

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Physikalische Medizin und Rehabilitation  
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. Dipl. Ing. Volkmar Jansson

**Klinische Ergebnisqualität der primären Knieendoprothetik  
unter besonderer Berücksichtigung der Arthrofibrose an einem  
spezialisierten Zentrum**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Nicoleta Damaris Gromer, geb. Barbulea

aus  
Sibiu

2018

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter:	Priv. Doz. OA Dr. Christof Birkenmaier
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. Werner Keyl PD Dr. Hermann Anetzberger
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. Boris Mandryka
Dekan:	Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel
Tag der mündlichen Prüfung:	15.05.2018

– Meiner Familie gewidmet –

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Funktion und Biomechanik des Kniegelenks.....	3
2.2 Geschichte der Knieendoprothetik .....	7
2.3 Indikation zum endoprothetischen Kniegelenkersatz .....	9
2.4 Klassifikation der Knieprothesen .....	10
2.5 Definition der Arthrofibrose .....	13
2.5.1 Pathophysiologie der Arthrofibrose .....	14
2.5.2 Primäre Arthrofibrose .....	17
2.5.3 Sekundäre Arthrofibrose .....	17
2.5.4 Therapieoptionen und Arthrofibrose-Prävention .....	18
<b>3 Zielsetzung.....</b>	<b>21</b>
<b>4 Material und Methoden .....</b>	<b>22</b>
4.1 Studienzeitraum und Patienten.....	22
4.2 Studiendesign .....	22
4.3 Bewertung der erhobenen Daten .....	24
4.4 Statistik.....	25
<b>5 Ergebnisse .....</b>	<b>27</b>
5.1 Ergebnisse der präoperativen Einflussfaktoren.....	27
5.2 Ergebnisse der postoperativen Risikofaktoren.....	33
5.3 Erwartungen an die Kniegelenksprothese .....	44
5.4 Patientenzufriedenheit.....	46
<b>6 Diskussion.....</b>	<b>47</b>
<b>7 Zusammenfassung .....</b>	<b>56</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>59</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>68</b>

---

<b>Lebenslauf.....</b>	<b>69</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>70</b>
<b>Eidesstattliche Versicherung .....</b>	<b>71</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ACS .....	advanced coated system
AF.....	Arthrofibrose
AFG.....	Arthrofibrose Gruppe
BMI .....	Body-Mass-Index
CMP .....	continuous passive motion
ECM .....	extrazelluläre Matrix
LCS.....	low contact stress
Lig. ....	Ligamentum
Ligg. ....	Ligamenta
M. ....	Musculus
Mm. ....	Musculi
nAFG.....	nicht Arthrofibrose Gruppe
OP.....	Operation
PDGF.....	Platelet-derived growth factor
PPI.....	periprotetische Infektion
Reha.....	Rehabilitation
TEP.....	Totalendoprothese
TGF- $\beta$ 1 .....	Transforming growth factor beta 1
XT.....	Xylosyltransferase

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Das Femoropatellargelenk .....	5
<b>Abbildung 2:</b>	a Normverhältnisse; b Genu valgum; c Genu varum.....	6
<b>Abbildung 3:</b>	Knieprothese nach Gluck .....	8
<b>Abbildung 4:</b>	Prothesentypen .....	11
<b>Abbildung 5:</b>	Hypothetisches Arthrofibrose-Modell nach Faust und Traut .....	16
<b>Abbildung 6:</b>	Altersverteilung bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	27
<b>Abbildung 7:</b>	Geschlechterverteilung .....	28
<b>Abbildung 8:</b>	Operierte Seiten .....	28
<b>Abbildung 9:</b>	Knie-OP Diagnose bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	29
<b>Abbildung 10:</b>	Adipositas .....	29
<b>Abbildung 11:</b>	ASK bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	30
<b>Abbildung 12:</b>	Diabetes mellitus bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	31
<b>Abbildung 13:</b>	Depressionen bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	31
<b>Abbildung 14:</b>	Thrombose bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	32
<b>Abbildung 15:</b>	Schmerzverlauf in Ruhe.....	32
<b>Abbildung 16:</b>	Schmerzverlauf unter Belastung .....	33
<b>Abbildung 17:</b>	Schmerzmittelbedarf vor der Operation bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	36
<b>Abbildung 18:</b>	Schmerzmittelbedarf vor der Reha bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	36
<b>Abbildung 19:</b>	Schmerzmittelbedarf 2 Jahre post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	37
<b>Abbildung 20:</b>	Knieschwellung post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	38
<b>Abbildung 21:</b>	Knieschwellung nach der Reha bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	38
<b>Abbildung 22:</b>	Knieschwellung 2 Jahre post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	39
<b>Abbildung 23:</b>	Durchgeführte Physiotherapiesitzungen bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	40
<b>Abbildung 24:</b>	Spazieren gehen, bevor der Knieschmerz sehr stark wird (Prä-OP).....	41
<b>Abbildung 25:</b>	Spazierengehen bevor der Knieschmerz sehr stark wird (1 Jahr post-OP) .....	41
<b>Abbildung 26:</b>	Treppensteigen prä-OP Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	42
<b>Abbildung 27:</b>	Treppensteigen 1 Jahr post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	42
<b>Abbildung 28:</b>	Hämarthros bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	43

---

<b>Abbildung 29:</b>	Narkosemobilisation bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	43
<b>Abbildung 30:</b>	Erfüllung der OP-Erwartung bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose...	44
<b>Abbildung 31:</b>	Kniegelenksbeweglichkeit nach der Operation bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	44
<b>Abbildung 32:</b>	Beeinträchtigung durch Kniebeschwerden bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	45
<b>Abbildung 33:</b>	Angst oder Depression bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose.....	46
<b>Abbildung 34:</b>	Lebensqualität mit Knie-TEP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .	46



## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b>	Einteilung von Knieprothesen.....	11
<b>Tabelle 2:</b>	Übersicht über Knieprothesen nach der internationalen Norm ISO 7207 /1-1985.....	12
<b>Tabelle 3:</b>	OP-Dauer bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	34
<b>Tabelle 4:</b>	Verwendete Prothese bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose .....	34
<b>Tabelle 5:</b>	Vorzeichentest Schmerzmittelbedarf .....	37

# 1 Einleitung

Finkenstädt & Niehaus 2015; Merx et al. 2003 und Wengler et al. 2014, sprechen von einer absoluten Zunahme an Hüft- und Knieeingriffen in den vergangenen Jahrzehnten nicht nur in Deutschland, sondern europaweit und in den USA. Wengler et al. 2014 begründet die Zunahme an Kniegelenkersatz-OPs neben altersassoziierten Grunderkrankungen auch mit dem demographischen Wandel der Bevölkerung und die damit verbundene Zunahme der Risikopopulation.

Die Implantation einer Knieprothese zählt mittlerweile im deutschsprachigen Raum zu den häufigsten operativen Eingriffen in orthopädisch-chirurgischen Krankenhäusern (Renkawitz & von Knoch 2014).

In Deutschland werden nach Angaben der Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung pro Jahr etwa 145.000 Knieendoprothesen (Ersteingriff) eingesetzt und rund 12.500 Prothesenwechsel vorgenommen. Der Zeitraum zwischen dem Ersteingriff und dem Wechseleingriff der Kniegelenkprothese ist die Standzeit (EPRD 2015). Kulkarni et al. 2000, erklärte, dass die Standzeit einer Kniegelenkprothese auf 12 bis 15 Jahre geschätzt wird. In der Zukunft soll ein spezielles Endoprothesenregister anhand von Langzeitanalysen genauere Informationen zu wichtigen Faktoren wie Komplikationen und Häufigkeit der Knie-TEP-Revisionen liefern. So kann unter dem Einfluss mehrerer Faktoren eine genauere Standzeit der Knie-TEP prognostiziert werden.

Die vorliegende Studie zur klinischen Ergebnisqualität der primären Knieendoprothetik ist eine retrospektive Analyse aller Patienten mit Implantation einer Doppelschlitten- und Monoschlittenendoprothese in dem oberbayerischen Versorgungszentrum des Klinikums Garmisch-Partenkirchen aus den Jahren Dezember 2011 bis Dezember 2013 (OP-Termine) im 1-Jahres- und 2-Jahres-Follow-up. In diesem Zeitraum wurden 1555 Patienten mit einer Knieprothese operativ versorgt.

Es stellt sich die Frage warum nach eingesetzter Knieendoprothese (je nach Literatureingabe) 3 % bis 10% der Patienten eine Arthrofibrose entwickeln. Mit dieser Problematik beschäftigen wir uns in dieser Arbeit. Mit den an Patienten zugeschickten Fragebögen und der Karteikartenrecherche kommen wir dieser postoperativen Komplikation näher und eruieren die Einfluss- und Risikofaktoren, die die Arthrofibrose-Entstehung nach Knieendoprothese begünstigen könnten.

In der Studie wurden diverse Parameter wie Zufriedenheit, Beweglichkeit/Arthrofibrose, Aktivität und Schmerz evaluiert.

Unter einer Arthrofibrose versteht man eine in Qualität und/oder Quantität pathologische Bindegewebsvermehrung in Gelenken als Folge chirurgischer Gelenkeingriffe und Traumata (Zeichen et al. 2008). Eine Arthrofibrose führt zu schmerzhaften und persistierenden Einschränkungen der Gelenkbeweglichkeit. Die Prävalenz der Arthrofibrose nach Implantation einer Kniegelenkendoprothese ist mit 5–10 % relativ hoch (Gollwitzer et al. 2006), wobei in der Literatur auch eine Häufigkeit zwischen 4 % und 35 % genannt wird (Bosch 2002; Freiling et al. 2006; Mayr et al. 2004; Shelbourne et al. 1996). 35 % der jüngeren Patienten sind aufgrund der Arthrofibrose mit dem postoperativen Zustand unzufrieden (Julin et al. 2010).

Um einer Arthrofibrose und damit auch Schmerzen und Bewegungsdefiziten nach Implantation einer Knie-Totalendoprothese-(TEP) entgegenzuwirken, ist die Identifikation der spezifischen Ursache für eine geeignete Therapiewahl essenziell. CPM-(continuous passive motion)-Schienen, ausreichende Analgesie, Intensivierung der Physiotherapie und häufig auch die Kniemobilisation werden angewandt, um mindestens dem funktionellen Qualitätsstandard von (Extension/ Flexion) E/F 0-0-90 gerecht zu werden.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Funktion und Biomechanik des Kniegelenks

Das Kniegelenk bildet die bewegliche Verbindung zwischen Oberschenkel und Unterschenkel. Es wird als ein kraftschlüssiges Gelenk bezeichnet, bei dem der Bandapparat und die knieumspannende Muskulatur sowohl für die Stabilität als auch für einen geordneten Bewegungsablauf sorgen (Kummer 1989).

Die Gesundheit und Beweglichkeit des Kniegelenks wird durch die Parameter Beugung und Streckung bestimmt. Als Norm für die Beweglichkeit eines gesunden Kniegelenks wird häufig das anatomische Idealmaß herangezogen. Es beträgt in der Regel einen Extension-/Flexionsbewegungsumfang von 120–150°/0/5–10° (Hepp & Debrunner 2004, Wirth 1992, Wirth 2005).

Die für das Knie typischen Roll-Gleit-Bewegungen werden durch die sechs Freiheitsgrade des Kniegelenkes ermöglicht. Diese werden in jeweils drei Translations- und drei Rotationsfreiheitsgrade unterteilt (Jakob & Stäubli 1990). Unter den Translationsfreiheitsgraden werden die antero-posteriore und medio-laterale Translation sowie die Distraction und Kompression verstanden. Bei der Flexion/Extension, der Abduktion/Adduktion sowie bei der Außen- und Innenrotation spricht man von Rotationsbewegungen. Bei allen Rotationsbewegungen verläuft die Drehachse jeweils in einer anderen Ebene (Wagner & Schabus 1982).

Das Femorotibialgelenk ist ein sogenannter Trochoginglymus. Darunter versteht man ein polyzentrisches Gelenk mit Rotationsmöglichkeiten in Beugestellung (Rohen 2007). Die dazu gehörenden Elemente wie Knochen, Knorpel, Menisken und der Kapsel-Band-Apparat bilden eine funktionelle Einheit (Plitz 2000).

Im Kniegelenk beugen die ischiokruralen Muskeln, (Musculi (Mm.) semimembranosus, Mm. semitendinosus und Mm. biceps femoris) (Frick et al. 1992).

Die Stellung des Hüftgelenkes ist maßgebend für die aktive Beugung des Kniegelenks. Bei gestrecktem Hüftgelenk ist eine aktive Beugung um 125° möglich (dabei werden die Flexoren des Kniegelenks aktiv insuffizient), bei gebeugtem Hüftgelenk hingegen bis ca. 150°. Eine passive Beugung des Kniegelenks ist bis ca. 160° durchführbar (Rohen & Lütjen-Drecoll 2001).

Das Kniegelenk wird von dem Musculus (M.) quadriceps femoris gestreckt. Eine Streckung des Kniegelenks ist bis in die Neutralposition physiologisch. Die Streckung wird durch die Anspannung der Kollateralbänder und von Teilen der Kreuzbänder gebremst. Die maximale aktive Überstreckung beträgt in etwa  $5^\circ$ , wobei passiv eine Überstreckung von bis zu  $10^\circ$  möglich ist. Während der Extension bewegen sich die Menisci nach ventral, in Neutral-Null-Stellung werden sie zur Seite gedrückt.

Bei gebeugtem Unterschenkel ist auch eine Einwärts- und Auswärtsrotation der Tibia möglich. Für die Einwärtsrotation sind die Mm. semimembranosus, und Mm. popliteus zuständig. Die Auswärtsrotation der Tibia macht der M. biceps femoris möglich.

Das Drehmoment der Extensoren des Kniegelenks übersteigt das der Flexoren um etwa das Dreifache. Der Strecker M. quadriceps femoris muss beim Treppensteigen annähernd das gesamte Körpergewicht mobilisieren, bei Flexion im Kniegelenk rechtzeitig bremsen und die Stellung fixieren. Ohne den M. quadriceps femoris ist das Aufrichten des Körpers aus der Liegeposition oder aus der Hocke und das Aufstehen aus dem Sitzen nicht möglich (Frick et al. 1992).

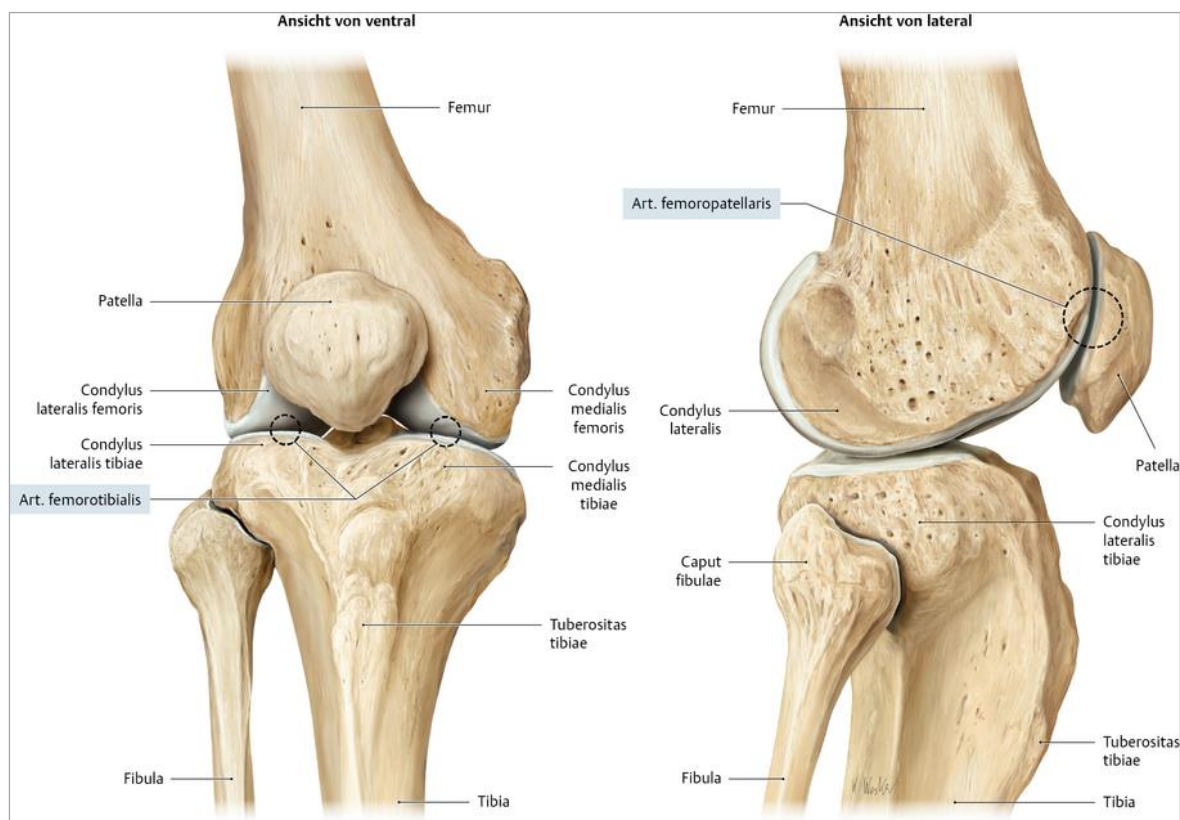
Aufgrund der biomechanisch komplizierten Krafteinleitung während der Bewegungsabläufe werden beim Kniegelenk für die notwendige Stabilität aktive und passive Stabilisatoren benötigt (s. Abb. 2). Zu den passiven Stabilisatoren zählen das vordere und hintere Kreuzband, das mediale und laterale Kollateralband, die Gelenkkapsel und der knöcherne Gelenkkontakt. Aktive Strukturen wie der M. quadriceps stabilisieren das Knie gegen Schub- und Scherkräfte. Diese Strukturen können ihre Funktion nur erfüllen, wenn sie intakt sind und passiv eine gewisse Vorspannung aufweisen (Wagner & Schabus 1982).

Das zu den passiven Stabilisatoren gehörende vordere Kreuzband verhindert eine Subluxation der Tibia, begrenzt in Flexionsstellung die Innen- und Außenrotation des Unterschenkels und limitiert die Extension (Schulz et al. 1984). Das hintere Kreuzband des Kniegelenks wirkt bei der Flexion einer Subluxation nach vorne entgegen und verhindert zusammen mit der Streckmuskulatur, dass die Kondylen beim Gehen, Stehen, Laufen nach vorwärts gleiten (Kapandij 1985). Ab einem Beugungswinkel von etwa  $20^\circ$  wird durch die Anspannung der Kreuzbänder aus der Rollbewegung zunehmend eine Gleitbewegung (Kentner 2008).

In der Endphase der Innenrotation umwickeln sich das vordere und das hintere Kreuzband, wodurch die Innenrotation gebremst wird; bei der Außenrotation lösen sie sich wieder voneinander (Putz et al. 2007).

Ein Abriss der Kreuzbänder führt dazu, dass bei gebeugtem Knie die Tibia gegen das Femur hin- und hergeschoben werden kann (Schubladenphänomen) (Frick et al. 1992).

Im Femoropatellargelenk artikuliert die Facies patellaris femoris mit der Patella, die in die Quadriceps-Sehne eingelagert ist (s. Abb. 3). Die rückläufige Gelenkfläche der Patella, die Facies articularis patellae, ist mit einer Dicke von 6 cm der dickste Gelenkknorpel des menschlichen Körpers. Die überknorpelte Gelenkfläche der Patella hat einen fast mittig laufenden vertikal ausgerichteten First. Mit diesem gleitet die Patella in die Facies patellaris femoris und wird im Bewegungslauf um etwa 5–7 cm nach distal verschoben. In Streckstellung liegt die Patella zum größten Teil auf dem Recessus suprapatellaris und hat nur noch mit ihrem unteren Rand Kontakt zur Facies patellaris femoris. Die Kontaktfläche zwischen Patella und ihrem Gleitlager erreicht ein Maximum bei einer Beugung von 60°. Die Anpresskraft der Patella steigt während der Kniebeugung auf über 1000 N, weil durch die zunehmende Abweichung von der Schwerlinie das Drehmoment steigt und der M. quadriceps femoris dementsprechend mehr Kraft aufbringen muss (Schünke 2014, Benninghof & Drenckhahn 2003).



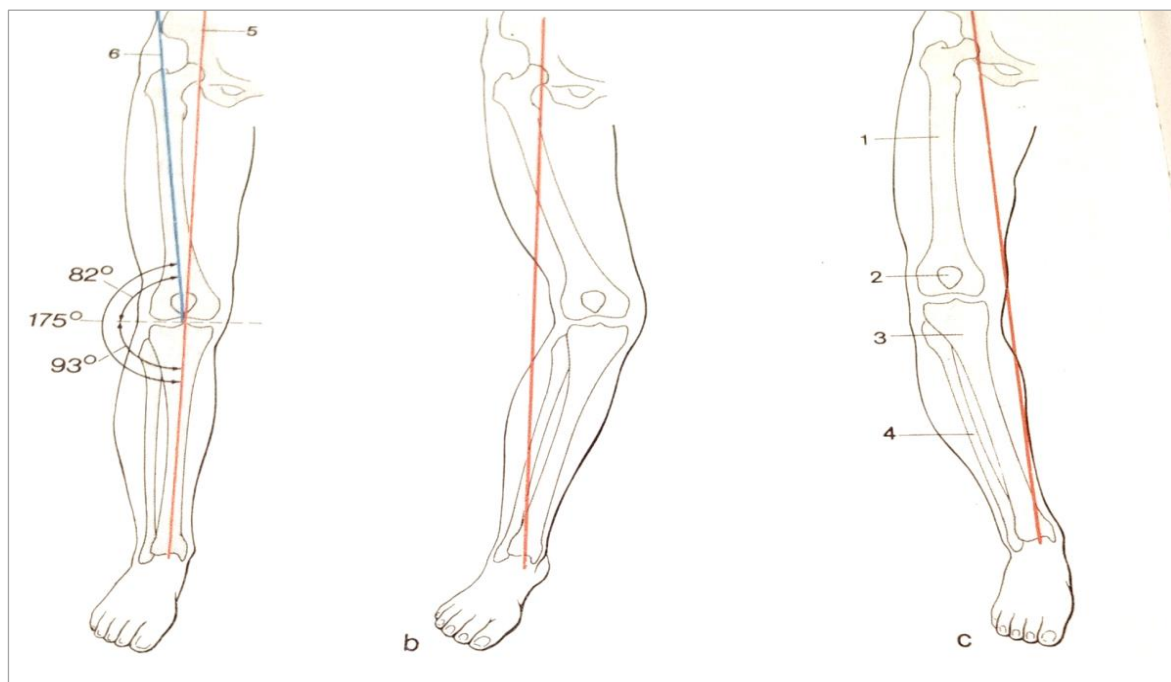
**Abbildung 1:** Das Femoropatellargelenk  
([https://viamedici.thieme.de/api/images/l/e/l/e/n/k/ana\\_003500\\_kniegelenk.png](https://viamedici.thieme.de/api/images/l/e/l/e/n/k/ana_003500_kniegelenk.png))

Bei normalen Achsenverhältnissen des Erwachsenen bildet die Schaftachse des Femurs mit der Längsachse der Tibia einen nach lateral offenen Winkel von etwa 175° (s. Abb. 2).

Dieser Winkel wird als frontaler Kniewinkel bezeichnet. Unter diesen Normbedingungen liegen die großen Gelenke der unteren Extremität, das Hüftgelenk, das Kniegelenk und das obere Sprunggelenk auf einer Geraden. Diese Traglinie des Beins verbindet das Drehzentrum des Femurkopfes, die Eminentia intercondylaris der Tibia und die Mitte der Malleolengabel.

Eine X-Beinstellung im Kniegelenk wird als Genu valgum bezeichnet. Die Traglinie des Beins rückt nach lateral, der frontale Kniewinkel ist deutlich kleiner als  $175^\circ$ , so dass die Knie beim Gehen aneinander streifen (s. Abb. 4). Die Fehlbelastung des Kniegelenks führt zu einer Überdehnung des inneren Seitenbands und zu einer Schädigung des Knorpels in der lateralen Gelenkhälfte durch übermäßige Druckbeanspruchung.

Bei einer O-Beinstellung liegen umgekehrte Verhältnisse vor. Durch die Fehlstellung wird das äußere Außenband überdehnt und der Knorpel des medialen Gelenkabschnitts komprimiert. Die Traglinie des Beins rückt nach medial und der frontale Kniewinkel ist größer als  $175^\circ$  (s. Abb. 2).



**Abbildung 2: Frontaler Kniewinkel und Traglinie des Beines**

a Normverhältnisse; b Genu valgum; c Genu varum

1 = Femur, 2 = Patella, 3 = Tibia, 4 = Fibula, 5 = Traglinie, 6 = Oberschenkelchaftachse  
(Spezielle Anatomie I Thieme Verlag 1992; Band 1 S.362)

Aufgrund der Fehlbelastung des Kniegelenkes kommt es beim Genu varum und Genu valgum im Laufe der Zeit zu degenerativen Veränderungen des Knochen- und Knorpelgewebes und zu Überdehnungen von Band-, Muskel- und Kapselstrukturen (Paley 2005).

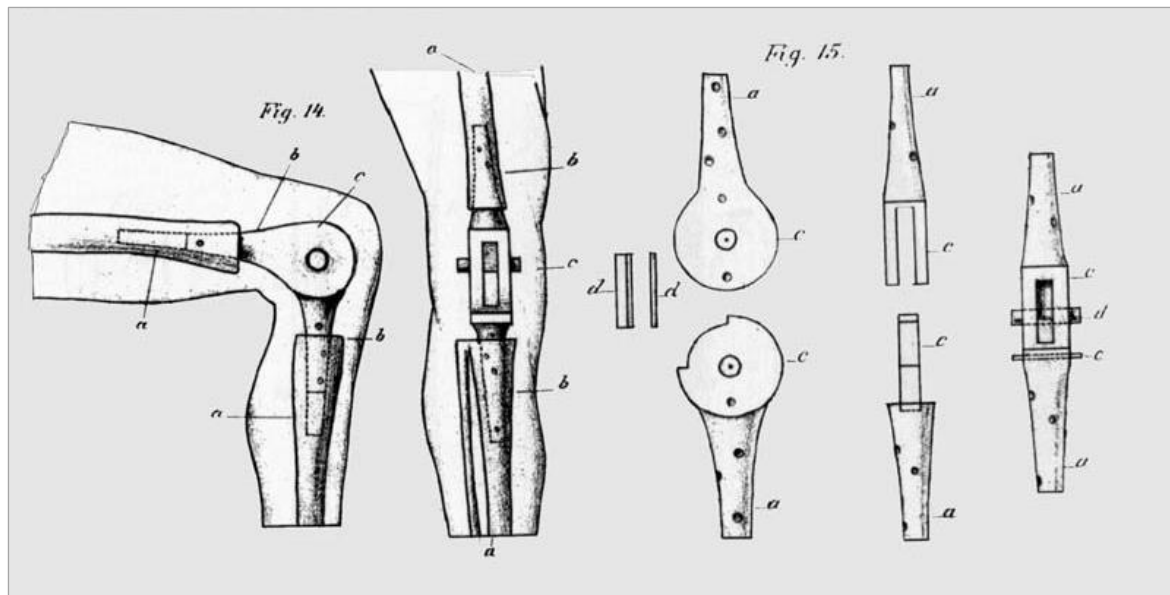
## **2.2 Geschichte der Knieendoprothetik**

Die ersten Versuche in der Gelenkchirurgie des 18. und 19. Jahrhunderts waren Resektionsarthroplastiken. Der schottische Chirurg Charles White entfernte 1768 bei einem 14-jährigen Jungen, dessen Schultergelenk aufgrund einer Osteomyelitis gebrauchsunfähig war, den Oberarmkopf. Nach der Operation war der Arm kürzer als der gesunde, blieb aber im Schultergelenk beweglich (White 1770). Im Jahre 1821 hatte der Londoner Chirurg Anthony White bei einem 19-jährigen Mann, der nach einem Sturz eine Hüftgelenksluxation erlitten hatte und gehunfähig war, den Hüftkopf und Schenkelhals entfernt. Der verbliebene Knochenstumpf wurde in die Gelenkpfanne eingestellt. Das Resultat war ein belastungsfähiges Gelenk mit begrenzter Beweglichkeit (Blauth und Donner 1979).

1890 implantierte der deutsche Chirurg Themistokles Gluck (1853–1942), Chefarzt des Kaiser und Kaiserin Friedrich Kinderkrankenhauses in Berlin-Wedding, einem Patienten mit Kniegelenktuberkulose eine Kniegelenkendoprothese aus Elfenbein mit Hilfe von Kollophonium und Gips (s. Abb. 5). Damit konzipierte Gluck die Zementfixation von Prothesen.

Obwohl erst fünf der vierzehn implantierten Prothesen auf Dauer erfolgreich waren, veröffentlichte Gluck 1891 seine Ergebnisse. Aufgrund vermehrt auftretender Infektionen und einer ungünstigen Indikation mussten die restlichen wieder entfernt werden (Wessinghage 1991).





**Abbildung 3:** Knieprothese nach Gluck  
Ivory total knee arthroplasty, with exploded view of knee prosthesis showing slots for horizontal fixation pegs (BMJ 1992; 305:1534-6)

Die folgenden Jahre prägten zahlreiche Versuche, eine geeignete Prothesenform und Implantationstechnik zu finden. Zunächst versuchten Wissenschaftler nur ein Gelenkkompartiment zu ersetzen. Diese Methode führte zu einer starken Destruktion des nicht versorgten Kompartiments und zu einer aseptischen Lockerung (Jerosch & Heisel 1998).

Die Fixation des Gelenkes mittels Zement wurde später von John Charnley übernommen und etabliert (Gluck 1891, Blauth & Donner 1979, Wessinghage 1995).

Die ersten, häufig implantierten Scharnierendoprothesen waren die Modelle von Walldius und Shiers aus Acrylharz (Riley 1976, Walldius 1957). Diese Prothesen entstanden noch vor der Einführung des Knochenzementes und hatten eine unzureichende Abriebfestigkeit (Grundeis 2006).

In den 1960er-Jahren wurden mit der Einführung des „Low-friction-Prinzips“ große Fortschritte im Rahmen der Hüftprothetik erzielt. Dabei wurde nicht mehr Metall mit Metall kombiniert, sondern ein Hüftkopf aus Metall mit einer Hüftpfanne aus Polyethylen (Engelbrecht 1984, Wessinghage 2000, Blauth & Donner 1979). Dieses Prinzip wurde Anfang der 1970er-Jahre auch in der Knieendoprothetik übernommen.

Mit den überwiegend achsengeführten Scharnierendoprothesen wurden erstmals positive Langzeitergebnisse erzielt. Dabei artikulierten Femurkondylen aus Metall mit Polyethylen-Lauflächen, die auf einem metallischen Tibiaplateau aufgebracht waren. Nachteilig bei diesem Prothesentyp war der große Knochenverlust bei der Primärimplantation infolge der Notwendigkeit einer ausgedehnten intramedullären Verankerung der Komponenten in den

Knochen (Jerosch et al. 1997). Ein weiterer Nachteil war die starre Achsenverbindung der Prothesenteile, die keine Rotationsbewegung mehr im Kniegelenk zuließ. Das Resultat war eine rasche Lockerung der Prothese und häufige Infektionen.

Ende der 1970er-, Anfang der 1980er-Jahre wurden ungekoppelte Gleitschienen und der Oberflächenersatz weiterentwickelt.

Das zunehmende Verständnis der Kinematik des Kniegelenks führte zu einer Vielfalt von Modellprothesen und unterschiedlichen Philosophien der endoprothetischen Versorgung. Die technische Umsetzung der Biomechanik des Kniegelenks stellte eine große Herausforderung dar. Durch stetige Weiterentwicklungen wurde es zunehmend möglich, physiologische Bewegungsabläufe wie Gleiten, Rollen und Rotieren nachzuahmen.

Der ungekoppelte Oberflächenersatz gilt heute als Goldstandard in der Knieprothetik. In Sonderfällen, z.B. bei starken Achsenabweichungen des Beines oder bei Kapsel-Band-Instabilitäten, werden noch gekoppelte Scharnierendoprothesensysteme implantiert (Townely 1988, Jerosch et al. 1997).

Die Zahl der implantierten Knieprothesen steigt weltweit. In den USA werden jährlich circa 250.000 Alloarthroplastiken des Kniegelenkes durchgeführt, Tendenz steigend (Kohn & Rupp 1999).

Nach Angaben der Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung (BQS) betrug in Deutschland 2008 die Zahl der Primärimplantationen 146.318 und damit 10.000 mehr als im Vorjahr. Die Anzahl der Knie-TEP-Implantationen wächst damit jährlich um ca. 6,8 % (BQS 2008a).

Im Jahr 2008 wurden 10.425 Revisionen beziehungsweise Knie-Endoprothesenwechsel durchgeführt (BQS 2008b). Laut dem Statistischen Bundesamt (Destatis) 2017, war die Implantation einer Endoprothese am Kniegelenk auf Platz 18 der 20 häufigsten Operationen in Deutschland. Demnach betrug die Anzahl der Knieimplantationen im Jahr 2015 173.304, also 18,44 % mehr als 2008.

### **2.3 Indikation zum endoprothetischen Kniegelenkersatz**

Der künstliche Ersatz des Kniegelenkes ist eine der effektivsten und effizientesten OPs der modernen Chirurgie (Räsänen et al. 2007). Der Einsatz eines künstlichen Kniegelenkersatzes wird bei Gelenkerkrankungen erwogen, wenn alle konservativen und operativen, gelenkerhaltenden Behandlungsmaßnahmen ausgeschöpft sind, die Lebensqualität aufgrund

von Kniebeschwerden abnimmt und die Gelenkflächendestruktion radiologisch bzw. bildgebend nachgewiesen wurde. Zu den ursächlichen Gelenkerkrankungen gehören rheumatoide Arthritis, Osteonekrose, hämophile Arthropathie, Morbus Paget, pigmentierte villonoduläre Synovialitis, neurogene Arthropathien und posttraumatische Gonarthrosen. Die idiopathische Gonarthrose stellt die häufigste Indikation zum alloplastischen Ersatz des Kniegelenkes dar (Ficat 1977, Knutson et al. 1994, Oliveria et al. 1995). Ursache für den Kniegelenkersatz ist in 96 % der Fälle die Gonarthrose (Barmer GEK 2010). Laut Wirtz 2011 sind andere Ursachen die zur Implantation eines künstlichen Kniegelenkes führen, sehr viel seltener beobachtet worden.

International gilt ein künstliches Kniegelenk bei erheblichen täglichen Schmerzen, bei einer funktionellen Beeinträchtigung sowie bei radiologisch deutlich nachweisbaren Gelenkspaltveränderungen als Therapie der Wahl (Hadorn & Holmes 1997, Mancuso et al. 1996, Naylor & Williams 1996, Washington State Department of Labor and Industries 2008, Jordan et al. 2003).

Bei der rheumatisch-entzündlichen Erkrankung ist die Gelenkdestruktion eine Folge eines primär autoimmun-entzündlichen Prozesses, der den Band-Kapsel-Apparat zerstört, Knorpel und Knochen erodiert und zu gelenknahen Osteopenien führt (Wirth & Jäger 2001, Bitsch 1997).

Das Ziel der Knie-TEP-Implantation ist die Schmerzreduktion, die Wiederherstellung der physiologischen Kniefunktion und die Stabilisierung des Kniegelenkes bei möglichst dauerhafter Prothesenverankerung (Pape & Kohn 2007, Hagena 1985, Fehring 2006).

Die Endoprothetik wird ständig weiterentwickelt. Die Implantation eines Kniegelenkersatzes ist aufgrund der komplexen Anatomie und Biomechanik des Knies eine technisch anspruchsvolle OP und erfordert eine entsprechende Erfahrung des Operators (Blauth & Donner 1979, Blömer 2000, Freeman & Lavai 1983, Kumar & Dorr 1997, Portheine et al. 2002, Lüring et al. 2006, Briard et al 2007).

## **2.4 Klassifikation der Knieprothesen**

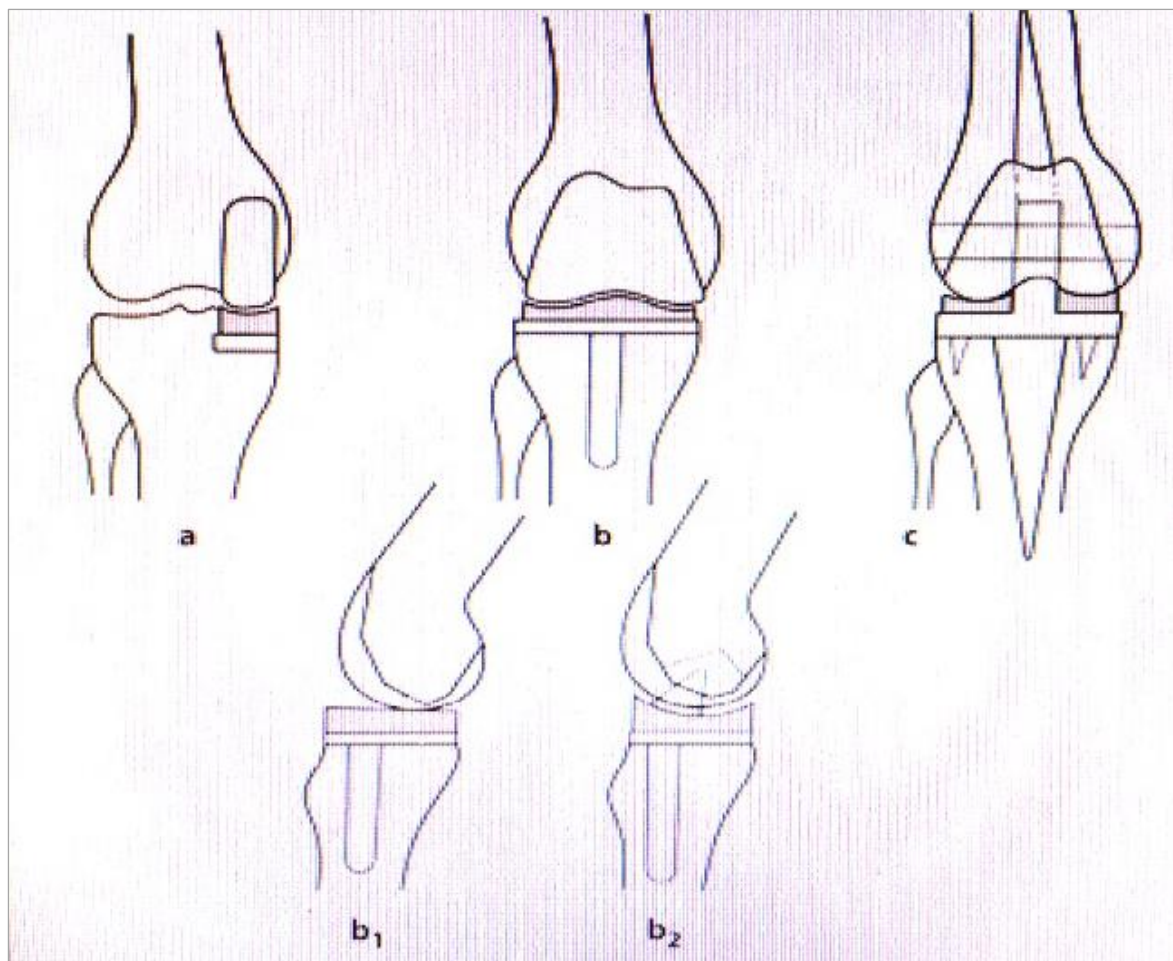
Knieprothesen können nach verschiedenen Kriterien eingeteilt werden.

Nach dem Ausmaß des Gelenkflächenersatzes unterscheidet man klinisch den unikondylären und den totalen Kniegelenkersatz. Laut Wirtz 2011, wird ein einseitiger Oberflächenersatz unikondyläre Schlittenprothese genannt. Die Begriffe Hemi- oder Monoschlittenprothese sind aber ebenfalls gebräuchlich.

Die verwendeten Knieendoprothesen werden meist in drei Gruppen unterteilt (s. Tab. 1 und Abb. 4).

**Tabelle 1:** Einteilung von Knieprothesen

<b>I</b>	Unikompartmenteller Oberflächenersatz	a. Unikondylärer Oberflächenersatz (monkondyläre Schlittenprothese) b. Femuropatellarersatz
<b>II</b>	Bi-/Trikompartmenteller Oberflächenersatz (kondyläre, bikondyläre Prothesen)	a. Ungekoppelt b. Teilgekoppelt
<b>III</b>	Gekoppelte Totalendoprothesen	a. Achsgeführt b. Gleitende Kopplung



**Abbildung 4:** Prothesentypen

a = unikondylärer Oberflächenersatz; b = bikondyläre Prothese; b1 = ungekoppelt; b2 = teilgekoppelt; c = gekoppelte achsgeführte Totalprothese (Kohn & Rupp 1999)

Durchgesetzt hat sich eine Klassifikation nach der internationalen Norm (ISO 7207 /1-1985) (Plitz 1991, Jerosch & Heisel 2000, Blömer 2000), die das Ausmaß der Kopplung der Prothesen berücksichtigt (s. Tab. 2). Je stärker der Verlust der Funktionalität des natürlichen Bandapparats im Kniegelenk ist, desto höher ist der Koppelungsgrad der Knieprothese.

**Tabelle 2:** Übersicht über Knieprothesen nach der internationalen Norm ISO 7207 /1-1985

Prothesentyp	ISO Nr.
Totalersatz	3,6
Ungekoppelte, totale Knieprothese	3,7
Teilweise gekoppelte, totale Knieprothese	3,8
Vollgekoppelte, totale Knieprothese	3,9

**Ungekoppelte Knietotalendoprothesen (non-constrained)**

Eine ungekoppelte Knie-TEP ersetzt nur die femorale und tibiale Oberfläche des Gelenkes. Die Gelenkführung erfolgt hauptsächlich durch die Funktion des Kapselbandapparates, die unabdingbar für den Einbau dieser Prothesenart ist.

Die Form der artikulierenden Oberflächen (round-on-flat, round-on-round für die Sagittalebene; flat-on-flat, curved-on-curved für die Frontalebene; mobile-bearing = bewegliche tibiale Einsätze) bestimmt wesentlich die Kinematik. Damit entscheidet die Oberflächengeometrie mit über die Funktion und Standzeit des Implantats. Voraussetzung bei allen ungekoppelten Prothesensystemen ist eine suffiziente Funktion des Muskel- und Bandapparates.

Der ungekoppelte Oberflächenersatz ist die am häufigsten verwendete Knie-TEP und stellt die Standardvariante bei der Erstversorgung der Gonarthrose dar.

**Teilgekoppelte Knietotalendoprothese (semi-constrained)**

Vom Aufbau her entspricht die teilgekoppelte Knie-TEP dem Standard-Oberflächenersatz, ist aber stärker stabilisiert. Dies wird durch eine spezielle Konstruktion erreicht. Ein Polyethylen-beschichteter, interkondylär in das Femur eingebrachter Metallzapfen gibt der Prothese die nötige Stabilität.

Die teilgekoppelten Knie-TEP übernehmen anders als die ungekoppelten Prothesen teilweise auch die Aufgaben des Kapselbandapparates. Meist wird die Funktion des hinteren Kreuzbandes bei einer hinteren Kreuzbandinsuffizienz unterstützt.

**Vollgekoppelte Knietotalendoprothese (full-constrained)**

Die vollgekoppelte Knie-TEP kommt heute nur noch in Ausnahmefällen, beispielsweise bei einer erheblichen Achsenfehlstellung und ausgeprägten Gelenkinstabilitäten, insbesondere aber bei Revisionseingriffen und Wechsel-OPs, zur Anwendung (Jerosch et al. 1997, Townely 1988, Zeichner et al. 2000). Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 2014,

belief sich die Anzahl der Scharnierendoprothesen-Wechsel im Jahre 2013 bei 1222, was eine Häufigkeit von 6 % am Wechseleingriffen am Kniegelenk ausmacht.

Bei der vollgekoppelten Knie-TEP ist die Oberschenkelkomponente durch einen Achsmechanismus mit dem Schienbeinteil verbunden. Bei den moderneren Prothesen ist neben Beugung und Streckung auch eine Drehbewegung möglich. Deshalb wird die vollgekoppelte TEP auch Achsprothese genannt. 1994 wurde dieser Prothesentyp in Deutschland bei etwa 16 % aller Implantationen verwendet (Kohn & Rupp 1999).

## 2.5 Definition der Arthrofibrose

Arthrofibrose kommt aus dem altgriechischen „artron“= Gelenk und dem lateinischen „fibra“= Faser.

In der Literatur wird meistens die Arthrofibrose mit dem Kniegelenk in Verbindung gebracht (Kap. 2.5.2.). Ähnlich wie die Steife des Kniegelenks wird auch eine Steife des Schultergelenks beschrieben, die in der Literatur unter verschiedenen Namen zu finden ist: frozen shoulder (Hobermeyer P 2002), adhäsive Kapsulitis (Nevasier JS 1980), Dupuytren like disease (Smith et al. 2001). Reeves B. 1975, beschreibt den Verlauf der Krankheit in drei Stadien: Schmerzphase „freezing“, Einsteifungsphase „frozen“ und Auftauphase „thawing“. Ähnlich wie beim Knie sind die Schmerzen (Bewegungs- Ruhe- und Nachtschmerz), Bewegungseinschränkung und der gehäufte Auftritt nach Traumen und Operationen, charakteristisch. Auch hier kommt es zu einer Fibroblastenproliferation mit Verdickung der Synovialmembran und anschließender Kapselkontraktur, die eine Bewegung sehr schwierig oder unmöglich machen. Ähnliche Stadieneinteilungen wie an der Schulter sind bisher für die AF am Kniegelenk nicht beschrieben.

Bis heute existiert in der Fachliteratur für die Arthrofibrose weder eine allgemein akzeptierte Definition noch ein Konsens bezüglich der Art der Therapie als auch im Hinblick auf den richtigen Therapiezeitpunkt (Gollwitzer et al. 2006).

Klinisch ist die Arthrofibrose durch eine schmerzhafteste Bewegungseinschränkung des Gelenkes mit Gelenksteife gekennzeichnet. Als Ursache wird eine exzessive Bindegewebsvermehrung im Rahmen reparativer Prozesse beschrieben (Zeichner et al. 2000). Andere typische Symptome sind Rötung, Überwärmung, Schwellung, Ergussbildung und eine Einklemmsymptomatik (Narbenimpingement). Nicht jede Arthrofibrose-bedingte Bewegungseinschränkung muss zwingend mit einer Schmerzsymptomatik einhergehen.

Die artikuläre und/oder periartikuläre Bindegewebsvermehrung ist eine Folge von Traumen, bakteriellen Infektionen und chirurgischen Eingriffen wie Implantationen von Endoprothesen (Bosch et al. 1999, Freeman et al. 2010, Gollwitzer et al. 2006, Delince et al. 1998).

Man unterscheidet zwischen einer generalisierten (primären) und lokalisierten (sekundären) Arthrofibrose (Bosch et al. 1999).

### **2.5.1 Pathophysiologie der Arthrofibrose**

Die Komplikation der Arthrofibrose (AF) nach Knie-TEP Implantation kommt etwa fünfmal häufiger als eine Infektion oder eine Instabilität (1–2 %) vor. Pathogenetisch spielt die bei der Arthrofibrose auftretende Bindegewebsvermehrung eine vermehrte Bildung der Xylosyltransferase (XT) eine bedeutende Rolle (Faust et al. 2015).

Nach einem operativen Eingriff beginnt die physiologische Wundheilung durch die Bildung von Fibroblasten und durch die Freisetzung inflammatorischer Mediatoren aus den Thrombozyten.

In dem Zytokin-basierten Pathogenese-Modell der Arthrofibrose nach Faust und Traut fördern die Zytokine TGF- $\beta$ 1 (transforming growth factor- $\beta$ 1) und PDGF (platelet-derived growth factor) die Vermehrung und Differenzierung der residenten Fibroblasten zu aktiven Myofibroblasten (s. Abb. 7). Kennzeichnend für diese Zellen ist eine erhöhte Syntheserate von XT und extrazellulärer Matrix (ECM).

Mechanischer Stress bei gleichzeitigem Schmerzempfinden (durch forcierte Eigenübungen) führt dazu, dass die Vorstufe von TGF- $\beta$ 1 in das aktive Zytokin umgewandelt wird und die Apoptose der aktiven Myofibroblasten verhindert, die dann weiter ECM und XT produzieren. Darüber hinaus behindern die Wachstumsfaktoren TGF- $\beta$ 1 und PDGF den Abbau der ECM durch Blockierung von MMPs (Matrixmetalloproteinasen) (Faust et al. 2014, Hinz 2010).

Auch emotionaler Stress kann über die erhöhte Sympathikus-Aktivität und die daraus resultierende vermehrte Produktion von Katecholaminen zu Arthrofibrose führen. Traut, 2012, erklärt die Rolle des Vegetativen Nervensystems wie folgt:

Das Vegetative Nervensystem steuert den gesamten Körper, also auch die Heilungsprozesse. Nach einer Operation oder Verletzung kommt es im Rahmen des Heilungsprozesses unter anderem zu einem Anstieg des Sympathikotonus. Die ergotropen Signale des Sympathikus aktivieren die Fibroblasten, die die Vernarbung durch die Produktion des En-

zyms Xylosyltransferase bilden. Nach ca. 10 Tage normalisiert sich der Tonus des Sympathikus und damit nimmt auch der komplexe Vernarbungsprozess (noch nicht vollständig erforscht) ein Ende. Eine weiterhin erhöhte Aktivität des Sympathikus hat eine kontinuierliche Narbenproduktion zur Folge, die befürchtete „überschießende“ Vernarbung. Um den ganzen Mechanismus zu verstehen, so Traut, ist das Wissen über das „emotionale Gedächtnis“ sehr wichtig. In diesem Gedächtnis werden nicht dem Bewusstsein zugängliche Emotionen mit den dazugehörenden vegetativen Reaktionen gespeichert. Das emotionale Gedächtnis kann durch spätere Lebenserfahrungen aktiviert werden, wobei die negativen Empfindungen wie Hilflosigkeit, Ohnmacht und Ausgeliefertsein maßgebend sind, da sie zum Anstieg des Sympathikus führen. Aufgrund AF-bedingten Schmerzes und Mobilitäts-Erfolgslosigkeit trotz größten Therapieeinsatzes, Muskelanspannung, vermehrtes Schwitzen, Reizbarkeit, Schlaflosigkeit (sympathische Reaktionen) kommen die Patienten in einen „sympathikotonen Teufelskreis“, so Traut.

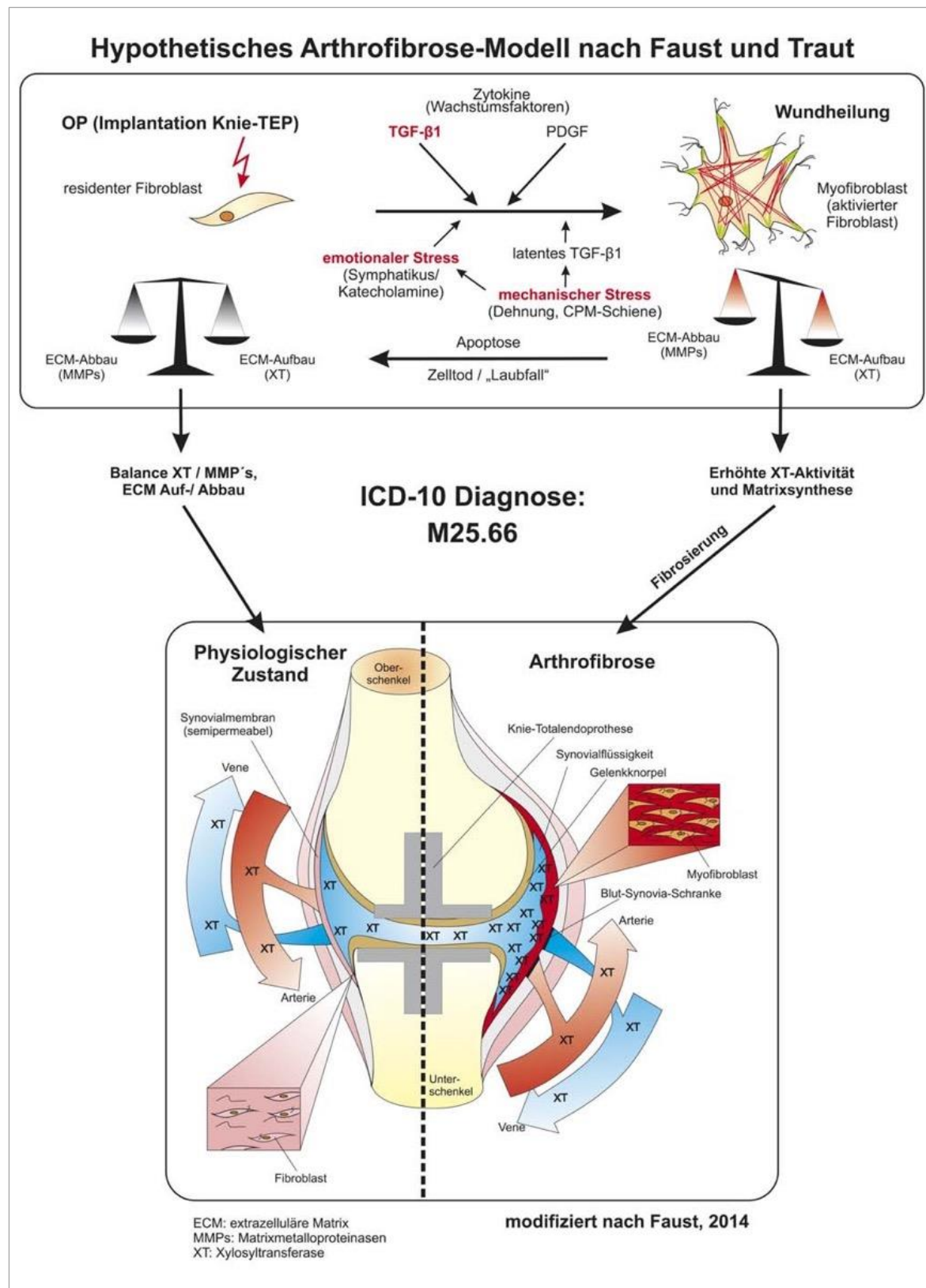
Arranguiz et al. 2011 zeigte, dass durch die Katecholamine die Fibroblasten direkt aktiviert werden, da bei diesen Zellen Beta-2-adrenerge Rezeptoren nachgewiesen wurden. Die Folge ist die vermehrte Produktion von XT und ECM.

Untersuchungen der Forschergruppe um Dr. Hendig und Prof. Knabbe am Institut für Laboratoriums- und Transfusionsmedizin im Bad Oeynhausener Herz- und Diabeteszentrum NRW in Zusammenarbeit mit Dr. Traut haben gezeigt, dass die XT auch bei Fibrosierung anderer Organe, wie Leber oder Herzmuskel, eine Rolle spielt. Dabei werden auch im Blut hohe XT-Konzentrationen nachgewiesen.

Fibroblasten aus Synovia-Biopsien von Patienten mit Knie-TEP-Implantation zeigten ebenfalls erhöhte XT-Aktivitäten. Dagegen traten bei diesen Patienten keine erhöhten Serumkonzentrationen auf. Es handelt sich daher bei der Arthrofibrose um einen lokalen kapselinternen Prozess. Die Sekretion der XT erfolgt durch die synovialen Fibroblasten in den Gelenkinnenraum, der durch die semipermeable Synovialmembran von der Blutzirkulation getrennt ist (Faust et al. 2015).

In dem modifizierten Pathogenese-Modell der Arthrofibrose nach Faust et al. (2014), verhindert die Synovia-Blut-Schranke den Übertritt des Enzyms XT ins Blut. Die unterschiedliche Aktivität der XT-Serum- und XT-Synovial-Spiegel könnte in Zukunft als Biomarker zur Frühdiagnose der Arthrofibrose dienen. Eine große Forschungsgruppe (unter anderen: Jagodzinski, Ostemeier, Krenn, Knabbe, Faust und Traut) führen Studien zur Eignung dieses Biomarkers für die AF-Diagnostik durch.





**Abbildung 5:** Hypothetisches Arthrofibrose-Modell nach Faust und Traut  
Untere Abbildung modifiziert nach Faust et al. (2014)

Aus 5. Deutscher Arthrose Kongress 3-4 Juli 2015 Leipzig Zeichnungen Dr. Isabel Faust

### 2.5.2 Primäre Arthrofibrose

Die meisten in der Literatur beschriebenen Fälle von Arthrofibrose betreffen das Kniegelenk (Wosczyzna et al. 2012). Zeichen et al. (2008) und Kolb et al. (2001) beschreiben die Arthrofibrose als „pathologische Wundheilung“ oder „gestörtes Remodeling“.

Die exzessive, generalisierte Bindegewebsvermehrung im gesamten Gelenk, möglich nach Verletzungen und chirurgischen Eingriffen, wird als primäre Arthrofibrose definiert. Zu den Hauptrisikofaktoren der primären Arthrofibrose zählen eine verminderte präoperative oder postoperative Bewegungsaktivität, übermäßige perioperative Schmerzen und eine schmerzbehaftete physiotherapeutische Behandlung. Des Weiteren sind Infektionen und/oder Einblutungen in das Kniegelenk, ein zu frühzeitiges postoperatives Muskeltraining bzw. Muskelaufbautraining bei Reizzustand des Kniegelenks und sattgehabte Begleitverletzungen, wie z.B. bei der präoperativen Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes, wichtige Faktoren, die die Entwicklung einer Arthrofibrose signifikant erhöhen (Mayr et al 2004).

Bei der Anamnese sind systemische Grunderkrankungen wie eine rheumatoide Arthritis gezielt zu hinterfragen, da sie als prognostischer Faktor für eine postoperative Arthrofibrose ebenfalls relevant sind (Gollwitzer et al. 2006). Patienten, die an einer generalisierten Arthrofibrose erkranken, haben in der Regel einen progredienten Leidensweg (Bosch et al. 1999).

Zur Sicherung einer klinisch diagnostizierten Arthrofibrose wird bei einer Knieendoprothese eine histologische Gewebebiopsie des prothesennahen und -fernen Gewebes empfohlen. Beim Nachweis einer erhöhten Fibrosierung und einer hohen Fibroblastenzellzahl, sowie dem immunhistochemischen Nachweis von minimal 20 beta-Catenin positiven Fibroblasten pro Hauptgesichtsfeld (HGF), ist die Diagnose einer Endoprothesen-assoziierten Arthrofibrose sehr wahrscheinlich (Krenn et al. 2013, Ruppert et al. 2013).

Bezüglich der Kniegelenksfunktion ist die Prognose als ungünstig einzustufen.

### 2.5.3 Sekundäre Arthrofibrose

Der lokalisierten Arthrofibrose mit einer nodösen umschriebenen Struktur liegt meist eine mechanische Genese zugrunde (Bosch et al. 1999). Ein typisches Beispiel für die lokale oder sekundäre AF ist das Zyklopsyndrom am vorderen Kreuzband (Shelbourne KD et al, 1996). Als Hauptrisikofaktor für die sekundäre AF-Entstehung nach Kreuzband-OP beschreibt Petersen W, 2009, den zeitlichen Abstand zwischen dem Reizzustand des Knies

präoperativ (Überwärmung, Erguss, Schwellung) und der chirurgischen verfrühten Versorgung mittels VKB-Plastik.

Sekundäre AF nach Knie-TEP entstehen vor allem durch mechanische Reize, die durch Fehleinbringung der Protheseneinteile, durch die Wahl fehlerhafter Implantatgröße, durch nicht exakte Achsengerechte Implantation der Prothese, durch die Distanz und durch die prothesenbedingte Arrodierung von Kapselgefäßen. Ferner können auch exogene mechanische Irritationen wie z. B. Sturz, Zerrung zur Entwicklung einer AF beitragen.

Bezüglich der Kniegelenksfunktion ist die Prognose als günstig einzustufen.

#### **2.5.4 Therapieoptionen und Arthrofibrose-Prävention**

Ausschlaggebend für die Therapie ist die Ursache der Arthrofibrose.

Eine kausale Therapie der primären AF ist momentan aufgrund der unvollständig erforschten Pathogenese nicht verfügbar. Aktuell gestaltet sich die Therapie der schmerzhaften Knie mit vermehrter Kapselfibrose rein symptomatisch. Bezogen auf die Früherkennung wird derzeit die primäre AF als unvermeidbare Komplikation nach Knie-TEP eingeschätzt.

Die moderne Arthrofibrose-Forschung zielt bei der Entwicklung neuer Therapien darauf ab, die beteiligten ätiologischen Faktoren, einerseits die Biologie der Fibroblasten und andererseits das Vegetativum, positiv zu beeinflussen. Das Ziel der Therapie ist, die Heilungsprozesse durch Minderung der Fibroblasten-Aktivität und XT-Produktion zu normalisieren. Das Enzymgleichgewicht soll zugunsten der Kollagenasen (Narbenabbau) verschoben werden (Traut 2012). Traut postuliert, dass auf eine passive Mobilisierung und auf Dehnübungen bei Knie-TEP-versorgten Patienten mit einer Arthrofibrose konsequent verzichtet werden soll. Der Mediziner plädiert für einen völlig neuen Weg in der AF-Behandlung nach Knie-TEP. Das Behandlungskonzept beruht in erster Linie auf beruhigende Maßnahmen wie Osteopathie, Akkupressur, Fußreflexzonenmassage und schonende, von Patienten selbstbestimmende Bewegung ohne jeglichen Druck, um im Körper eine positive Beeinflussung des vegetativen Nervensystems zu erzielen. Auch Jadgodzinski et al. 2015 empfiehlt bei der Nachbehandlung auf der Bewegungsschiene, auf eine zyklische, repetitive Dehnung wegen der Fibroblastenaktivierung zu verzichten.

Medikamente in Form von niedrig dosiertem Prednisolon, dem nichtselektiven Betablocker Propanolol, nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR) und optional zum Therapiebeginn Morphine, unterstützen die Behandlung der postoperativ eingetretenen Arthrofibrose (Traut 2012).

Eine ausreichende Analgesie ist sowohl bei der Therapie der Arthrofibrose als auch bei der Primärimplantation ein bestimmender Einflussfaktor für die postoperative Funktion. Auch die Indikation zur PCA (patientenkontrollierte Analgesie) über eine sogenannte „Schmerzpumpe“ kann gestellt werden, wenn die orale Schmerzmedikation während der Mobilisation nicht zu einer suffizienten Schmerzreduktion führt.

Die Physiotherapie, deren Ziel die Kräftigung der Muskulatur, Schwellung- und Schmerzminderung sowie die Erweiterung des Bewegungsumfangs ist, spielt insofern eine Rolle in der Arthrofibrose-Therapie, solange sie nicht in den Schmerz hinein betrieben wird. Standardmäßig wird die Physiotherapie direkt unmittelbar nach der Operation durchgeführt. In früheren Studien zeigten Brosseau et al. 2004 und Milne et al. 2003, dass die Behandlung mittels CPM-Schiene zur Verbesserung der frühen postoperativen Beugefähigkeit nach Knie-TEP führte. O'Driscoll und Giori (2000) beobachteten, dass bei aggressiver CPM-Schientherapie Wunddehissenzen, Nervenschädigungen und postoperative Blutungen auftreten können. Deshalb wurde dies als falsche Therapieform der primären AF beschrieben. Diese Befunde wurden allerdings durch Ries (2000) und Salter (1989) kontrovers diskutiert.

Der neuen, schonenden AF Therapie nach Knie-TEP steht die chirurgische AF-Behandlung gegenüber. Da die primäre AF gegenüber konservativ-physiotherapeutischen Maßnahmen oft resistent ist, wurde von einigen Autoren die arthroskopische Therapie mit Entfernung des fibrotischen Gewebes empfohlen. Laut Lobenhoffer et al 1999, sind die arthroskopischen Therapiemöglichkeiten der primären AF nach Knie-TEP mit Synovektomie und Débridement oft nicht von Erfolg gekrönt, da die neu erzeugten Läsionen Rezidive als Folge haben. Weiter ist Lobenhoffer der Meinung, dass eine vollständige endoskopische Resektion des fibrotischen Gewebes aufgrund anatomischer Gegebenheiten und Konsistenz des Gewebes technisch oft nicht möglich ist. Gollwitzer et al 2006, Bosch et al 1999, empfehlen beim Auftreten der AF nach Knie-TEP nach Ausschöpfung oben genannter Therapiemaßnahmen und persistierender Bewegungseinschränkung von F/E <90/10/0° bis spätestens 3-6 Monate postoperativ die offene Arthrolyse mit Resektion des chronisch entzündlichen Narbengewebes einschließlich die Entfernung des meist hypertrophierten und fibrosierten Hoffa-Fettkörperanteils.

Die sekundäre AF lässt sich erfolgreich durch das Beheben der Ursache therapieren (Scuderi GR, 2005). Im Gegensatz zur generalisierten AF lässt sich die lokal begrenzte, sekundäre Arthrofibrose meist gut arthroskopisch behandeln (Bosch et al. 1999; Fink et al.

2013). Im Vergleich zur generalisierten (primären) Arthrofibrose rezidiert die sekundäre (lokale) Arthrofibrose nach entsprechender Behandlung nur geringfügig (Bosch et al. 1999). Letztendlich spielt die Compliance und die Motivation der Patienten eine wesentliche Rolle beim Erhalt des postoperativ verbesserten Bewegungsausmaßes (Gollwitzer et al. 2006).

In der orthopädischen Abteilung des Krankenhauses Garmisch-Partenkirchen wird postoperativ standardmäßig eine CPM-Schienen-Behandlung eingesetzt, um eine hämatombedingte Narbenbildung zu verhindern und damit die Beweglichkeit zu verbessern. Zusätzlich soll die passive Beübung mit Durchbewegen des Kniegelenks zu einer Schwellungsreduktion durch verbesserte Blutzirkulation und verbesserten Lymphabfluss führen. Die Behandlung wird immer durch die Therapeuten in Rücksprache mit den Patienten in einem schmerzfreien Intervall durchgeführt und täglich adaptiert. (-> Sichere Prävention der sekundären Arthrofibrose)

Sollte bei korrekt sitzender Knie-Prothese eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung persistieren, empfiehlt sich spätestens nach 6–12 Wochen postoperativ eine Narkosemobilisation. Der optimale Zeitpunkt für diese Intervention ist umstritten. Eine Zeitspanne vom zehnten Tag postoperativ bis zur zwölften Woche wurde beschrieben (Fox & Poss 1981). Esler et al. (1999) empfehlen die Narkosemobilisation frühestens nach der Wundheilung durchzuführen, um Wundheilungsstörungen zu vermeiden. Die Kniemobilisation wird oft unter Vollnarkose oder auch unter lokalen Schmerzkatheter durchgeführt (Daluga et al. 1991; Scranton 2001).

Laut Klinger et al. 2005, zeigt die Arthroskopie bei schmerzhafter Kniegelenkssteife und bei adäquater Indikation gute Erfolge.

### **3 Zielsetzung**

Das Ziel dieser Studie ist die deskriptive Beschreibung der Prävalenz einer Arthrofibrose (AF) nach Knie-TEP (sowohl uni- als auch bicondylär) in der orthopädischen Abteilung des Klinikums Garmisch-Partenkirchen.

Anhand validierten Fragebögen, Nachuntersuchungen und Auswertung entsprechender Patientenakten, möchten wir die Risikofaktoren eruieren die für das Auftreten von Arthrofibrose nach eingesetzter Knie-TEP verantwortlich sind.

Mit dieser Studie erhoffen wir uns Vorschläge machen zu können, die die Risikofaktoren für die postoperative AF-Entstehung signifikant erhöhen, perioperativ zu minimieren.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Studienzeitraum und Patienten

In der orthopädischen Abteilung des Klinikums Garmisch-Partenkirchen wurden zwischen Dezember 2011 und Dezember 2013 insgesamt 1555 Patienten aufgrund schmerzhafter Knieerkrankungen mit einer Knieendoprothese versorgt. In Fällen, bei denen gelenkserhaltenden Maßnahmen ausgeschöpft waren, wurden Doppelschlitten- und Monoschlittendoprothesen implantiert. Die Patienten wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren betreut und nachuntersucht.

Alle Patienten erhielten drei Fragebögen zu Themen wie Patientenzufriedenheit, Aktivität, Schmerz und Bewegung. Der Schweregrad der Arthrose wurde mittels des Oxford Knee Scores erfasst.

Als Einschlusskriterien zu dieser Studie galt die Operationsindikation (unikondylär und bikondylär) zum Kniegelenkersatz, die Einwilligung der Patienten zur Teilnahme an der Studie, das Ausfüllen der entsprechenden Fragebögen und die Präsenz bei der Nachuntersuchung.

Als Ausschlusskriterium galt die Verweigerung zur Teilnahme an der Studie, lückenhaftes Ausfüllen der Fragebögen, nicht Erscheinen an den Nachuntersuchungen und Todesfall.

In die Studie konnten insgesamt 747 Patienten eingeschlossen werden, die sich regelmäßig zur Kontrolle einfanden und die die Fragebögen bezüglich der Kniegelenks-TEP beantworteten. Neun Patienten waren laut Angaben verzogen und acht Patienten verstorben.

### 4.2 Studiendesign

Die für diese Arbeit verwendeten Daten wurden zum einen mit an Patienten zugeschickten Fragebögen erhoben und zum anderen retrospektiv aus den Patientenakten der orthopädischen Abteilung des Klinikums Garmisch-Partenkirchen erfasst.

Es wurden insgesamt drei Fragebögen zu verschiedenen Zeitpunkten an Patienten zugeschickt.

Der erste Fragebogen „Oxford Knee Score“ bezieht sich auf den Zeitraum der letzten vier Wochen präoperativ. Dieser Fragebogen setzt sich aus zwölf Fragen zusammen.

Die Fragen beziehen sich auf das Wohlbefinden, Nachtschmerzen, die maximal bewältigte Gehstrecke, die Fähigkeit zum Treppensteigen, die Einschränkungen im alltäglichen Leben

aufgrund der Beschwerden und der Instabilität des betroffenen Kniegelenkes in den letzten vier Wochen präoperativ.

Der Oxford Knee Score (OKS) wurde 1998 von Dawson et al. speziell für Patienten entwickelt, die eine Knie-TEP bekommen. Einer der Vorteile dieses Scores ist, dass unbeabsichtigte Verzerrungen seitens des Untersuchers durch die unabhängige Bearbeitung des Fragebogens vom Patienten minimalisiert werden (Dawson et al 1998). Aufgrund seiner Zuverlässigkeit, Reproduzierbarkeit, praktischen Anwendung und Validität, wurde er seit seiner ersten Beschreibung ausgiebig genutzt (Murray et al 2007).

Der Fragebogen „Score-endogap-questionnaire“ beinhaltet 17 Fragen und wurde ein Jahr postoperativ den mit Knie-TEP versorgten Patienten zugeschickt. Hiermit wurde die „Alltagstauglichkeit“ des Kniegelenkersatzes abgefragt. Fragen wie „Können Sie Schuhe und Socken an-/ausziehen?“, „Sind Sie bei der täglichen Körperpflege beeinträchtigt?“, „Können Sie in ein KfZ ein- und aussteigen?“, „Benötigen Sie Gehhilfe?“, „Können Sie Treppen über eine Etage auf- und abwärts steigen?“, „Wie lange können Sie ohne Beschwerden gehen?“, „Sind Sie bei der Berufsausübung beeinträchtigt?“, „Sind Sie ängstlich oder deprimiert?“, sollen ein Bild über das tägliche Leben mit Knie-TEP verschaffen.

Der dritte Fragebogen „Endofit Fragebogen Knie“ wurde zwei Jahre postoperativ an den knieoperierten Patienten zum Ausfüllen zugeschickt. Mit dem 27 Endofit Fragebogen wurden die Zufriedenheit, Verbesserung der Lebensqualität und Verbesserung der Kniegelenksbeweglichkeit nach Knie-TEP abgefragt. Auch wurden damit Fragen zum Schmerzverlauf, Schmerzmittelbedarf, Schmerzkatheter, Rehabilitation, Physiotherapie, Narkosemobilisation, Knieschwellung und Sport gestellt.

Aus den archivierten Patientendaten der orthopädischen Abteilung des Klinikums Garmisch-Partenkirchen, wurden aus den Jahren 2011 bis einschließlich 2013 (OP Datum) Daten erfasst, die womöglich eine Rolle gespielt haben sollten bei der postoperativen Entstehung der Arthrofibrose.

Zur besseren Übersicht haben wir nachfolgend diese Faktoren in präoperative Einflussfaktoren und postoperative Risikofaktoren unterteilt.



Präoperative Einflussfaktoren

- Alter zum OP Zeitpunkt
- Geschlecht
- Operierte Seite
- OP Indikation/ Kniegelenksdiagnose
- Adipositas
- Knie vor OPs
- Diabetes mellitus
- Rheumatischen Formenkreis
- Depressionen
- Vaskuläre Einflussfaktoren  
(Thrombosen)
- Schmerzverlauf

Postoperative Risikofaktoren

- OP Dauer
- Verwendete Prothese
- Schmerzmittelbedarf
- Knieschwellung
- Physiotherapie
- Mobilität (Spaziergang, Treppensteigen)
- Hämarthros
- Narkosemobilisation

**4.3 Bewertung der erhobenen Daten**

Die Fragen des Oxford Knee Scores wurden mit 1 bis 5 Punkten pro Frage bewertet. Somit konnten maximal 60 Punkte erreicht werden. Beim vorliegenden Patientengut wurde entsprechend der Vorgaben des Oxford Knee Scores die Summe der bei den zwölf Fragen erreichten Punkte vom maximalen Punktwert (60 Punkte) subtrahiert.

Eine Punktzahl zwischen 40–48 bedeutet eine gute Gelenkfunktion, bei der keine Behandlung notwendig ist.

Ein Punktwert von 30–39 entspricht einer milden bis mäßigen Arthrose, bei der eine ärztliche Diagnostik und eine konservative Therapie notwendig werden. 20–29 Punkte deuten auf eine mäßige bis schwere Arthrose hin, bei der gegebenenfalls eine operative Therapie angebracht ist. 0–19 Punkte sind ein Hinweis auf eine schwere Arthrose, die in jedem Fall operativ behandelt werden sollte. Bei der Gesamtauswertung aller Patienten ergab sich ein durchschnittlicher Punktwert von 9,84. Damit handelte es sich bei dem vorliegenden Patientengut um Patienten mit schweren Gonarthrosen, die eine operative Therapie notwendig machten.

Als Nebenerkrankungen, die zum Teil mitbehandelt werden mussten, haben wir Diabetes mellitus, Depressionen, Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis und vaskuläre Erkrankungen analysiert. Als Knie-Voroperationen haben wir Arthroskopie (ASK) und Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes (VKB) ausgewertet. Einzelne in dem Patientengut aufgetretene Nebenerkrankungen und Voroperationen wie Epilepsie, Umstellungsoste-

otomie, Tibiafraktur, Mittelfußfraktur und Hüft-TEP wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Der Schmerzverlauf wurde mittels einer Skala von 0 bis 10 ermittelt. Dabei bedeutet 0 kein Schmerz und 10 größter, stärkster Schmerz.

Den Schmerzmittelbedarf haben wir zum besseren Verständnis in fünf Einheiten gegliedert: kein Schmerzmittelbedarf, niedriger Bedarf (1 bis 2x in der Woche), mäßig (mehrmals in der Woche), hoch (tägliche Einnahme) und sehr hoch (tägliche Einnahme, mehr als ein Schmerzmittelpräparat).

Die Knieschwellung wurde in vier Bereiche eingeteilt, nicht geschwollen, wenig geschwollen, sehr geschwollen, sodass ein Lymphtape benötigt wurde, sehr geschwollen, sodass eine Lymphdrainage benötigt wurde.

Die Mobilität haben wir nach der Dauer bewertet, bis Schmerzen auftraten. Hier erfolgte eine Einteilung in fünf Gruppen: keine Beschwerden Spaziergang möglich länger als 30 Minuten, Spaziergang zwischen 16 bis 30 Minuten möglich, Spaziergang 5 bis 15 Minuten möglich, nur zu Hause mobil und Spaziergang nicht möglich aufgrund starker Kniebeschwerden.

Die Fähigkeit zum Treppensteigen wurde in fünf Gruppen wie folgt unterteilt: keine Probleme beim Treppensteigen, wenig Probleme, mäßige Probleme, starke Probleme und unmöglich.

Patienten die postoperativ über schmerzhafte, bzw. nicht schmerzhafte Bewegungsdefizite klagten (Flexion  $< 90^\circ$ ), wurde im Klinikum Garmisch-Partenkirchen eine Narkosemobilisation empfohlen. Dies hat zum einen den Vorteil, das Kniegelenk schmerzfrei auf die Funktion und Stabilität zu untersuchen und zum anderen die Ursache des Bewegungsdefizits festzustellen (Arthrofibrose oder muskuläre Defizite).

#### **4.4 Statistik**

Die Erfassung der Daten wurde mit Microsoft Excel 2003 Version 11 in xls Format durchgeführt. Nach Prüfung auf Vollständigkeit erfolgte die weitere Bearbeitung der Patientendaten auf Apple IOS Microsoft Excel 2015 Version 15 in docx Format.

Die statistischen Auswertungen wurde mit dem Statistikprogram SPSS für Windows, Version 24.0 (SPSS Inc., U.S.A.) unter Mithilfe der Statistikexpertin Dr. Kottmann durchgeführt.

Im ersten Analyseschritt wurden die metrischen Variablen mittels Kolmogorow-Smirnow-Tests hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft. Die getesteten Variablen weisen keine Normalverteilung auf (Kolmogorow-Smirnow-Test:  $p < 0,05$ ). Bei dem Vergleich der Stichproben wurden daher durchgehend nichtparametrische Tests herangezogen.

Prinzipiell haben wir für die nicht normal verteilten Stichproben folgende Testverfahren verwendet:

Beim Vergleich von 2 unabhängigen, nicht normalverteilten Stichproben haben wir den Mann-Whitney-U-Test und bei mehr als 2 unabhängigen, nicht normalverteilten Stichproben der H-Test nach Kruskal und Wallis angewendet.

Beim Vergleich von 2 verbundenen, nicht normalverteilten Stichproben wurde der Wilcoxon-Test verwendet, dagegen beim Vergleich von mehr als 2 verbundenen, nicht normalverteilten Stichproben der Friedman-Test herangezogen.

Der Fischer-Test wurde zum Signifikanztest bei einer Vierfeldertafel verwendet und ist demnach für eine Sonderform der Kreuztabelle bestimmt. Insbesondere bei kleinen Fallzahlen ist der Fischer-Test exakter als der Chi-Quadrat-Test.

Der Vergleich ordinaler Variablen präoperativ und im Verlauf erfolgte mit dem Vorzeichentest. Dieser vergleicht 2 verbundene Stichproben, wobei hier jedoch – im Gegensatz zum Wilcoxon-Test – nur die positiven und negativen Differenzen ausgezählt wurden. Dadurch können Klassifikationen wie „gut“, „mittel“ und „schlecht“ direkt hinsichtlich einer Änderung im Verlauf überprüft werden.

Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein  $p$ -Wert  $< 0,05$  als statistisch signifikant angenommen wurde.

Die Grafiken wurden ebenfalls mit SPSS erstellt. Zur Darstellung der Mediane und Quartilsabstände wurden Boxplots angefertigt. Während in den Boxen der Median sowie die 25.-75. Perzentile aufgetragen sind, entsprechen die T-Balken dem kleinsten und größten Wert, sofern diese keine Ausreißer bzw. Extremwerte sind. Die Ausreißer sind dabei Werte, die zwischen  $1\frac{1}{2}$  - 3 Boxlängen außerhalb der Box lagen; sie sind in den Grafiken als Kreise dargestellt, während Extremwerte, die mehr als 3 Boxlängen außerhalb der Box gemessen wurden, als Kreuze aufgetragen sind. Die kategorisierten Daten wurden grafisch mit Hilfe von gruppierten Balkendiagrammen dargestellt.

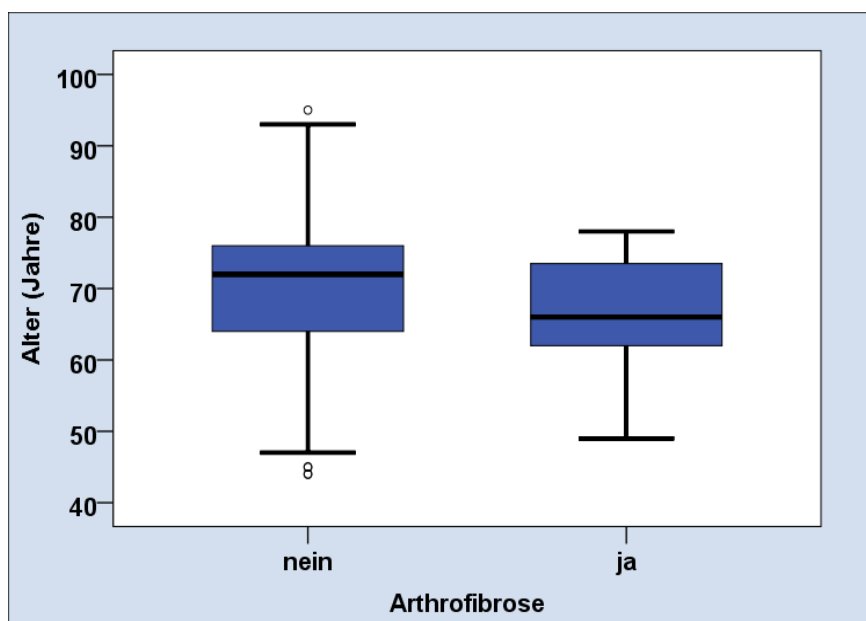
## 5 Ergebnisse

### 5.1 Ergebnisse der präoperativen Einflussfaktoren

Im ersten Ergebnisteil werden die präoperativen Einflussfaktoren im Einzelnen dargestellt.

Zur besseren Übersicht und Vereinfachung der folgenden Darstellungen nennen wir die Patienten die postoperativ keine Arthrofibrose (AF) entwickelten nicht-Arthrofibrose-Gruppe (nAFG) (n=724 Patienten) und die Patienten die postoperativ AF entwickelten Arthrofibrose-Gruppe (AFG) (n=23 Patienten).

Zunächst soll die Altersverteilung der operierten Patienten beleuchtet werden. Aus den folgenden Diagramm kann man entnehmen, dass das Durchschnittsalter der nAFG bei 70,05 Jahre ( $\pm 8,9$ ; Median 72,00) und das Durchschnittsalter der AFG bei 66,26 Jahre ( $\pm 8,2$ ; Median 66,00) lag.



**Abbildung 6:** Altersverteilung bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

In dieser Studie ist die AFG insgesamt signifikant jünger als die nAFG ( $p=0,044$  Mann-Whitney-U-Test).

Die Analyse der Geschlechterverteilung ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich der AF-Erkrankung nach Knie-TEP ( $p=0,133$  Exakttest nach Fischer).

Von den an AF erkrankten Patienten waren 39,1 % Frauen und 60,9 % Männer.

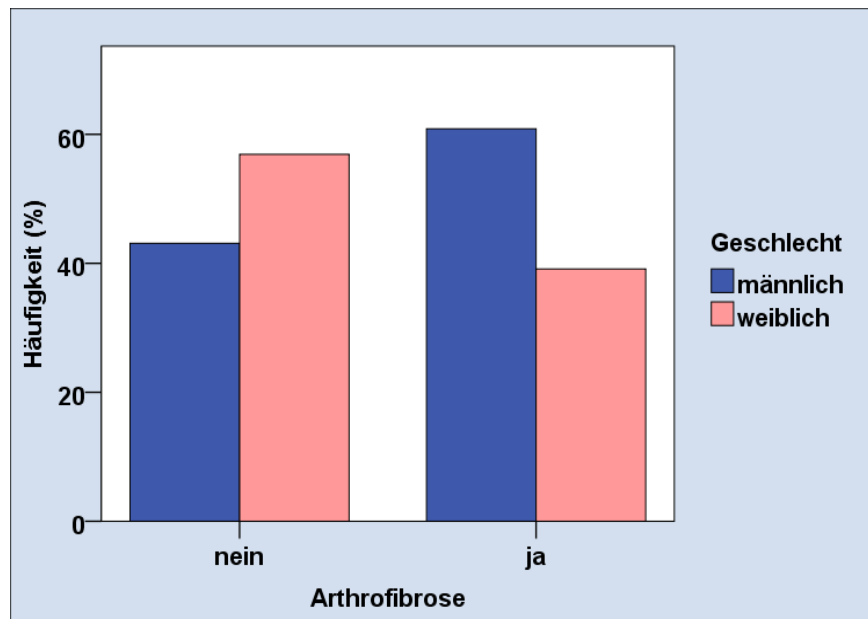


Abbildung 7: Geschlechterverteilung

Zieht man die operierte Seite in Betracht, so ist festzuhalten, dass in dieser Serie die nAFG vermehrt am rechten Knie operiert wurde und die AFG vermehrt am linken Knie einen Gelenkersatz bekam.

Aufgrund des P-Wertes ( $p=0,209$  Exakttest nach Fischer) konnte keine Signifikanz bzgl. der entsprechenden operierten Seite festgestellt werden.

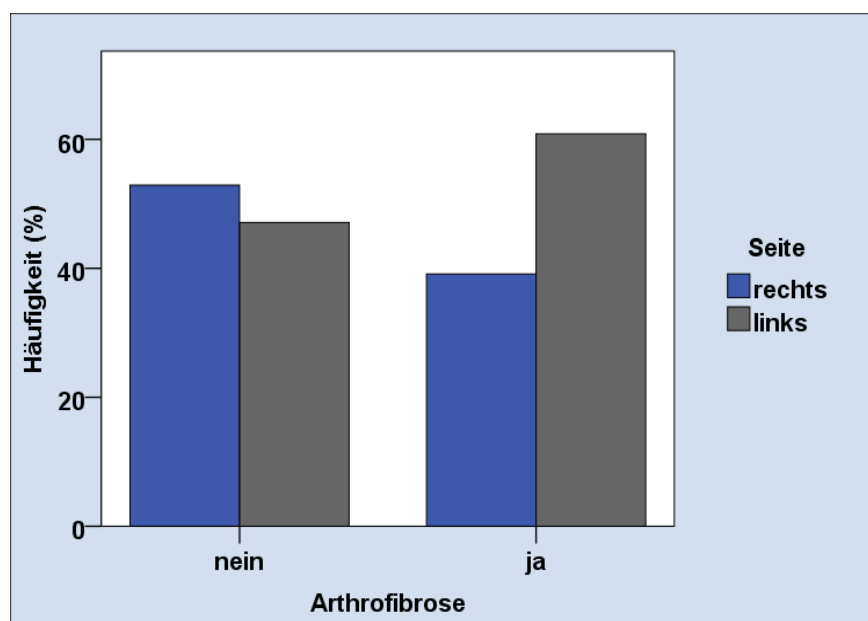


Abbildung 8: Operierte Seiten

Mit Blick auf die Indikation zur Knie-TEP OP konnten wir feststellen, dass mit Abstand die „primäre Gonarthrose“ in beiden Patientenkollektiven, 85,8 % (nAFG) und 82,6 % (AFG) die häufigste Indikation für die OP war. Es folgte die „einseitige sekundäre Gonarthrose“ bei

8,3% der nAFG und 13 % der AFG. Die posttraumatische Gonarthrose hatte einen sehr geringen Anteil an den Knie-TEP Indikationen und zwar 5,9% der nAFG und 4,3% der AFG. Basierend auf diesen Daten, wurden bei dem Risikofaktor „Knie-OP Indikation“, keine signifikanten Verteilungsunterschiede zugeordnet (Chi-Quadrat-Test  $p=0,698$ ).

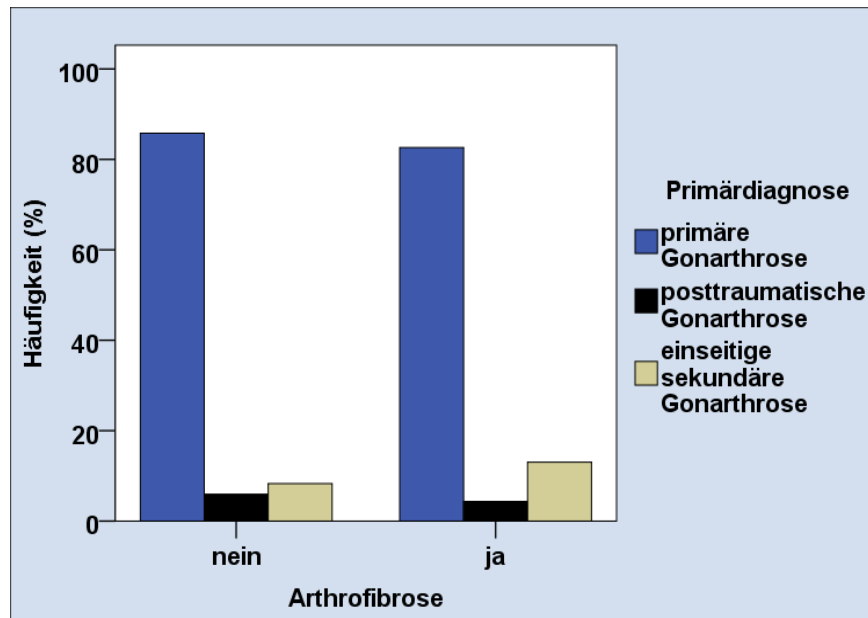


Abbildung 9: Knie-OP Diagnose bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Bei der Frage der Adipositas als Einflussfaktor für die Entstehung der AF, konnte ein signifikanter statistischer Verteilungsunterschied festgestellt werden. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass Adipositas Grad II und III signifikant mehr in der AFG als in der nAFG. (Chi-Quadrat-Test  $p=0,004$ ) vertreten ist.

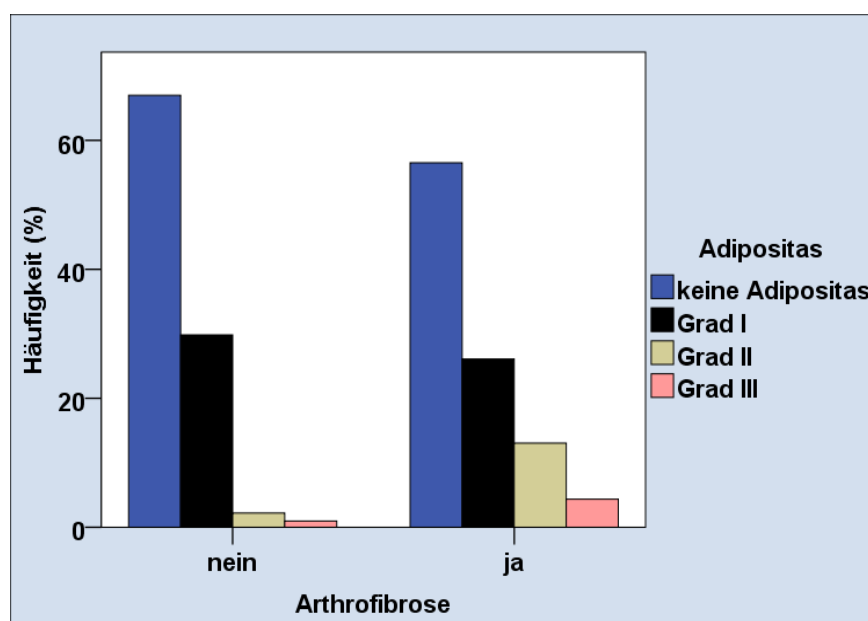
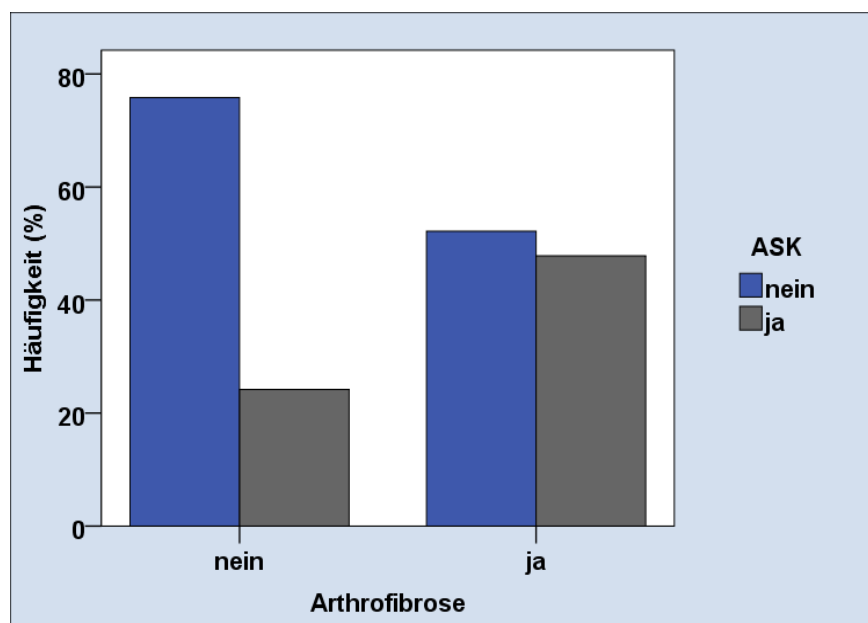


Abbildung 10: Adipositas

Die Fragestellung, ob Voroperationen am endoprothetisch versorgten Kniegelenk ein Risikofaktor für die postoperative Entstehung der AF darstellen, veranschaulichten wir mittels Analyse der erfolgten Kniearthroskopen. In den entsprechenden Patientenunterlagen fanden sich vermehrt Hinweise auf arthroskopisch voroperierte Kniegelenke. Andere vorangegangene Knie-Voroperationen wie VKB-OPs oder Knie-TEPs wurden aufgrund der geringen Anzahl solcher Ereignisse und zum Teil ungenauer Dokumentation nicht weiter analysiert.

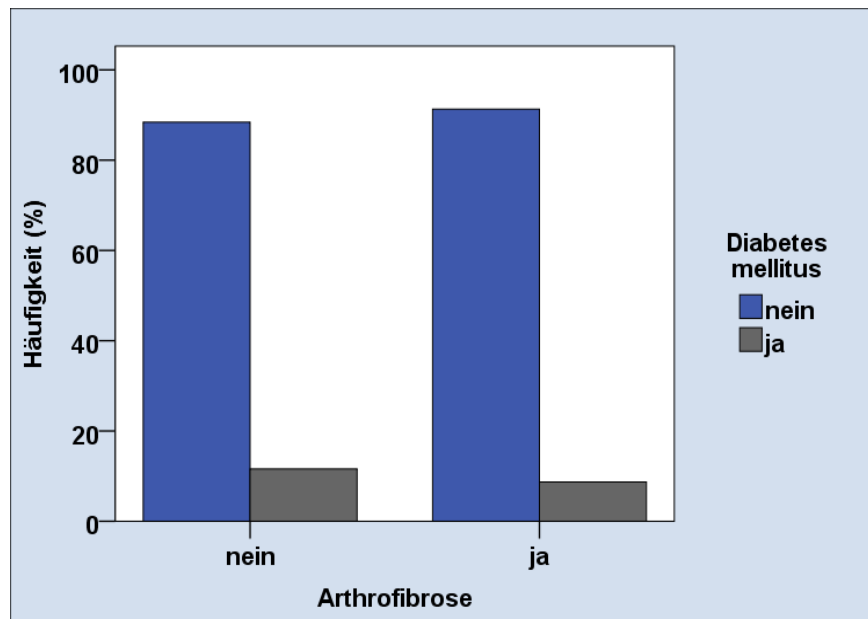
Eine Arthroskopie (ASK) bekamen 24,2% (n=175) der nAFG und 47,8% (n=11) der AFG. Somit hatten die Patienten der AFG signifikant mehr präoperative ASKs (Exakttest nach Fischer  $p=0,014$ ).



**Abbildung 11:** ASK bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Die Untersuchung der Stoffwechselerkrankung Diabetes mellitus zeigte keine statistische Signifikanz bzgl. der AF Entstehung nach Knie-TEP.

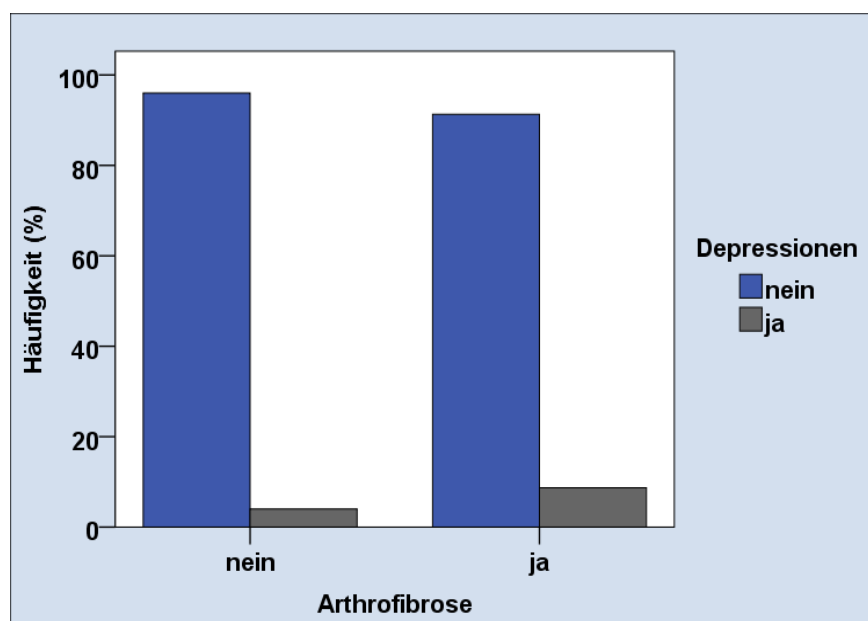
Das untere Diagramm zeigt, dass 11,6% der nAFG und 8,7% der AFG an Diabetes mellitus litten (Exakttest nach Fischer  $p=1,000$ ).



**Abbildung 12:** Diabetes mellitus bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Auch Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis zeigten keine statistische Verteilungssignifikanz aus der auf fördernde Einflussfaktoren für AF geschlossen werden könnte.

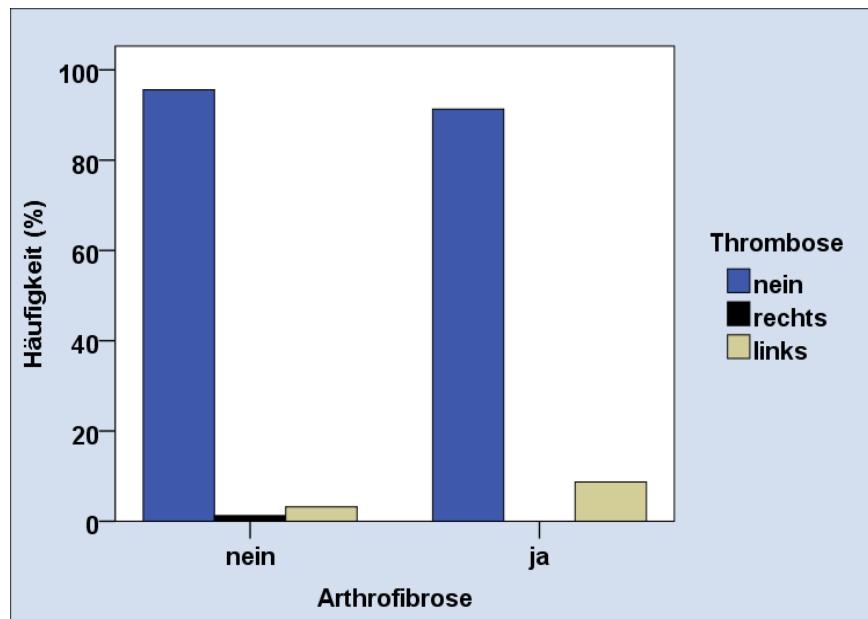
Psychiatrische Vorerkrankungen wie Depressionen zeigen in der statistischen Auswertung der Daten ebenfalls keine signifikanten Verteilungsunterschiede (Exakttest nach Fischer  $p=0,247$ ).



**Abbildung 13:** Depressionen bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Vaskuläre Erkrankungen in der Vorgeschichte wie Thrombose erwiesen sich bei der statistischen Auswertung der Patientendaten ebenfalls als nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test  $p=0,308$ ).

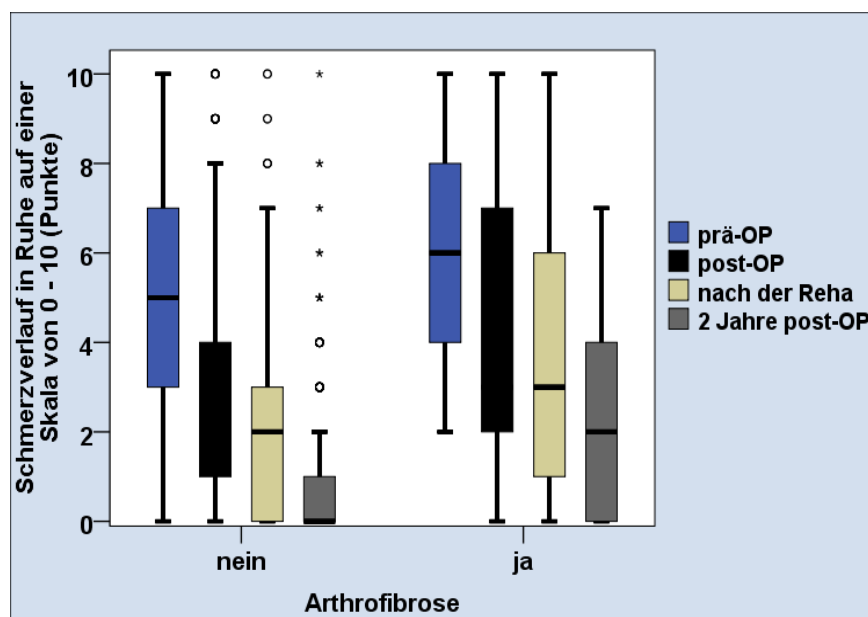




**Abbildung 14:** Thrombose bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Als nächstes befassen wir uns mit dem Schmerzverlauf. Zur besseren Übersicht und zum besseren Verständnis schildern wir in den folgenden Ausführungen die Schmerzen der Knie-TEP versorgten Patienten präoperativ, postoperativ, nach der Reha und heute in Ruhe und unter Belastung.

Betrachtet man den Schmerzverlauf beider Patientengruppen (AFG und nAFG) auf der Schmerzskala von 0-10 in Ruhe entsprechend den angegebenen Zeitpunkten, erkennt man eine signifikante Abnahme der Schmerzintensität (Friedmann Test  $p < 0,001$ ). Folgendes Diagramm zeigt, dass die AFG in allen vier Stadien signifikant über intensiveren Schmerz klagte als das Vergleichskollektiv.



**Abbildung 15:** Schmerzverlauf in Ruhe

Auch der Schmerzverlauf der nAFG auf der Schmerzskala von 0 bis 10 unter Belastung prä-OP, post-OP, nach der Reha und 2 Jahre post-OP, zeigte beim Friedman Test ( $p < 0,001$ ) eine signifikante Abnahme des Medians von Wert 8 prä-OP bis Wert 1,00 heute. (0= kein Schmerz; 10= stärkster vorstellbarer Schmerz).

Ebenfalls abnehmende Werte des Medians sind auch bei der AFG zu vermerken von Wert 9 prä-OP bis Wert 6 heute. Deutlich erkennbar ist die signifikant höhere Schmerzintensität der AFG im Vergleich mit der nAFG.

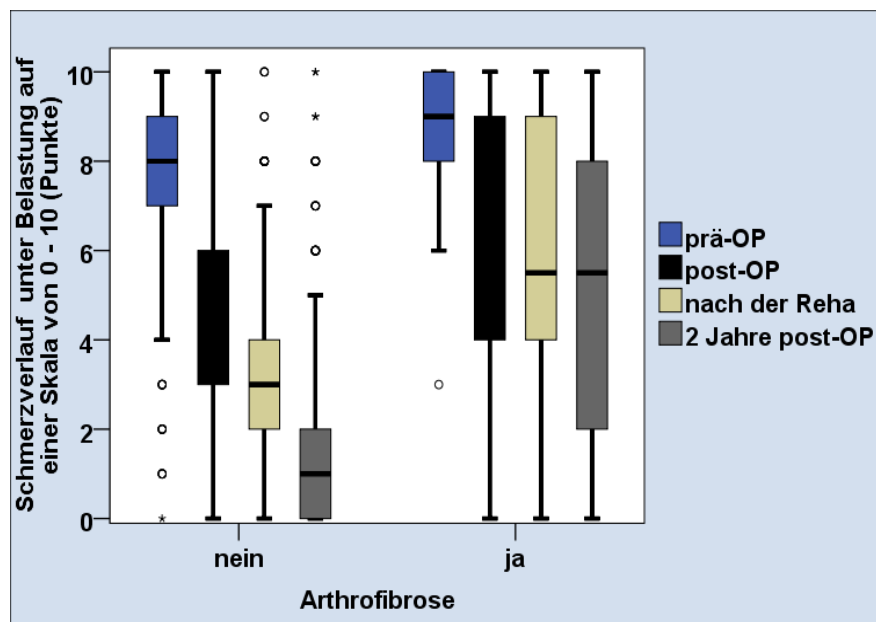


Abbildung 16: Schmerzverlauf unter Belastung

## 5.2 Ergebnisse der postoperativen Risikofaktoren

Betrachten wir als nächstes die Dauer der Operationen.

Die durchschnittliche OP-Dauer für die nAFG kann mit 84,7 Minuten und die der AFG mit 73,2 Minuten angegeben werden. Im Durchschnitt hat die Operation der AFG um 11,5 Minuten kürzer gedauert als bei der Vergleichsgruppe. Die nächste Tabelle zeigt, dass keine signifikanten Verteilungsunterschiede bzgl. der OP-Dauer eruiert werden können (Mann-Whitney-U-Test  $p = 0,432$ ).

**Tabelle 3:** OP-Dauer bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

	OP-Dauer (min)		
	Arthrofibrose		
	nein	Ja	gesamt
Mittelwert	84,74	73,22	84,38
Standardabweichung	60,89	20,51	60,08
Perzentil 25	61,00	52,00	61,00
Median	73,00	67,00	73,00
Perzentil 75	91,00	95,00	91,00
Minimum	60	42	60
Maximum	851	111	851
Anzahl	724	23	747
Gültige Anzahl	718	23	741

### Verwendete Prothese als Einflussfaktor

Die meist eingesetzte Knie-TEP ist die bikondyläre Oberflächenersatzprothese, ungekoppelt, ohne Patellaersatz, Hybrid (teilzementiert) gewesen. Sie wurde bei 71,5 % (n=518) der nAFG und 82,6 % (n=19) der AFG eingesetzt. Eine Kniegelenksprothese mit Patellaersatz erhielten lediglich 7 der insgesamt 747 operierten Patienten, wobei keiner dieser Patienten postoperativ AF bekam. Auch hier wurden keine statistischen Verteilungsunterschiede festgestellt. (Chi-Quadrat-Test  $p=0,333$ ). Eine genauere Übersicht über die Art der eingesetzten Knieprothesen liefert folgende Tabelle.

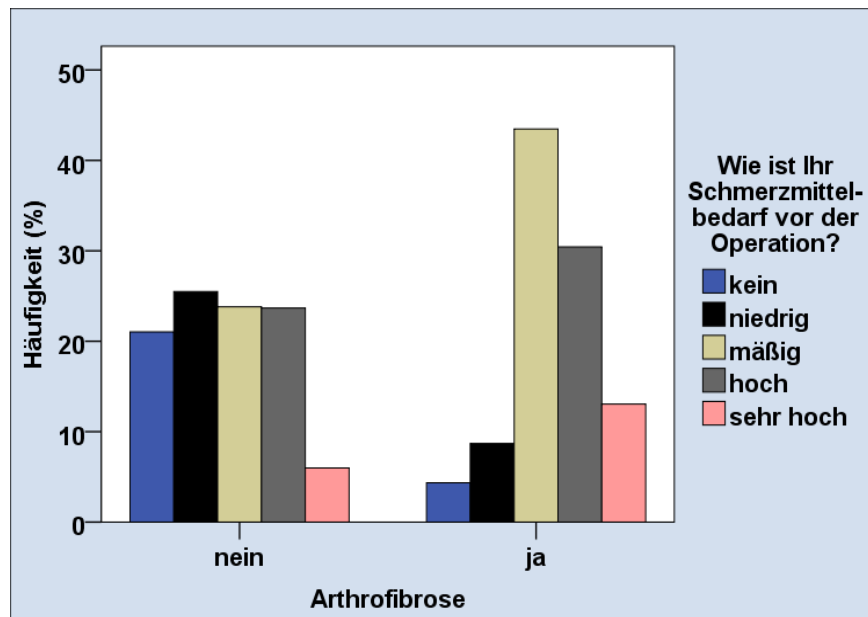
**Tabelle 4:** Verwendete Prothese bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

			Arthrofibrose		Gesamt
			nein	ja	
Art der Eingliederung	bikondyläre Oberflächenersatzprothese, teilgekoppelt, mit Patellaersatz: Hybrid (teilzementiert)	Anzahl	1	0	1
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	0,1%	0,0%	0,1%
	bikondyläre Oberflächenersatzprothese, teilgekoppelt, ohne Patellaersatz: Hybrid (teilzementiert)	Anzahl	1	0	1
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	0,1%	0,0%	0,1%
	bikondyläre Oberflächenersatzprothese, teilgekoppelt, ohne Patellaersatz: Zementiert	Anzahl	2	0	2
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	0,3%	0,0%	0,3%

	bikondyläre Oberflächener- satzprothese, ungekoppelt, mit Patellaersatz: Hybrid (teilze- mentiert)	Anzahl	6	0	6
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	0,8%	0,0%	0,8%
	bikondyläre Oberflächener- satzprothese, ungekoppelt, ohne Patellaersatz: Hybrid (teilzementiert)	Anzahl	518	19	537
		% innerhalb von Art der Eingliederung	96,5%	3,5%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	71,5%	82,6%	71,9%
	bikondyläre Oberflächener- satzprothese, ungekoppelt, ohne Patellaersatz: Nicht ze- mentiert	Anzahl	24	3	27
		% innerhalb von Art der Eingliederung	88,9%	11,1%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	3,3%	13,0%	3,6%
	bikondyläre Oberflächener- satzprothese, ungekoppelt, ohne Patellaersatz: Zementiert	Anzahl	3	0	3
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	0,4%	0,0%	0,4%
	Unikondyläre Schlittenprothe- se: Hybrid (teilzementiert) (Auch lateraler unischlitten, unischlitten lateral)	Anzahl	11	0	11
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	1,5%	0,0%	1,5%
	unikondyläre Schlittenprothe- se: Nicht zementiert	Anzahl	29	0	29
		% innerhalb von Art der Eingliederung	100,0%	0,0%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	4,0%	0,0%	3,9%
	unikondyläre Schlittenprothe- se: Zementiert	Anzahl	129	1	130
		% innerhalb von Art der Eingliederung	99,2%	0,8%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	17,8%	4,3%	17,4%
	Gesamt	Anzahl	724	23	747
		% innerhalb von Art der Eingliederung	96,9%	3,1%	100,0%
		% innerhalb von Arthrofibrose	100,0%	100,0%	100,0%

Der Vollständigkeit halber soll hier noch ergänzend die medikamentöse Therapie des präoperativen, postoperativen vor Reha und des heutigen (2 Jahre post-OP) Schmerzverlaufs in folgenden Diagrammen dargestellt werden.

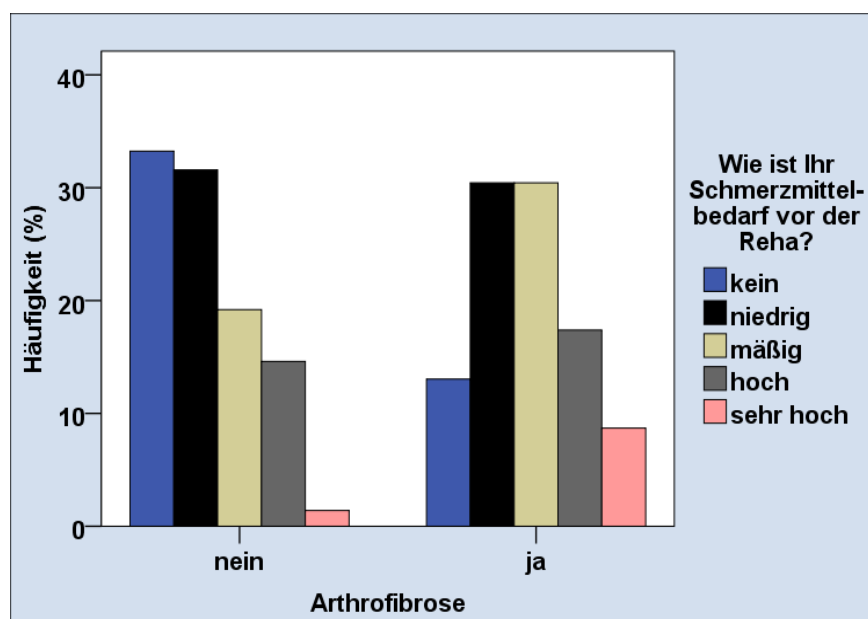
Die statistische Analyse zeigte, dass prä-OP der Schmerzmittelbedarf der AFG im „mäßig“=43,5 % (23,8 % nAFG), „hoch“=30,4 % (23,7 % nAFG) und „sehr hoch“=13 % (6 % nAFG) signifikant größer war als beim Vergleichskollektiv (Chi-Quadrat-Test  $p=0,024$ ).



**Abbildung 17:** Schmerzmittelbedarf vor der Operation bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

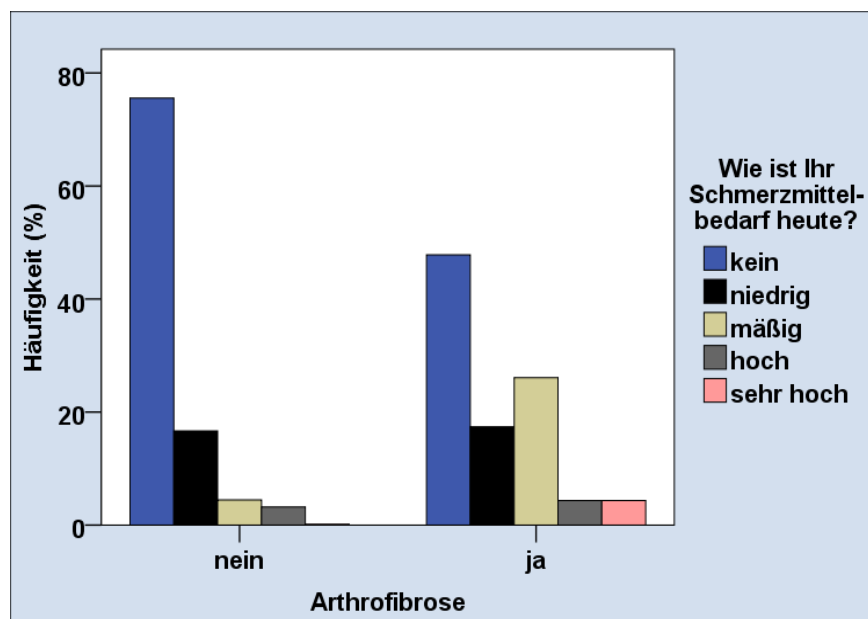
Die gleiche Feststellung konnte postoperativ vor der Reha Behandlung getroffen werden.

Der Schmerzmittelbedarf der AFG erwies sich als signifikant höher (Chi-Quadrat Test  $p=0,020$ ) auch vor der Reha-Behandlung.



**Abbildung 18:** Schmerzmittelbedarf vor der Reha bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Mit dem Chi-Quadrat-Test  $p=0,000$  wurden auch „heute“ (nach 2 Jahren) signifikante Verteilungsunterschiede bzgl. des Schmerzmittelbedarfs festgestellt. Der mäßige, hohe und sehr hohe Schmerzmittelbedarf ist bei der AFG signifikant höher.



**Abbildung 19:** Schmerzmittelbedarf 2 Jahre post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Für den Schmerzmittelbedarf der nAFG vs. AFG haben wir ergänzend den Vorzeichentest durchgeführt. In allen drei Verlaufsvarianten konnten wir signifikante Verteilungsunterschiede feststellen.

**Tabelle 5:** Vorzeichentest Schmerzmittelbedarf

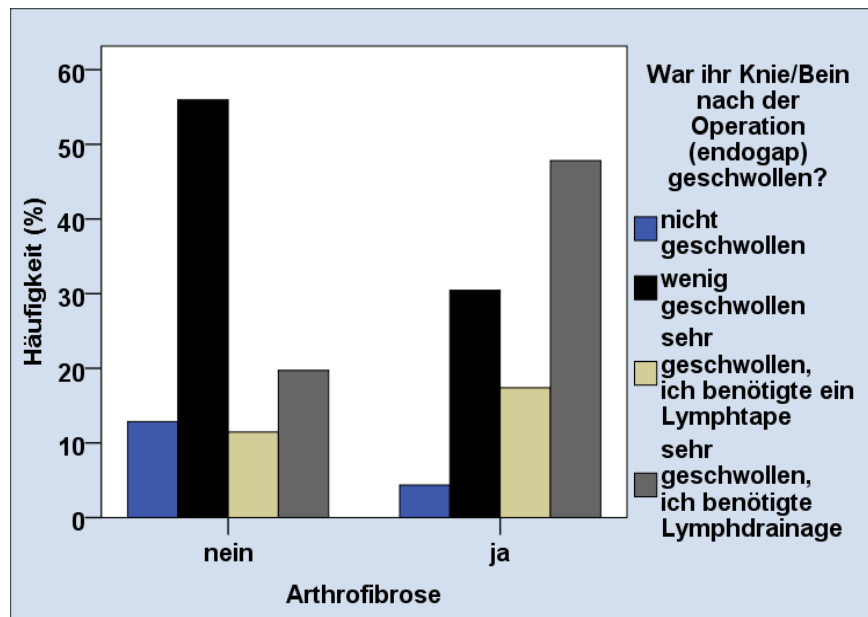
	Wie ist Ihr Schmerzmittelbedarf vor der Reha? - Wie ist Ihr Schmerzmittelbedarf vor der Operation?	Wie ist Ihr Schmerzmittelbedarf heute? - Wie ist Ihr Schmerzmittelbedarf vor der Operation?	Wie ist Ihr Schmerzmittelbedarf heute? - Wie ist Ihr Schmerzmittelbedarf vor der Reha?
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000

Des Weiteren haben wir die Schwellung des betroffenen Knies nach der Operation, nach der Reha und nach einem Jahr postoperativ analysiert.

Postoperativ hatten 11,5 % der nAFG (n=82) und 17,4 % (n=4) der AFG das mit Gelenkersatz versorgte Knie so geschwollen, dass ein Lymphtape benötigt wurde.

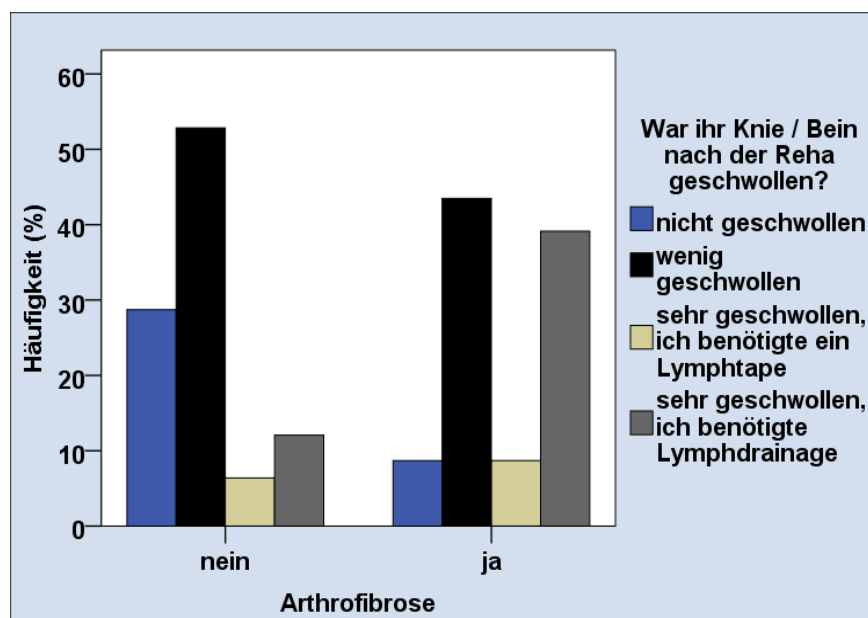
Eine Lymphdrainage aufgrund einer Knieschwellung benötigten 19,7 % der nAFG und 47,8 % der AFG. Aus dem untenstehenden Diagramm ist deutlich zu sehen, dass signifi-

kant mehr Patienten der AFG ein Lymphtape bzw. eine Lymphdrainage aufgrund postoperative Knieschwellung benötigten (Chi-Quadrat-Test  $p=0,004$ ).



**Abbildung 20:** Knieschwellung post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

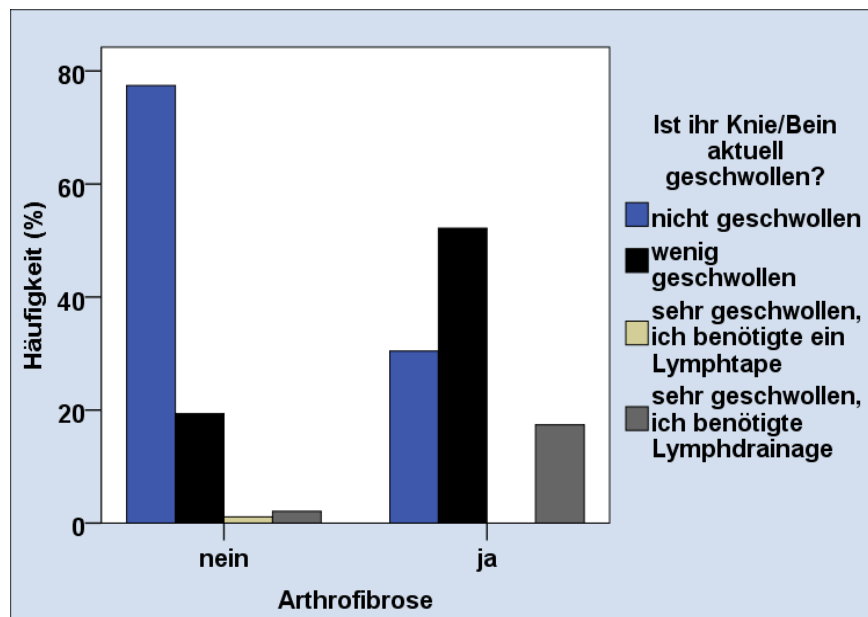
Nach der Reha wurde eine Besserung der Knieschwellungstendenz erzielt. Trotzdem hatte die AFG signifikant mehr Lymphtape bzw. Lymphdrainage gebraucht als die nAFG (Chi-Quadrat-Test  $p=0,001$ ).



**Abbildung 21:** Knieschwellung nach der Reha bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Wenn man die drei Diagramme bzgl. der Knieschwellung im Vergleich betrachtet: post-OP, nach der Reha und aktuell, ist eine Verbesserung deutlich erkennbar. Lediglich 17,4 % der AFG benötigten „aktuell“ eine Lymphdrainage. Bei der nAFG war dies nur in 2,1 %

der Fälle notwendig. Mit einem P-Wert  $p=0,000$  (Chi-Quadrat-Test) sind auch aktuell (2 Jahre post-OP) signifikante Verteilungsunterschiede bzgl. einer Knieschwellung feststellbar.

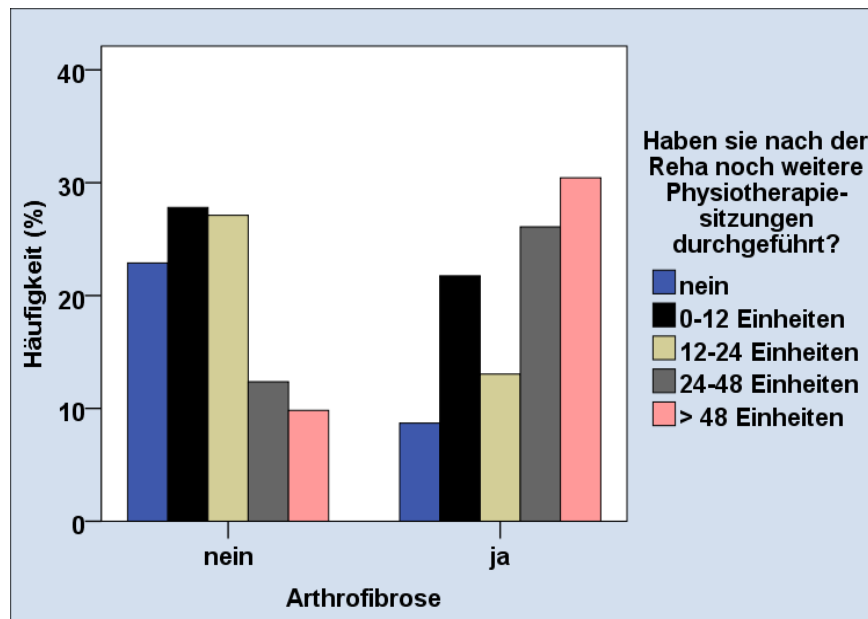


**Abbildung 22:** Knieschwellung 2 Jahre post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Die Rehabilitation nach Knie-TEP gestaltete sich ambulant, stationär, bzw. ambulant und stationär. Drei Patienten erhielten im Klinikum Garmisch-Partenkirchen keine Reha. Bei 92 % der nAFG und bei 91,3 % der AFG wurde eine stationäre Rehabilitation nach Knie-TEP durchgeführt. Aufgrund dieses geringen Unterschieds kann von keiner Signifikanz gesprochen werden (Chi-Quadrat-Test  $p=0,967$ ).

Zusätzlich nach der Reha erhielten die Patienten des Klinikums Garmisch-Partenkirchen weitere physiotherapeutische Behandlungen in unterschiedlichen Anzahlen. Wie unten zu sehen ist, brauchte die AFG deutlich vermehrte Physiotherapie.

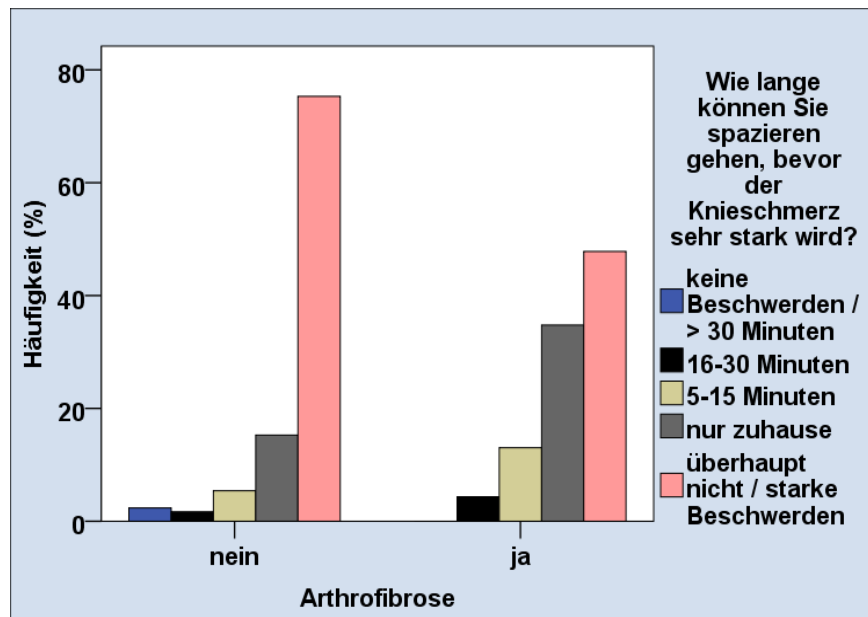




**Abbildung 23:** Durchgeführte Physiotherapiesitzungen bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

12,4 % (n=88) der nAFG erhielten 24 bis 48 physiotherapeutische Behandlungen. Im Gegensatz dazu erhielten deutlich mehr Patienten der AFG (26,1 % n=6) 24-48 Physiotherapie Sitzungen. Mehr als 48 Physiotherapie Einheiten bekamen 30,4 % der AFG bzw. 9,8 % der nAFG (Chi-Quadrat-Test  $p=0,003$ ).

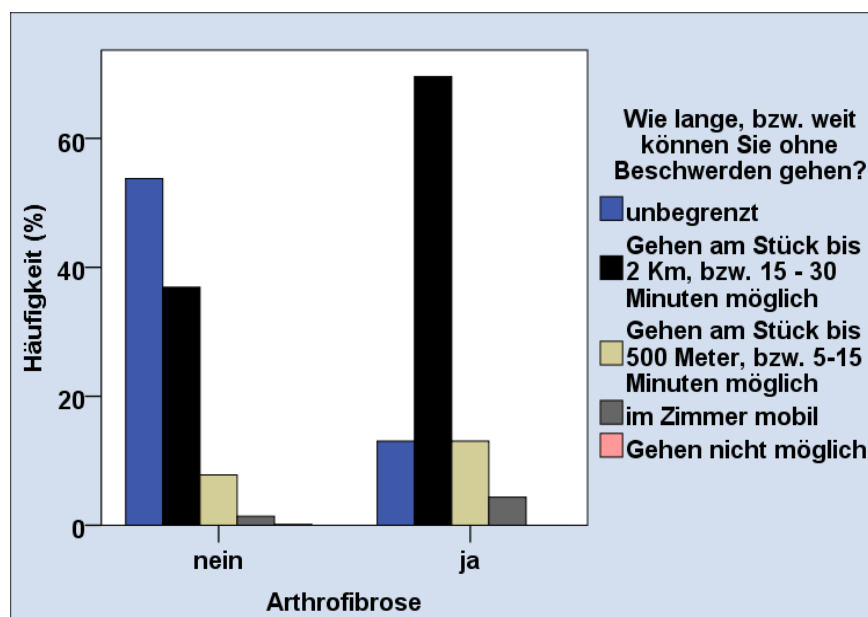
Weiterhin wurde auch die Dauer des Spaziergangs (mit oder ohne Gehilfe) bis der Knieschmerz unerträglich wurde, analysiert. Zur besseren Beurteilung haben wir die präoperative mit der postoperativen Mobilisation der Patienten verglichen. 75,3 % der nAFG gaben präoperativ an, überhaupt nicht gehen zu können. Sehr starke Knieschmerzen (gehen nicht möglich) gaben 47,8 % der AFG an. Nur zuhause mobil waren 15,3 % der nAFG und 34,8 % der AFG.



**Abbildung 24:** Spazieren gehen, bevor der Knieschmerz sehr stark wird (Prä-OP)

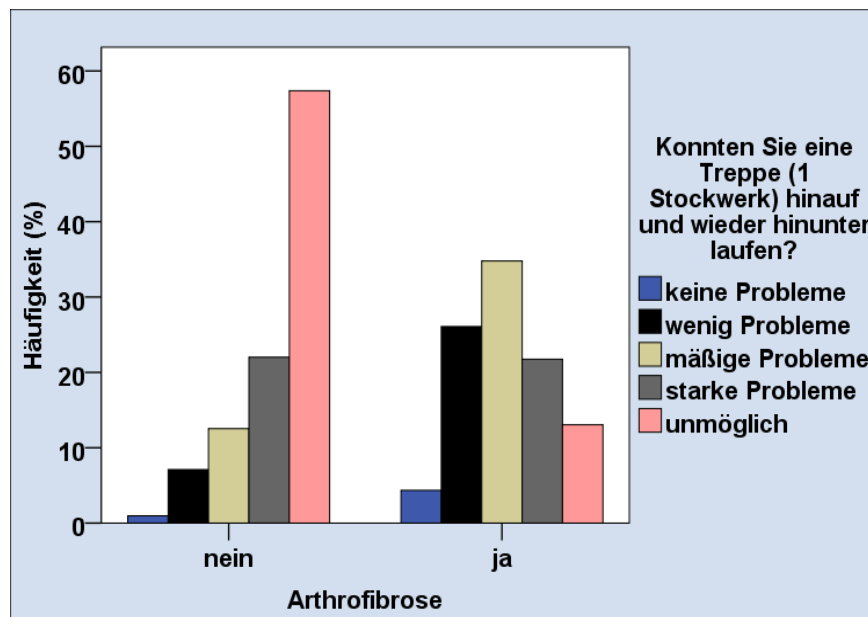
Es können signifikante Verteilungsunterschiede bzgl. der Wegstrecken aus obigem Diagramm entnommen werden (Chi-Quadrat-Test  $p=0,023$ ).

Bezüglich Beweglichkeit konnte der künstliche Kniegelenkersatz die präoperative Situation der Patienten in den meisten Fällen wesentlich ändern. 53,8 % der nAFG und 13 % der AFG konnten postoperativ nach einem Jahr unbegrenzt (mit oder ohne Gehhilfen) gehen. Nur im Zimmer mobil waren noch 1,4 % der nAFG und 4,3 % der AFG. Ein Jahr postoperativ war die nAFG signifikant mobiler als die AFG (Chi-Quadrat-Test  $p=0,004$ ).



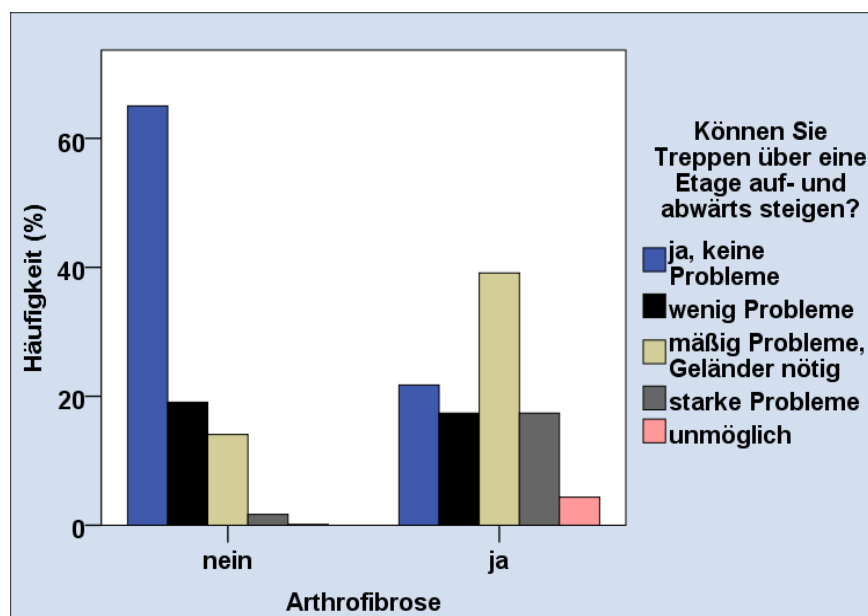
**Abbildung 25:** Spazierengehen bevor der Knieschmerz sehr stark wird (1 Jahr post-OP)

Betrachten wir speziell das Treppensteigen, so fällt auf, dass präoperativ mehr Patienten der nAFG (57,4 %) damit Probleme hatten gegenüber 13 % der AFG (Chi-Quadrat-Test  $p=0,000$ ).



**Abbildung 26:** Treppensteigen prä-OP Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

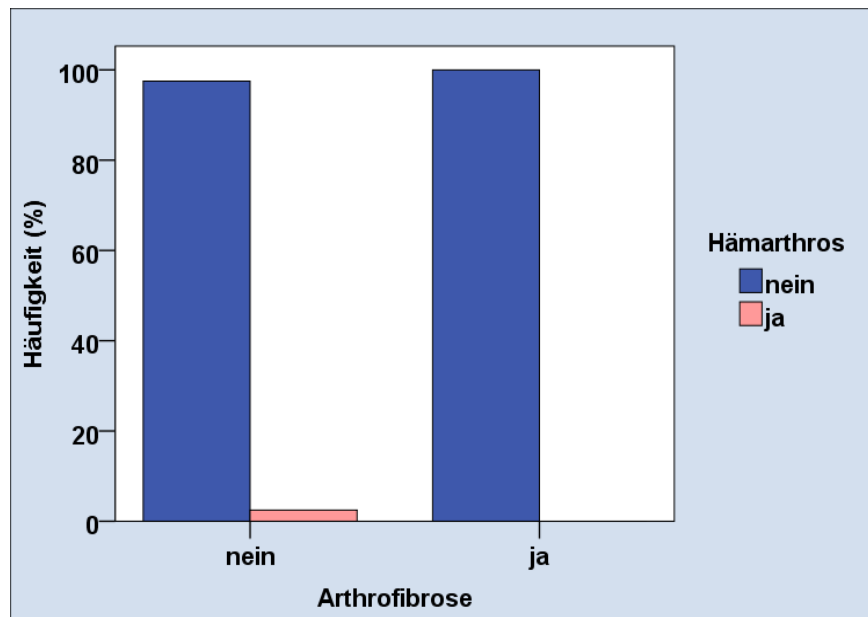
Ein Jahr postoperativ konnten 65 % der nAFG Treppen über eine Etage steigen. Mäßige Probleme hatten 14,1 % der nAFG und 39,1 % der AFG. In jedem Fall brauchten beide Gruppen zur Unterstützung ein Geländer.



**Abbildung 27:** Treppensteigen 1 Jahr post-OP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

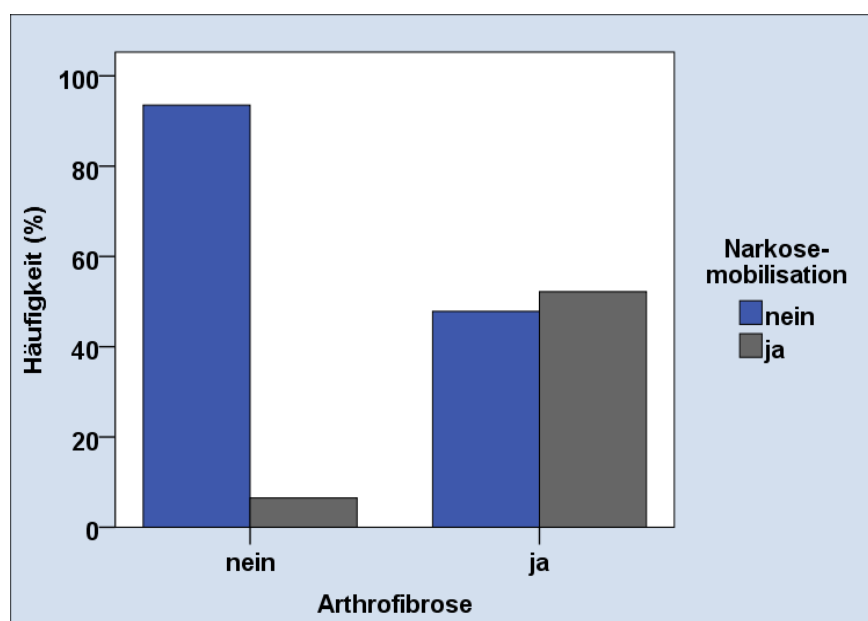
Ein Jahr post-OP konnten signifikant mehr Patienten der nAFG Treppen über eine Etage hinauf und hinuntersteigen (Chi-Quadrat-Test  $p=0,000$ ).

Die Betrachtung des postoperativen Risikofaktors „Hämarthros“ zeigte ebenfalls keine signifikanten Verteilungsunterschiede (Exakttest nach Fischer  $p=1,000$ ).



**Abbildung 28:** Hämarthros bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

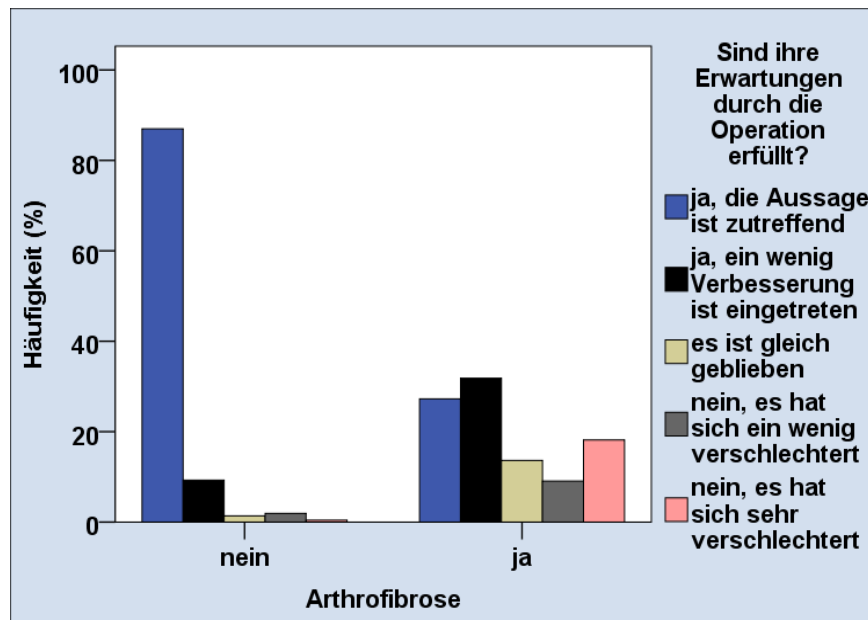
Postoperativ wurde wegen der stark eingeschränkten Kniegelenksbeweglichkeit bei mehreren Patienten eine Narkosemobilisation notwendig und durchgeführt. Nach erfolgter Narkosemobilisation bei 6,5 % ( $n=47$ ) der nAFG, erzielten 26 Patienten eine bessere Kniegelenksbeweglichkeit. Mit einem Anteil von 52,2 % erhielt die AFG postoperativ signifikant mehr Narkosemobilisationen. 11 Patienten der AFG ließen trotz medizinischer Empfehlung die Narkosemobilisation nicht durchführen (Exakttest nach Fischer  $p=0,000$ ).



**Abbildung 29:** Narkosemobilisation bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

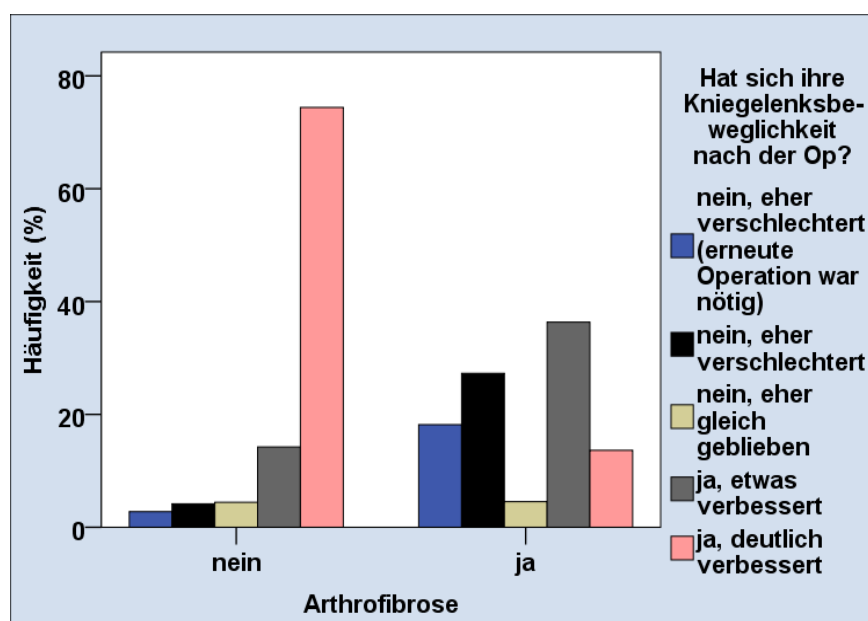
### 5.3 Erwartungen an die Kniegelenksprothese

Die Erwartungen an die durchgeführten Knieoperationen bzw. an die dadurch erlangte Kniebeweglichkeit waren bei 87 % der operierten Patienten erfüllt (Patienten die post-OP keine Arthrofibrose entwickelten). Die Erfüllung der Erwartungen war somit bei der nAFG signifikant höher als bei der AFG (Chi-Quadrat-Test  $p = 0,000$ ).



**Abbildung 30:** Erfüllung der OP-Erwartung bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Ein Jahr postoperativ hatten 74,4% der nAFG angegeben, dass durch die Knie-TEP eine deutliche Verbesserung der Kniebeweglichkeit eingetreten war. 18,2% der AFG berichteten, dass sich die Kniebeweglichkeit eher verschlechtert hatte.

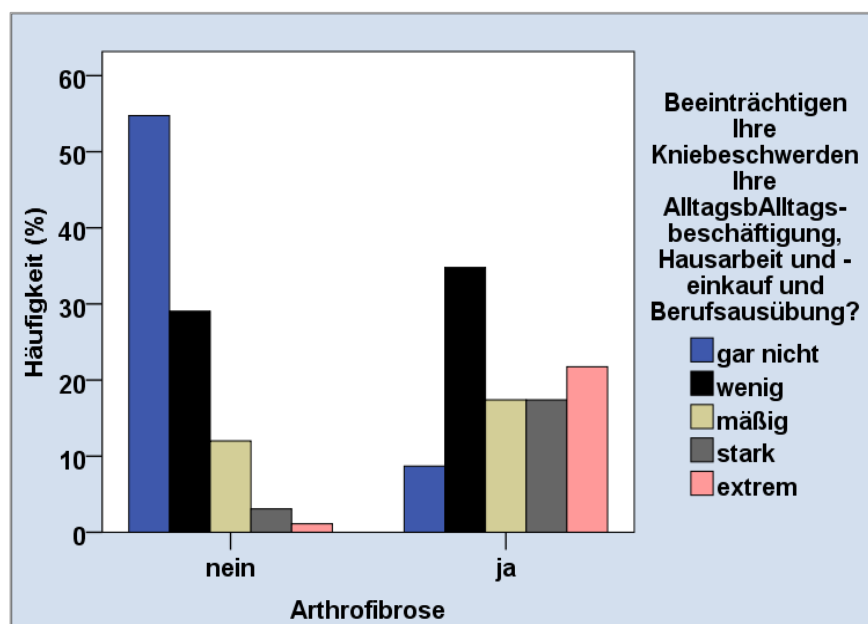


**Abbildung 31:** Kniegelenksbeweglichkeit nach der Operation bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Die Kniegelenksbeweglichkeit verbesserte sich ein Jahr postoperativ signifikant bei der nAFG (Chi-Quadrat-Test  $p=0,000$ ).

54,7 % der nAFG waren ein Jahr postoperativ durch das künstliche Gelenk nicht in ihrer Alltagsbeschäftigung oder Berufsausübung beeinträchtigt. Ebenfalls nicht beeinträchtigt waren 8,7 % der AFG. Über eine extreme Behinderung im täglichen Leben oder in der beruflichen Tätigkeit klagten 1,1 % der nAFG und 21,7 % der AFG.

Es stellte sich heraus, dass ein Jahr postoperativ signifikant mehr Patienten der AFG durch das mit TEP versorgtem Kniegelenk im Alltag oder Beruf beeinträchtigt waren. (Chi-Quadrat-Test  $p=0,000$ )



**Abbildung 32:** Beeinträchtigung durch Kniebeschwerden bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

Der postoperativ emotionale Zustand der Knie-TEP versorgten Patienten im Hinblick auf die Zukunft wurde in dieser Studie mitberücksichtigt bzw. durch Fragen eruiert. Demnach berichteten ein Jahr postoperativ 69,7 % der nAFG, dass sie nicht ängstlich oder deprimiert sind. Extreme Angst oder Depressionen hatten hingegen 4,3 % der AFG und 0,1 % der nAFG. Somit konnten wir hier einen signifikanten Verteilungsunterschied vorfinden (Chi-Quadrat-Test  $p=0,000$ ).

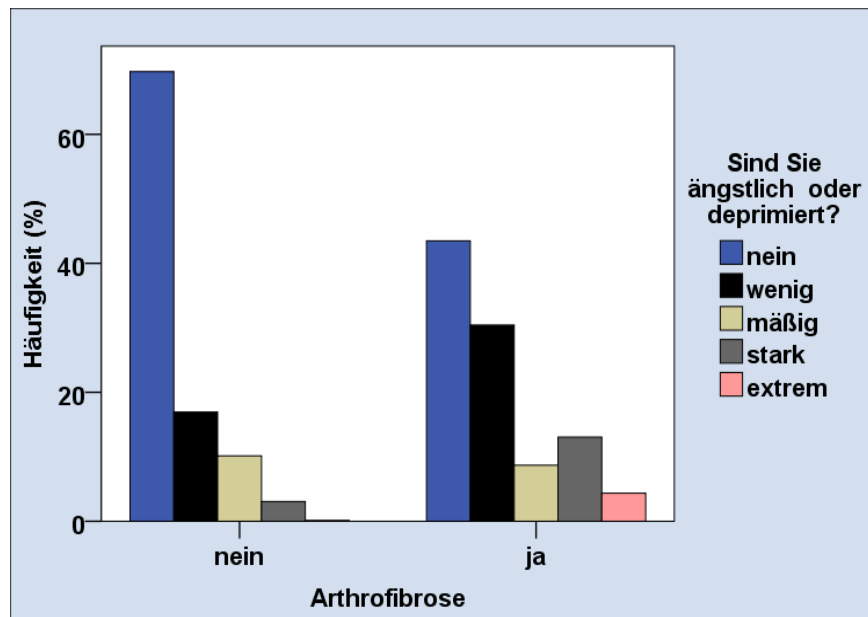


Abbildung 33: Angst oder Depression bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

## 5.4 Patientenzufriedenheit

Durch die Kniegelenkersatz-Operation hatten postoperativ 88,4 % der nAFG und 36,4 % der AFG eine Verbesserung der Lebensqualität erfahren. Über eine Verschlechterung der Lebensqualität berichteten 13,6 % der AFG und 0,4 % der nAFG. 1,5 % der Patienten der nAFG und 13,6 % der Patienten der AFG bemerkten keinen Unterschied bzw. keine Verbesserung, aber auch keine Verschlechterung durch die Knieoperation. Dem Diagramm ist ein signifikanter Verteilungsunterschied bzgl. eine Verbesserung der Lebensqualität nach Knie-TEP zu entnehmen (Chi-Quadrat-Test  $p = 0,000$ ).

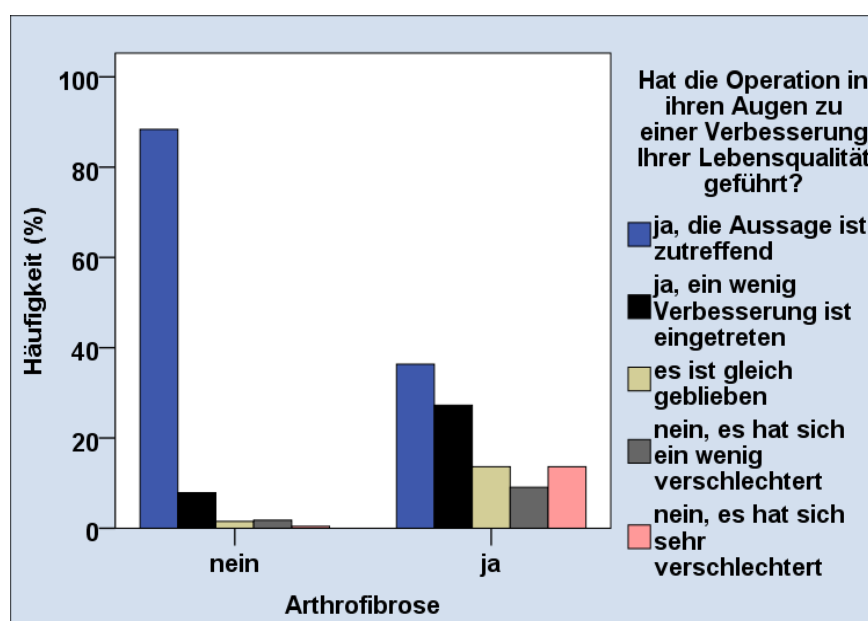


Abbildung 34: Lebensqualität mit Knie-TEP bei Patienten ohne vs. mit Arthrofibrose

## 6 Diskussion

Unter Berücksichtigung der statistischen Grenzen wird der Zusammenhang der Einfluss- und Risikofaktoren aufgezeigt, die zur postoperativen Arthrofibrose (AF) nach Knie-TEP (Totalendoprothese) führen können.

### **Arthrofibrose- Inzidenz nach Knie-TEP**

Nach erfolgtem Kniegelenkersatz an der chirurgisch-orthopädischen Abteilung des Klinikums Garmisch-Partenkirchen, bekamen gut 3 % der operierten Patienten postoperativ eine Kniegelenksarthrofibrose.

Je nach Literatur, rechnet man bei 5-10 % der Knie-TEPs mit dem Auftreten einer Arthrofibrose (Daluga et al. 1991, Maloney 2002, Steffen et al. 2003). I. Ipach und T. Kluba aus dem Universitätsklinikum Tübingen beziffern im Rahmen der 96. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie die Prävalenz der Arthrofibrose (AF) nach Knie-Totalendoprothese (TEP) zwischen 3-13 %. Die Anzahl der postoperativ aufgetretenen AF-Fälle in unserer Studie liegt an der Untergrenze der in der Literatur beschriebenen Fälle.

### **Studienzeitraum und Patienten**

Von 747 Patienten (421 Frauen und 326 Männer), die an unserer Studie teilgenommen haben, litten 23 Patienten (9 Frauen und 14 Männer) postoperativ an einer Arthrofibrose. Das Durchschnittsalter der nAFG lag bei 70,05 Jahren. Die AFG war mit einem Durchschnittsalter von 66,26 Jahren signifikant jünger als die nAFG.

Die jährliche Operationshäufigkeit in der Altersgruppe der über 70-Jährigen, beträgt für Knie-Ersteingriffe 0,7 % (2007) bzw. 0,6 % (2014). Die Knie-Operationshäufigkeit bezogen auf die Gesamtbevölkerung betrug 2014 0,19 %. Frauen benötigen häufiger einen Hüft- oder Kniegelenkersatz als Männer (Rothbauer et al, 2017; Braun 2013; Lüring et al. 2013). Auch in unserer Studie war die Anzahl weiblicher Patienten höher als die der männlichen Patienten. Das lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass Frauen eine wesentlich höhere Lebenserwartung und eine höhere Arthrose-Prävalenz haben (Rabenberg 2013)

Hans-Holger Bleß und Miriam Kip zeigten in ihrem Buch „Weissbuch Gelenkersatz“, dass das Durchschnittsalter bei Erstoperationen einer Knie-TEP im Jahre 2013 bei 69,2 Jahren



lag. Patienten, die einen Teilgelenkersatz am Knie erhielten, waren jünger (Durchschnittsalter 65,8 Jahre).

Das Durchschnittsalter der Patienten unserer Studie deckt sich gut mit der in der Literatur gefundenen Daten (Bleß & Kip, 2017).

Julin et al, 2010 konnte bei den Patienten unter 55 Jahren eine Unzufriedenheitsrate aufgrund postoperativ entwickelter AF von 35 % feststellen. Kurtz et al, hatte 2007 in seiner Publikation vorhergesagt, dass in den USA das Patientenalter bei 50 % der Knie-TEP-operierten Patienten unter 65 Jahren sein wird. Wirth et al. 2010, erwähnten in ihrer Arbeit, dass das junge Patientenalter ein patientenbedingter präoperativer Komplikationsfaktor für ein steifes künstliches Kniegelenk (Arthrofibrose) sein könnte.

Das junge Patientenalter (Durchschnitt 66,26 Jahre) der AFG unserer Studie zeigte ebenfalls statistische Signifikanz und deckt sich gut mit der in der Literatur gefundenen Daten. Eine mögliche Erklärung, warum das junge Patientenalter als AF-gefährdet gilt, kann der Ehrgeiz bzw. der Drang zur schnellen Rehabilitation und Mobilisation und den damit verbundenen mechanischen Stress angenommen werden.

### **Bewertung der erhobenen Daten**

Die Qualität der erfassten Daten hängt sehr von der Vollständigkeit und Art der erhobenen Daten ab. Möglicherweise konnten nicht alle relevanten präoperativen oder postoperativen Faktoren in dieser Auswertung mitberücksichtigt werden.

Mit einem durchschnittlichen Punktwert von 9,84 wies der Oxford Knee Score auf eine schwere Arthrose als Indikation für die Knie-TEP-Implantation in dem Gesamtpatientengut hin.

Für die Entscheidung zur OP war die Intensität der Knieschmerzen mit und ohne Belastung ausschlaggebend. Anhand des Oxford Knee Scores wurde das Ausmaß der Bewegungseinschränkung und der Schmerzqualität beurteilt.

Der von uns in dieser Studie angewandte Oxford Knee Score (OKS) wurde 1998 von Dawson et al. entwickelt und seitdem in multiplen Studien benutzt. Seit seiner ersten Beschreibung wird der OKS aufgrund seiner guten Reproduzierbarkeit, praktischen Anwendung und seiner Validität ausgiebig genutzt (Murray et al 2007). Schmerzen und weitere Beschwerden lassen sich zusätzlich zur klinischen Beurteilung der Kniebeweglichkeit mit standardisierten Patientenbefragungsinstrumenten erheben (Claes et al.2012; Wirtz 2011). Mit zwei weiteren Fragebögen (Endofit und Score endogap questionnaire) konnten wir für

unsere Studie die Alltagstauglichkeit der Knieprothese beurteilen bzw. weitere Beschwerden, Schmerzverlauf Erwartungen und Zufriedenheit erfassen.

### **Diskussion Präoperative Einflussfaktoren**

Die operierte Seite und die Knie OP- Indikation zeigten in dieser Studie keine statistisch signifikanten Verteilungsunterschiede. Die prothetische Kniegelenksversorgung erfolgte bei 85,8% der nAFG und bei 82,6% der AFG aufgrund primären Gonarthrose. Grunderkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis konnten wir als Ursache für die Knie-TEP-Implantation in unserem Arthrofibrose-Patientengut nicht feststellen

Dies deckt sich gut mit den in der Literatur gefundenen Daten. Wirts 2011 beschreibt ebenso die primäre oder sekundäre Gonarthrose als Hauptindikation für eine Knie-TEP, während andere Ursachen sehr viel seltener beobachtet wurden. Barmer GEK 2010, macht die Gonarthrose für 96 % der endoprothetischen Eingriffe verantwortlich.

Die Rolle der Adipositas als Risikofaktor für postoperative Komplikationen und die dadurch verursachte eingeschränkte Standdauer der Knieprothesen wurde häufig diskutiert. Studien belegen, dass nicht nur eine erhöhte Gefahr für eine Lockerung und einen vermehrten Abrieb besteht, sondern dass auch die Gefahr einer Bandruptur bei Übergewichtigen nach einer Knie-TEP-Implantation zunimmt (Winiarsky et al. 1998, Feinglass et al. 2004).

In unserer Studie war die AFG signifikant adipöser als die Vergleichsgruppe. Hier möchten wir betonen, dass die AFG durchschnittlich einen höheren BMI 30,00 ( $\pm 6,14$ ) im Vergleich zu den Patienten der nAFG, die einen BMI von 28,02 ( $\pm 3,63$ ), aufweist. Adipositas Grad II (BMI 35,0<40) war bei 13 % in der AFG und bei 2,2 % der nAFG zum OP-Zeitpunkt festzustellen. Adipositas Grad III wiesen 4,3 % der AFG und 1 % der nAFG auf. Diese Zahlen decken sich gut mit den Beobachtungen in der Literatur. Wirth et al., 2010 beschrieben in ihrem Werk „Komplikationen in Orthopädie und Unfallchirurgie“ Adipositas als patientenbedingten präoperativen Komplikationsfaktor für ein steifes künstliches Kniegelenk (AF).

Den Knie-TEP-Implantationen gingen bei 186 Patienten eine Arthroskopie (ASK) voraus. Laut Recherche erhielt die AFG vor der Knie-TEP Implantation in 47,8 % der Fälle eine Knie-ASK. Das sind signifikant mehr als die durchgeführten ASKs bei der nAFG. Dieser hohe Anteil legt nahe, dass eine präoperative chirurgische Knieintervention die postoperative Entwicklung einer Arthrofibrose beeinflussen kann.

Bei der 96. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie 2010 zeigten I. Ipach und T. Kluba (Universitätsklinik Tübingen) in einer Studie, dass die Zunahme der Beweglichkeit bei Patienten, die mehr als 2 Voroperationen an dem betroffenen Kniegelenk hatten, signifikant schlechtere Ergebnisse nach Narkosemobilisation zeigten, wobei der Zeitpunkt der Mobilisation keine signifikanten Unterschiede zeigte ( $>/< 90$  Tage nach OP).

Psychiatrischen Vorerkrankungen (Depressionen), Stoffwechselerkrankungen (Diabetes mellitus) und vaskuläre Vorerkrankungen (Thrombosen) wiesen in dieser Studie keine statistisch signifikanten Verteilungsunterschiede auf.

Schäfer et al. 2010 beschreiben hingegen, dass zumindest kurzfristig zusätzliche Faktoren negative Einflüsse auf das Behandlungsergebnis haben können. Hierzu nennen sie mögliche Lebensumstände des Patienten wie getrennt lebend, arbeitslos, verwitwet. Aber auch ein Depressionsleiden wird als negativer Faktor für das Behandlungsergebnis erwähnt. Da diese komplexen Zusammenhänge noch nicht vollständig geklärt sind, gelten laut Lüring et al. 2013 diese Aspekte als noch nicht gesichert.

Zur besseren Übersicht und Nachvollziehbarkeit wird der Schmerzverlauf in Ruhe und unter Belastung sowohl prä-OP, post-OP, nach der Reha als auch heute (2 Jahre post-OP) in diesem Abschnitt beschrieben. Die Mobilität bzw. das Bewegungsausmaß wird in dem Abschnitt „Postoperative Risikofaktoren“ dargestellt.

Der Schmerzverlauf zeigte beim gesamten Patientenkollektiv (nAFG als auch AFG) insgesamt abnehmende Werte.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schmerzverläufe konnten wir feststellen, dass die AFG in Ruhe und unter Belastung sowohl post-OP, als auch nach der Reha und heute signifikant höhere Werte auf der Schmerzskala angab als die Patienten der nAFG.

Die in der vorliegenden Studie gemachten Beobachtungen bezüglich des Schmerzempfindens und des präoperativen Bewegungsausmaßes deckten sich zum Teil mit den Literaturdaten. Fox et al. 1981, Mayr et al. 2004 und Parsley et al. 1992 nennen in ihren Publikationen systemische Grunderkrankungen (rheumatoide Arthritis) und postoperative Schmerzen nach TEP-Implantationen als Risikofaktoren zur Ausbildung einer postoperativen Arthrofibrose. Aus den jeweiligen Patientenakten konnten wir statistisch keinen Zusammenhang für die postoperative AF- Entstehung und Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis feststellen.

### **Postoperative Risikofaktoren**

Die Analyse der OP-Dauer, Hämarthros und die Art der Protheseneingliederung ergaben im Rahmen der statistischen Auswertung keinen signifikanten Verteilungsunterschied. Bei beiden Patientengruppen wurde am häufigsten die bikondyläre Oberflächenersatzprothese, ungekoppelt, ohne Patellaersatz, teilzementiert, eingesetzt. 84 % der Knieprothesen, die 2013 eingesetzt wurden, waren bikondylärer Ersatz (Statistisches Bundesamt 2014).

Der Schmerzmittelbedarf wird zum besseren Verständnis sowohl prä-OP, vor der Reha als auch 2 Jahre post-OP in diesem Abschnitt erörtert. Im Verlauf konnten wir bei beiden Patientengruppen abnehmende Werte beim Schmerzmittelbedarf feststellen.

Dennoch erwiesen sich der mäßige (mehrmals pro Woche), hohe (tägliche Einnahme) und sehr hohe Bedarf (tägliche Einnahme, mehr als ein Schmerzmittelpräparat) an Schmerzmitteln im Rahmen der statistischen Auswertung sowohl vor der Knieoperation, vor der Reha als auch 2 Jahre post-OP bei der AFG signifikant höher als bei der nAFG. Im Rahmen einer Befragungsstudie der Barmer GEK 2010 erhielten präoperativ aufgrund von Gelenksbeschwerden über 80 % der Patienten eine medikamentöse Schmerztherapie. Traut 2012, empfiehlt als medikamentöse Behandlung der Patienten, die postoperativ an AF litten, niedrig dosiertes Prednisolon, nicht selektive Betablocker, NSAR und ggf. zu Beginn der Therapie Morphine. In einem Interview mit Dr. Traut aus der Zeitschrift für Physiotherapie 2012 erklärt der Mediziner, dass der starke Schmerz am Kniegelenk nach der Implantation einer Knie-TEP, aber auch nach einer ligamentären Rekonstruktion, ein erstes Zeichen der arthrofibrotischen Entwicklung ist. Weiterhin erklärt Dr. Traut, dass in den ersten Tagen postoperativ der Einsatz eines Schmerzkatheters in Anspruch genommen wird, um dieses Körpersignal auszuschalten und eine schnelle Mobilisation zu erreichen. Dies gelingt in den meisten Fällen, sodass die Patienten nach 8 bis 10 Tagen postoperativ eine volle Streckung und eine Beugefähigkeit von 90° erlangen und so in die Rehabilitation entlassen werden können. Wenn aber in dem gegebenen Zeitintervall Probleme auftreten und die Mobilität des operierten Gelenks sich nicht steigern lässt, rät der Mediziner von einer Intensivierung der Physiotherapie ab. Da die betroffenen Patienten nur sehr schwer akzeptieren können, dass eine Störung im Heilungsprozess eingetreten ist, versuchen sie fälschlicherweise, um eine bevorstehende Narkosemobilisation zu vermeiden, durch intensive Eigenübung die Mobilität des Gelenks zu steigern. Es kommt zur Aktivierung des Sympathikus (Kap. 2.5.1.) mit entsprechenden Folgen und der Patient gerät in einen „sympathikotonen Teufelskreis“ (Traut, 2012). Hier soll durch Ärzte und Physiotherapeuten eine neue Strategie der Physiotherapie angegangen werden.

Die Knieschwellung wies insgesamt bei beiden Patientengruppen abnehmende Werte auf. Dennoch ist die Schwellung des operierten Kniegelenks sowohl postoperativ, nach der Rehabilitation als auch 2 Jahre post-OP bei der AFG signifikant höher als bei der nAFG.

S. Rupp und G. Wydra, 2012 erklären, dass beim Stagnieren des Bewegungsumfangs auf inadäquatem Niveau in Verbindung mit einer kapselbetonten Schwellung mit Druck- und Ruheschmerz der Verdacht auf Arthrofibrose gestellt werden kann. Die Mediziner stellen klar, dass die Schmerztherapie, Entzündungshemmung, aber auch eine aktive Bewegungstherapie abschwellend wirken. Der Klassiker für die Abschwellung und Entstauung sei die Lymphdrainage.

Die Patienten der AFG bekamen signifikant mehr Physiotherapie-Einheiten als die nAFG. Die Physiotherapie ist die Basis der Rehabilitation (S. Rupp & G. Wydra, 2012). Fleischauer et al. 2006, Heisel J. 2005, Heisel J & Jerosch J 2007, Imhoff et al. 2010, Müller K. 2005 zeigen unterschiedliche Methoden, die im Rahmen der Physiotherapie eingesetzt werden: Mobilisation (passive Mobilisation, manuelle Therapie, Osteopathie, Oszillieren), sensomotorisches Training (Erarbeiten der Gelenkstabilisation, Gleichgewichtstraining) und Gangschulung.

Bei der Analyse der Physiotherapie wurde festgestellt, dass vorrangig der Einsatz der CPM-Schiene standardmäßig zur Anwendung kam. Nach einem bestehenden Therapieschema wurden im Klinikum Garmisch-Partenkirchen 97 % der knieoperierten Patienten erfolgreich behandelt. Bei der Patientengruppe, die häufiger Physiotherapie-Einheiten bekam und gleichzeitig keine Besserung der Beweglichkeit erzielte, wurde die Diagnose der primären AF kritisch hinterfragt.

Die internationale Literatur zeigt Divergenzen, ab wann ein Kniegelenk steif ist (maximale Kniebeugung  $< 85^\circ$ , Scranton 2001; maximale Kniebeugung  $< 70^\circ$ , Christensen et al. 2002; Streckdefizit  $> 10^\circ$  und maximale Kniebeugung  $< 90^\circ$ , Yercan et al. 2004). Doch nicht mehr die Norm der Kniegelenks-Beweglichkeit soll das vorrangige Ziel der Kniegelenksprothesen-Operation sein, sondern die bestmögliche Integration des Patienten in den täglichen Lebensablauf – Teilhabe am täglichen Leben – (Ruppert et al. 2013). Auf dieser Ebene (Teilhabe) ist die Mobilität zu betrachten. Sie erfordert die Fähigkeit vom Sitz aufzustehen, das Gehen und die Fähigkeit zum Treppensteigen (Ruppert et al. 2013).

Als Bewertungsmaßstab für die Mobilisation galt in dieser Studie die mögliche Wegstrecke, die Patienten maximal schmerzfrei zurücklegen konnten und die Fähigkeit zum Treppensteigen. Präoperativ hatten die Patienten der nAFG signifikant stärkere Knie-

beschwerden beim Spaziergehen als die Patienten der AFG. Postoperativ verhielten sich die Beschwerden entgegengesetzt. Die Patienten der nAFG konnten postoperativ Spaziergänge (länger als 30 Minuten) weitgehend ohne Beschwerden durchführen, nicht so die AFG.

Beim Treppensteigen, ähnlich wie beim Spaziergang, haben wir festgestellt, dass vor der Knieoperation signifikant mehr Patienten der nAFG Treppen nicht steigen konnten. Postoperativ zeigte sich eine „umgekehrte“ Signifikanz. 65% der Patienten der nAFG hatten keine Probleme mehr beim Treppen hinauf- und hinuntersteigen. Anders als in der Literatur gefunden, konnten wir in dieser Studie nicht belegen, dass die präoperative eingeschränkte Kniebeweglichkeit sich negativ auf den postoperativen Bewegungsumfang auswirkt.

Fox & Poss 1981 und Parsley et al. 1992 bezeichnen einen verminderten präoperativen Bewegungsumfang in der Kniegelenksprothetik als einen wesentlichen prognostischen Faktor für die postoperative Beweglichkeit.

Eine Narkosemobilisation erhielten in der vorliegenden Studie 59 (7,9 %) Patienten, davon 52,2 % (n=12) AFG und 6,5 % (n=47) Patienten der nAFG. Bong & Di Cesare (2004) und Daluga et al. (1991) halten eine Narkosemobilisation innerhalb der ersten drei Monate nach der OP für sinnvoll, auch wenn spätere Manipulationen ebenfalls dauerhafte Erfolge bringen können (Fox & Poss 1981, Esler et al. 1999). Maloney (2002), Ellis et al. (1999), Daluga et al. (1991), Fox und Poss (1981), Esler et al. (1999) und Scranton (2001) verzeichneten ebenfalls eine Verbesserung der Kniebeweglichkeit durch Narkosemobilisation. Bei einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von einem Jahr blieb der durch die Narkosemobilisation gewonnene Bewegungsumfang stabil. Lediglich in den ersten zwei Wochen trat ein Verlust der Beweglichkeit auf.

In unserem Studienkollektiv beklagten 70 Patienten im Heilverlauf nach Knie TEP Implantation eine nicht zufriedenstellende Kniegelenksbeweglichkeit (Flexion  $<90^\circ$ ).

Davon waren 47 Patienten mit initialem Bewegungsdefizit nach einer Narkosemobilisation schmerzfrei und beweglich, 23 Patienten beklagten weiterhin Schmerzen und werden somit in die Arthrofibrosegruppe klassifiziert (12 mit und 11 ohne Narkosemobilisation).

Wie schon in Material und Methoden beschrieben, empfehlen wir allen Patienten mit Bewegungsdefizit und dem Wunsch dieses zu verbessern, zur weiteren Diagnostik und Therapie eine Narkosemobilisation. Die Narkosemobilisation ermöglicht zum einen eine schmerzfreie Untersuchung des Kniegelenks mit sicherer Beurteilung der Bandführung

bzw. -stabilität, sowie die Abgrenzung in wie weit nur der Schmerz in der kniegelenksumgebenden Muskulatur das Bewegungsdefizit erklärt oder es sich um ein Narbengeschehen handelt. Im Rahmen der Narkosemobilisation lässt sich so auch klinisch gut zwischen einer lokalen und einer generalisierten Form der Narbenbildung, also Arthrofibrose Typ I und II entscheiden und die weitere Therapie entsprechend anpassen.

So erklären sich auch die Ergebnisse der Narkosemobilisation in unserem Patientenkollektiv. Bei 37 Patienten, bei denen es sich um ein lokales Narbenproblem handelte (meist im Recessus suprapatellaris), konnte eine deutliche Verbesserung (20-30° Flexionszugewinn) der Kniegelenksbeweglichkeit erzielt werden. Eine weitere kleine Gruppe von 10 Patienten profitierte auch deutlich von der Narkosemobilisation, allerdings war die Verbesserung mit 10-20° geringer. Hier ist zum einen der Zeitpunkt der Narkosemobilisation für eine anhaltende Besserung entscheidend, da eine Mobilisation 1 Jahr postoperativ weniger gute Ergebnisse erzielt (siehe Literatur oben). Zum anderen sollte bei dem Patientenwunsch die Beweglichkeit weiter zu verbessern eine Abklärung der kniegelenks- und hüftgelenksumfassenden Muskulatur erfolgen, da diese auch die Beweglichkeit negativ beeinflussen können. Handelt es sich jedoch um eine generalisierte Form der Arthrofibrose zeigt sich in unserer Studie, dass eine Narkosemobilisation nicht zum Erfolg führt. Bei 12 Patienten die mobilisiert wurden konnte kein anhaltender Erfolg im Sinne einer Verbesserung der Kniegelenksbeweglichkeit oder Schmerzreduktion erzielt werden. D.h. es besteht nach wie vor eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung des operierten Kniegelenks.

In wie weit die 11 Patienten, die eine Narkosemobilisation ablehnten, möglicherweise sich verbessert hätten, kann nicht beantwortet werden. Somit stuften wir diese weiterhin als Patienten mit schmerzhafter Bewegungseinschränkung und als generalisierte Arthrofibrose ein.

Da bei unserer AFG ein regelrechter Sitz der Knie-TEP ohne jegliche Anzeichen mechanischer Reize vorlag, handelt es sich in allen Fällen bei der postoperativen AF-Erkrankung um eine primäre, generalisierte AF-Form. Wie schon im Kap. 2.5.2 – Kap. 2.5.4 beschrieben, kann sich in Kombination von zwei oder mehreren Risikofaktoren eine AF postoperativ entwickeln. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass eine Früherkennung bis dato nicht möglich ist. Die primäre AF wird von Ärzten daher als mögliche unvermeidbare Komplikation eingestuft.

Beim Ausbleiben der Steigerung der Kniemobilität soll der mechanische (intensive, aggressive Eigenübungen) und emotionale (Frustration durch verursachten Schmerz, Erfolg-

losigkeit, Reizbarkeit) Stress mit all seinen Folgen vermieden, zumindest reduziert, werden. Dies sei realisierbar durch eine Konzeptänderung der Physiotherapie. Es soll nicht das Symptom „Bewegungseinschränkung“, sondern die Fehlsteuerung des Körpers behandelt werden (Traut, 2012).

### **Erwartungen an der Kniegelenksprothese und Patientenzufriedenheit**

Die positive Bedeutung der Kniegelenk-Prothese für den postoperativen weiteren Lebensverlauf, sei es die Wiederherstellung der Beweglichkeit, die Schmerzreduktion, die Wegstreckenbewältigung, die Mobilisation und nicht zuletzt auch die Verbesserung der Lebensqualität ist unbestritten. Dies ist auch Gegenstand verschiedener Studien (Rissanen et al. 1996, Hilding et al. 1997). Schulze & Scharf 2013, hatten beobachtet, dass BMI, postoperative Gelenkfunktion, Erwartungen, aber auch Schmerz, mentale Funktion und Beschäftigungsstatus zentrale Einflussfaktoren auf die postoperative Zufriedenheit der Patienten darstellen. Schulze & Scharf 2013, zeigten ebenso, dass die Zufriedenheitsrate der Patienten nach Knie-TEP im Zeitraum 2000-2012 höher war als im Zeitraum 1990-1999. Dabei wurden die Patienten nach der Zufriedenheit mit dem künstlichen Gelenk gefragt, die Bereitschaft zu einer erneuten Implantation zeigten und eine Implantation weiterempfehlen. Die Erwartungen an den Kniegelenkersatz und die Verbesserung der Lebensqualität der operierten Patienten erwies sich als sehr hoch (ausgenommen 3,03 %, die postoperativ eine Arthrofibrose entwickelten) und deckt sich in dieser Studie sehr gut mit den Literaturdaten.

Günther et al. 2015, Schäfer et al. 2010 stellten fest, dass nicht nur die soziale Deprivation, psychologische Persönlichkeitsmerkmale, aber auch die Erwartungen der Patienten an die Kniegelenkprothese und der richtige Umgang des Patienten mit dem Gelenkersatz wichtige, langfristige Erfolgsfaktoren darstellen.

Eine erfolgreiche Knie-TEP Implantation ist abhängig von der Präzision, mit der der Gelenkersatz implantiert wird und somit vom Können und der Erfahrung des Operators (Briard et al 2007, Lühning et al 2006). Der im Vergleich mit Literaturdaten niedrige Prozentsatz der postoperativ aufgetretenen Arthrofibrose spricht für die Qualität der operativen Intervention an der chirurgisch-orthopädischen Abteilung des Klinikums Garmisch-Partenkirchen.



## 7 Zusammenfassung

Bei der vorliegenden Dissertation handelt es sich um eine retrospektive Analyse aller Patienten, die in der chirurgisch-orthopädischen Abteilung des oberbayerischen Klinikums Garmisch-Partenkirchen von 12/2011–12/2013 mit Knie-totalendoprothesen (Knie-TEP Mono/Doppelschlitten) versorgt wurden. Dazu wurden Nachbefragungen und Untersuchungen über einen Zeitraum von zwei Jahren ausgewertet. Besonderes Augenmerk galt den Patienten, die postoperativ eine Arthrofibrose in dem operierten Kniegelenk entwickelten. In dieser Patientengruppe sollte der postoperative Verlauf und die Risikofaktoren für die postoperative Arthrofibrose (AF) evaluiert werden.

Von insgesamt 1555 Patienten konnten 747 Patienten nachuntersucht und 747 Fragebögen ausgewertet werden.

Als Messinstrumente standen Patientenfragebögen zu den Themen Schmerz in Ruhe und unter Belastung, Schmerzmittel, Rehabilitation und Physiotherapie, Zufriedenheit, Beweglichkeit, Schwellung, Aktivität und Beeinträchtigung im Alltagsleben zur Verfügung. Des Weiteren wurden die jeweiligen Patientenakten nach Daten zum BMI, Knie-Voroperationen und Nebenerkrankungen analysiert, um präoperative Einflussfaktoren und postoperative Risikofaktoren für die Entstehung der Arthrofibrose zu erfassen.

23 Patienten entwickelten nach der Knie-TEP-OP eine Arthrofibrose. Weitere 47 Patienten der nAFG hatten postoperativ eine weitgehend schmerzfreie aber eine nicht zufriedenstellende Kniegelenksfunktion. Diese wurde unter anderem mittels Narkosemobilisation behandelt. Bei 37 der 47 Patienten mit Flexiondefizit konnte nach erfolgter Narkosemobilisation eine um 20°-30° verbesserte Kniegelenkfunktion erreicht werden. Die restlichen 10 Patienten der nAFG profitierten ebenfalls von der Narkosemobilisation, auch wenn im geringen Ausmaß (10°-20° Flexionszugewinn). Die Narkosemobilisation brachte in unserer Studie eine Kniegelenksfunktion-Besserung bei der nAFG, nicht so bei der AFG.

Die AFG war signifikant jünger als das Vergleichskollektiv. Die Indikation zur Knie-OP war in beiden Gruppen mit über 80 % die primäre Gonarthrose. Der Anteil der postoperativen AF-Patienten lag mit 3,03 % an der Untergrenze der aus internationalen Studien bekannten prozentualen Werte, die je nach Literaturangaben zwischen 3 % und 10 % lagen.

Die primäre Form der AF ist gegenüber konservativ-physiotherapeutischen Maßnahmen resistent und wird als unvermeidbar eingestuft. Die Therapie der Wahl der primären AF ist die chirurgische Intervention, die offene Arthrololyse. Die nicht operative Behandlung, das

konservative schonende Behandlungskonzept nach Traut unter positiver Beeinflussung des vegetativen Nervensystems, muss durchaus auch diskutiert werden.

Die Prognose des primären AF-erkrankten Kniegelenks gilt als ungünstig. Die Prognose der sekundären AF-Form gilt als günstig, da meistens nach Beseitigung der mechanischen Reize eine Abnahme der Schmerzintensität mit gleichzeitiger Besserung der Kniebeweglichkeit eintritt.

Aufgrund von Nachuntersuchungen und dem Ausschluss jeglicher Reizfaktoren handelt es sich in dieser Studie bei der Patientengruppe, die postoperativ an AF erkrankte, um eine primäre Form der Arthrofibrose.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen eine Reihe von präoperativen, aber auch postoperativen Faktoren, die die Ergebnisse und den Erfolg der Knieprothesenimplantation beeinflussen können. Diese Studie zeigt, dass das Alter, der BMI (Body Maß Index) bzw. die Adipositas, starke postoperative Schmerzen, persistierende postoperative Schwellung und Knievoroperationen als Einflussfaktoren für die AF-Entwicklung angeführt werden können.

Ein Zusammentreffen zweier (starker prä- und postoperativer Schmerz, persistierende Knieschwellung) oder mehrerer oben genannter Faktoren in Kombination mit einer genetisch bedingten Prädisposition zur starken Narbenbildung oder einer bereits stattgefundenen Arthrofibrose an anderen Gelenken oder ein zu frühes Operieren nach einem Trauma oder emotionale Belastungen und vegetative Störungen sollten spätestens beim Ausbleiben der Kniemobilitätszunahme Anlass sein, an AF zu denken und beim Zusammentreffen dieser Faktoren, das Risiko postoperativ an AF zu erkranken, als erhöht eingeschätzt werden.

Da 97 % der operierten Patienten erfolgreich mittels bestehender Therapieschema (CPM Schiene, Gangschulung, Lymphdrainage, ausreichende Analgesie) behandelt wurden, gilt diese Therapieform als bewährt. Die Studie ergab ebenfalls, dass über 80 % der behandelten Patienten mit dem Ergebnis zufrieden sind und dass die Erwartungen an die Knie-Operation erfüllt wurden.

Dennoch stellt sich die Frage, ob beim Auftreten der AF ein Umdenken in der postoperativen Therapie bei dieser Patientengruppe erforderlich ist?

Da aktuell die medizinische Forschung eine kausale AF-Therapie nicht bieten kann, versucht man symptomatisch zu behandeln, indem man den Weg der positiven Beeinflussung

des vegetativen Nervensystems einschlägt. Weiter werden auch Lymphdrainagen am betroffenen Knie empfohlen. Erlaubt sind alle Bewegungen, die schmerzfrei möglich sind. Autogenes Training und Qigong sollen zur Entspannung angewandt werden. Akupunktur und Yoga können auch für die Therapie unterstützend sein. Je stärker die Vernarbung, je länger der Beginn der Erkrankung zurückliegt und je mehr Knievoroperationen durchgeführt wurden, desto mühsamer und langwieriger gestaltet sich die Therapie.

Noch gestaltet sich die Früherkennung der Arthrofibrose sehr schwierig. Deshalb gilt heute (noch) die primäre, postoperative AF-Entstehung als unvermeidbar. In dem Bereich wird weiter nach einem laborchemischen Biomarker geforscht, der die zeitige Arthrofibrose-Diagnose ermöglicht und somit die Umstellung der Therapie erleichtert und verkürzt. Anhand großer randomisierter, kontrollierter Studien sollen die Ergebnisse der schonenden, defensiven Therapiemethoden bei Arthrofibrose nach Knie-TEP –Patienten über einen längeren Zeitraum evaluiert werden, um ein standardisiertes Therapiekonzept zu entwickeln.

## Literaturverzeichnis

- Arranguiz-Urroz P, Canales J, Copaja M, Troncoso R, Vicencio JM, Carrilo C, Lara H, Levandero S, Diaz-Araya G (2011) Beta(2)-adrenergic receptor regulates cardiac fibroblast autophagy and collagen degeneration. *Biochim Biophys Acta* 1812(1):23-31
- Benninghof A, Drenckhahn D (Hrsg.) (2003) *Anatomie Band 1*. 16. Aufl., München: Elsevier, 365-377
- Bitsch TH (Hrsg.) (1997) *Klinkleitfaden Rheumatologie*. Stuttgart: Gustav Fischer
- Bong MR, Di Cesare PE (2004) Stiffness after total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 12(3): 167-171
- Bosch U, Zeichen J, Lobenhoffer P, Albers I, van Griensven M (1999) Arthrofibrose. Ein chronischer inflammatorischer Prozess? *Arthroskopie* 12(3):117-120
- Bosch U, Zeichen J, Lobbenhoffer P, Skutek M, von Griensven M (1999) Ätiologie der Arthrofibrose. *Arthroskopie*, 1999 /3. Springer –Verlag Berlin Heidelberg
- Bosch U (2002) Arthrofibrose. *Orthopäde* 31(8): 785-790
- Blauth W, Donner H (1979) Zur Geschichte der Arthroplastik. *Z. Orthop.* 117:997-1006
- Blömer W (2000) Knieendoprothetik – Herstellerische Probleme und technologische Entwicklungen. *Orthopäde* 29(8):688-696
- BQS — Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung GmbH (2008a) Basisstatistik: Knie-Total-Endoprothesen-Erstimplantation. Online publiziert unter <http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/knietotalerst/basis> (Zugriff am 7.11.2016)
- BQS – Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung GmbH (2008b) BQS Qualitätsreport. Online publiziert unter <http://www.bqs-qualitätsreport.de> (Zugriff am 7.11.2016)
- Braun B (2013): Knie- und Hüft-(Total-) Endoprothesen 2008 bis 2012- hkk Gesundheitsreport. Bremen:hkk Erste Gesundheit. [https:// www.hkk.de/fileadmin/doc/broschueren\\_flyer/sonstiges/20131129\\_hkk\\_Gesundheitsreport\\_Knie-Hueft-Tep.pdf](https://www.hkk.de/fileadmin/doc/broschueren_flyer/sonstiges/20131129_hkk_Gesundheitsreport_Knie-Hueft-Tep.pdf). (Abruf am 03.11.2015)
- Briard JL, Witoolkollachit P, Lin G (2007) Weichteilmanagement in der Knieendoprothetik. Untersuchung der Ligamentbalancierung. *Orthopäde* 36(7):635-642
- Brosseau L, Milne S, Wells G, Tugwell P, Robinson V, Casimiro L, Pelland L, Noel MJ, Davis J, Drouin H (2004) Efficacy of continuous passive motion following total knee arthroplasty: a metaanalysis. *J Rheumatol* 31(11):2251-2264
- Christensen CP, Crawford JJ, Olin MD, Vail TP (2002) Revision of stiff total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 17:409-415

- Claes L, Kirschner S, Perka C & Rudert M (2012): AE-Manual der Endoprothetik- Hüfte und Hüftrevision. Heidelberg: Springer ISBN:978-3-642-14645-9
- Daluga D, Lombardi AV Jr, Mallory TH, Vaughn BK (1991) Knee manipulation following total knee arthroplasty. Analysis of prognostic variables. J Arthroplasty 6(2): 119-128
- Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A, Murray D. Questionnaire on the perceptions of patients about total hip replacement J Bone Joint Surg Br. 1998 Jan; 80(1):63-69
- Delince P, Krallis P, Descamps PY, Fabeck L, Hardy D (1998) Different aspects of the cyclops lesion following anterior cruciate ligament reconstruction; a multifactorial etiopathogenesis. Arthroscopy 14(8):869-876
- Ellis RE, Tso CY, Rudan JF, Harrison MM (1999) A surgical planning and guidance system for high tibial osteotomy. Comput. Aided Surg. 4:264-274
- Engelbrecht E (1984) Die Rotationsendoprothese des Kniegelenkes. 1. Aufl., Berlin: Springer, 3-4
- EPRD (2015): Statusbericht 2014: Mit Sicherheit mehr Qualität. Berlin: EPRD Deutsche Endoprothesenregister gGmbH. ISBN:978-3-9817673-0-8
- Esler CN, Lock K, Harper WM, Gregg PJ (1999) Manipulation of total knee replacements. Is the flexion gained retained? J Bone Joint Surg Br 81(1):27-29
- Faust I, Traut PH, Nolting F, Petschallies J, Neumann E, Kunsich E, Kuhn J, Knabbe C, Hendig D (2014) Arthrofibrotic remodeling after knee replacement therapy is locally mediated by human xylosyltransferase I Stand: zur Veröffentlichung eingereicht
- Faust I, Traut PH, Nolting F, Petschallies J, Neumann E, Kunsich E, Kuhn J, Knabbe C, Hendig D (2015) Human xylosyltransferases-mediators of arthrofibrosis? New pathomechanistic insights into arthrofibrotic remodeling after knee replacement therapy. Sci Rep 28(5):12537
- Fehring TK (2006) Ligamentous balancing in rotating-platform knees. Orthopedics 29: S56-59
- Feinglass J, Amir H, Taylor P, Lurie I, Mannheim LM, Chang RW (2004) How safe is primary knee replacement surgery? Perioperative complications rates in Northern Illinois, 1993-1999. Arthritis Rheum 15(51):110-116
- Ficat P (1977) Le debut de l'arthrose. Rev Chir Orthop Repratrice Appar Mot 63:323-343
- Fink B, Gebhard A, Fuerst M, Berger I, Schäfer P (2013) High diagnostic value of synovial biopsy in periprosthetic joint infection on the hip. Clin Orthop Relat Res 471(3):956-964
- Finkenstädt V und Niehaus F (2015): Die Aussagekraft von Länderrankings im Gesundheitsbereich. Köln: Wissenschaftliches Institut der PKV. ISBN:978-3-9813569-7-7
- Fleischauer M, Heimann D, Hinkelmann U (Hrsg) (2006) Leitfaden Physiotherapie in der Orthopädie und Traumatologie. Elsevier, München

- Fox JL, Poss R (1981) The role of manipulation following total knee replacement. *J. Bone Joint Surg Am* 63(3):357-362
- Freeman MAR, Lavai JP (1983) Replacement of the knee in rheumatoid arthritis using Imperial College London Hospital prothesis (ILCN) 1977-1979. *Ann Acad Med Singapore* 12:213-224
- Freeman TA, Parvizi J, Dela Valle CJ, Steinbeck MJ (2010) Mast cells and hypoxia drive tissue metaplasia and heterotopic ossification in idiopathic arthrofibrosis after total knee arthroplasty. *Fibrogenesis Tissue Repair* 3:17
- Frick H, Leonhardt H, Starck D, Kühnel W, Putz R (1992) Abb.2 Frontaler Kniewinkel und Traglinie des Beines. *Allgemeine Anatomie Spezielle Anatomie I*, 4. Aufl., Stuttgart: Thieme S.362
- Freiling D, M. Galla, P. Lobenhoffer (2006) Die Behandlung von Bewegungsstörungen nach arthroskopischen Eingriffen an Kniegelenk. *Arthroskopie* 19(2):142-150
- Gluck TH (1891) Referat über die durch das moderne chirurgische Experiment gewonnenen positiven Resultate, betreffend die Naht und der Ersatz von Defekten höherer Gewebe, sowie über die Verwertung resorbierbarer und lebendiger Tampons in der Chirurgie. *Arch Klein Chir* 41:187-239
- Gollwitzer H, Burgkart R, Diehl P, Gradinger R, Bühren V (2006) Therapie der Arthrofibrose nach Kniegelenksendoprothetik. *Der Orthopäde* 2(35): 143-152
- Grundeis H (2006) Geschichtliche Entwicklung der Endoprothetik und der Fixation und Spongiosa-Metal®. In: Gradinger R, Gollwitzer H (Hrsg.) *Ossäre Integration*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2-15
- Günther KP, Haase E, Lange T, Kopkow C, Schmitt J, Jeszenszky C, Balack F, Lützner J, Hartmann A & Lippmann M (2015): Persönlichkeitsprofil und Komorbidität: Gibt es den „schwierigen Patienten“ in der primären Hüftendoprothetik? *Der Orthopäde* 44(7), 555-565. DOI: 10.1007/s00132-015-3097-9.
- Hadorn DC, Holmes AC (1997) The New Zealand priority criteria project. Part 1: Overview. *BMJ* 314(7074):131-134
- Hagen FW (1985) Ergebnisanalyse: Schmerz und Gehvermögen. In: Weber U, Hackenbroch MH (Hrsg.) *Endoprothetik am Kniegelenk*. Derzeitiger technischer und klinischer Stand. Stuttgart New York: Thieme
- Hans-Holger Bleß, Miriam Kip Hrsg. *Weißbuch Gelenkersatz. Versorgungssituation endoprothetischer Hüft- und Knieoperationen in Deutschland*. Springer 2017; S32
- Hans-Holger Bleß, Miriam Kip Hrsg. *Weißbuch Gelenkersatz. Häufigkeit endoprothetischer Hüft- und Knieoperationen* Springer 2017; S18 DOI 10.1007/978-3-662-53260-7-2
- Heisel J (2005) *Physikalische Therapie*. Thieme, Stuttgart
- Heisel J, Jerosch J (2007) *Rehabilitation nach Hüft- und Knieendoprothese*. Deutscher Ärzteverlag, Köln

- Hepp WR, Debrunner HU (2004) Orthopädisches Diagnostikum, 7. Aufl. Stuttgart: Thieme
- Hilding M B, Bäckbro B, Ryd L. Quality of life after knee arthroplasty. A randomized study of 3 designs in 42 patients, compared after 4 years. Acta Orthop Scand. 1997; 68 (2) 156-160
- Hinz B (2010) The myofibroblast: paradigm for a mechanically active cell. J Biomech 43(1):146-155
- Hoermayer P.: Schulterchirurgie. Urban & Fischer, München, 3. Auflage, 2002, 265-268. [https://viamedici.thieme.de/api/images/l/e/l/e/n/k/ana\\_003500\\_kniegelenk.png](https://viamedici.thieme.de/api/images/l/e/l/e/n/k/ana_003500_kniegelenk.png)
- Imhoff AB, Beitzel K, Stamer K, Klein E (2010) Rehabilitationskonzepte in der Orthopädischen Chirurgie. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Jagodzinski M, Friederich N, Müller W (2015) Das Knie. Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellungschirurgie 2.Aufl. Springer, Heidelberg, S 204
- Jakob RP, Stäubli HU (Hrsg.) (1990) Kniegelenk und Kreuzbänder. Berlin Heidelberg: Springer, 31-48
- Jerosch J, Fuchs S, Heisel J (1997) Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung. In: Jerosch H (Hrsg.) Knie-TEP Revisionseingriffe. Stuttgart New York: Thieme, 1-13
- Jerosch J, Heisel J (1998) Knieendoprothetik. Berlin, Heidelberg: Springer
- Jerosch J, Heisel J (2000) Kniegelenkendoprothetik. Berlin Heidelberg: Springer
- Jordan KM, Arden NK, Doherty M, Bannawarth B, Bijlsma JW, Dieppe P, Gunther K, Hauselmann H, Herrero-Beumont G, Kaklamanis P, Lohmander S, Leeb B, Lequesne M, Mazieres B, Martin-Mola E, Pavelka K, Pendleton A, Punzi L, Serni U, Swoboda B, Verbruggen G, Zimmermann-Gorska I, Dougados M (2003) EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCIST) Ann Rheum Dis 62(12):1145-1155
- Julin, J, Jämsen E, Puolakka T, Konttinen YT, Moilanen T (2010) Younger age increases the risk of early prosthesis failure following primary total knee replacement for osteoarthritis. A follow-up study of 32,019 total knee replacements in the Finnish Arthroplasty Register Acta Orthop 81(4): 413-419
- Kapandij IA (1985) Funktionelle Anatomie der Gelenke – untere Extremität, Bd. 2. Stuttgart. Ferdinand Enke
- Kentner M (2008) Berufskrankheiten Meniskopathie und Gonarthrose – Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks. Gibt es ein belastungskonformes Schadensbild? Der medizinische Sachverständige 104:228-35
- Klinger HM, Baums MH, Spahn G, Erstberger T (2005) A study of effectiveness of knee arthroscopy after knee arthroplasty. Arthroscopy 21(6):731-738

- Knutson K, Lewold S, Robertsson O, Lidgren (1994) The Swedish knee arthroplasty register. A nationwide study of 30003 knees 1976 to 1992. *Acta Orthop Scand* 65:374-386
- Kohn D, Rupp S (1999) Alloarthroplastik des Kniegelenkes. *Orthopäde* 28:975-995
- Kolb M, Margetts PJ, Galt T, Sime PJ, Xing Z, Schmidt M, Gauldie J (2001) Transient transgene expression of decorin in the lung reduces the fibrotic response to bleomycin. *Am J Respir Crit Care Med* 163(3 Pt 1):770-777
- Krenn V, Ruppert M, Poremba C, Thomsen M, Theiß C, Tiemann A, Gehrke T (2013) Histopathologische Differenzialdiagnostik der Arthrofibrose. *Arthroskopie* 26:273-278
- Ivory total knee arthroplasty, with exploded view of knee prothesis showing slots for horizontal fixation pegs (*BMJ* 1992; 305:1534-6)
- Kulkarni SK, Freeman MAR, Poal-Manresa JC, Asenico JJ, Rodriguez JJ (2000) The patellofemoral joint in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 15(4):424-428
- Kumar PJ, Dorr LD (1997) Severe malalignment and soft tissue imbalance in total knee arthroplasty. *Am J Knee Surg* 10(1):36-41
- Kummer B (1989) Morphologie und Biomechanik der Bänder des Kniegelenks. *Bandverletzungen Kniegelenk. Prakt Orthop* 21:175-183
- Kurtz SM, Ong KL, Schmier J, Mowat F, Saleh K, Dybvick E, Kärrholm J, Garrelick G, Havelin LI, Furnes O, Malchan H, Lau E (2007) Future clinical and economic impact of revision total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 89(Suppl3):144-151
- Lobenhoffer P, Tausendfreund J, Zeichen J (1999) Operative Therapie der Arthrofibrose. *Arthroskopie* 12:252-259
- Lüring C, Niethard FU, Günther KP, Schäfer T, Hannemann F, Pritzkeleit R, Meier W & Kirschner S (2013): Regionale Unterschiede und deren Einflußfaktoren – Schwerpunkt Knieendoprothetik. Report der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Bertelsmann Stiftung.
- Lüring C, Perlick L, Tingart M, Bähis H, Grifka J (2006) Fortschritte im Weichteilmanagement in der Knieendoprothetik. Einsatz von bildfreien Navigationssystemen. *Orthopäde* 35(10):1066-1072
- Maloney WJ (2002) The stiff total knee arthroplasty: evaluation and management. *J. Arthroplasty* 17 (4 Suppl 1):71-73
- Mancuso CA, Ranawat CS, Esdaile JM, Johanson NA, Charlson ME (1996) Indications for total hip und total knee arthroplasties. Results of orthopaedic surveys. *J Arthroplasty* 11(1):34-46
- Mayr HO, Weig TG, Plitz W (2004) Arthrofibrosis following ACL reconstruction – reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg* 124(8):518-522



- Merx H, Dreinhofer K, Schrader P, Sturmer T, Puhl W, Gunther KP und Brenner H (2003): International variation in hip replacement rates. *Annals of the rheumatic diseases* 62(3), 222-226. ISSN:0003-4967
- Milne S, Brausseau L, Robinson V, Noel MJ, Davis J, Drouin H, Wells G, Tugwell P (2003) Continuous passive motion following total knee arthroplasty. *Cochrane Database Syst Rev* 2:CD004260
- Müller K (2005) Krankengymnastik. In:Stein V, Greitemann B (Hrsg) *Rehabilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie*. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Murray D.W., Fitzpatrick R., Rogers K., Pandit H., Beard D., Carr A.J., Dawson J. The use of the Oxford hip and knee scores. *J Bone Joint Surg Br*, 2007; 89-B:1010-4
- Naylor CD, Williams JI (1996) Primary hip and knee replacement urgency: Ontario criteria for case selection and surgical priority. *Qual Health Care* 5(1):20-30
- Neviaser JS: Adhesive capsulitis and the stiff and painful shoulder. *Orthop. Clin North Am* 11 (1980) 327-331
- O'Driscoll SW, Giori NJ (2000) Continuous passive motion (CMP): theory and principles of clinical application. *J Rehabil Res Dev* 37(2):179-188
- Oliveria SA, Felson DT, Cirillo DA, Reed JI, Walker AM (1995) Incidence of symptomatic hip, hand and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. *Arthritis Rheum* 38(8):1134-1141
- Paley D (2005) *Principles of Deformity Correction*. Berlin Heidelberg: Springer, 1-3
- Pape D., Kohn D (2007) Weichteilbalancierung bei Valgusgonarthrose. *Orthopäde* 36:657-666
- Parsley BS, Engh GA, Dwyer KA (1992) Preoperative flexion. Does it influence postoperative flexion after posterior-cruciate-retaining total knee arthroplasty? *Clin Orthop* 275:204-210
- Peterson W (2009) Bewegungseinschränkungen und Arthrofibrose nach VKB-Ersatz. In Petersen W, Zantop T (Hrsg) *Das vordere Kreuzband*. Deutscher Ärzteverlag Köln, S. 209-214
- Plitz W (1991) Endoprothetik am Kniegelenk: Bestandsaufnahme und Perspektiven. *Orthopäde* 20:166-169
- Plitz W (2000) Knieendoprothetik – Werkstoffauswahl und -anforderungen. *Orthopäde* 29:727-731
- Portheine F, Ohnsorge JAK, Frömel M, Radermacher K (2002) Modellierung von Bandstrukturen bei der CT-bildbasierten Planung knieendoprothetischer Eingriffe. *Bio-medizinische Technik* 47(1):53-56
- Putz R, Mühlhofer H, Ercan Y (2007) Bänder des Kniegelenks. *Orthopäde* 36(7):612-619

- Rabenberg M (2013): Arthrose. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 54. Berlin: Robert Koch-Institut, Statistisches Bundesamt. ISBN: 978-3-89606-219-2
- Räsänen P, Paavolainen P, Sintonen H, Koivisto AM, Ryyänänen OP, Roine RP (2007) Effectiveness of hip or knee replacement surgery in terms of quality - adjusted life years and costs. *Acta Orthop* 78(1):108-115
- Reevers B: The natural history of the frozen shoulder syndrome. *Scand. J. Rheumatol.* 4 (1975) 193-196
- Renkawitz T, von Knoch F (2014) Update Gonarthrose; Konservative und operative Behandlungsverfahren. *Orthopäde* 43:413
- Ries MD, Badalamente M (2000) Arthrofibrosis after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 380:177-183
- Riley LH Jr (1976) The evolution of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 120:7-10
- Rissanen P, Aro S, Sintonen H, Slätis P, Paavolainen P. Quality of life and functional ability in hip and knee replacements: A prospective study. *Quality of Life Res.* 1996; 5 56-64
- Rohen JW (2007) Topografische Anatomie: Lehrbuch mit besonderer Berücksichtigung der klinischen Aspekte und der bildgebenden Verfahren, 10. Aufl., Stuttgart: Schattauer
- Rohen JW, Lütjen-Drecoll E (2001) Funktionelle Anatomie des Menschen, 10. Aufl. Stuttgart: Schattauer, 329-337
- Rothbauer F, Zerwes U, Bleß H-H, Kip M (2017) Häufigkeit endoprothetischer Hüft- und Knieoperationen. Weissbuch Gelenkersatz 18-23. Springer Bleß H-H, Kip M (Hrsg)
- Rupp S, Wydra G. Anschlussheilbehandlung nach Knie totalendoprothesenimplantation. *Konservative Orthopädie und Sportwissenschaft. Orthopäde* 2012; 41:126-135
- Ruppert M, Theiss C, Knöß P, Kendoff D, Krukemeyer MG, Schröder N, Brand-Saberi B, Gehrke T, Krenn V (2013) Histopathological, immunohistochemical criteria and confocal laser-scanning data of arthrofibrosis. *Pathol Res Pract* 209(11):681-688
- Salter RB (1989) The biologic concept of continuous passive motion of synovial joints. The first 18 years of basic research and its clinical application. *Clin Orthop Relat Res* 242:12-25
- Schäfer T, Krummenauer F, Mettelsiefen J, Kirschner S & Günther KP (2010): Social, educational and occupational predictors of total hip replacement outcome. *Osteoarthritis and Cartilage* 18 (8), 1036-1042. DOI: 10.1016/j.joca.2010.05.003
- Schulz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L (1984) Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg* 66(7):1072-1076

- Schulze A und Scharf HP (2013): Zufriedenheit nach Knie totalendoprothesenimplantation: Vergleich 1990-1999 mit 2000-2012. *Der Orthopäde* 42 (10), 858-865. DOI:10.1007/s00132-013-2117-x
- Schünke M (2014) *Topografie und Funktion des Bewegungssystems: Funktionelle Anatomie*. Stuttgart: Thieme, 293-297
- Scranton PE Jr (2001) Management of knee pain and stiffness after total knee arthroplasty. *J. Arthroplasty* 16(4):428-435
- Scuderi GR (2005) The stiff total knee arthroplasty: causality and solution. *J Arthroplasty* 20 (4 Suppl 2): 23-6
- Shelbourne KD, Patel DV, Martine DJ (1996) Classification and management of arthrofibrosis of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 24(6):857-862
- Smith SP, Devaraj VS, Bunker TD: The association between frozen shoulder and Dupuytren's disease. *J Shoulder Elbow Surg.* 10 (2001) 149-151
- Statistisches Bundesamt (2014): *Gesundheit. Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern – Ausführliche Darstellung-2013*. Wiesbaden
- Steffen R, Bremen-Kuhne R, Eppe T (2003) Complications after total knee arthroplasty. *Zentralbl Chir* 128(1):74-77
- Townely CO (1988) Total knee arthroplasty. A personal retrospective and prospective review. *Clin Orthop Relat Res* 236:8-22
- Traut P (2012) Arthrofibrose nach Knie-Endoprothetik. *Forum Sanitas* 1:8-9
- Wagner M, Schabus R (1982) *Funktionelle Anatomie des Kniegelenks*. Berlin, Heidelberg New York: Springer
- Walldius B (1957) Arthroplasty of the knee, using an endoprothesis. *Acta Orthop Scand Suppl* 24:1-112
- Washington State Department of Labor and Industries (2008) Review criteria for knee surgery. *Medical Treatment Guidelines 2008; (F252-010-000):* 12-17
- Wengler A, Nimptsch U und Mansky T (2014): Hip and knee replacement in Germany and the USA: analysis of individual inpatient data from German and US hospitals for the years 2005 to 2011. *Deutsches Ärzteblatt international* 111 (23-24), 407-416. DOI 10.3238/arztebl.2014.0407
- Wessinghage D (1991) Themistocles Gluck. 100 years artificial joint replacement. *Z Orthop Unfall* 129(5):383-388
- Wessinghage D (1995) Themistokles Gluck: Von der Organextirpation zum Gelenkersatz. *Dtsch Arztebl* 92(33):1615-1619

- Wessinghage D (2000) Historische Aspekte des Gelenkersatzes. Eine bibliografische Studie. *Der Orthopäde* 29:1067-1071
- Winiarsky R, Barth P, Lotke P (1998) Total knee arthroplasty in morbidly obese patients. *J Bone Joint Surg Am* 80(12):1770-1774
- Wirth Carl Joachim, Wolf Mutschler, Hans-Peter Bischoff, Hans Püschmann, Johann Neu (2010) *Komplikationen in Orthopädie und Unfallchirurgie-Operative Therapie*. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (26) S.388
- Wirth CJ (1992) Orthopädische Diagnostik. In: Jäger M, Wirth CJ (Hrsg.) *Praxis der Orthopädie*. Stuttgart: Thieme, 2-23
- Wirth CJ (2005) Klinische Diagnostik. In: Wirth CJ, Zichner L, Kohn D (Hrsg.) *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie – Knie*. Stuttgart: Thieme 62-82
- Wirth CJ, Jäger M (Hrsg.) (2001) *Praxis der Orthopädie*. Stuttgart: Thieme
- Wirtz DC (2011): *AE-Manual der Endoprothetik-Knie*. Heidelberg: Springer. ISBN:978-3-642-12888-2
- Wosczyzna MN, Biswas AA, Cogswell CA, Goldhammer DJ (2012) Multipotent progenitors resident in the skeletal muscle interstitium exhibit robust BMP-dependent osteogenic activity and mediate heterotopic ossification. *J Bone Miner Res* 27(5):1004-1017
- Yercan HS, Sugun TS, Bussiere C et al. (2004) Stiffness after total knee arthroplasty. *J Lyon Chir Genou* 11:327-336
- Zeichen J, Haeder L, Jagodzinski M, Lobenhofer P, Bosch U, Brand J (2008) Lokalisation von TGF- $\beta$  und PDGF und deren Bedeutung der Arthrofibrose. *Unfallchirurg* 111(2):79-84
- Zeichner C, Hofern R, Marx A (2000) Scharnier-Gelenks-Endoprothese – Die besondere Indikationsstellung. *Orthopäde* 29:52-53

## **Danksagung**

Ich darf mich bei Herrn OA PD Dr. med. Christof Birkenmaier sehr herzlich für die Betreuung dieser Arbeit bedanken.

Ein großes Dankeschön möchte ich auch Herrn OA Björn Michel vom oberbayerischen Versorgungszentrum aussprechen, der mir von Anfang an mit Rat und Tat während der ganzen Arbeit zur Seite stand.

Weiter möchte ich mich bei Herrn Dr. Boris Mandryka bedanken, der mich insbesondere zur Beginn der Arbeit betreute.


Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Karl Pomschar und Frau Dr. Kottmann, der mir bei der statistischen Auswertung der Daten technisch beistanden.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie bedanken. Meinem Mann, der mir immer und in allen Lebenslagen zur Seite steht, meinem Sohn der sehr oft auf seiner Mama verzichten musste und meiner Mutter, ohne deren Hilfe ich keine Zeit für diese Arbeit gefunden hätte.

## Lebenslauf

## Anhang

Einverständniserklärung der Patienten über die Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie.

 <p style="margin-top: 20px;">Klinikum Garmisch-Partenkirchen Abteilung endogap z.Hd. Dr. med. Boris Mandryka Auenstr. 6</p>	<p>Auenstraße 6 82467 Garmisch-Partenkirchen www.klinikum-gap.de</p> <p><b>endogap Klinik für Gelenkersatz</b> <b>Chefarzt Dr. med. Christian Fulghum</b> <b>Leitender Arzt Dr. med. Rolf Schipp</b> <b>Leitender Arzt Dr. med. Florian Wolpert</b> <b>Leitender Arzt Wolfgang Bann</b></p> <p>Unser Zeichen: MAD Datum: 23. Dezember 2014</p>
<p><b>Einverständniserklärung</b> über die Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie zur Analyse der postoperativen Ergebnisse nach Implantation einer Kniegelenksendoprothese.</p>	
<p>Die gewonnen Daten werden pseudonymisiert ausgewertet. Im Rahmen der Studienergebnisse ist kein Rückschluss auf Ihre persönlichen Daten sichtbar. Mit der Durchführung der in der Studie und der Auswertung meiner beantworteten Fragebögen bin ich einverstanden. Eine Kopie dieser Informationen wurde mir ausgehändigt.</p>	
Ort, Datum	Unterschrift der/des Mitwirkenden
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Datenschutzklausel:</b> Mit der Erfassung meiner Daten mittels elektronischer Datenerfassungssysteme bin ich einverstanden und verpflichte mich der Datenweitergabe. Ich stimme einer anonymisierten statistisch-wissenschaftlichen Auswertung unter Einhaltung der geltenden Bestimmungen des Datenschutzes zu.</p> </div>	
<p>Ich nehme freiwillig und auf eigene Verantwortung an der Studie teil. Meine Einwilligung zur Teilnahme kann ich zu jedem Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für mich beenden. Die Studienleiter schließen jegliche Haftung für Sach- und/oder Personenschäden aus. Hiermit erkläre ich, Frau/Herr ..... meine freiwillige Teilnahme an der Studie.</p>	
<p><u>Probandendaten:</u></p>	
<p>Anschrift, Geburtsdatum</p>	
Ort, Datum	Unterschrift der/des Mitwirkenden
Ort, Datum	Unterschrift der Studienleitung
 <p>Sitz der Gesellschaft: Garmisch-Partenkirchen Amtsgericht München, HRB 155 178</p>	<p>Geschäftsführer: Peter Lenz Aufsichtsratsvorsitzender: Landrat Anton Speer</p>
 <p>Gesundheit Oberbayern</p>	

## Eidesstattliche Versicherung

Gromer, Nicoleta Damaris

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

*Klinische Ergebnisqualität der primären Knieendoprothetik unter besonderer  
Berücksichtigung der Arthrofibrose an einem spezialisierten Zentrum*

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 18.09.2017

---

Ort, Datum

---

Name, Vorname