereits erwähnt die aseptische Lockerung mit 34,7% in dieser Gruppe führend.

Bei Mulhall et al. (2006) war bei einem ähnlichen Studienaufbau wie Sharkey et al. (2002) ebenfalls der Infekt in der Versager unter zwei Jahren Standzeit führend, während bei dem Versagen nach über zwei Jahren Standzeit die Instabilität und die aseptische Lockerung.

Diese Ergebnisse spiegelten sich auch in weiteren Studien wider. Bozic et al. (16) untersuchten in den USA über 60436 Revisionen von Knie totalendoprothesen. Bei 15233 Patienten (25,2 %) zeigte sich ebenfalls der Infekt als Revisionsursache. Auch Hossain et al. (45) untersuchte insgesamt 349 Fälle und zeigte hier, dass der Infekt mit 32,7 % den höchsten Anteil an Revisionsoperationen ausmacht.

In den Endoprothesenregistern von England und Wales beträgt die Revisionsrate aufgrund eines Infektes 23%. Das australische Register gibt 22 % als Versagensursache aufgrund eines Infektes (47) (46).

In der hier vorliegenden Studie war der periprothetische Infekt mit 28 % aller Revisionsgründe führend, gefolgt von der Instabilität (20%), patellofemorales Schmerzsyndrom (12%) und der aseptischen Lockerung (10%). Im Gegensatz zu früheren Studien, war aufgrund genauerer Nachweismethoden (histologisch und mikrobiologisch) mit einem Anstieg der periprothetischen Infektionen zu rechnen.

Trotz der peri-operativen Antibiotikaphylaxe, der schnelleren Operationszeiten, der Steigerung des Hygienestandards und der minimalinvasiven Operationstechniken ist der Infekt nach erfolgter Knie-Totalendoprothesenversorgung eine gefürchtete Komplikation. Zu den zahlreichen Risikofaktoren welche mit einer erhöhten Infektionsgefahr einhergehen sind zum Beispiel die postoperative Wundheilungsstörung, die rheumatoide Arthritis(12), eine maligne Grunderkrankung(12), Diabetes mellitus(12) (29) ,eine immunsuppressive Therapie(71), das Rauchen(71) ,sowie die Adipositas(29) zu nennen.

Der Patient ist unabhängig von dem intraoperativ bestehenden Risiko Zeit seines Lebens der Gefahr ausgesetzt, dass sich die Prothese durch eine hämatogene Streuung infizieren kann. So zeigten Steckelberg und Osman (2000) bei 578 Patienten, welche sich aufgrund einer Infektion einer Hüfttotalendoprothese, bzw. Knie-Totalendoprothese in Behandlung befanden, dass die Inzidenz für das Auftreten eines Infektes innerhalb von 2 Jahren nach erfolgter Prothesenimplantation bei 5,9/1000 Prothesenjahren und danach bis zum 10. postoperativen Jahr noch bei 2,3 /1000 Prothesenjahren liegt(89).

Als therapeutische Option sehen Renz et al. (2016) (73) bei einem akuten Infekt ohne Problemerkterger (Rifampicin-resistente Keime, Pilze und Ciprofloxacin resistente gramnegative Bakterien), guten Weichteilverhältnissen ohne Fistelung und einer nicht gelockerten Prothese den Wechsel der „beweglichen Teile“ der Prothese und ein ausführliches chirurgisches Debridement mit folgender testgerechter Antibiose über 12 Wochen als ausreichend an. Bei chronischen Infekten ist der Prothesenwechsel empfohlen. Ein „Ein-zeitiger“ Wechsel kann durchgeführt werden, solange keine limitierenden Faktoren vorliegen. Diese sind keine Fistel, keine bereits stattgefundenen Revision und kein nachzuweisender Problemkeim(65). Ansonsten ist der Goldstandard ein zweizeitiger Wechsel. Entweder mit Wiedereinbau nach einem kurzen Intervall von 2-3 Wochen; oder mit einem langen Intervall von 6-8 Wochen, wenn der Erkrankung ein Problemkeim zu Grunde liegt. Bei chronisch rezidivierenden Infekten sollte ein drei-zeitiges Vorgehen gewählt werden. Die postoperative Antibiotikagabe sollte für zwei Wochen intravenös und zehn Wochen oral testgerecht verabreicht werden(65). Dieses Therapiekonzept (73) gilt aktuell als Goldstandard.

Die detailliert Analyse der Versagensgründe in vorliegender Studie zeigt Unterschiede zwischen dem „frühen“, dem „intermediären“ und „späten“ Versagen einer Prothese. Die Indikation zur Revisionsoperation wurde innerhalb des ersten Jahres nach Implantation am häufigsten wegen einer periprothetischen Infektion gestellt. Bei den Intermediärversagen war die Instabilität führend. Nach über drei Jahren Standzeit der Prothese stehen wiederum der Infekt sowie die Instabilität im Vordergrund. Vergleicht man dies mit den anderen in Tabelle 19 aufgelisteten Studien und Registern, so fällt in der hier vorliegenden Studie auf, dass die aseptische Lockerung der Prothese nicht führend in der Gruppe der Spätversager ist. Dies ist auf die Weiterentwicklung des Polyethylens zurückzuführen, jedoch verglichen mit den Daten der Endoprothesenregister aus Australien und England/Wales (47) (46) , sowie anderen groß angelegten Studien (84) nicht zu halten. Eine konkrete Ursache für den Zusammenhang in unserem Kollektiv konnte nicht eruiert werden.

In den Endoprothesenregister Australiens und Englands/Wales ist ebenfalls, wie auch in anderen o.a. Studien die aseptische Lockerung mit über 20% als Versagensursache angeführt(46, 84) 76]. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang die Frage nach zementfreier oder zementierter Prothese kontrovers diskutiert. Die Vorteile einer nicht zementierten Prothese sind z.B. die Minderung der Gefahr eines Fett-Embolus, während die zementierte Prothese initial mehr Stabilität zeigt. Nakama et al. (2012) zeigten, dass die zementfreie Fixation der Prothese eine höhere Rate an frühen Prothesenlockerungen aufweisen, während diese aber ein deutlich vermindertes Risiko bei den „Spätversagern“ für eine aseptische Lockerung haben(67). Zu dem gleichen Ergebnis kamen Lützner et al. (2011). Sie zeigten, dass zementfreie Knieendoprothese mit einer erhöhten Revisionsrate einhergehen. (3,6% zementiert gegenüber 8,6% zementfrei) (61).

Vergleicht man dies jetzt mit anderen Studien fällt auf, dass es keinen signifikanten Unterschied gibt. So zeigte Gandhi et al. (2009) in einer durchgeführten Metaanalyse, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Überlebenszeit der Prothese oder den erhobenen Funktions-Scores zwischen zementiert und nicht zementiert gibt(32).

Die Anzahl der Patienten, welche sich aufgrund eines Polyethylen-Abriebs einer Re-Intervention unterziehen mussten, war in dieser Studie so gering, das diese Patientengruppe zur Gruppe „ mechanische Komplikation einer Endoprothese“ dazugezählt werden konnte. In früheren Studien war der Polyethylen-Abrieb der führende Grund für das Versagen einer Prothese in der Gruppe der Spätversager(83). Das der PE-Abrieb nicht mehr die führende Rolle einnimmt, liegt mit der Weiterentwicklung des Polyethylens - Onlays zusammen. Die in der Literatur beschriebene Datenlage zu den „modernen cross-linked“ Polyethylenen zeigt sich nicht ausreichend erforscht. Dennoch konnte Hodrick et al. (2008) bei 100 Patienten mit einem bestrahlten cross-linked Polyethylen eine

Reduktion der Bildung von Osteolysen im Vergleich zu einer Gruppe mit konventionellen PE beobachten. Im Fünf-Jahres Follow-Up zeigte sich eine Reduktion der Revisionen (44). Inacio et al. (2013) untersuchte in einer retrospektiven Studie 62000 KTEPs mit Primärimplantation zwischen 2001 und 2010. Hier verglich er in einem leider sehr kurzen Follow-Up von 2,8 Jahren die crosslinked-implantierten KTEPs mit konventionellen und PEs. Eine erhöhte Revisionsrate für „crosslinked“ PEs konnte nicht nachgewiesen werden (48).

Die Anzahl an Patienten, die sich aufgrund einer Arthrofibrose in Behandlung begeben, ist in den letzten Jahren rückläufig. Mehrere Autoren sehen die Arthrofibrose bei unter 5% der Versagensursache (6) (105). Auch in der hier vorliegenden Studie machte die Arthrofibrose nur einen geringen Anteil von 8,0 % aus. Dieses Ergebnis zeigt auch Tabelle 19. Hier liegt das Versagen der Prothese aufgrund einer Arthrofibrose zwischen 1,3 und 9,6 %. Viele Ursachen, wie die präoperative Beweglichkeit, die operative Technik oder die postoperative Rehabilitation spielen eine Rolle bei der Ausbildung der Arthrofibrose. Die meisten Autoren sehen aber in der präoperativen Limitierung der Beweglichkeit den größten Risikofaktor für die Ausbildung einer Arthrofibrose (54) (100).

In der hier vorliegenden Studie konnte ebenso wie bei Sharkey et al. und Kim et al. ein Zusammenhang zwischen der Arthrofibrose und dem periprothetischen Infekt nachgewiesen werden.

23,5% der Patienten, welche sich aufgrund eines Infektes in Behandlung befanden entwickelten als Komplikation eine Arthrofibrose. Laut Sharkey et al. sollten Patienten, die postoperativ über eine Bewegungseinschränkung klagen auf einen Infekt hin abgeklärt werden. Der Erfolg oder Misserfolg einer Arthrofibrosetherapie mit Narkosemobilisation und/oder arthroskopischer oder offener Synovektomie ist schwer vorhersehbar, bzw. schlechter vorherzusehen wie bei anderen Revisionsgründen(53). So haben auch in der hier vorliegenden Studie 50% der Patienten über eine fortbestehende Problematik nach erfolgter Intervention geklagt.

Die Instabilität als Revisionsursache nimmt eine führende Rolle ein. Dies zeigt auf, wie wichtig das Weichteil-Balancing und die intraoperative Wahl des Implantat-Designs sind, in Bezug auf die Pathologie des Kniegelenkes bei Primärimplantation(28). Auch bei dem hier erhobenen Patientenkollektiv war die Instabilität stets unter den führenden Revisionsursachen. In der heutigen Zeit wird die Priorität bei einer Knie totalendoprothese auf eine hohe Funktionalität gesetzt. Jedoch werden die Ansprüche an den Operateur auch immer höher. Eine korrekte Prothesenimplantation ist die Voraussetzung für ein gut funktionierendes Kniegelenk. So konnten Song et al. einen Zusammenhang zwischen der Zeit, wann Symptome für eine Instabilität auftreten, und dem Grund für die Instabilität aufzeigen. So werden ein ungleicher Beuge- und Streckspalt, oder eine fehlerhafte Komponentenimplantation früher symptomatisch als eine isolierte Bandinsuffizienz (2,8 Jahre nach Primärimplantation zu 4,2 Jahren). Untersucht wurden 83 Revisionsoperationen an 79 Patienten (87) .

Dies zeigt die auf, dass die korrekte Prothesenimplantation bei der Indexoperation einen wichtigen Faktor darstellt. Nur 8,3% der Patienten, welche Ihre Primärimplantation bei den Barmherzigen Brüdern erhalten haben, wurden aufgrund einer Instabilität zur Revision vorstellig. Ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der in diesem Krankenhaus implantierten Prothesen und der Zertifizierung als Endoprothesenzentrum der Maximalversorgung ist hier wahrscheinlich.

Studie	Patienten anzahl	Untersuchungs zeitraum	analysierte Intervalle(J)	asept. Lockerung %	Instabilität (%)	peri- prothetische Infektion (%)	mech. Kompl.(%)	PFS (%)	Arthofib- rose(%)	periprot. Frak.(%)
Cameron et al (20)	700 (94failed)	1969-1978	< 5	42	5	9	8	9	n.a.	n.a.
Sharkey et al 2002(83)	203	1997-2000	<2/≥2	24	21	18	25	5	15	3
Sharkey et al 2013(84)	781	2001-2011	<2/≥2	39	8	27	n.a.	n.a.	5	5
Mullhal et al 2006(66)	318	nicht angeben	<2/≥2	41	29	10	25	n.a.	1,3	n.a.
Dalurey et al 2013(26)	693	2000-2011	<5/≥5	23	18	18	25,5	n.a.	9,3	n.a.
Schroer et al 2013(81)	844	2010-2011	<2/2-5/5-15 >15	31	19	16	10	n.a.	6,9	n.a.
Thiele et al 2015 (93)	358	2005-2010	<1/1-3/>3	9/26/43	17/38/23	19/22/11	0/2/23	5/12/4	0/2/0	3/5/4
aktuelle Studie	150	2012-2013	<1/1-3/>3	14/29/57	21/32/47	44/19/37	21/14/64	20/40/40	50/7/43	17/0/83
ER England /Wales(46)	17649	2003-12/2014	Gesamt	51	19	6	12	n.a.	6	4
ER Australien (47)	11368	09/99 12/2012	Gesamt	30	6	22	9	14	4	3

Tab.19: Studien und Endoprothesenregister der KTEP-Revision, n.a. = keine Angabe, ER. = Endoprothesenregister

#### **4.5. Komplikationen nach Revision der Knie totalendoprothese**

Betrachtet man aseptische und septische Komplikationen zusammen, so war der führende Grund für eine Re-Revision im Krankenhaus der Barherzigen Brüder München die Persistenz des Infektes (23,3%).

Vernachlässigt man die septischen Revisionen und betrachtet nur die aseptischen Komplikationen, so ist die Arthrofibrose der häufigste Grund für eine Re-Revision mit 22,2%, gefolgt von dem neu aufgetretenen Infekt (19,4%) und dem PFS mit 11,1%.

Die Re - Revision von Knie totalendoprothesen zeigt evidenzbasiert ein schlechteres klinisches Outcome wie nach der Primäroperation(78). In vorherigen Studien zeigte sich eine Fünf-Jahres-Prothesenstandzeit zwischen 58% und 89%. Dies ist signifikant weniger ist als nach einer primären Knie totalendoprothesenversorgung. Die aktuelle Literatur zu diesem Gebiet ist schwer zu interpretieren, da die meisten Studien einen unterschiedlichen Aufbau haben. Dies beinhaltet eine große Spanne in den zu untersuchenden Zeitintervallen und variable Definitionen bezüglich des Erfolges und des Prothesenversagens. Ein weiterer limitierender Faktor ist, dass sowohl septische, als auch aseptische Revisionsoperationen unter einer Gruppe geführt werden, obwohl die septischen Revisionen mit einem deutlich schlechteren klinischen Outcome behaftet sind (78).

Nach erfolgter Revisionsoperation kam es bei 72% der Patienten in der hier erhobenen Studie zu einem komplikationslosen Verlauf. In 28 % war eine erneute Intervention aufgrund einer Komplikation von Nöten. Diese 28% sind, verglichen mit anderen Studien hoch. Ein Grund ist, dass in dieser Studie die septischen und aseptischen Komplikationen zusammen in einer Studie behandelt wurden. Wären nur die aseptischen Komplikationen untersucht worden, so wären es lediglich 16,6 % der Patienten welche sich zur Re-Revision vorstellten.

Bugbee et al. (1991) (17) kamen in Ihrer Studie bei 139 Revisionsoperationen am Kniegelenk auf 14% Re-Revisionen. Der persistierende Infekt, war wie auch in der hier erhobenen Studie der häufigste Grund für die erneute Operation. Bei Bugbee et al. führte dies in einem Fall zur Amputation. In der hier vorliegenden Studie wurde diese Therapie nicht durchgeführt. Jedoch kam es in der hier erhobenen Studie zu einem Exitus letalis, aufgrund eines Multiorganversagens postoperativ. In der Studie von Bungee et al. wurden vier Endoprothesen aufgrund einer aseptischen Lockerung, jeweils drei Prothesen wegen eines Inlay-Abriebs, wegen dem Auftreten von Osteolysen oder eines PFS gewechselt. Ein Patient wurde wegen einer postoperativ aufgetreten Instabilität re -revidiert und ein weiterer wegen einer periprothetischen Fraktur.

Sheng et al. (2003) (85) untersuchte in einer Metaanalyse Revisionsoperationen zwischen den Jahren 1990 und 2002. Insgesamt 1356 Patienten. Sie unterschieden nicht zwischen aseptischer und septischer initialer Revision. Als häufigste Komplikation nach Revision zeigten sich in absteigender

Reihenfolge die Lockerung der Prothese( 18%), die Instabilität(16%) und der Infekt mit ebenfalls 16%. Andere Komplikationen waren das PFS (15%), Schmerz unklarer Ursache (13%) und die periprothetische Fraktur (9%). Die Arthrofibrose war in nur 6 % Fälle Grund für einen Revisionseingriff. Im Gesamten mussten hier 19% erneut revidiert werden.

T.Leta et al. (2012) (59) untersuchten die im norwegischen Endoprothesenregister erfolgten Re-Revisionen. 41499 Patienten wurden zwischen 1994 und 2011 mit einer primären Knieendoprothese versorgt. 1752 (4,2%) hatten eine Revisionsoperation. Bei der Studie wurden die Infektionen exkludiert, sowie der isolierte Patella-Ersatz. Leta et al. zeigen auf, dass von 1016 durchgeführten „aseptischen Revisionen“ 145 (14%) re-revidiert werden mussten. Diese Anzahl entspricht der hier erhobenen Studie. Der häufigste Grund für die erneute Operation war mit 28% der Infekt, gefolgt von der Instabilität (26%) und einer Lockerung der tibialen Komponente (17%). In 10% waren ein Schmerzsyndrom der Grund für die erneute Operation und 5% aufgrund einer periprothetischen Fraktur. Lediglich 3% wurden wegen einer Arthrofibrose erneut operiert. Nach 4,6 Jahren wurden die in der Studie untersuchten Patienten zur Re-Revision vorstellig. 61% der Patienten innerhalb der ersten zwei Jahre.

Des Weiteren beschrieben Leta et al., dass Patienten mit einem isolierten Wechsel einer Komponente (Tibia oder Femur) ein höheres Risiko für eine erneute Revision hatten wie Patienten, bei denen die komplette Prothese ausgetauscht wurde.

Vergleicht man diese Daten mit den hier vorliegenden, so gibt es einige Parallelen. Würden in dieser Studie die septische Wechseloperation ausgeschlossen werden, so wäre die „aseptische Versagensrate“ hier 16,6%. Dies zeigt nahezu das gleiche Ergebnis wie Leta et al. Weitere Gemeinsamkeiten sind der Infekt als führende Versagensursache. Die periprothetische Fraktur und der chronische Schmerz spielen jeweils nur eine untergeordnete Rolle. Jedoch deutlich unterscheiden sich die Studien bei der Thematik Arthrofibrose. Diese Komplikation ist bei der Re-Revision in der hier erhobenen Studie an Nummer zwei gelistet und spielt mit nur 3 % an Komplikationen in der Studie von Leta et al. eine untergeordnete Rolle. Dies hängt damit zusammen, dass in der Studie von Leta et al. nur die „aseptischen“ Re-Revisionen erhoben wurden.

S. M. Mortazavi (2010) untersuchten in einem Zeitraum von Januar 1999 bis Dezember 2005 insgesamt 499 Revisionen nach erfolgter primärer Knieendoprothesenversorgung. In einem Follow Up von 64,8 Monaten kam es bei 102 Patienten zu einer erneuten Revisionsoperation. Dies entspricht 18,3%. Hier war der führende Grund für die erneute Revision der Infekt (44,1%), gefolgt von der Arthrofibrose (22,6%) und dem PFS (12,8%). Die periprothetische Fraktur folgte mit 5,9%, die aseptische Lockerung (4,9%) und Instabilität mit 2,9%. Insgesamt 83% der Re-Revisionen wurden innerhalb der ersten beiden Jahre nach der Revisionsoperation durchgeführt.

Diese erhobenen Daten entsprechen den in dieser Studie erhobenen Daten.



Stuart et al. (90) untersuchten 655 Re-Operationen. Der führende Grund für die erneute Durchführung einer Revision war mit 41% das PFS, gefolgt von der aseptischen Lockerung (22%), dem Infekt (20%), Wundheilungsstörungen (20%), Instabilität (17%) und die Arthrofibrose (8%). Die Studie von Stuart et al. geht auf das Jahr 1993 zurück. Mit den heutigen Nachweismethoden einer periprothetischen Infektion, wären ein großer Prozentsatz der als „aseptischen“ Lockerung geführten Komplikationen, heute wohl dem Infekt der Totalendoprothese zuzuordnen.

Goldberg et al. untersuchten 65 aseptische Re-Revisionen. In absteigender Reihenfolge war die Instabilität, das PFS und der neu aufgetretene Infekt führend(34).

Die hier vorliegende Studie untersuchte den Versagensgrund nach bereits erfolgter Revision. Die Ergebnisse zeigen in einigen o.a. Studien einen ähnlichen Verlauf, während sie sich von anderen unterscheidet. Die Erkenntnisse dieser Studie zeigten die Infektion als führenden Versagensgrund nach bereits erfolgter Revision. Dieses Ergebnis ist in etwa gleich mit den Ergebnissen von S.M. Mortazavi (2010), T.Leta et al. (2012) und den von Suarez et al., der bei 566 Patienten den Infekt mit 46% als führend als Revisionsursache herausgefunden hat, gefolgt von der aseptischen Lockerung 19% und der Instabilität (13%) (92).

Wie bereits o.a. wurden in dieser Studie Revisionen aufgrund von septischen und aseptischen Gründen erfasst. 28 % der Patienten mussten sich aufgrund eines Infektes einer Re-Operation unterziehen. Dies sollte nicht überraschen, da die Indexoperation aufgrund eines Infektes der führende Grund für die primäre Revision war. Von diesen 43 Patienten persistierte bei 17 Patienten der Infekt (35%). Dieses Ergebnis zeigt eine vergleichbare Studie von Mortazavi et al. (2010). Hier kam es zu einer Persistenz des Infektes nach erfolgter Revision in 25% der Fälle.

Autor	Anzahl Patienten	Anzahl Re-Revision %	Aseptisch/ septisch
Bungbee et al. (17)	139	14,0	Aseptisch/ septisch
Sheng et al. (85)	1356	19,0	Nur aseptisch
Leta et al. (59)	41499	14,0	Nur aseptisch
S.M. Mortazavi et al. (64)	499	18,3	Aseptisch/ septisch
Goldberg et al. (34)	65	-	Nur aseptisch
Studie KBBM	150	16,6	aseptisch
Studie KBBM	150	28	Aseptisch/ septisch

Tabelle 20: Übersicht der Studien bei Re-Revision; KBBM = Krankenhaus Bermherzige Brüder München

#### **4.6. Vergleich des auftretenden Keimspektrum und der durchgeführten Therapie bei Infekt nach KTEP-Implantation**

In den hier erhobenen Ergebnissen lag zu 28 % der Fälle eine Mischinfektion vor, in 15% der Fälle konnte kein Keim nachgewiesen werden und bei 57% der Infektionen lag eine Monoinfektion der Prothese vor. Dies entspricht den Werten in der aktuellen Literatur. So geben Renz et al. (2016) die Infektionsrate der Mischinfektionen mit 10-30%, ebenso ist in 10-30 % der Fälle kein Keimnachweis möglich (73).

Die Hauptverursacher einer periprothetischen Infektion in der hier vorliegenden Studie sind sowohl beim Früh-, als auch beim Spätinfekt die Gruppe der Staphylokokken. Corvec et al.(2012) (25) zeigten in Ihrer veröffentlichten Studie von 2012, dass Staphylokokken über 50 % der periprothetischen Infektionen verursachen, gefolgt von weiteren grampositiven Bakterien wie Streptokokken, Enterokokken sowie gramnegativen Erregern und Anaerobier wie Propionibacterium acnes. Steckerlberg et al. (2000) zeigten damals die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Keime bei Knieprotheseninfekten auf. Hier machten koagulase-negative Staphylokokken mit 30-43% den größten Anteil aus. Gefolgt von Staphylokokkus aureus mit 12-23% und polymikrobiellen Erregern mit 10-12% (89). In der Studie des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder München war ebenfalls sowohl beim Früh-, als auch beim Spätinfekt der Staphylokokkus epidermidis am häufigsten nachweisbar.

Als Therapieoption sehen Sendi et al. (2011) bei einer akuten Infektion mit einer Symptombdauer von unter 3 Wochen bei einer hämatogenen oder per continuitatem Infektion, sowie einer perioperativen Infektion bis zu 4 Wochen postoperativ mit „unreifen Biofilm“ keinen Prothesenwechsel als indiziert an. Lediglich die beweglichen Teile müssen gewechselt werden. Dieses Procedere wurde im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder in 47,6 % der Fälle als Verfahren gewählt. In 12 % der Fälle nach Onlaywechsel und chirurgischen Debridement zeigte sich ein persistieren des Infektes. Die Erregerpersistenz ist damit zu erklären, dass es sich um „difficult to treat“ sogenannte Problem-Erreger handelte. Hierzu werden, Chinolonresistente gramnegative Bakterien, Rifampicin-resistente Staphylokokken und Candida gezählt. Auch kann es sich um „low grade“ Infekte handeln, bei denen kein Keimnachweis möglich war.

Bei einem chronischen Infekt der Kniegelenkprothese, bei der ein „reifer Biofilm“ vorliegt ist laut Mühlhofer et al. 2015 (65) ein Prothesenwechsel zu vollziehen. Entgegen der aktuellen Empfehlungen durch Renz et al, bei chronischen Protheseninfektionen *ohne* Risikofaktoren (Fehlen einer Fistel, keine Voroperationen, keine Problemkeime) wurde bei den hier vorliegenden Revisionen kein „einzeitiger“ Wechsel vollzogen. Zum Zeitpunkt der Intervention bestand diese Therapieempfehlung noch

nicht. Daher wurde der zwei-zeitige Wechsel präferiert. Nach aktuellen Empfehlungen ist dieses Vorgehen indiziert und richtig. Jedoch hätte in 18% der Fälle - nach aktuellen Empfehlungen -ein „ein-zeitiger“ Prothesenwechsel erfolgen können.

Die Endoprothesenregister in Australien und England machen keine Angaben über das Keimspektrum bei einer periprothetischen Infektion.

#### 4.7. Das Outcome nach erfolgter Revision

In Bezug auf die Variablen Schmerz, Steifigkeit und Funktionalität unterscheiden sich die erhobenen Messparameter signifikant ( $p= 0.000$ ) zwischen *vor und nach* stattgehabter Revisionsoperation.

Zur Beurteilung des subjektiven Befindens des Patienten wurden der WOMAC-Score, sowie der Oxford-Knee-Score (OKS) herangezogen. In der Literatur wird zur Beurteilung des klinischen Ergebnisses v.a. der Knee Society Score (KSS) und der Funktion Score erhoben. Letzterer ist mit dem OKS bzw. dem Womac-Score vergleichbar. So werden auch hier das Treppensteigen, das Gehen oder die Anwendung von Unterarm- Gehstützen bewertet. Im Falle KSS werden Schmerzen, die Range of Motion, die Stabilität des Kniegelenkes, Kontrakturen und Fehlstellungen evaluiert. Da sich der KSS zu 75% aus subjektiven und zu 25 % aus objektiven Kriterien zusammensetzt, war er für das von uns gewählte Studienmodell nicht geeignet und wir wählten die beiden oben angeführten Score-Systeme. Die Teilkomponente des KSS, der sogenannte Function Score zur subjektiven Beurteilung des postoperativen Ergebnisses konnte zum Vergleich der Daten herangezogen werden.

Der OKS wurde gewählt, da er zu 100 % ein subjektives Score-Verfahren darstellt, welches verständliche und einfache Multiple Choice Verfahren verwendet, die von dem Patienten selbstständig ausgefüllt werden müssen. Dies war bei dem hier gewählten Studienmodell notwendig, da eine subjektive prä-bzw. postoperative Erhebung durch den Patienten erfolgt ist.

Baker et al. (2012) verglichen das subjektive Outcome der Patienten nach erfolgter primärer Knie totalendoprothesenimplantation mit der Zufriedenheit nach einer aseptischen Revision(7). In diesem Zusammenhang wurden retrospektiv 24190 Patienten mit 23393 Primärimplantationen und 797 aseptischen Revisionen aus dem Endoprothesenregister aus England/Wales analysiert. Zur Bewertung der Zufriedenheit nach erfolgter Operation, wurde der OKS und der WOMAC-Score erhoben. In 66 % der Fälle waren die Patienten nach erfolgter Revision mit dem Ergebnis der Operation zufrieden. Dies entspricht in etwa den in dieser Studie erhobenen 72%.

Baker et al. beschreiben eine Abhängigkeit des Outcomes (Gesundheit des Patienten, Beweglichkeit des Kniegelenkes und die subjektive Zufriedenheit) von der Revisionsursache. Sie fanden das beste Ergebnis einer Revisionsoperation nach der „aseptischen Lockerung“ als Versagensursache. Der OKS stieg um 11 Punkte an und die Zufriedenheit lag bei 72% nach erfolgter Revision. Die Arthrofibrose hatte das schlechteste Outcome mit einer Patientenzufriedenheit von 47% und lediglich einem Anstieg des OKS von 6 Punkten. Ebenfalls nur 60% der Patienten waren nach der Behandlung der Instabilität des Kniegelenkes mit dem Outcome zufrieden. In unserem Patientenkollektiv fallen ähnliche Werte auf. So sind nach der Behandlung einer Arthrofibrose nur 50% der Patienten ohne eine weitere Behandlung beschwerdefrei. Das klinische Outcome der Indexoperation ist ein multifaktorielles

Geschehen. Die präoperative Beweglichkeit, die operative Technik oder die postoperative Rehabilitation spielen z.B. eine Rolle bei der Ausbildung der Arthrofibrose. Die meisten Autoren sehen aber in der präoperativen Limitierung der Beweglichkeit den größten Risikofaktor für die Ausbildung einer Arthrofibrose (54) (100).

In der hier vorliegenden Studie konnte ebenso wie bei Sharkey et al. und Kim et al. ein Zusammenhang zwischen der Arthrofibrose und dem periprotetischen Infekt nachgewiesen werden. 23,5% der Patienten, welche sich aufgrund eines Infektes in Behandlung befanden entwickelten als Komplikation eine Arthrofibrose.

Im Falle der aseptischen Lockerung wurden nur 20% wegen einer aufgetretenen Komplikation vorstellig. Im Gesamten kam es bei den Patienten nach erfolgter Revisionsoperation zu einer Besserung des OKS um 17,3 Punkte. In der hier erhobenen Studie zeigt sich ein ähnliches Ergebnis mit einer Verbesserung des OKS um 15,4 Punkte.

Insall et al. zeigten in Ihrer Studie von 1989, dass es nach erfolgter Revisionsoperation am Kniegelenk zu einer signifikanten Besserung der Symptomatik kommt. So stieg der KSS um 61% nach erfolgter Revision. Der gleichzeitig erhobene Function Score um 43,1 % (49).

In der erhobenen Meta-Analyse von Lützner et al. (2011), der über 911 Revisionsoperationen bei primär 20873 KTEP-Implantationen untersuchte, kam es zu einer Steigerung des KSS um 51,3 % und des Function Scores um 30,6%, nach erfolgter Revisionsoperation.

Eine weitere Studie zu dieser Thematik erfolgte durch Kim et al. (2009). Er untersuchte 114 Kniegelenke bei 97 Patienten, die sich einer Revisionsoperation unterziehen mussten. In der Revisionsoperation wurden ausnahmslos gekoppelte Prothesen implantiert. Auch in dieser Studie war die aseptische Lockerung der Prothese mit 54% die führende Versagensursache. Die Standzeit der Prothese betrug im Mittel 6,1 Jahre (zwischen sechs Wochen und 24 Jahren). Diese entspricht in etwa der Prothesenstandzeit in der hier erhobenen Studie. Der Womac-Score bei Kim et al. verbesserte nach erfolgter Revision signifikant. Der KSS stieg um 55 Punkte und der Function Score um 48 Punkte. Das Fazit dieser Studie war, dass durch eine Revisionsoperation mit Implantation einer gekoppelten Prothese ein gutes klinisches Ergebnis erreicht werden kann, jedoch ist mit einer Komplikationsrate von 9% zu rechnen.

Als effektive und sichere Maßnahme wurde die Revisionsendoprothetik von Sheng et al. (2004) (85) in der erhobenen Meta-Analyse bezeichnet. Sie untersuchten 33 Studien, welche zwischen 1990 und 2002 erhoben wurden, und einen Global Knee Score zur Auswertung benutzten. Insgesamt wurden 1356 Patienten (429 männliche und 611 weibliche) mit einem Durchschnittsalter von 67 Jahren und einem Follow Up von 4,8 Jahren untersucht. Die Hauptversagensursache ist auch hier die aseptische Lockerung der Endoprothese mit 55%, gefolgt von dem PE Abrieb (11%), der Instabilität (10%) und

der Infektion (7%) des Kniegelenkes. Nach erfolgter Revisionsoperation waren weiterhin die aseptischen Lockerungen mit 18% der häufigste Grund für eine erneute Intervention (gefolgt von der Instabilität 16%; Infektion 16%, PFS 15%, Schmerz unklarer Genese 13%, die periprothetische Fraktur mit 9% und die Arthrofibrose mit 6%). Im Gesamten mussten sich 19% der betroffenen Patienten nach erfolgter Revision erneut einer Operation unterziehen.

Vergleichen wir die in dieser Studie erhobenen subjektiven Gesamtpunkte der erhobenen Scores (des Womac Scores und des OKS), so kommt es zu einer signifikanten Besserung der Resultate im Vergleich prä- und postoperativ. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch in den o.a. Studien wider. Es kam jeweils zu einer signifikanten Verbesserung im Vergleich zum präoperativen Wert. Nicht alle Studien publizieren jedoch diesen positiven Verlauf. So sehen Mulhall et al. (66), sowie Saleh et al. (79) ein deutlich schlechteres Outcome der Patienten in der von Ihnen erhobene Studien. Sheng et al. (85) sieht auch eine deutlich erhöhte Wahrscheinlichkeit einer erneuten Revisionsoperation nach bereits erfolgter Revision.

Hier erscheint somit eine Unterscheidung zwischen septischer und aseptischer Revision sinnvoll. Wie bereits erwähnt haben die septischen Revisionen ein deutlich schlechteres klinisches Outcome als die aseptischen Revisionen.

## 5.Zusammenfassung

Die Implantation einer Totalendoprothese am Kniegelenk (KTEP) gehört zu den am häufigsten durchgeführten Operationen auf dem Gebiet der Orthopädie. Die Anzahl der in Deutschland durchgeführten KTEP-Implantationen erreichte im Jahr 2009 mit 159136 Eingriffen ihren Höhepunkt. Seither stagniert die Zahl auf einem konstant hohen Niveau. Bedingt durch die hohe Anzahl an KTEP kommt es konsekutiv auch zunehmend zu Revisionsoperationen unterschiedlicher Ursachen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Revisionsergebnisse der Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder in München mit der aktuellen internationalen Studienlage verglichen. Die Einrichtung ist ein Schwerpunktzentrum (Endoprothesenzentrum der Maximalversorgung) für diese Revisionseingriffe, welche generell mit einem schlechteren klinischen Outcome im Vergleich zur Primärimplantation gekennzeichnet sind.

150 Patienten (99 weiblich und 51 männlich) konnten in die Studie aufgenommen werden. Diese unterzogen sich zwischen dem 01.01.2012 und dem 30.06.2013 nach stattgehabter primärer KTEP einer Revisionsoperation am Kniegelenk.

Ziel dieser Arbeit war es, durch eine Revisionsanalyse aufzuarbeiten, nach welchem Zeitraum eine primäre Prothese versagt hat, welche ursächlichen Komplikationen die Revision notwendig gemacht haben und wie häufig diese aufgetreten sind. Des Weiteren wurden die Komplikationen nach erfolgter Revisionsoperation aufgearbeitet.

Zusätzlich zu den oben genannten Analysen konnte bei einer Subgruppe von 80 der 150 Patienten („subjektive Evaluationsgruppe“) der WOMAC-Arthrose-Index und der Oxford Knee Score erhoben werden, zwei klinische Scoringsysteme, um die subjektiv empfundene Beschwerdesymptomatik und deren Änderung im zeitlichen Verlauf nach der Revisions-OP zu messen (Follow-Up 6,4 Monate).

In der Gesamtpopulation kam es in 28% der Fälle zu einem Versagen der primären KTEP aufgrund eines periprothetischen Infektes, bei 20% der Patienten bestand eine Instabilität des Kniegelenkes, 12% entwickelten ein PFS (Patello-femorales-Schmerzsyndrom), bei 10% kam es als Komplikation zu einer aseptischen Lockerung. Weitere 8% mussten sich aufgrund einer Arthrofibrose einer Revisionsoperation unterziehen.

Bei knapp 80 % der Patienten erfolgte die Revision innerhalb von 6 Jahren nach Primärimplantation. (29% innerhalb des ersten Jahres, 22% zwischen dem ersten und dritten Jahr und 49 % nach über drei Jahren). Betrachtet man die Ergebnisse im Detail, so war sowohl bei den „Frühversagern“ (< einem

Jahr) als auch bei den „Spätversagern“ (nach über drei Jahren) der Infekt die führende Versagensursache. Lediglich bei den „Intermediärversagern“ (zwischen einem und drei Jahren) war die Instabilität der Prothese führend, gefolgt von dem periprothetischen Infekt. Verglichen mit der aktuellen Literatur zeigt sich eine Übereinstimmung hinsichtlich des periprothetischen Infektes als Versagensgrund im ersten Jahr nach Primärimplantation. Nach über drei Jahren Standzeit der Prothese sehen die Endoprothesenregister, wie auch große internationale Studien die aseptische Lockerung als führend an.

Im Gegensatz zu früheren Studien, war aufgrund genauerer Nachweismethoden (histologisch und mikrobiologisch) mit einem Anstieg der periprothetischen Infektionen zu rechnen. Mit der Weiterentwicklung des Polyethylens („high cross linked polyethylene“) wird auch die aseptischen Lockerungen als Komplikation an Bedeutung in Zukunft verlieren.

Betrachtet man die Ergebnisse der Revisions-OP, so lag der mittlere Versagenszeitpunkt bei 4,5 Jahren. In der Kaplan-Meier-Analyse zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Versagensursachen und der Standzeit der Prothese. Die Standzeit war bei der aseptischen Lockerung der Prothese mit  $8,7 \pm 2,1$  Jahren am längsten, gefolgt von den periprothetischen Frakturen ( $8,1 \pm 3,5$  Jahre), den mechanischen Komplikationen ( $7,5 \pm 1,4$  Jahre), dem PFS ( $4,2 \pm 1,2$  Jahre), der Infektion ( $3,65 \pm 0,8$  Jahre) und der Instabilität ( $3,6 \pm 0,6$  Jahre). All diese Ergebnisse spiegeln die vorhandene Literatur.

Der Patient, der sich zu einer Revisionsoperation vorstellt, erhofft sich durch die erneute Operation eine Reduktion des Schmerzes, sowie eine Steigerung der Lebensqualität. In dieser Studie konnte dies in 72% der Fälle erreicht werden (signifikante Besserung der Beschwerdesymptomatik;  $p < 0.005$ ).

Bei 28% der Patienten kam es nach erfolgter primärer Revision zu keiner Besserung der Beschwerdesymptomatik, bzw. zu einer Persistenz der Selbigen und einer erneuten Operation.

Diese 28% erscheinen auf den ersten Blick im Vergleich mit anderen Studien etwas höher, jedoch inkludiert diese Studie sowohl septische und aseptische Komplikationen, um die Ergebnisse einer breiten Gesamtpopulation möglichst realistisch wiederzugeben. Dieser Ansatz wurde gewählt, um zukünftige Patienten präoperativ nicht nur über mögliche Risiken und Komplikationen des Eingriffes aufzuklären, sondern auch um eine realistische Einschätzung der Langzeitergebnisse weitergeben zu können. Wären nur die aseptischen Komplikationen untersucht worden, so wären es lediglich 16,6 % der Patienten welche sich zur Re-Revision vorstellten und dies entspricht den Zahlen der aktuellen Literatur.

Zusammenfassend ist die Implantation einer Oberflächenprothese bei Gonarthrose eine erfolgreiche Operation. Jedoch muss bei steigender Primärimplantationsanzahl auch in Zukunft mit einer



Steigerung der Revisionseingriffe gerechnet werden. Aus der hier erhobenen Datenlage geht einerseits hervor, dass Revisionseingriffe nach erfolgter Primärimplantation überwiegend ein positives klinisches Outcome für die Patienten haben, andererseits aber steht dem eine nicht unerhebliche Zahl an Komplikationen bis hin zur Re-Revisionen gegenüber. Um Re-Revisionen zu vermeiden, welche hohe Ansprüche an den behandelnden Arzt und den betroffenen Patienten stellen, gilt es, dass bereits bei der Primärimplantation Risikofaktoren berücksichtigt werden und operative Fehler vermieden werden müssen. Zwischen der Anzahl der Operationen und der erreichten Qualität besteht ein wissenschaftlicher Zusammenhang. So ist die, im Oktober 2012 zur Steigerung der Qualitätssicherung begonnene Einführung der Zertifizierung als Endoprothesenzentrum einzelner Krankenhäuser als wegweisend für die Patientensicherheit zu werten.

Die Ergebnisse dieser Studie werden in unserem Hause in Zukunft dazu genutzt werden, den betroffenen Patienten gegenüber eine fundierte und umfängliche Aussage über Chancen, Risiken und Langzeitergebnisse von Revisionsoperationen treffen zu können.

## 6. Literaturverzeichnis

1. <http://zimmerbiometcreativelab.com>
2. Abdel MP, Morrey ME, Jensen MR, Morrey BF. *Increased long-term survival of posterior cruciate-retaining versus posterior cruciate-stabilizing total knee replacements*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 2011; 93:2072-2078.
3. Agneskirchner J, Lobenhoffer P. *Endoprothetik des Kniegelenkes*. DER UNFALLCHIRURG 2004; 3:219.
4. August A, Aldam C, Pynsent P. *The McKee-Farrar hip arthroplasty. A long-term study*. JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY, BRITISH VOLUME 1986; 68:520-527.
5. B. W. *Arthroplasty of the knee joint using endoprosthesis*. ORTHOPÄDICA SCANDINAVIA 1957; 24:19-25.
6. Baker P, Cowling P, Kurtz S, Jameson S, Gregg P, Deehan D. *Reason for revision influences early patient outcomes after aseptic knee revision*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH® 2012; 470:2244-2252.
7. Baker P, Deehan D, Lees D, Jameson S, Avery P, P. J. Gregg, M. R. Reed. *The effect of surgical factors on early patient-reported outcome measures (PROMS) following total knee replacement*. JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY, BRITISH VOLUME 2012; 94:1058-1066.
8. Baumann B, Rader C. *Ätiologie und Pathogenese der periprothetischen Osteolyse*. FORTBILDUNG OSTEOLOGIE 2 2008:57-69.
9. Bellamy N, Buchanan W. *A preliminary evaluation of the dimensionality and clinical importance of pain and disability in osteoarthritis of the hip and knee*. CLINICAL RHEUMATOLOGY 1986; 5:231-241.
10. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. *Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee*. THE JOURNAL OF RHEUMATOLOGY 1988; 15:1833-1840.
11. Bengel J, Wirtz M, Zwingmann C. *Diagnostische Verfahren in der Rehabilitation*: Hogrefe Verlag, 2008.
12. Berbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, William S Harmsen, Douglas R. Osmon. *Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study*. CLINICAL INFECTIOUS DISEASES 1998; 27:1247-1254.
13. Berger R, Crossett L, Jacobs J, Rubash H. *Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 1998; 356:144-153.
14. Berry DJ, Harmsen WS, Cabanela ME, Morrey BF. *Twenty-five-year survivorship of two thousand consecutive primary Charnley total hip replacements*. J BONE JOINT SURG AM 2002; 84:171-177.

15. Boyd A, Ewald F, Thomas W, Poss R, Sledge C. *Long-term complications after total knee arthroplasty with or without resurfacing of the patella*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 1993; 75:674-681.
16. Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, Ong K, Chiu V, Vail Thomas P, Rubash Harry E, Berry Daniel J. *The epidemiology of revision total knee arthroplasty in the United States*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH® 2010; 468:45-51.
17. Bugbee WD, Ammeen DJ, Engh GA. *Does implant selection affect outcome of revision knee arthroplasty?* THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2001; 16:581-585.
18. Bundesamt S. *Statistisches Bundesamt (jährlich 2007 bis 2013): Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik(DRG-Statistik). Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern - Ausführliche Darstellung*. Wiesbaden. In, 2013.
19. Callaghan JJ, O'Rourke MR, Saleh KJ. *Why knees fail: Lessons learned - Benefits or funds were received in partial or total support of the research material described in this article from DePuy, Warsaw, IN and Zimmer, Warsaw, IN*. THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2004; 19:31-34.
20. CAMERON HU, HUNTER GA. *Failure in total knee arthroplasty: mechanisms, revisions, and results*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 1982; 170:141-146.
21. Charnley J. LHG. *a study of the end-results of compression athrodesis of the knee*. BONE JOINT SURG 1958; 40-B:633-635.
22. Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. *The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis*. BMC MUSCULOSKELETAL DISORDERS 2008; 9:64.
23. Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M. *AE-Manual der Endoprothetik*. 2001:47-55.
24. Claus A, Asche G, Brade J, Bosing-Schwenkglens M, Horchler H, Müller-Färber J, Schumm W, Weise K, Scharf H.-P. *Identifizierung von Risikofaktoren postoperativer Komplikationen in der primären Knieendoprothetik*. DER UNFALLCHIRURG 2006; 109:5-12.
25. Corvec S, Portillo ME, Pasticci BM, Borens O, Trampuz A. *Epidemiology and new developments in the diagnosis of prosthetic joint infection*. INT J ARTIF ORGANS 2012; 35:923-934.
26. Dalury DF, Pomeroy DL, Gorab RS, Adams MJ. *Why are total knee arthroplasties being revised?* THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2013; 28:120-121.
27. Dawson J, Fitzpatrick R, Murray D, Carr A. *Questionnaire on the perceptions of patients about total knee replacement*. JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY, BRITISH VOLUME 1998; 80:63-69.
28. Del Gaizo DJ, Della Valle CJ. *Instability in primary total knee arthroplasty*. ORTHOPEDICS 2011; 34:696.
29. Dowsey MM, Choong PF. *Obese diabetic patients are at substantial risk for deep infection after primary TKA*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH® 2009; 467:1577-1581.
30. E.B. *Knieendoprothese speziell für Frauen*. DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 2007; 104(36).
31. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. *Early failures in total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 2001; 392:315-318.
32. Gandhi R, Tsvetkov D, Davey J, Mahomed N. *Survival and clinical function of cemented and uncemented prostheses in total knee replacement A META-ANALYSIS*. JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY, BRITISH VOLUME 2009; 91:889-895.
33. Glück IM. *Objektive und subjektive Beurteilung des Behandlungsergebnisses bei Patienten mit Erstimplantation einer Hüfttotalendoprothese*. In: Ulm, Universität Ulm, Diss., 2012, 2012.
34. Goldberg VM, Figgie MP, FIGGIE III HE, Sobel M. *The results of revision total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 1988; 226:86-92.

35. Gollwitzer H, Burgkart R, Diehl P, Gradinger R, Bühren V. *Therapie der Arthrofibrose nach Kniegelenkendoprothetik*. DER ORTHOPÄDE 2006; 35:143-152.
36. Gollwitzer H, Diehl P, Gerdesmeyer L, Mittelmeier W. *Diagnostische Strategien bei Verdacht auf periprothetische Infektion einer Kniegelenktotalendoprothese*. DER ORTHOPÄDE 2006; 35:904-916.
37. Greidanus NV, Masri BA, Garbuz DS, Wilson SD, McAlinden MG, Xui Min, Duncan CP. *Use of Erythrocyte Sedimentation Rate and C-Reactive Protein Level to Diagnose Infection Before Revision Total Knee Arthroplasty: A Prospective Evaluation*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 2007; 89:1409-1416.
38. Günther K, Puhl W, Brenner H, Stürmer T. *Klinische Epidemiologie von Hüft- und Kniegelenkarthrosen: Eine Übersicht über Ergebnisse der „Ulmer Osteoarthrose-Studie“*. ZEITSCHRIFT FÜR RHEUMATOLOGIE 2002; 61:244-249.
39. Hallab NJ, Jacobs JJ. *Biologic effects of implant debris*. BULLETIN OF THE NYU HOSPITAL FOR JOINT DISEASES 2009; 67:182.
40. Harris W, Schiller A, Scholler J, Freiberg R, Scott R. *Extensive localized bone resorption in the femur following total hip replacement*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 1976; 58:612-618.
41. Harvie D, O'Leary T, Kumar S. *A systematic review of randomized controlled trials on exercise parameters in the treatment of patellofemoral pain: what works?* JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY HEALTHCARE 2011; 4:383.
42. Hassenpflug J. *Gekoppelte Knieendoprothesen*. DER ORTHOPÄDE 2003; 32:484-489.
43. Hawk A. *Recreating the knee: The history of knee arthroplasty*. Caducens Winter 9. In, 1993:175-194.
44. Hodrick JT, Severson EP, McAlister DS, Dahl B, Hofmann AA. *Highly crosslinked polyethylene is safe for use in total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 2008; 466:2806-2812.
45. Hossain F, Patel S, Haddad FS. *Midterm assessment of causes and results of revision total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH® 2010; 468:1221-1228.
46. <http://www.njrcentre.org.uk/njrcentre/default.aspx>. Anon. *National Joint Registry for England and Wales Annual Report; 2014* In.
47. <https://aoanjrr.sahmri.com/de/annual-reports-2013>. Anon. *Australien Annual Report 2013*. In, 2013.
48. Inacio MC, Cafri G, Paxton EW, Kurtz SM, Namba RS. *Alternative bearings in total knee arthroplasty: risk of early revision compared to traditional bearings: an analysis of 62,177 primary cases*. ACTA ORTHOPAEDICA 2013; 84:145-152.
49. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. *Rationale of the Knee Society clinical rating system*. CLIN ORTHOP RELAT RES 1989; 248:13-14.
50. Ip D, Ko P, Lee O, Wu W, Lam J. *Natural history and pathogenesis of the patella clunk syndrome*. ARCHIVES OF ORTHOPAEDIC AND TRAUMA SURGERY 2004; 124:597-602.
51. Jerosch J. *Knie-TEP-Revisionseingriffe*. THIME, STUTTGART 1997.
52. Jerosch J, Aldinger G. *Knie-TEP Revisionseingriffe: Lösungsmöglichkeiten bei Beschwerden nach Implantation einer Knieendoprothese; 13 Tabellen*: Thieme, 1997.
53. Keeney JA, Clohisey JC, Curry M, Maloney WJ. *Revision total knee arthroplasty for restricted motion*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 2005; 440:135-140.
54. Kim J, Nelson CL, Lotke PA. *Stiffness after total knee arthroplasty*. J BONE JOINT SURG AM 2004; 86:1479-1484.
55. Kim Y-H, Kim J-S, Park J-W, Joo J-H. *Comparison of the Low Contact Stress and Press Fit Condylar Rotating-Platform Mobile-Bearing Prostheses in Total Knee Arthroplasty: A Prospective Randomized Study*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 2011; 93:1001-1007.

56. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. *Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 2007; 89:780-785.
57. Laubenthal K, Smidt GL, Kettelkamp D. *A quantitative analysis of knee motion during activities of daily living*. PHYSICAL THERAPY 1972; 52:34-43.
58. Lehrke S, Laessle RG. *Definition und Klassifikation*: Springer, 2009.
59. Leta TH, Lygre SHL, Skredderstuen A, Hallan G, Furnes O. *Failure of aseptic revision total knee arthroplasties: 145 revision failures from the Norwegian Arthroplasty Register, 1994–2011*. ACTA ORTHOPAEDICA 2015; 86:48-57.
60. Lobenhoffer P, Tausendfreund J, Zeichen J, Bosch U. *Operative therapie der arthrofibrose*. ARTHROSKOPIE 1999; 12:252-259.
61. Lützner J, Hübel U, Kirschner S, Günther K-P, Krummenauer F. *Langzeitergebnisse in der Knieendoprothetik*. DER CHIRURG 2011; 82:618-624.
62. Marculescu C, Berbari E, Hanssen A, Steckelberg J, Harmsen S, Mandrekar J, Osmon D. *Outcome of prosthetic joint infections treated with debridement and retention of components*. CLINICAL INFECTIOUS DISEASES 2006; 42:471-478.
63. Maurer T, Ochsner P. *Infekt nach Knie totalprothesenimplantation*. DER ORTHOPÄDE 2006; 35:917-928.
64. Mortazavi SJ, Molligan J, Austin MS, Purtill JJ, Hozack WJ, Parvizi J. *Failure following revision total knee arthroplasty: infection is the major cause*. INTERNATIONAL ORTHOPAEDICS 2011; 35:1157-1164.
65. Mühlhofer H, Schauwecker J, Banke I, von Eisenhart-Rothe R. *Septischer Endoprothesenwechsel*. DER ORTHOPÄDE 2015; 44:946-951.
66. Mulhall KJ, Ghomrawi HM, Scully S, Callaghan JJ, Saleh KJ. *Current etiologies and modes of failure in total knee arthroplasty revision*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 2006; 446:45-50.
67. Nakama GY, Peccin MS, Almeida G, Lira Neto Ode A, Queiroz A, Navarro RD. *Cemented, cementless or hybrid fixation options in total knee arthroplasty for osteoarthritis and other non-traumatic diseases*. COCHRANE DATABASE SYST REV 2012; 10.
68. Ong KL, Kurtz SM, Lau E, Bozic KJ, Berry DJ, Parvizi J. *Prosthetic joint infection risk after total hip arthroplasty in the Medicare population*. THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2009; 24:105-109.
69. Otto M, Kriegsmann J, Gehrke T, Bertz S. *Abriebpartikel*. DER PATHOLOGE 2006; 27:447-460.
70. Parvizi J, Adeli B, Zmistowski B, Restrepo C, Greenwald AS. *Management of periprosthetic joint infection: the current knowledge*. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY 2012; 94:e104.
71. Peersman G, Laskin R, Davis J, Peterson M. *Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 2001; 392:15-23.
72. Petersen W, Rembitzki I, Brüggemann G, Ellermann A, Best R, Gösele-Koppenburg A, Liebau C. *Ursachen und Therapie des vorderen Knieschmerzes nach Implantation einer Knie totalendoprothese (K-TEP) Causes and treatment of anterior knee pain after implantation of a total knee arthroplasty (TKA)*.
73. Renz N, Perka C, Trampuz PDA. *Management periprosthetischer Infektionen des Kniegelenks*. DER ORTHOPÄDE 2016; 45:65-71.
74. Ridgeway S, Wilson J, Charlet A, Kafatos G, Pearson A, Coello R. *Infection of the surgical site after arthroplasty of the hip*. JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY, BRITISH VOLUME 2005; 87:844-850.
75. Robertsson O, Knutson K, Lewold S, Lidgren L. *The Swedish Knee Arthroplasty Register 1975-1997: an update with special emphasis on 41,223 knees operated on in 1988-1997*. ACTA ORTHOPAEDICA 2001; 72:503-513.

76. Rößner A. *Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose*. In: Universitätsbibliothek Giessen, 2007.
77. Ruppert M. *Histopathologische Diagnostik der Arthrofibrose*. In: Freie Universität Berlin, Germany, 2012.
78. Saleh KJ, Dykes DC, Tweedie RL, Mohamed K, Ravichandran A, Saleh R, Gioe T, Heck D. *Functional outcome after total knee arthroplasty revision: a meta-analysis*. THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2002; 17:967-977.
79. Saleh KJ, Rand JA, McQueen DA. *Current status of revision total knee arthroplasty: how do we assess results?* J BONE JOINT SURG AM 2003; 85:S18-S20.
80. Salzmann G. Patientenauswahl und Differentialindikation. In: Praxis der Knieendoprothetik: Springer, 2001; 1-5.
81. Schroer WC, Berend KR, Lombardi AV, Barnes CL, Bolognesi MP, Berend M, Ritter M, Nunley R. *Why are total knees failing today? Etiology of total knee revision in 2010 and 2011*. THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2013; 28:116-119.
82. Schwitalle M, Eckardt A, Heine J. Ergebnisse der Press-Fit-Condylar-Prothese (PFC). In: Praxis der Knieendoprothetik: Springer, 2001; 217-246.
83. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM. *Why are total knee arthroplasties failing today?* CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 2002; 404:7-13.
84. Sharkey PF, Lichstein PM, Shen C, Tokarski AT, Parvizi J. *Why are total knee arthroplasties failing today—has anything changed after 10 years?* THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2014; 29:1774-1778.
85. Sheng P-Y, Konttinen L, Lehto M, Ogino D, Jämsen E, Nevalainen J; Pajamäki J, Halonen P, Konttinen Y. *Revision total knee arthroplasty: 1990 through 2002*. J BONE JOINT SURG AM 2006; 88:1425-1430.
86. Smith S, Wastie M, Forster I. *Radionuclide bone scintigraphy in the detection of significant complications after total knee joint replacement*. CLINICAL RADIOLOGY 2001; 56:221-224.
87. Song SJ, Detch RC, Maloney WJ, Goodman SB, Huddleston JI. *Causes of instability after total knee arthroplasty*. THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2014; 29:360-364.
88. Springorum H-R, Rath B, Baier C, Lechler P, Lüring C, Grifka J. *Patellofemorale Schmerz nach primärer Knieendoprothetik*. DER ORTHOPÄDE 2011; 40:907-916.
89. Steckelberg JM, Osmon DR. Prosthetic joint infections. In: Infections Associated with Indwelling Medical Devices, Third Edition: American Society of Microbiology, 2000; 173-209.
90. STUART MJ, LARSON JE, MORREY BF. *Reoperation after condylar revision total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH 1993; 286:168-173.
91. Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel B, Tyndall A, Dick W, Theiler R. *Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index*. ZEITSCHRIFT FÜR RHEUMATOLOGIE 1995; 55:40-49.
92. Suarez J, Griffin W, Springer B, Fehring T, Mason JB, Odum S. *Why do revision knee arthroplasties fail?* THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2008; 23:99-103.
93. Thiele K, Perka C, Matziolis G, Mayr HO, Sostheim M, Hube R. *Current failure mechanisms after knee arthroplasty have changed: polyethylene wear is less common in revision surgery*. J BONE JOINT SURG AM 2015; 97:715-720.
94. Trampuz A, Hanssen AD, Osmon DR, Mandrekar J, Steckelberg JM, Patel R. *Synovial fluid leukocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection*. THE AMERICAN JOURNAL OF MEDICINE 2004; 117:556-562.
95. Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo R. *Infection after total hip arthroplasty*. J BONE JOINT SURG AM 1996; 78:512-523.
96. V. Gärtner H-PS. *Revisionsendoprothetik am Kniegelenk*. ORTHOPÄDIE UND UNFALLCHIRURGIE UP2DATE 2008:233-246.

97. Vezeridis PS, Goel DP, Shah AA, Sung S-Y, Warner JJ. *Postarthroscopic arthrofibrosis of the shoulder*. SPORTS MEDICINE AND ARTHROSCOPY REVIEW 2010; 18:198-206.
98. Wessinghage D. *Historische Aspekte des Gelenkersatzes*. DER ORTHOPÄDE 2000; 29:1067-1071.
99. Whitehouse SL, Blom AW, Taylor AH, Pattison GT, Bannister GC. *The Oxford knee score; problems and pitfalls*. THE KNEE 2005; 12:287-291.
100. Winemaker M, Rahman WA, Petruccelli D, de Beer J. *Preoperative knee stiffness and total knee arthroplasty outcomes*. THE JOURNAL OF ARTHROPLASTY 2012; 27:1437-1441.
101. Wirtz D, Niethard F. *[Etiology, diagnosis and therapy of aseptic hip prosthesis loosening--a status assessment]*. ZEITSCHRIFT FÜR ORTHOPADIE UND IHRE GRENZGEBIETE 1996; 135:270-280.
102. Wolfsteiner J. *Einfluss eines CT-freien Navigationssystems auf die Implantationsgenauigkeit in der Knieendoprothetik*. In : epub Uni-regensburg, 2009.
103. Wörner M, Springorum H, Craiovan B, Winkler S, Grifka J, Renkawitz T. *Die schmerzhafteste Knieprothese*. DER ORTHOPÄDE 2014; 43:440-447.
104. Zange J. *Th. Gluck zum Gedächtnis*. EUROPEAN ARCHIVES OF OTO-RHINO-LARYNGOLOGY 1942; 151:101-106.
105. Zmistowski B, Restrepo C, Kahl LK, Parvizi J, Sharkey PF. *Incidence and reasons for nonrevision reoperation after total knee arthroplasty*. CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH® 2011; 469:138-145.

## 7. Anhang

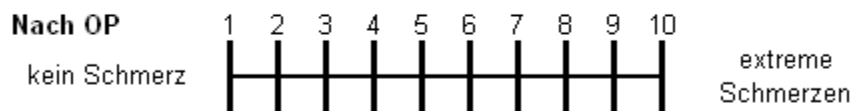
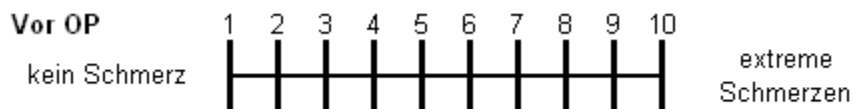
### 7.1. WOMAC – SCORE

#### A. Schmerzfragen

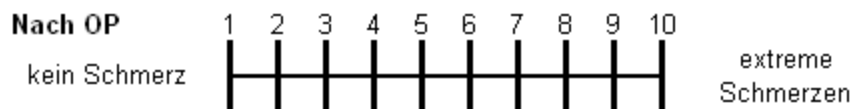
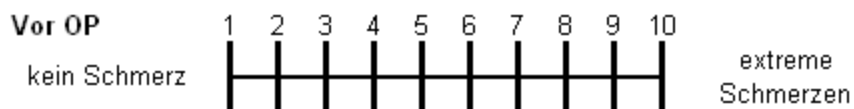
Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen in dem Gelenk das behandelt werden soll. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, welche Sie vor der Operation verspürt haben, sowie in der Tabelle darunter die Schmerzen, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. Bitte markieren Sie die zutreffende Zahl.

Wie starke Schmerzen haben Sie beim:

#### 1. Gehen auf ebenem Boden

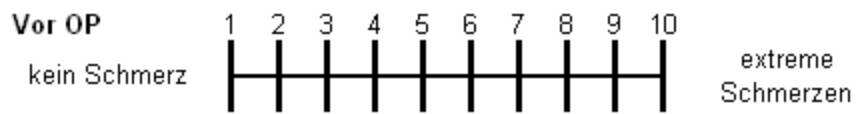


#### 2. Treppen hinauf – oder hinuntersteigen

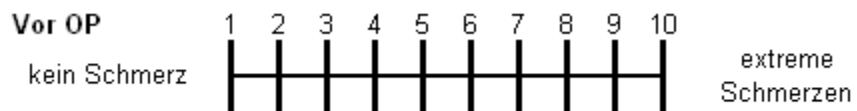




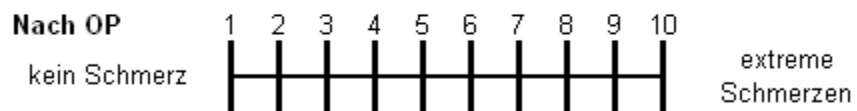
### 3. Nachts im Bett



### 4. Sitzen oder Liegen



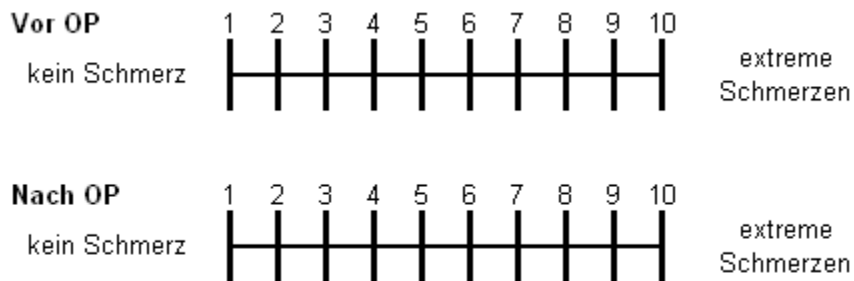
### 5. Aufrecht stehen



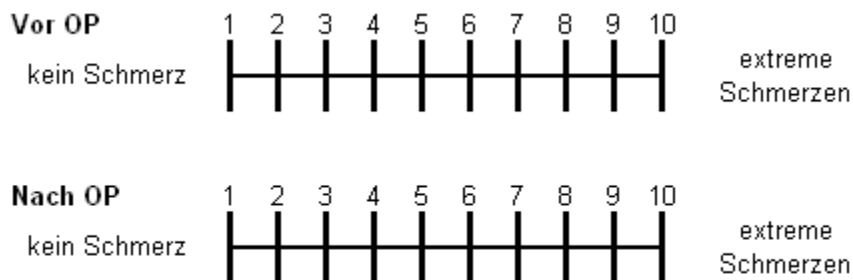
## **B. Fragen zur Steifigkeit**

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die **Steifigkeit (nicht die Schmerzen)** in dem Gelenk, das behandelt wurde. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben und vor der Operation. **Bitte markieren Sie die zutreffende Zahl.**

### **1. Wie stark ist die Steifigkeit des Gelenkes, gerade nach dem Erwachen**



### **2. Wie stark ist die Steifigkeit des Gelenks nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages**



### C. Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten 2 Tagen wegen Beschwerden in dem behandelnden Gelenk gehabt haben(bzw. die Beschwerden im Vergleich zu vor der Operation). Bitte markieren Sie die zutreffende Zahl. ( vor und nach erfolgter Operation)

Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim:

#### **1. Treppen hinuntersteigen**



#### **2. Treppe hinaufsteigen**



### 3. Aufstehen vom Sitzen



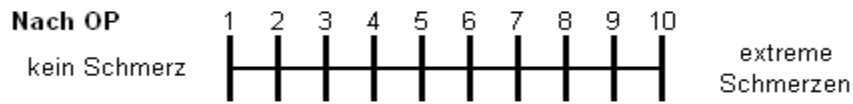
### 4. Stehen



### 5. Sich zum Boden bücken



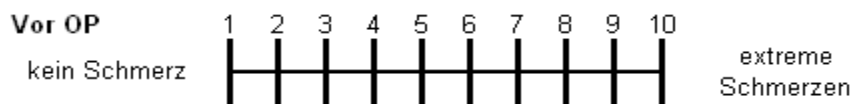
## 6. Auf ebenem Boden gehen



## 7. Einsteigen ins Auto/Aussteigen aus dem Auto



## 8. Einkaufen gehen



## 9. Socken/Strümpfe anziehen



### 10. Aufstehen vom Bett



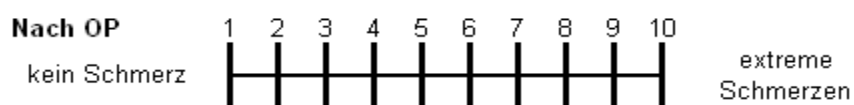
### 11. Socken/Strümpfe ausziehen



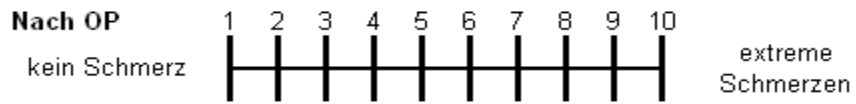
### 12. Liegen im Bett



### 13. In die Badewanne/aus dem Bad steigen



#### 14. Sitzen



#### 15. Sich auf die Toilette setzen/Aufstehen von der Toilette



## 7.2. Oxford-Knee-Score

Bitte beantworten Sie die folgenden 12 Fragen, indem Sie bei jeder Frage die zutreffende Zahl ankreuzen. Wählen Sie nur eine Antwort pro Frage. Mit Diesem Ihnen vorliegenden Fragebogen möchten wir näheres Informationen über Ihren Gesundheitszustand erfragen. Bitte geben Sie an, welcher Zustand für Sie **vor und nach** der Operation zutreffend ist.

**1** Wie würden Sie die Schmerzen beschreiben, die Sie üblicherweise in Ihrem Knie hatten?

a) vor der Operation		b) nach der Operation(aktuell)	
1. keine	<input type="checkbox"/>	1. keine	<input type="checkbox"/>
2. sehr gering	<input type="checkbox"/>	2. sehr gering	<input type="checkbox"/>
3.gering	<input type="checkbox"/>	3.gering	<input type="checkbox"/>
4. mäßig	<input type="checkbox"/>	4. mäßig	<input type="checkbox"/>
5. stark	<input type="checkbox"/>	5. stark	<input type="checkbox"/>

**2** Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, sich selbst zu waschen und abzutrocknen (am ganzen Körper)?

a) vor der Operation		b) nach der Operation (aktuell)	
1.keine	<input type="checkbox"/>	1.keine	<input type="checkbox"/>
2. sehr gering	<input type="checkbox"/>	2. sehr gering	<input type="checkbox"/>
3.gering	<input type="checkbox"/>	3.gering	<input type="checkbox"/>
4.mäßig	<input type="checkbox"/>	4.mäßig	<input type="checkbox"/>
5. stark	<input type="checkbox"/>	5. stark	<input type="checkbox"/>



**3** Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, in ein, bzw. Aus einem Auto zu steigen oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen? (welches Sie eher benutzen)

**a) vor** der Operation

**b) nach** der Operation(aktuell)

1.keine	<input type="checkbox"/>	1.keine	<input type="checkbox"/>
2.sehr gering	<input type="checkbox"/>	2. sehr gering	<input type="checkbox"/>
3.gering	<input type="checkbox"/>	3. gering	<input type="checkbox"/>
4.mäßig	<input type="checkbox"/>	4. mäßig	<input type="checkbox"/>
5. stark	<input type="checkbox"/>	5. stark	<input type="checkbox"/>

**4** Wie lange konnten Sie gehen, bevor Sie starke Schmerzen in ihrem Knie bekamen (mit oder ohne Stock)?

**a) vor** der Operation

**b) nach** der Operation(aktuell)

1. keine Schmerzen/ > 30 min	<input type="checkbox"/>	1. keine Schmerzen/ > 30 min	<input type="checkbox"/>
2. 16 bis 30 Minuten	<input type="checkbox"/>	2. 16 bis 30 Minuten	<input type="checkbox"/>
3. 5 bis 15 min	<input type="checkbox"/>	3. 5 bis 15 min	<input type="checkbox"/>
4. nur zu Hause	<input type="checkbox"/>	4. nur zu Hause	<input type="checkbox"/>
5. gar nicht	<input type="checkbox"/>	5. gar nicht	<input type="checkbox"/>

**5** Wie schmerzhaft war es für Sie wegen Ihrem Knie, nach einer Mahlzeit wieder vom Tisch aufzustehen?

**a) vor** der Operation

**b) nach** der Operation(aktuell)

1. keine	<input type="checkbox"/>	1. keine	<input type="checkbox"/>
2. sehr gering	<input type="checkbox"/>	2. sehr gering	<input type="checkbox"/>
3. gering	<input type="checkbox"/>	3. gering	<input type="checkbox"/>
4. mäßig	<input type="checkbox"/>	4. mäßig	<input type="checkbox"/>
5. stark	<input type="checkbox"/>	5. stark	<input type="checkbox"/>

**6** Haben Sie wegen Ihrem Knie beim Gehen gehinkt?

**a) vor** der Operation

**b) nach** der Operation(aktuell)

1. selten/nie	<input type="checkbox"/>	1. selten/nie	<input type="checkbox"/>
2. manchmal o. nur am Anfang	<input type="checkbox"/>	2. manchmal o. nur am Anfang	<input type="checkbox"/>
3. oft, nicht nur am Anfang	<input type="checkbox"/>	3. oft, nicht nur am Anfang	<input type="checkbox"/>
4. die meiste Zeit	<input type="checkbox"/>	4. die meiste Zeit	<input type="checkbox"/>

**7** Die ganze Zeit / Konnten Sie sich hinknien und danach wieder aufstehen?

**a) vor** der Operation

**b) nach** der Operation(aktuell)

1. ja, leicht	<input type="checkbox"/>	1. ja, leicht	<input type="checkbox"/>
2. mit geringen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	2. mit geringen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
3. mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	3. mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
4. mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	4. mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
5. nein unmöglich	<input type="checkbox"/>	5. nein unmöglich	<input type="checkbox"/>

**8** Wurden Sie nachts im Bett durch Schmerzen in Ihrem Knie gestört?

<b>a) vor der Operation</b>		<b>b) nach der Operation(aktuell)</b>	
1. nie	<input type="checkbox"/>	1. nie	<input type="checkbox"/>
2. nur 1 oder 2 Nächte	<input type="checkbox"/>	2. nur 1 oder 2 Nächte	<input type="checkbox"/>
3. einige Nächte	<input type="checkbox"/>	3. einige Nächte	<input type="checkbox"/>
4. die meisten Nächte	<input type="checkbox"/>	4. die meisten Nächte	<input type="checkbox"/>
5. Jede Nacht	<input type="checkbox"/>	5. Jede Nacht	<input type="checkbox"/>

**9** Wie sehr haben Schmerzen in Ihrem Knie Ihre normale Arbeit (einschließlich Hausarbeit) beeinträchtigt?

<b>a) vor der Operation</b>		<b>b) nach der Operation(aktuell)</b>	
1. gar nicht	<input type="checkbox"/>	1. gar nicht	<input type="checkbox"/>
2. ein wenig	<input type="checkbox"/>	2. ein wenig	<input type="checkbox"/>
3. mäßig	<input type="checkbox"/>	3. mäßig	<input type="checkbox"/>
4. erheblich	<input type="checkbox"/>	4. erheblich	<input type="checkbox"/>
5. vollständig	<input type="checkbox"/>	5. vollständig	<input type="checkbox"/>

**10** Hatten Sie das Gefühl, dass Ihr Knie plötzlich “nachgeben” oder Sie nicht mehr tragen könnte?

<b>a) vor der Operation</b>		<b>b) nach der Operation(aktuell)</b>	
1. selten/nie	<input type="checkbox"/>	1. selten/nie	<input type="checkbox"/>
2. manchmal o. nur am Anfang	<input type="checkbox"/>	2. manchmal o. nur am Anfang	<input type="checkbox"/>
3. oft, nicht nur am Anfang	<input type="checkbox"/>	3. oft, nicht nur am Anfang	<input type="checkbox"/>
4. die meiste Zeit	<input type="checkbox"/>	4. die meiste Zeit	<input type="checkbox"/>
5. die ganze Zeit	<input type="checkbox"/>	4. die ganze Zeit	<input type="checkbox"/>

**11** Konnten Sie die Haushaltseinkäufe selbst erledigen?

<b>a) vor</b> der Operation		<b>b) nach</b> der Operation(aktuell)	
1. ja, leicht	<input type="checkbox"/>	1. ja, leicht	<input type="checkbox"/>
2. mit geringen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	2. mit geringen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
3. mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	3. mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
4. mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	4. mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
5. nein unmöglich	<input type="checkbox"/>	5. nein unmöglich	<input type="checkbox"/>

**12** Konnten Sie eine Treppe hinunter gehen?

<b>a) Vor</b> der Operation		<b>b) nach</b> der Operation(aktuell)	
1. ja, leicht	<input type="checkbox"/>	1. ja, leicht	<input type="checkbox"/>
2. mit geringen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	2. mit geringen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
3. mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	3. mit mäßigen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
4. mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	4. mit extremen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>
5. nein unmöglich	<input type="checkbox"/>	5. nein unmöglich	<input type="checkbox"/>