

**Diplomarbeit**

**Über die Lernkurve der Implantation von  
Knie totalendoprothesen**

eingereicht von Herrn

**Gerhard Posch**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde**

**(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie**

**Auenbruggerplatz 5-7**

**8036 Graz**

unter der Anleitung von

Ass. PD Dr. Patrick Sadoghi

Ass. Dr. Florian Amerstorfer

Ass. Prof. PD Dr. Mathias Glehr

## *Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 1.12.2014*

*Gerhard Posch eh*

## Danksagungen

Ich möchte mich insbesondere bei Herrn Ass. Dr. Florian Amerstorfer, für die exzellente Betreuung im Rahmen meiner Diplomarbeit, bedanken. Ohne seine stetige Unterstützung wäre dieses Projekt nicht in dieser kurzen Zeit und Qualität möglich gewesen.

Danke sage ich auch Herrn Ass. PD Dr. Patrick Sadoghi, dessen Expertise im Fach der Orthopädie und klinischen Forschung essentieller Input für meine Diplomarbeit und der dieser Arbeit zugrunde liegenden retrospektiven klinischen Studie war und Herrn Ass. Prof. PD Dr. Mathias Glehr für die weiterführende Analyse und Korrektur der Letztversion dieser Diplomarbeit.

Positiv erwähnen möchte ich außerdem Herrn Univ. Prof. Dr. Andreas Leithner und sein Team, welcher an der Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie in Graz ein absolut positives Umfeld für die klinische Forschung und die studentische Lehre geschaffen hat. Dies stellt die Basis für eine gute Diplomarbeit und eine hohe Ausbildungsqualität dar.

Besonderer Dank gilt meiner Familie, die während meiner Studienzeit immer hinter mir gestanden ist und mir mein Medizinstudium ermöglicht hat!

# Zusammenfassung

## Hintergrund

Die Gonarthrose stellt eine chronisch progrediente Erkrankung des Kniegelenkes dar und ist die häufigste Gelenkserkrankung des Erwachsenen. Risikofaktoren sind vor allem Alter, Gewicht und stattgehabte Frakturen, wenngleich es eine Vielzahl an weiteren Einflußfaktoren für die Progredienz der Erkrankung gibt. Therapeutisch ist konservativ eine genaue Aufklärung der PatientInnen sowie eine ausreichende Schmerztherapie sowie Physiotherapie zur Besserung und Erhalt der Mobilität angezeigt. Konservativ austherapierten PatientInnen steht als beste Therapieoption heutzutage die Implantation einer Knie totalendoprothese zur Verfügung.

Für die Ausbildung eines Facharztes für Orthopädie und orthopädische Chirurgie mit Schwerpunkt Endoprothetik oder Kniechirurgie ist das genaue Erlernen dieses Eingriffs ein wichtiger Bestandteil seiner Ausbildung. In dem Zusammenhang ist es von hoher Relevanz für die PatientInnen, die ausbildende Klinik und für zukünftige Chirurgen ob es dabei eine Lernkurve gibt und wenn ja, wie sich diese darstellen lässt.

## Methoden

Kern dieser Diplomarbeit bildet eine retrospektive Studie anhand 207 stattgehabter Implantationen einer Knie totalendoprothese. Es wurden dabei die ersten 103 Eingriffe als Erstoperateur eines Arztes in Ausbildung mit 104 zufällig ausgewählten Eingriffen eines erfahrenen Oberarztes der Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie Graz verglichen. Zur besseren Auswertung und Darstellung der Lernkurve erfolgte eine Teilung des Kollektivs in 5 Gruppen.

Das PatientInnenkollektiv wurde nach Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, BMI und Prothesentyp in Übereinstimmung gebracht. Die Auswertung der Daten erfolgte anhand eines vorab definierten radiologischen Scores, welcher 11 Kriterien umfasste, sowie der Schnitt-Naht-Zeit. Es kamen drei Prothesensysteme zum Einsatz: LCS® mobile bearing, PFC Sigma® und ATTUNE® Knee System (jeweils von Depuy Synthes, Companies of Johnson&Johnson).

## Resultate

Es konnte die Lernkurve sowohl anhand der radiologischen Fehleranalyse, als auch anhand der Schnitt-Naht-Zeit (SNZ) definiert werden.

Bei 207 PatientInnen konnten insgesamt 151 radiologisch erfassbare Fehler (0,73 Fehler pro PatientIn) ausgewertet werden. Der Arzt in Ausbildung erreichte insgesamt 99 Fehler bei 103 PatientInnen (0,96 Fehler pro PatientIn) und der Oberarzt 52 Fehler bei 104 PatientInnen (0,5 Fehler pro PatientIn). Der Unterschied war statistisch signifikant ( $p= 0,0002$ ). Die Lernkurve zeigte sich an einer abnehmenden Fehleranzahl in den ersten beiden Gruppen, welche sich in den Gruppen drei bis fünf in etwa ausgleicht.

Für den Arzt in Ausbildung (AiA) zeigte sich eine Abnahme in der SNZ im zeitlichen Verlauf und somit ein Lerneffekt mit zunehmender Erfahrung. War der Unterschied in der ersten Gruppe noch statistisch signifikant (Mittelwert der SNZ AiA 79,45 versus OA 66,04;  $p=0,0003$ ) konnte für das Gesamtkollektiv kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden (Mittelwert der SNZ in Minuten AiA 69,74 versus OA 66,04;  $p=0,0635$ ).

## Fazit

Es existiert eine Lernkurve bei der Implantation einer Knie totalendoprothese. Die Schnitt-Naht-Zeit zeigte bereits nach 20 Eingriffen keinen statistisch signifikanten Unterschied bei einem Anfänger im Vergleich zu einem erfahrenen Operateur. Ebenso zeigt sich ein positiver Lerneffekt anhand der radiologischen Auswertung durch den von uns definierten Score.

## **Abstract**

### **Purpose:**

The study aim was an analysis of the learning curve associated with implantation of total knee arthroplasty (TKA) in a matched case control study of 207 cases.

### **Methods:**

We retrospectively analyzed 103 consecutive prostheses which were implanted by a resident without previous practical experience, which were matched to 104 cases implanted by the teaching senior surgeon. Cases were matched according to height, weight, and preoperative range of motion (ROM). We evaluated radiological outcome and operating time.

### **Results:**

We observed statistically significant differences in radiologic outcome between 103 cases, operated on by a resident under supervision of a senior surgeon and 104 matched cases, operated on by the senior surgeon. Rates decreased by time. There has been statistically significant differences in operating time in the early cases but not according to all cases.

### **Conclusions:**

The learning curve associated with implantation of total knee arthroplasty does not impair radiologic outcome except in early cases and can ensure the same clinical benefits. Operating time did not differ over all cases.

# Inhaltsverzeichnis

## Inhalt

Danksagungen .....	ii
Zusammenfassung .....	iii
Abstract .....	v
Inhaltsverzeichnis .....	vi
Glossar und Abkürzungen .....	vii
Abbildungsverzeichnis .....	viii
Tabellenverzeichnis .....	x
1 Allgemeiner Teil .....	11
1.1 Das Kniegelenk .....	11
1.1.1 Topographische Anatomie .....	11
1.1.2 Funktionelle Anatomie .....	14
1.2 Gonarthrose .....	17
1.2.1 Epidemiologie, Prävalenz .....	18
1.2.2 Diagnostik .....	18
1.2.3 Therapie konservativ .....	20
1.2.4 Therapie operativ .....	22
2 Spezieller Teil .....	33
2.1 Einleitung .....	33
2.2 Methoden .....	36
2.2.1 Radiologische Analyse .....	37
2.2.2 Statistische Analyse .....	39
2.3 Ergebnisse – Resultate .....	40
2.3.1 PatientInnenbezogene Daten .....	40
2.3.2 Spezielle Analyse, Fehleranalyse .....	41
2.4 Diskussion .....	48
3 Literaturverzeichnis .....	52
Anhang .....	56

## Glossar und Abkürzungen

Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
BA	Beinachse
RF	Risikofaktor
KOOS	Knee Injury & Osteoarthritis Outcome
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index
IKDC	International Knee Documentation Committee
KSS	Knee Society Score
NSAR	Nicht steroidale Antiphlogistika
SYSADOA	Symptomatic Slow Acting Drugs in osteoarthritis
KTEP	Knietotalendoprothese
TKA	total knee arthroplasty, Knietotalendoprothese
LCS	low contact stress - Knietotalendoprothese
PFC	press fit condylar - Knietotalendoprothese
ÖÄK	Österreichische Ärztekammer
CUSUM	cumulative sum (analysis)
UE	Untere Extremität
a.p.	anterior posterior
OA	Oberarzt
AiA	Arzt in Ausbildung
SNZ	Schnitt-Naht-Zeit
med/lat	medial/lateral
ant/post	anterior/posterior
BMI	Body mass index
min	minimal
max	maximal
TK	Tibiakomponente
FK	Femurkomponente

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Kniegelenk rechts, Knochen und Bänder nach Entfernung der Muskulatur; aus Waldeyer - Anatomie des Menschen .....	11
Abbildung 2 - Saggitalschnitt durch ein rechtes Knie; aus Waldeyer - Anatomie des Menschen.....	14
Abbildung 3 - Bewegungsumfang im Kniegelenk; nach Waldeyer - Anatomie des Menschen.....	15
Abbildung 4 - Mechanische Beinachse und Fehlstellungen - Relation Mikulicz Linie zu den anatomischen Achsen; nach Sobotta - Atlas der Anatomie des Menschen .....	16
Abbildung 5 - KTEP vom Typ LCS® mobile bearing, zementierte Verankerung (DePuy International Ltd. 2011).....	26
Abbildung 6 - Markierung für den medianen Hautschnitt, li UE nach sterilem Waschen und Abdecken, intraoperative Aufnahme von oben.....	27
Abbildung 7 - Aufgesetztes extramedulläres Instrumentarium zur Durchführung des tibialen Schnittes, linker Unterschenkel, intraoperative Aufnahme von vorne	28
Abbildung 8 - Größenmessung am Femur mittels Messlehre; linker Femur; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich .....	29
Abbildung 9 - a.p. Schnitte am Femur mit korrekt positionierte Schnittblock; der anteriore Schnitt wurde bereits durchgeführt, der Chirurg führt die Knochensäge für den posterioren Schnitt; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich .....	29
Abbildung 10 - distaler Schnitt am Femur, zu sehen ist die korrekt positionierte Schnittlehre, der Operateur führt die Knochensäge; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich.....	30
Abbildung 11 - Überprüfung der Bandspannung mittels Spacer; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich .....	30
Abbildung 12 - Vorbereitung der Tibia zur Aufnahme des Tibiaschildes; Der Operateur hält das Instrumentarium zur Größenwahl und zentralen Zapfung; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich.....	31
Abbildung 13 - Eingebraachte Probeteile, silbrig Femurkomponente und Tibiaschild, gelb das Inlay, linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich.	31

Abbildung 14 - zementierte Knietotalendoprothese vom Typ LCS® mobile bearing; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich.....	32
Abbildung 15 - Postoperative Röntgenaufnahme in a.p. und seitlichem Strahlengang, rechtes Kniegelenk; 88 jährige Patientin; Prothesentyp: LCS® mobile bearing, zementiert .....	32
Abbildung 16 - Fehleranalyse/Punkteverteilung sortiert nach Häufigkeit, Dargestellt sind die Gesamtdaten von Oberarzt und Arzt in Ausbildung .....	42
Abbildung 17 - 5 häufigste Fehler Oberarzt.....	43
Abbildung 18 - 5 häufigste Fehler Arzt in Ausbildung.....	44
Abbildung 19 - Lernkurve Arzt in Ausbildung anhand der radiologischen Fehleranalyse; Dargestellt ist die Fehlerzahl pro 5tel des Kollektivs; ein 5tel $\hat{=}$ 20 Eingriffen; Daten chronologisch.....	45
Abbildung 20 - Lernkurve des Arztes in Ausbildung anhand der Schnitt-Naht-Zeit; Dargestellt ist die SNZ pro 5tel des Kollektivs; ein 5tel $\hat{=}$ 20 Eingriffen; Daten chronologisch .....	46
Abbildung 21 - Knee Society Score - Knee Score von <a href="http://www.orthopaedicscores.com">www.orthopaedicscores.com</a> .....	56
Abbildung 22 - Knee Society Score - Function Score von <a href="http://www.orthopaedicscores.com">www.orthopaedicscores.com</a> .....	57

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Femorotibialwinkel und Kniestellung in Relation zur Beinachse bei physiologischem Knie bzw. Fehlstellungen .....	16
Tabelle 2 - Radiologische Arthrosezeichen nach Kellgren und Lawrence.....	19
Tabelle 3 - Scorekriterien zur radiologischen Auswertung; orange-Tibia, gelb-Femur, blau-sonstige Fehler.....	38
Tabelle 4 - PatientInnenbezogene Daten - Biometrie.....	40
Tabelle 5 - Seitenverteilung, Prothesensystem .....	40
Tabelle 6 – Fehleranalyse/Punkteverteilung; Dargestellt sind die Gesamtdaten von Oberarzt und Arzt in Ausbildung; orange-Tibia, gelb-Femur, blau-sonstige Fehler .....	41
Tabelle 7 - 5 häufigste Fehler Oberarzt mit Vergleichsdaten des Arztes in Ausbildung.....	42
Tabelle 8 - 5 häufigste Fehler Arzt in Ausbildung mit Vergleichsdaten des Oberarztes.....	43
Tabelle 9 - Fehler pro 5tel des Kollektivs in chronologischer Reihung des Arztes in Ausbildung im Vergleich zur durchschnittlichen Fehleranzahl pro 5tel des Kollektivs des OA .....	45
Tabelle 10 - Schnitt-Naht-Zeit OA versus AiA Gesamt.....	46
Tabelle 11 – Lernkurve anhand der Schnitt-Naht-Zeit des Arztes in Ausbildung; Dargestellt ist der Mittelwert pro 5tel der Patienten .....	46
Tabelle 12 - SNZ Arzt in Ausbildung versus Oberarzt; Dargestellt ist der Mittelwert pro Gruppe des AiA im Vergleich zum Mittelwert aller Operationen des OA .....	47
Tabelle 13 - Pinabbrüche .....	47

# 1 Allgemeiner Teil

## 1.1 Das Kniegelenk

### 1.1.1 Topographische Anatomie

Das Kniegelenk, die *Articulatio genus* setzt sich knöchern aus Anteilen des Femurs, der Tibia sowie der Patella zusammen. Diese sind von einer gemeinsamen Kapsel umgeben. Funktionell handelt es sich um ein Drehscharniergelenk (*Trochoginglymus*) (siehe Abbildung 1).

Die beiden bikonvex und spiralförmig gekrümmten Femurcondylen bilden den Gelenkskopf, wobei die Krümmung nach dorsal hin zunimmt. Nach distal stehen diese mit der Tibia über die *Facies articularis superior tibiae* in Kontakt welche die Gelenkspfanne darstellt. Diese Gelenkfläche ist konkav und leicht nach hinten geneigt (*Retroversionswinkel* von 3-7°). Die dabei auftretende Inkongruenz wird durch die *Menisci* ausgeglichen. Komplettiert wird das Kniegelenk vorne durch die *Articulatio femoropatellaris*. Hier steht die *Facies articularis* der Patella mit der *Facies patellaris* des Femurs in Kontakt. (Anderhuber, Pera et al. 2012)

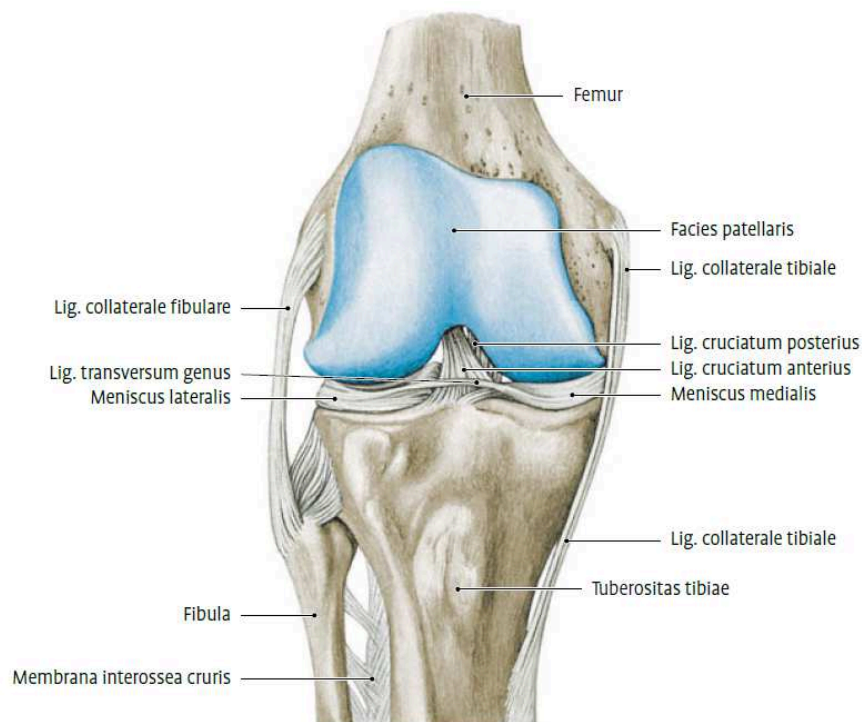


Abbildung 1 - Kniegelenk rechts, Knochen und Bänder nach Entfernung der Muskulatur; aus Waldeyer - Anatomie des Menschen

### 1.1.1.1 Bandstrukturen

Das Kniegelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk. Zur Gelenkstabilität tragen eine Reihe von Bandstrukturen bei, die die Kapsel zu allen Seiten verstärken:

#### Ligamentum patellae:

Dieses Band zieht vom Ansatz des M. rectus femoris über die Patella hinweg bis zur Tuberositas tibiae. Zu beiden Seiten findet sich das Retinaculum patellae mediale et laterale. Der vordere Bereich der Kapsel wird durch diese drei Strukturen wesentlich verstärkt. (Anderhuber, Pera et al. 2012)

#### Seitenbänder:

Man unterscheidet am Kniegelenk zwei Seitenbänder. Das Lig. collaterale tibiale ist das mediale Seitenband und entspringt am Epicondylus medialis femoris und setzt an der Facies medialis Tibiae an. Es weist die Form eines aufgespannten dreieckigen Bandes, welches mit dem Meniscus medialis fest verwachsen ist. Das Lig. collaterale fibulare ist das laterale Seitenband und zieht vom Epicondylus lateralis femoris zum Caput fibulae. Es wird von der Sehne der M. popliteus unterkreuzt und ist im Gegensatz zum medialen Seitenband nicht mit dem angrenzenden Meniscus verwachsen. (Platzer 2013)

#### Lig. popliteum arcuatum und Lig. popliteum obliquum:

Diese beiden Bänder unterstützen und verstärken den dorsalen Anteil der Gelenkkapsel. Das Lig. popliteum obliquum zieht dabei schräg vom lateralen Femurcondyl nach medial und distal. Das Lig. popliteum arcuatum liegt lateral, parallel zum lateralen Seitenband.

#### Ligg. cruciata:

Die Kreuzbänder dienen im Wesentlichen der Stabilität des Kniegelenks bei Drehbewegungen. Aufgrund der Lage unterscheidet man das vordere vom hinteren Kreuzband. Beide Bänder liegen intrakapsulär, jedoch extraartikulär.

Das Lig. cruciatum anterius verläuft von der Innenfläche des lateralen Femurcondyls zur Area intercondylaris anterior tibiae. Das Lig. cruciatum posterius zieht dazu gegenläufig von der Innenfläche des medialen Femurcondyls zur Area intercondylaris posterior tibiae. Es ist dabei stärker ausgebildet, als das vordere

Kreuzband. Bei Schädigung/Riss der Kreuzbänder kommt es klinisch zum s.g. Schubladenphänomen. (Paulsen, Waschke 2010)

### **1.1.1.2 Menisci**

Die beiden halbmond- bzw. C-förmigen Menisci setzen sich sowohl aus Faserknorpel als auch aus straffem Bindegewebe zusammen und übernehmen im Kniegelenk eine „Stoßdämpferfunktion“. Durch das Ausgleichen der Inkongruenz der Gelenksflächen von Femur und Tibia wird die Gelenksfläche vergrößert, sodass die axialen Kräfte im Stand bzw. bei Bewegung besser auf die Tibia verteilt und weitergeleitet werden. Im Gegensatz zum lateralen Meniskus ist der mediale aufgrund seiner Verwachsung mit dem Ligg. collaterale tibiale weniger beweglich. (Anderhuber, Pera et al. 2012)

### **1.1.1.3 Gelenksraum / Bursae synoviales**

Der Gelenksraum, die *cavitas articularis* ist buchtenreich und verzweigt. Er ist mit Synovia gefüllt und enthält an wichtigen Strukturen das *Corpus adiposum infrapatellare* (Hoffa'sche Fettkörper) und beide Menisci. Diese werden beim Gelenkersatz vollständig reseziert.

Bursae synoviales sind Schleimbeutel und dienen im wesentlichen dazu, auftretende Druck und Zugbelastungen zu vermindern. Steht ein Schleimbeutel mit dem Gelenksraum in Kontakt nennt man dies „kommunizierend“. Alle anderen sind „nicht kommunizierende“ Schleimbeuteln. Klinische Relevanz haben u.a. die Bursa suprapatellaris, der Recessus subpopliteus, die Bursae praepatellares und die Bursa infrapatellaris. (Platzer 2013)

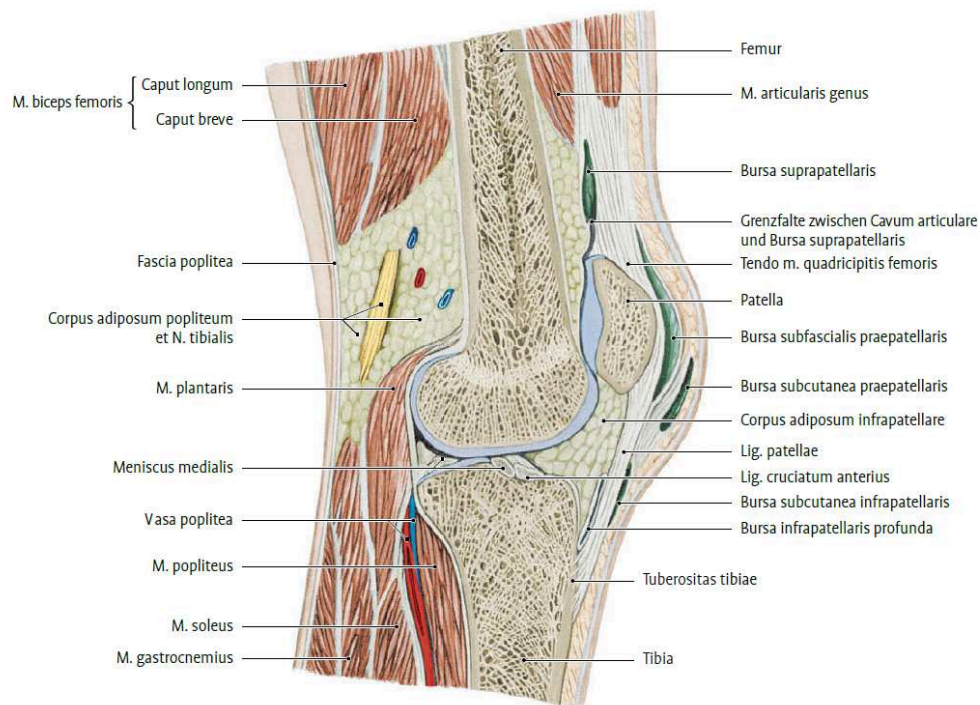


Abbildung 2 - Saggitalschnitt durch ein rechtes Knie; aus Waldeyer - Anatomie des Menschen

## 1.1.2 Funktionelle Anatomie

### 1.1.2.1 Gelenksmechanik

Beim Kniegelenk handelt es sich um ein Drehscharniergelenk, welches zwei Freiheitsgrade besitzt. Es ist eine Flexion bzw. Extension und in Beugstellung eine Rotation möglich. Die Bewegung wird durch die Beinmuskulatur und die Bänder stabilisiert.

Der Bewegungsumfang reicht in der Streckung beim Erwachsenen aktiv bis  $180^\circ$ , passiv kann um weitere  $5-10^\circ$  gestreckt werden (siehe Abbildung 3). Kommt es klinisch zu einer gesteigerten Überstreckbarkeit von über  $15^\circ$  spricht man von einem Genu recurvatum. In maximaler Streckung kommt es durch die Anspannung des vorderen Kreuzbandes und die Form der Femurcondylen zur einer Schlußrotation von  $\sim 5^\circ$ . Beide Seitenbänder sind dabei straff gespannt. Dies ermöglicht es dem Menschen ohne Kraftaufwand der Beinmuskulatur amuskulär zu stehen.

Beugung ist aktiv bis  $120^\circ$  möglich, passiv bis maximal  $160^\circ$ . Limitierend ist hier der Weichteilmantel der unteren Extremität (Weichteilhemmung). Der Krümmungsradius der Femurcondylen verringert sich nach dorsal. Daher

verschiebt sich bei der Beugung die Bewegungsachse und das Knie vollführt eine kombinierte Rollgleitbewegung.

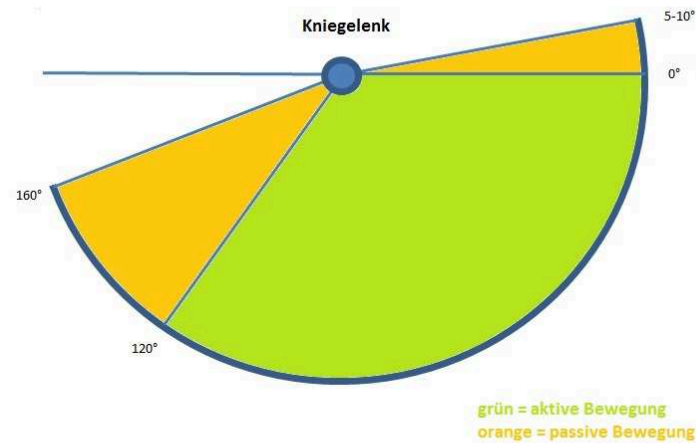


Abbildung 3 - Bewegungsumfang im Kniegelenk; nach Waldeyer - Anatomie des Menschen

Rotation ist im Knie nur in gebeugtem Zustand möglich, da in der Streckstellung diese durch die angespannten Seitenbänder verhindert wird. In 90° Flexion kann eine Außenrotation von 40° und eine Innenrotation von 10° vollzogen werden. Stabilisiert wird die Rotationsbewegung von den Kreuzbänder (diese verdrehen sich bei Innenrotation) und den Kollateralbändern (Anspannung bei Außenrotation). Ad/Abduktion ist durch die starken Seitenbänder unmöglich. (Paulsen, Waschke 2010, Anderhuber, Pera et al. 2012)

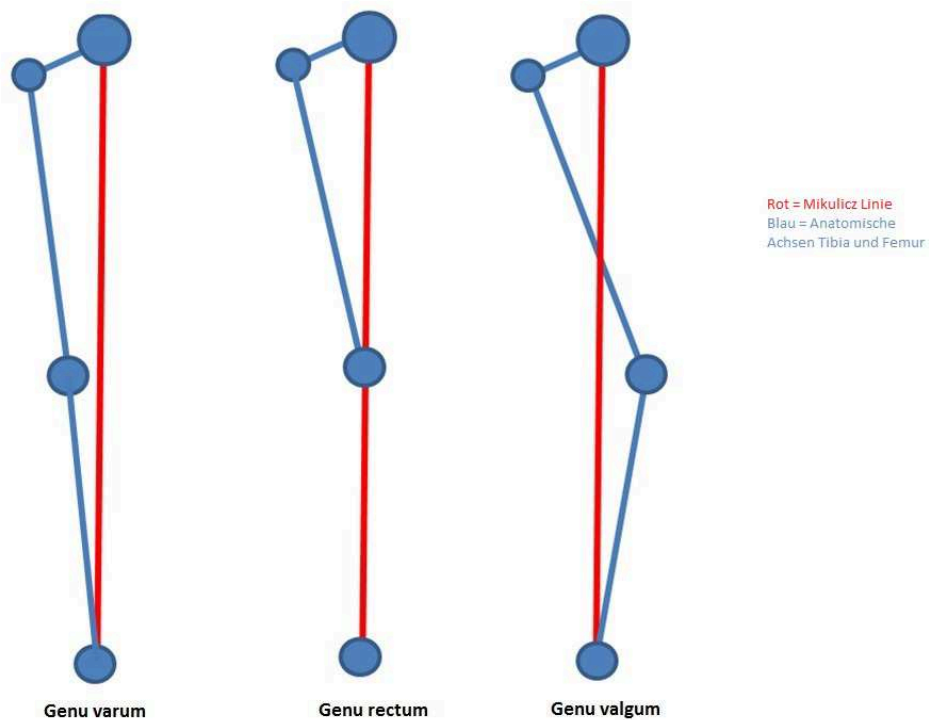
### 1.1.2.2 Beinachse

Die mechanische Beinachse entspricht einer geraden Linie vom Zentrum des Caput femoris durch die Mitte des Kniegelenkes bis zur Mitte der Malleolengabel im oberen Sprunggelenk. Diese Linie nennt man auch Mikulicz-Linie. Die anatomische Achse der Tibia entspricht dieser Linie, die des Femurs weicht ab. Der Femorotibialwinkel beträgt physiologisch 5-7°.

Kommt es zu Abweichungen der mechanischen Beinachse spricht man von einem X- bzw. O- Bein (vgl. Abbildung 4 und Tabelle 1) (Paulsen, Waschke 2010).

**Tabelle 1 - Femorotibialwinkel und Kniestellung in Relation zur Beinachse bei physiologischem Knie bzw. Fehlstellungen**

	Femorotibialwinkel	Knie in Relation zur BA
Genu rectum	173-175°	zentral auf der BA
Genu valgum (X-Bein)	< 173-175°	medial der BA
Genu varum (O-Bein)	> 173-175°	lateral der BA



**Abbildung 4 - Mechanische Beinachse und Fehlstellungen - Relation Mikulicz Linie zu den anatomischen Achsen; nach Sobotta - Atlas der Anatomie des Menschen**

## **1.2 Gonarthrose**

Die Gonarthrose, auch Osteoarthrose bzw. Osteoarthritis des Kniegelenks, ist eine degenerative Erkrankung des Kniegelenkes. Es kommt zum kontinuierlichen Untergang des Gelenksknorpels und einer zunehmenden Destruktion aller Gelenksstrukturen (subchondraler Knochen, Kapsel, Bänder, Muskulatur). Folge dieser Gelenksdestruktion ist Funktionseinschränkung und typischerweise belastungsabhängiger Schmerz.

Die Erkrankung kann einzelne Kompartimente des Kniegelenks betreffen oder generalisiert auftreten (Pangonarthrose), was unterschiedliche Therapiestrategien bedingt.

Die gängige Einteilung in der Literatur erfolgt nach ihrer Ätiologie, indem zwischen Primärer (idiopathischer) und Sekundärer Gonarthrose unterscheidet. Sekundäre Formen liegen unterschiedliche Grunderkrankungen und Pathomechanismen zugrunde, die jedoch alle der gemeinsame Endpunkt der Gonarthrose eint.

### Klassifikation der Gonarthrose nach (Kohn 2005):

- Primäre Gonarthrose (idiopathische)
- Sekundäre Gonarthrose:
  - Angeborener bzw. erworbener Gelenkschaden
  - Fehlstellung (varus/valgus)
  - metabolisch Störung (Rachitis, Hämochromatose, Chondrokalzinose, Ochronose, Diabetes mellitus, Morbus Wilson, Morbus Gaucher)
  - endokrine Erkrankung (Kristallopathien, Gicht, Akromegalie, Hyperparathyreoidismus, Hyperurikämie)
  - posttraumatisch
  - aseptische Knochennekrose
  - sonstige

Es gibt eine Vielzahl an Risikofaktoren für die Erkrankung und den Verlauf. An Risikofaktoren sind erhöhtes Körpergewicht, Genetik, Alter, Gelenkerkrankungen, Traumata, Geschlecht und systemische Erkrankungen zu nennen. Dem entgegen wirken protektive Faktoren (Reparaturmechanismen des Gelenksknorpels, gute

Gelenksmechanik). Besteht hier ein Ungleichgewicht kommt es Arthrose. (Wirth, Mutschler 2009)

### **1.2.1 Epidemiologie, Prävalenz**

Die Gonarthrose ist eine häufige Erkrankung (häufigste Gelenkserkrankung beim Erwachsenen) und tritt vor allem im Alter auf. Die Prävalenz der über 60 jährigen in den USA betrug 2006 bereits 1:10 bzw. rund 4,3 Millionen. (CharlesDillon, Rasch et al. 2006)

### **1.2.2 Diagnostik**

Die Diagnostik erfolgt nach dem klinischen Bild (genaue Anamnese und klinische Untersuchung) bzw. radiologischen Kriterien.

Klinisch beklagen die PatientInnen Schmerzen unterschiedlicher Qualität und Quantität. Typisch sind am Beginn der Erkrankung belastungsabhängiger Schmerz und Anlaufschmerz. Bei fortgeschrittener Arthrose Dauer bzw. Nachtschmerz. Hinzu kommen Gelenkssteifigkeit, Gelenksschwellung, Einschränkungen in der Bewegung, reduzierter Bewegungsumfang im Kniegelenk und Verminderung der Gehstrecke. Eine klinische Untersuchung umfasst jedenfalls den Sicht bzw. Tastbefund, eine Bewegungsprüfung, Überprüfung der Bandstabilität (Schubladentest, Varus/Valgus Stress) und eine Gangprüfung. (Michael, Schlüter-Brust et al. 2010)

Die radiologische Diagnostik umfasst Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen - anterior/posteriorem sowie seitlichem Strahlengang- des Knies und die Ganzbeinaufnahme stehend. Es zeigen sich typische Arthrosezeichen (vgl. Tabelle 2) wie Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerosierung, Geröllzysten, Osteophyten und Achsenfehlstellung (Kellgren, Lawrence 1957).

Die Gonarthrose ist eine fortschreitende Erkrankung, die für jeden Patienten mit Unterschieden im Leidensdruck und Einschränkungen verläuft. Zur besseren klinischen und wissenschaftlichen Vergleichbarkeit sowie Objektivierung der Schwere der Erkrankung sollen klinische Scores dienen. Häufig verwendet werden der Oxford Knee Score, der KOOS, der WOMAC Score bzw. der IKDC

Score. Zielgrößen der eben genannten Scores sind klinischen Symptome der Gonarthrose wie Schmerz, Einschränkungen der Beweglichkeit bzw. Behinderungen im täglichen Leben oder Gelenksschwellung. Der Patient erhält dabei einen standardisierten Fragenbogen und füllt diesen selbst aus. Somit sind diese Scores patientenorientierte (Outcome-)Messungen, welche den klinischen Zustand bzw. die Zufriedenheit nach einer Therapie abbilden. Eine Schwäche dieser Scores ergibt sich aus der Tatsache, dass Patienten oft divergente Vorstellungen bezüglich ihrer Symptome und unterschiedliche Krankheitswahrnehmung haben und somit das Ergebnis beeinflussen. Im internationalen Vergleich ist auf eine exakte Übersetzung der Fragebögen zu achten, um Vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

**Tabelle 2 - Radiologische Arthrosezeichen nach Kellgren und Lawrence**

Stadium	Befund
0	Keine pathologischen Veränderungen
1	Geringe subchondrale Sklerosierung. Keine Osteophyten. Keine Gelenkspaltverschmälerung
2	subchondrale Sklerosierung, leichte Gelenkspaltverschmälerung, beginnende Osteophytenbildung
3	starke Gelenkspaltverschmälerung, Entrundung der Femurcondylen und Unregelmäßigkeiten der Gelenksfläche, deutliche subchondrale Sklerosierung und Osteophytenbildung
4	Ausgeprägte Gelenkdestruktion, Gelenkspalt oft komplett aufgehoben, Geröllzysten im Tibiakopf und Femurcondylus, Subluxationstellung

Ebenso oft verwendet wird der KSS - „Knee Society Score“ der amerikanischen „Knee Society“. Der KSS wird an der Universitätsklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie standardmäßig eingesetzt. Die Daten werden dabei durch einen Untersucher anhand einer klinische Bewegungsprüfung und genauer Anamnese erhoben. Dieser Score ist eine arztbasierte Messung, daher es wird der klinische Zustand oder die Zufriedenheit nach einer Therapie aus ärztlicher Sicht abgebildet. Der Knee Society Score ist zweigeteilt in einen „Knee Score“ und

einen Function Score“. Der „Knee Score“ beurteilt das Kniegelenk auf Basis der Schmerzanamnese, Flexions- u. Extensionsdefiziten, dem Bewegungsumfang, dem Alignment (varus/valgus) und der Gelenkstabilität. Der „Function Score“ beinhaltet die Leistung des Patienten beim Stiegen steigen und beim Gehen. Durch diese Dualität in der Bewertung wird die Schwäche die bei anderen Scores durch die Krankheitswahrnehmung der Patienten entsteht minimiert. (Insall, Dorr et al. 1989)

Der KSS wird seitens der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie für bessere wissenschaftliche Vergleichbarkeit empfohlen. (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie + BV der Ärzte für Orthopädie 2002)

### **1.2.3 Therapie konservativ**

#### **1.2.3.1 Allgemeine Maßnahmen**

Die Gonarthrose ist eine progredient degenerative Erkrankung. Essentieller Bestandteil jedes Therapiekonzeptes ist eine Aufklärung der PatientInnen über den Verlauf und die Risikofaktoren der Erkrankung sowie die Beeinflussbarkeit des (individuellen) Verlaufs. Allgemein ist eine Gewichtsreduktion anzustreben sowie mechanische (Über)Belastung zu meiden. Ebenso ungünstig sind Zwangshaltungen in Sport und Beruf und damit verbundene Fehlbelastungen im Gelenk. Bewegungsübungen und Training der Haltemuskulatur der unteren Extremität und Förderung der Koordination wirken sich grundsätzlich positiv aus. Zentrales Ziel ist eine Schmerzreduktion, bessere Geleistung, Erhalt der Beweglichkeit sowie Lebensqualität und das Fortschreiten der Erkrankung zu verzögern. Konservative Therapiemaßnahmen welche die Knorpeldegeneration und Gelenksdestruktion aufhalten oder umkehren existieren derzeit nicht. (Kohn 2005)

#### **1.2.3.2 Physikalische Therapie**

Ziel in der Physikalischen Therapie ist besonders in der Frühphase der Gonarthrose die Koordination zu Verbessern und die haltende Muskulatur der unteren Extremität zu kräftigen. Fehlhaltungen führen zu Fehlbelastung im Gelenk und somit zu Progredienz der Erkrankung.

Bei fortgeschrittener Arthrose steht der Erhalt der Beweglichkeit bzw. die Mobilisierung der Patienten im Vordergrund. (Wirth, Mutschler 2009)

### **1.2.3.3 Orthopädietechnik:**

#### Einlagenversorgung

Je nachdem, welche Achsenfehlstellung vorliegt können Einlagen zur konservativen Therapie verwendet werden. Bei einem Genu varum werden Schuheinlagen mit erhöhten Schuhaußenrand verwendet um die Achsenfehlstellung zu korrigieren. Im Gegensatz dazu bedarf es beim Genu valgum einer Einlagenversorgung mit erhöhten Schuhinnenrand.

#### Gehstock

Ein Gehstock an der kontralateralen Seite dient der Entlastung des betroffenen Gelenkes.

#### Kniegelenksorthesen

Diese können zur Verbesserung der Kniestabilität -besonders bei Varusgonarthrose- angewendet werden und führen zu besserem Outcome bei Schmerzsymptomatik und Beweglichkeit als bei Patienten ohne Orthese. (Brouwer, Jakma et al. 2005)

### **1.2.3.4 Kryotherapie, Elektrotherapie**

Diese Verfahren werden äußerlich angewandt. Eine Kryotherapie ist günstig bei aktivierter Gonarthrose. Die Elektrotherapie mit mittelfrequenten Wechselströmen kann bei akuten/chronischen Schmerzen die Symptomatik verbessern. (Wirth, Mutschler 2009)

### **1.2.3.5 Gelenkspunktion / Infiltration**

Zur Schmerzlinderung bei aktivierter Gonarthrose kann einerseits ein Reizerguss abpunktiert werden und andererseits Lokalanästhetika in Kombination mit Kortison intraartikulär injiziert werden. Die Therapiedauer sollte dabei möglichst kurz gehalten werden. Eine mögliche schwerwiegende Komplikation ist die septische Gonarthrit, die eine hohe Mortalität und Morbidität aufweist. (Goldenberg 1998, Horowitz, Katzap et al. 2011)

### **1.2.3.6 Medikamentöse Therapie**

In der medikamentösen Therapie der Gonarthrose kommen derzeit folgende Substanzklassen zum Einsatz:

- NSAR

- Steroide (nur lokal)
- Therapeutische Lokalanästhesie
- SYSADOA (Symptomatic Slow Acting Drugs in osteoarthritis)

Die Pathogenese der Gonarthrose ist vielschichtig, weshalb medikamentös derzeit keine ursächliche Therapie besteht. Ziel ist eine adäquate Schmerztherapie und Entzündungshemmung. (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie + BV der Ärzte für Orthopädie 2002)

### **1.2.4 Therapie operativ**

Eine operative Therapie soll erst nach Ausschöpfen konservativer Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Ziel ist ein postoperativ schmerzfreies Kniegelenk und die Wiedererlangung einer suffizienten Beweglichkeit für die PatientInnen.

Die moderne Endoprothetik ermöglicht für PatientInnen mit fortgeschrittener Gonarthrose eine substantielle Verbesserung ihrer Lebensqualität. (Carr, Robertsson et al. 2012)

#### **1.2.4.1 Arthroskopie**

Die Indikation für eine Arthroskopie des Kniegelenks (v.a. Lavage, Debridement, Synovektomie, Chondroplastik) ist individuell zu stellen. Es wird dabei versucht die mechanische Situation durch Entfernung von freien Gelenkskörpern, Abtragen von exophytischen Knochen und Entfernung von Detritus und Entzündungsmediatoren im Gelenk zu verbessern und die Beschwerden vorübergehend zu mindern. In einer randomisierten placebokontrollierten Studie von Moseley et al. konnte kein Unterschied im Outcome nach arthroskopischer Intervention im Vergleich zur Placebogruppe festgestellt werden. (Moseley, O'Malley et al. 2002)

#### **1.2.4.2 Korrekturosteotomie**

Bei einer Korrekturosteotomie erfolgt eine gelenksnahe Veränderung der anatomischen Achse(n) und somit eine Umstellung der mechanischen Beinachse. Diese ist prinzipiell in drei Ebenen möglich: frontal, sagittal und transversal. Es soll das geschädigte Compartment entlastet und das gesunde stärker belastet werden um die Zeit bis zu einem nötigen Gelenksersatz zu verzögern. Wichtig ist eine

gute Patientenselektion, da für einen derartigen Eingriff eine gute Knochenqualität und Knochenheilung nötig ist. Durch die Veränderung der anatomischen Achse(n) ist auf Auswirkungen v.a. im Hüftgelenk zu achten. (Wirth, Mutschler 2009)

Umstellungsosteotomien am Tibiakopf können den Eingriff bei einer nachfolgenden endoprothetischen Versorgung Erschweren (Zugang zum Gelenk, Weichteilbalance, Veränderung des knöchernen Prothesenlagers). (Haddad, Bentley 2000)

### **1.2.4.3 Totaler oder partieller Gelenkersatz mittels Endoprothese**

Bei einer Allarthroplastik handelt es sich um den Ersatz von Gelenksflächen und/oder Bandstrukturen durch Metall bzw. Kunststoffimplantate. Die Verankerung der verbauten Komponenten erfolgt mittels Knochenzement oder zementfrei durch Einheilung in den Knochen. Der Gelenkersatz durch Endoprothesen wird seit den 1970er Jahren durchgeführt und mittlerweile routinemäßig eingesetzt. In Dänemark werden pro Jahr in etwa 150 primäre KTEP pro 100.000 Einwohner implantiert, was in etwa der Inzidenz in westlichen Industrienationen entspricht. Es gibt im internationalen Vergleich eine große Varianz in der Altersverteilung, der jährlichen Anzahl an Operationen und Revisionsraten, welcher auch auf die unterschiedlichen Gesundheitssysteme und Kostenübernahme bedingt ist. (Vielgut, Kastner et al. 2013). Der primäre Gelenkersatz stellt derzeit die Ultima ratio in der Therapie der Gonarthrose dar.

Die Indikation ist streng zu stellen und setzt eine fortgeschrittene Arthrose, starke Schmerzen, ein Alter möglichst >60a und ausreichende Knochenqualität zur Verankerung der Komponenten voraus. Kontraindikationen sind jedenfalls Infektionen des Kniegelenks, nicht sanierbare schlechte Hautverhältnisse, eine insuffiziente Muskelführung und fehlende Tiefensensibilität. (Kohn 2005)

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Prothesensysteme und Hersteller. Man unterscheidet beim primären Gelenkersatz Unikompartimentelle, Bi/Trikompartimentellen und achsgeführte Prothesen.

#### Unikompartimentelle

Synonym Hemischlitten oder unikondyläre Prothesen. Es erfolgt der Gelenksflächenersatz jeweils eines Compartiments (medial oder lateral).

Indikation für eine derartige Prothese ist eine mittelgradige Arthrose, welche streng auf ein femorotibiales Compartment beschränkt ist. Weiters soll eine präoperative Beugekontraktur nicht größer als  $10^\circ$  sein und eine Achsenfehlstellung nicht mehr als  $10-15^\circ$  betragen. Für ein funktionell gutes Ergebnis ist ein intakter Kapsel-Bandapparat Voraussetzung. (Kohn 2005)

Bei sorgfältiger PatientInnenauswahl und Indikationsstellung, knochensparender Operationstechnik und korrekter Implantatpositionierung bietet der unikompartimentelle Gelenksersatz gute Langzeitergebnisse. (Berger, Nedeff et al. 1999)

### Bi/Trikompartimentelle

Bei derartigen Prothesen werden die Gelenksflächen des medialen sowie lateralen (Bi) und ggf. das retropatellaren (Tri) Kompartiments durch ein Metallimplantat ersetzt. Die Bandstrukturen bleiben bis auf die Kreuzbänder intakt und dienen postoperativ zusammen mit der Kapsel der Gelenksführung. Das Prothesendesign ist dabei der natürlichen Form des Gelenks angepasst. Derzeit sind vor allem Prothesen mit geringer Formschlüssigkeit mit kleinflächiger Polyethylenbelastung (Flat-on-flatDesign) sowie Prothesen mit hoher Formschlüssigkeit bei gleitender Rotationsplattform (round-on-round with mobile bearing) in Verwendung. Langzeitergebnisse zeigen keine klaren Vorteile für eine der beiden Philosophien. (Kohn 2005)

Die Indikation ist zu Stellen bei einer fortgeschrittenen Gonarthrose, intakten Bandstrukturen (insbesondere die Seitenbänder), Achsenfehlstellung frontal  $<20^\circ$  Varus bzw.  $<25^\circ$  Valgus, Beugekontraktur  $<20^\circ$ . Kontraindikation ist eine Seitenbandinsuffizienz, Genu recurvatum, neuromuskuläre Defizite sowie eine Infektion im Kniegelenk oder angrenzenden Knochen. (Kohn 2005)

### Achsgeführte

Bei achsgeführten KTEPs erfolgt die Übertragung der auftretenden Kräfte über die Kopplungskomponente der Prothese. Die Kräfte wirken dabei vor allem auch am Übergang Prothese/Knochen was zu erhöhten Lockerungsraten führt. Indikation für eine derartige Prothese ist eine ausgeprägte Gonarthrose bei Bandinsuffizienz. Der Nachteil liegt in der stärkeren Beanspruchung der Prothese und somit

kürzeren Haltbarkeit im Vergleich zur Bi/Trikompartimentellen Oberflächenendoprothese. (Wirth, Mutschler 2009)

#### **1.2.4.4 Arthrodesse**

Hierbei wird das Kniegelenk operativ versteift. Postoperativ ist somit keine Bewegung im Gelenk möglich und muss durch die benachbarten Gelenke kompensiert werden. Diese Methode war vor der Einführung der modernen Endoprothetik eine häufig durchgeführte Therapieoption bei fortgeschrittener Gonarthrose (Charnley, Baker 1952). Heute ist sie obsolet und lediglich in Ausnahmefällen Indiziert. Eine Indikation wäre bei nicht beherrschbaren Gelenksinfekten oder neuromuskulären Lähmungen, welche den Einsatz einer KTEP nicht zulassen, gegeben. (Wirth, Mutschler 2009)

#### **1.2.4.5 bikondylärer ungekoppelter Oberflächenersatz – Operationsprinzip**

Die Details der Implantation einer Knie totalendoprothese hängen von der Erfahrung des Chirurgen, den Gepflogenheiten der Klinik und von der zu verwendenden Prothese und dem damit verbundenen Instrumentarium ab. In den Grundzügen (Operativer Zugang, Femur- u. Tibiapräparation, Größenwahl der Komponenten) ist das Vorgehen bei der Implantation vergleichbar.

Als Beispiel für das Operationsprinzip beschreibe ich den Ablauf einer Implantation eines bikondylären, ungekoppelten Gelenksersatzes vom Typ LCS® mobile bearing (Hersteller: Depuy Synthes, Companies of Johnson&Johnson (vgl. Abbildung 5) an der Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie Graz. Es erfolgt kein Ersatz der patellären Gelenksfläche.

Prothesenhersteller stellen Anleitungen zur chirurgischen Technik und dem Umgang mit dem jeweiligen Instrumentarium für ihre Prothesensysteme zur Verfügung. In diesem Fall wird das Milestone™ Instrumentarium verwendet (DePuy International Ltd. 2011).



LCS® Cemented

**Abbildung 5 - KTEP vom Typ LCS® mobile bearing, zementierte Verankerung (DePuy International Ltd. 2011)**

Die im Folgenden verwendeten Bilder wurden während einer Operation im Hause nach dankenswerter Zustimmung der Patientin aufgenommen.

Die Operationsplanung erfolgt anhand der Standardaufnahmen des Kniegelenkes (seitlicher und a.p. Strahlengang, Patella Defilé) sowie einer Ganzbeinaufnahme stehend. Die Herstellerfirmen bieten in der Regel Softwareprogramme zur Vorabermittlung der zu verwendenden Implantatgrößen. Diese sind als Richtwert zu verstehen, die definitive Größenentscheidung erfolgt intraoperativ. Bei Entfernung des Kreuzbandes kommen spezielle Inlays mit Erhöhung im Notchbereich zum Einsatz. Es wird in der Literatur kontrovers diskutiert, ob es Vorteile durch den Erhalt oder die Entfernung des hinteren Kreuzbandes gibt. Im aktuellen Cochraine review ergaben sich keine Unterschiede in der postoperativen Schmerzsymptomatik, Beweglichkeit sowie im klinischen und radiologischen Outcome. Statistisch war nach Entfernung des hinteren Kreuzbandes die Beweglichkeit um 2,4° besser bzw. bei Erhalt der funktionelle KSS um 2,3 Punkte höher. Beides besitzt jedoch keine klinische Relevanz (Verra, van den Boom et al. 2013).

Für den Ersatz der retropatellaren Gelenksfläche besteht zumeist keine Notwendigkeit. Jedenfalls ist eine Patellaranddenervierung und Osteophytenabtragung durchzuführen. Studien hierzu zeigen keinen Unterschied im klinischen Outcome ohne bzw. nach Retropatellarersatz (Burnett, Haydon et al. 2004).

Die Operation wird in allgemeiner Intubationsnarkose oder Epiduralanästhesie durchgeführt. Nach sterilem Waschen und Abdecken erfolgt der operative Zugang nach Anlage einer Blutsperre durch einen medianen Hautschnitt (Abbildung 6). Dieser reicht circa 6cm proximal des oberen Patellarandes bis 2cm distal der Tuberositas tibiae. Alternativ kann man einen anteromedialen Zugang (medialer Payr-Schnitt) wählen, was jedoch die Gefahr birgt angrenzende Hautnerven zu verletzen. Die Kapsel wird mittels eines Schnittes parapatellar medial (1-2cm vom Innenrand der Patella) oder alternativ durch einen subvastalen bzw. einem Midvastuszugang eröffnet. Wichtig ist dabei die Schonung des N. saphenus. (von Torklus, Hermann 2013, Kohn 2005)



**Abbildung 6 - Markierung für den medianen Hautschnitt, li UE nach sterilem Waschen und Abdecken, intraoperative Aufnahme von oben**

Nun kann die Patella nach außen evertiert werden und das Knie in 90° Flexion gebracht werden. Es folgt eine (komplette) Synovektomie, also sorgfältige Entfernung des vorderen Kreuzbandes sowie der Menisci, Osteophyten an Tibia und Femur und Fettkörper. Ziel ist postoperativ eine gute Weichteilbalance zu erreichen und ein Impingement durch verbliebene Osteophyten oder

Meniskusreste zu vermeiden. Für ein gutes Ergebnis ist auf ein sorgfältiges Weichteilrelease zu achten. (Kastner, Sternbauer et al. 2014)

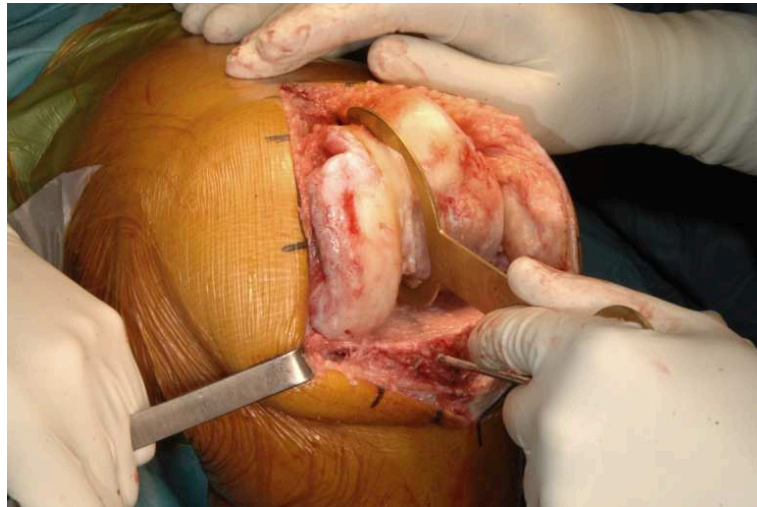
Nun erfolgt die Präparation der tibialen Gelenksfläche. Der Knochenschnitt erfolgt mittels Knochensäge unter Zuhilfenahme des tibialen. Es wird das Zentrum der Tibia markiert und unter Berücksichtigung von 5° Slope und horizontaler Balance (90° Winkel) mittels extramedullärem Führungsstab (Abbildung 7) der auf das Zentrum des oberen Sprunggelenkes auszurichten ist, der Schnittblock positioniert und der Schnitt durchgeführt. Ungenaue Positionierung bzw. Ausrichtung des Schnittblockes führt hier zu horizontaler Achsabweichung und Fehlern beim postoperativen Slope und der Beinachse. (Kastner, Sternbauer et al. 2014)



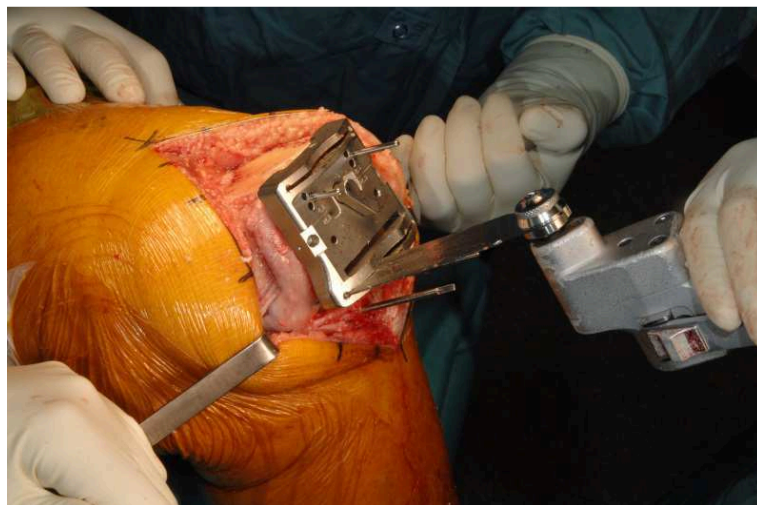
**Abbildung 7 - Aufgesetztes extramedulläres Instrumentarium zur Durchführung des tibialen Schnittes, linker Unterschenkel, intraoperative Aufnahme von vorne**

Im Anschluß erfolgt die Präparation am Femur. Für ein gutes Ergebnis ist die Größenauswahl der Femurkomponente und die Positionierung durch stetige Kontrolle der Ausrichtung des Schnittblockes und der zu erwartenden Bandspannung entscheidend. Die Größemessung erfolgt visuell mittels Größemesslehre, deren Außen- und Innenkante der jeweiligen

Femurkomponente entspricht (Abbildung 8). Diese wird in Flexionsstellung des Knies am lateralen Kondyl vorgenommen.



**Abbildung 8 - Größenmessung am Femur mittels Messlehre; linker Femur; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich**



**Abbildung 9 - a.p. Schnitte am Femur mit korrekt positionierte Schnittblock; der anteriore Schnitt wurde bereits durchgeführt, der Chirurg führt die Knochensäge für den posterioren Schnitt; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich**

Im Anschluß wird der Markraum mittels Bohrer und Eröffnungsinstrumentarium eröffnet und die Resektionslehre für den a.p. Schnitt positioniert. Die Ausrichtung erfolgt intramedullär. Unter Zuhilfenahme eines Spacers wird der Beugespalt in 90° Flexion kontrolliert. Ist der Operateur mit der Bandspannung zufrieden wird der Knochenschnitt in a.p. Richtung durchgeführt (Abbildung 9). Bei unsorgfältiger Positionierung kann es dabei zum s.g. Unterschnitt kommen.

Neben dem a.p. Schnitt sind distale Schnitte am Femur nötig (Abbildung 10). Die Resektionslehre hierfür wird am intramedullären Instrumentarium bzw. dem a.p. Schnittblock orientiert und in Position gebracht. Dabei ist auf die gewünschte Valguskorrektur zu achten um spätere Achsenfehlstellungen zu vermeiden.

Nach Entfernung des Schnittblockes sollte der Beugespalt mittels Spacers überprüft werden (Abbildung 11) um danach die Trochlearschnitte durchzuführen. Die Schnittlehre wird an der distalen Schnittfläche orientiert und mit Pins für den Schnitt der anterioren sowie posterioren Kante fixiert.



Abbildung 10 - distaler Schnitt am Femur, zu sehen ist die korrekt positionierte Schnittlehre, der Operateur führt die Knochensäge; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich

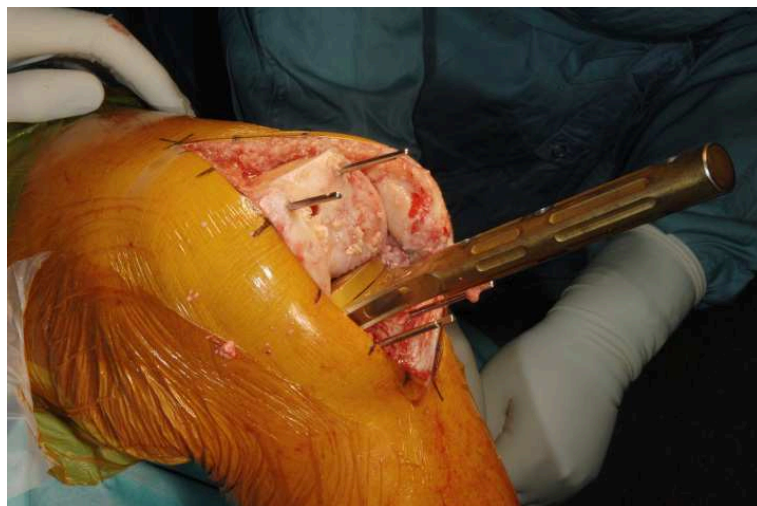
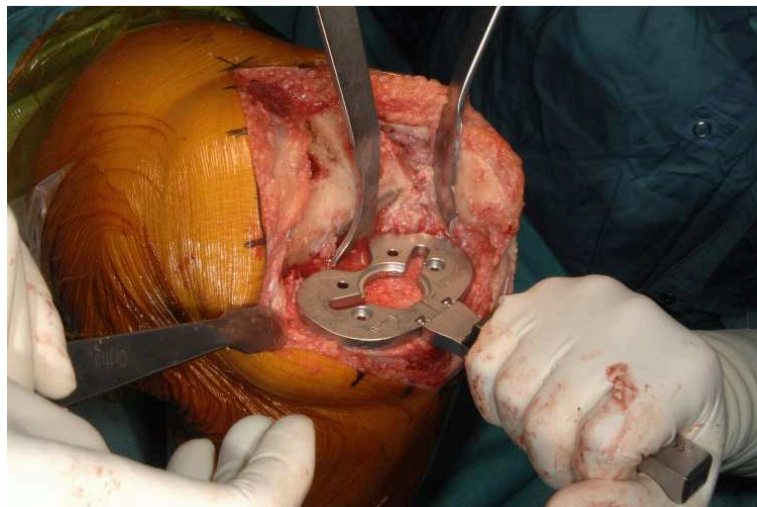
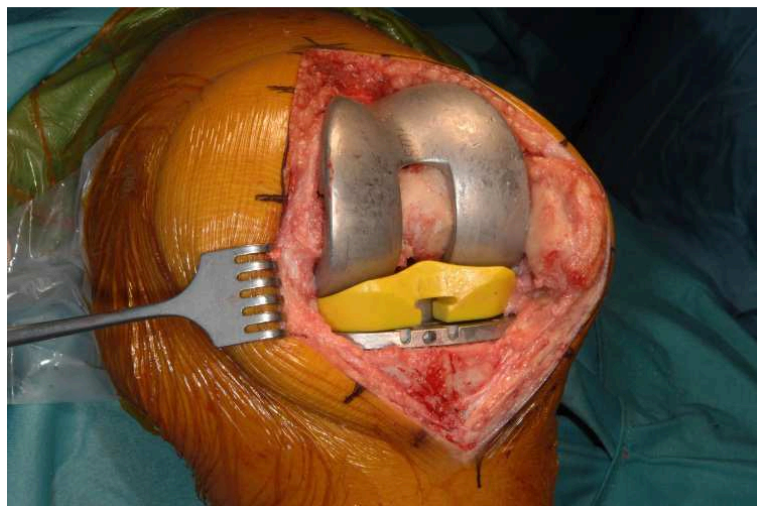


Abbildung 11 - Überprüfung der Bandspannung mittels Spacer; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich

Jetzt wird die Schnittfläche der Tibia für die Aufnahme des Tibiaschildes vorbereitet. Wichtig ist dabei die passende Größe des Tibiaschildes zu wählen und dieses exakt zu positionieren. Das Implantat soll dabei die Schnittfläche gerade ausfüllen und darf weder in a.p. Richtung noch seitlich überstehen. Das Tibiaschild wird über einen zentralen Zapfen, für den eine entsprechende Vertiefung mittels Instrumentarium in die Tibia geschlagen wird, und Knochenzement fixiert (Abbildung 12).



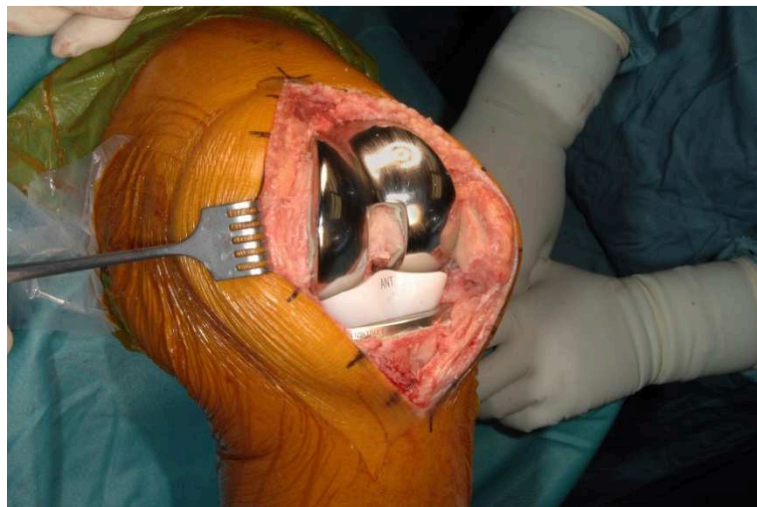
**Abbildung 12 - Vorbereitung der Tibia zur Aufnahme des Tibiaschildes; Der Operateur hält das Instrumentarium zur Größenwahl und zentralen Zapfung; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich**



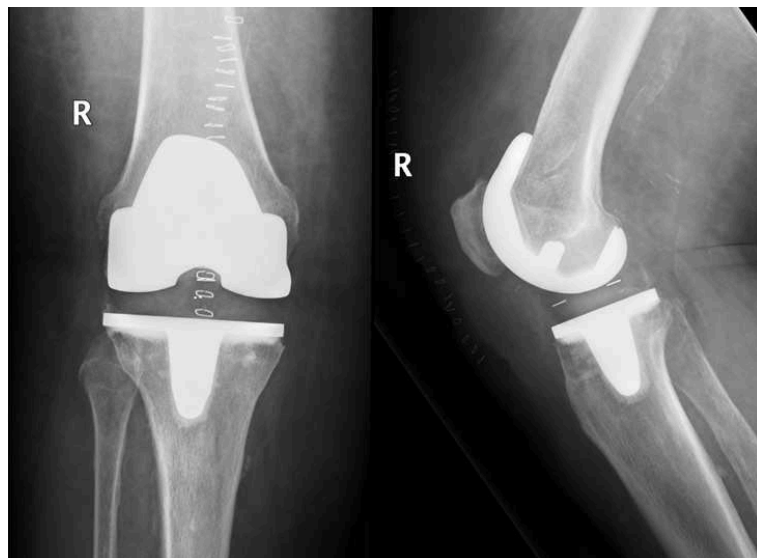
**Abbildung 13 - Eingebraachte Probeteile, silbrig Femurkomponente und Tibiaschild, gelb das Inlay, linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich**

Nun werden Probeteile (Abbildung 13) eingebracht um die zu erwartende Bandstabilität zu Prüfen und eine Extension/Flexionsprüfung durchzuführen. Ist der Chirurg mit dem Ergebnis zufrieden werden die definitiven Komponenten verbaut und mittels Knochenzement verankert (Abbildung 14).

Abschließend erfolgt ein schichtweiser Wundverschluss in Streckstellung und postoperativ ein Kontrollröntgen in den Standardaufnahmen (Abbildung 15).



**Abbildung 14 - zementierte Kniertotalendoprothese vom Typ LCS® mobile bearing; linkes Knie; intraoperative Aufnahme; Ansicht von vorne seitlich**



**Abbildung 15 - Postoperative Röntgenaufnahme in a.p. und seitlichem Strahlengang, rechtes Kniegelenk; 88 jährige Patientin; Prothesentyp: LCS® mobile bearing, zementiert**

## **2 Spezieller Teil**

### **2.1 Einleitung**

Jährlich werden an der Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädischer Chirurgie Graz rund 250 primäre Knie totalendoprothesen implantiert.

An verwendeten Prothesensystemen kommen vornehmlich jene vom Typ PFC Sigma®, LCS® mobile bearing und Attune® Knee System (jeweils von Depuy Synthes, Companies of Johnson&Johnson) zur Anwendung. Die PatientInnen werden in der Mehrzahl zuvor in unserer Knieambulanz betreut und konservativ (aus)therapiert. Nach strenger Indikationsstellung (siehe 1.2) zur endoprothetischen Versorgung erfolgt die geplante stationäre Aufnahme zur Operation. Der Eingriff erfolgt in allgemeiner Intubationsnarkose und unter Verwendung des Steri-Shield® Systems. Das Knie team an der Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie umfasst aktuell einen leitenden Oberarzt, einen weiteren Oberarzt sowie zwei Ärzte in Ausbildung im Fach Orthopädie und orthopädische Chirurgie. (Jahresbericht Orthopädie, Leithner 2013)

In Österreich ist die Ausbildung zum Facharzt im Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl II 2006/286) geregelt. Dieses legt fest in welchen Hauptfächern ein Facharzt erlangt werden kann und es definiert die möglichen Neben-u. Additivfächer. Voraussetzung ist jedenfalls ein abgeschlossenes Studium der Humanmedizin.

Das Ausbildungsziel ist die Befähigung als Arzt im jeweiligen Fach selbständig tätig zu sein. Dies setzt den Erwerb und den Nachweis der nötigen Kenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten voraus. Das Gesetz nennt hier u.a. die Befähigung zur fachspezifische Diagnostik und Therapie im Kontext der aktuellen Wissenschaft sowie Vorsorge und Nachsorgemedizin, Umwelt und Arbeitsmedizin, Psychosomatik, Aufklärungspflicht und PatientInnenkommunikation, Geriatrie, Schmerztherapie und Palliativmedizin.

Die Ausbildungsdauer beträgt insgesamt 6 Jahre (Hauptfach plus Additiv/Sonderfach) und am Ende erfolgt eine Facharztprüfung durch die

Österreichische Ärztekammer. Der Ausbildungsinhalt wird durch § 24 Abs. 2 des Ärztegesetzes 1998 per Verordnung durch die ÖÄK für die einzelnen Fächer genauer geregelt.

Die Ausbildungsordnung zum Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie teilt sich in drei Bereiche: Teil A umfasst nötige theoretische Kenntnisse, Teil B listet die zu erwerbenden praktischen Fertigkeiten auf und beinhaltet einen eigenen Unterpunkt „Endoprothetik inklusive Revisionseingriffe“ sowie „Therapie Knie konservativ und operativ“. Teil C besteht aus einem Operationskatalog. Vorgesehen sind während der Assistenzarztzeit 300 operative Eingriffe, davon zumindest 150 als Erstoperateur, die restlichen als Erstoperateur eines Teiles oder als Assistenz. Davon sollen mindestens 60 endoprothetische Eingriffe erfolgen.

Die Datenlage zum Thema Lernkurve bei chirurgischen Eingriffen ist schwach. Eine Pubmed-Suche mit dem Suchbegriff „learning curve surgery“ ergab insgesamt 5602 Treffer, wobei sich die meisten Treffer auf „surgery“ beziehen und keine Daten bezüglich Lernkurve enthalten. Definiert man den Suchbegriff genauer auf „learning curve surgery knee“ ergeben sich lediglich 115 Treffer ohne Ergebnis in Bezug auf die Lernkurve bei der Implantation einer Knie totalendoprothese. Arbeiten die sich allgemein mit der Lernkurve in der Chirurgie beschäftigen definieren diese zumeist anhand der Eingriffszeit als zentralen Parameter bzw. führen unterschiedliche Fehleranalysen durch um die Lernkurve anhand des Outcome bzw. Komplikationsraten zu definieren.

Von Interesse sei nun die Frage, wie sich die Lernkurve eines angehenden Chirurgen (Arzt in Ausbildung - AiA) bei der Implantation einer Knie totalendoprothese verhält. Trifft die Annahme, dass man durch stetes Wiederholen dieses Eingriffes eine steigende Qualität erzielt zu? Wie verhält sich die Operationszeit? Liefert ein Arzt in Ausbildung als Erstoperateur unter Supervision akzeptable Ergebnisse? Anhand welcher Kriterien könnte man dies überprüfen? Die Fragestellung hat hohe Relevanz für die PatientInnen, die Kollegenschaft und die ausbildende Krankenanstalt, da mögliche höhere Fehlerraten und Operationszeiten durch den Nutzen einer hohen

Ausbildungsqualität und somit gut ausgebildeten zukünftigen Chirurgen aufgewogen werden soll.

Die Studie, welche meiner Diplomarbeit zu Grunde liegt umfasst insgesamt 207 PatientInnen und soll anhand radiologischer Parameter im postoperativen Röntgen und Beachtung der Schnitt-Naht-Zeit zeigen, wie sich die Lernkurve bei der Implantation einer KTEP verhält. 103 PatientInnen wurden von einem Arzt in Ausbildung unter Supervision eines Oberarztes operiert, 104 PatientInnen wurden von einem Oberarzt operiert.

Die Hypothese war, dass es Unterschiede im radiologischen Outcome und der Operationszeit gibt und das sich eine Lernkurve anhand der erhobenen Daten darstellen lässt.

## **2.2 Methoden**

Meiner Diplomarbeit liegt eine retrospektive Studie mit insgesamt 207 PatientInnen zugrunde und vergleicht PatientInnen nach primärer Implantation einer Knie totalendoprothese.

103 PatientInnen wurden von einem Arzt in Ausbildung im Zeitraum Juni 2011 bis April 2014 unter Supervision eines ausbildenden Oberarztes operiert. Der Arzt in Ausbildung hat seine Ausbildung zum Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie 2009 begonnen und es wurden alle PatientInnen inkludiert, welche von diesem als Erstoperateur unter Supervision eines Oberarztes operiert wurden.

104 PatientInnen wurden von einem Oberarzt im Zeitraum von Juli 2008 bis Februar 2014 operiert. Dieses Kollektiv wurde aus allen Implantationen dieses Oberarztes im beschriebenen Zeitraum aus unserer Klinikdatenbank zufällig ausgewählt.

Das PatientInnenkollektiv wurden nach Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, BMI und Prothesentyp gematcht (vgl. Tabelle 4).

Das Studienprotokoll wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz begutachtet und genehmigt (26-523 ex 13/14).

Die Indikation zur Operation erfolgte bei fortgeschrittener Gonarthrose, entsprechender Schmerzanamnese und Bewegungseinschränkung wie unter 1.2 beschrieben.

Alle Prothesen wurden in General- oder Epiduralanästhesie implantiert und nach medianem Hautschnitt erfolgte der Gelenkszugang medial, parapatellär. Der tibiale Schnitt erfolgte mit einem posterioren Slope von 5° (Kastner, Sternbauer et al. 2014). Die Planung der femoralen Schnitte erfolgte gemäß der „flexion balancing“ Technik. Sowohl femorale als auch tibiale Komponenten wurden nach den Herstellerangaben zementiert fixiert. In allen Fällen wurde eine Denervierung und Osteophytenabtragung der Patella durchgeführt. Ein patellärer Gelenksersatz wurde in keinem der Fälle durchgeführt.

Es kamen drei Prothesensysteme zum Einsatz: LCS® mobile bearing, PFC Sigma® und ATTUNE® Knee System (jeweils von Depuy Synthes, Companies of Johnson&Johnson).

### **2.2.1 Radiologische Analyse**

Den Kern der Studie bildet eine radiologische Analyse anhand postoperativer Röntgenaufnahmen. Diese wurde bei allen PatientInnen anhand folgender Aufnahmen durchgeführt:

- a.p. Strahlengang
- seitlicher Strahlengang
- Patella Defilé
- Ganzbein stehend

Es wurde vorab ein Score definiert und für Fehler bei der Implantation jeweils Punkte (min 0 – max 11) vergeben. Der Score umfasst die Größe der verbauten Komponenten an Tibia und Femur, die korrekte Positionierung und Ausrichtung dieser und Kriterien wie freier Knochenzement, shift/tilt der Patella und die Beinachse. Eine Operation mit 0 Punkten in der Auswertung wäre somit als optimales Ergebnis anzusehen. Ein Score von 11 Punkten als schlechtmöglichstes Operationsergebnis zu werten. Tabelle 3 gibt einen Überblick über den Score.

Bei der Tibiakomponente (TK) gab es 4 Kriterien: Unter varus/valgus Abweichung ist eine Winkelabweichung in horizontaler Ebene von 3° oder mehr zu verstehen. Die Tibiakomponente sollte unter Berücksichtigung von 5° Slope implantiert werden (Kastner, Sternbauer et al. 2014). Eine Abweichung von  $\pm 4^\circ$  wurde als Fehler angesehen. Ebenso war eine korrekte Größenwahl des Tibiaschildes zu treffen. Größenabweichung in a.p. Richtung bzw. in medial lateraler Richtung von jeweils  $\pm 2$  mm wurde als Fehler bewertet.

Am Femur flossen 4 Kriterien in den Score ein: Die Größe der Femurkomponente (FK) wird intraoperativ (siehe 1.2.4.5 und Abbildung 8) bestimmt. Eine zu große bzw. zu kleine Femurkomponente wurde als Fehler definiert. Ebenso wurde ein Punkt für ungenaue Positionierung im Sinne einer Hyper oder Hypoflexion des

Femurschildes vergeben. Ein weiterer Fehlerpunkt wurde für den s.g. Unterschnitt vergeben. Dieser Fehler tritt bei zu tiefem a.p. Schnitt (siehe 1.2.4.5 und Abbildung 9) bzw. durch einen schlecht positioniertem Schnittblock auf. Nicht bzw. unvollständig abgetragene dorsale Osteophyten wurden ebenso als Fehler angesehen und mit einem Punkt bewertet.

An sonstigen Kriterien waren im schlechtesten Fall drei Punkte möglich: Freier Knochenzement, postoperativer shift/tilt der Patella und postoperative Abweichung von der Beinachse (siehe 1.1.2.2) wurden jeweils mit einem Fehlerpunkt ausgewertet.

Die Röntgenbilder wurden für alle PatientInnen aus der Klinikdatenbank herausgesucht und in Microsoft Powerpoint 2010 Professional SP1 kopiert. Danach erfolgte die Vermessung der Bilder durch einen Arzt in Ausbildung und einen Studenten gemeinsam.

Als Nebenzielgröße wurden alle Röntgenbilder hinsichtlich abgebrochener Pins untersucht.

**Tabelle 3 - Scorekriterien zur radiologischen Auswertung; orange-Tibia, gelb-Femur, blau-sonstige Fehler**

<b>Tibiakomponente</b>		<b>Score (0 oder 1)</b>
Varus/Valgus Fehler	± 3°	1
Slope 5°	± 4°	1
Größe	med - lat ± 2mm	1
	ant - post ± 2mm	1
<b>Femurkomponente</b>		
Größe		1
Hyperflexion / Hypoflexion	>10°	1
Unterschnitt	ja / nein	1
Dorsaler Osteophyt	ja / nein	1
<b>Sonstige</b>		
freier Zement	ja / nein	1
Patella	shift/tilt	1
Beinachsenfehlstellung	ja / nein	1
<b>Score Gesamt</b>	<b>MIN</b>	<b>0</b>
	<b>MAX</b>	<b>11</b>

### **2.2.2 Statistische Analyse**

Es handelt sich bei der statistischen Auswertung der Daten um eine deskriptive, explorative Datenanalyse. Zwei Stichproben t-Tests dienten dazu, das PatientInnenkollektiv anhand demographischer Parameter wie Größe und BMI zu vergleichen (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5).

Das Kollektiv des Arztes in Ausbildung entsprach den ersten 104, als Erstoperateur in chronologischer Reihenfolge durchgeführten Implantationen und konnte daher im zeitlichen Verlauf ausgewertet werden. Zur Darstellung der Lernkurve wurden 5 Gruppen a 20 PatientInnen gebildet und mit den Durchschnittswerten von 104 Implantationen des Oberarztes verglichen.

Neben den unter 2.2.1 beschriebenen radiologischen Kriterien erfolgte eine Auswertung aller Daten hinsichtlich der Schnitt-Naht-Zeit.

Der Stichprobenumfang wurde in Anlehnung an vorhandene Publikationen festgelegt (Kastner, Gruber et al. 2012, Munzinger, Maffioletti et al. 2010) und die Teststärke post hoc unter Berücksichtigung von Hoenig and Heisey ermittelt. (Hoenig, Heisey 2001). Ein  $p < 0,05$  wurde dabei als statistisch signifikant angesehen.

Die Auswertung der Daten erfolgte in Microsoft Excel 2010 Professional SP1 sowie IBM SPSS Statistics Version 22.0.

## 2.3 Ergebnisse – Resultate

### 2.3.1 PatientInnenbezogene Daten

Insgesamt wurde bei 207 PatientInnen eine primäre K-TEP implantiert. Verteilung der betroffenen Seite rechts 118 zu links 89 in einem Verhältnis von 1,32:1. Die Gesamtpopulation teilt sich in 66 männliche und 141 weibliche PatientInnen mit einem Verhältnis von 1:2,14.

Der Mittelwert des Alters lag bei 72,06 Jahren (Spannweite 46 – 93). Der BMI lag im Mittelwert bei 30,06 (Spannweite 16,65 – 53,15).

Es wurden 84 LCS, 104 PFC und 19 Attune Prothesen implantiert.

**Tabelle 4 - PatientInnenbezogene Daten - Biometrie**

	OA	AiA	Total	p (t-Test)
<b>Geschlecht</b>				
m	33	33	66	
w	71	70	141	
<b>Alter</b>				
Mittelwert	72,82	71,30	72,06	0,2927
Min	46	49	46	
Max	93	92	93	
<b>BMI (Mittelwerte)</b>				
Gewicht (Kg)	80,16	83,29	81,72	0,2055
Größe (cm)	164,02	165,36	164,69	0,2566
BMI	29,68	30,45	30,06	0,3458
Min	18,37	16,65	16,65	
Max	53,15	44,04	53,15	

**Tabelle 5 - Seitenverteilung, Prothesensystem**

	OA	AiA	Total
<b>betroffene Seite</b>			
rechts	68	50	118
links	36	53	89
<b>Prothesentyp</b>			
LCS mobile bearing	52	32	84
PFC Sigma	44	60	104
Attune	8	11	19

## 2.3.2 Spezielle Analyse, Fehleranalyse

Die Auswertung der postoperativen Röntgenbilder erfolgte anhand des vorab definierten Scores (siehe 2.2.1 und Tabelle 3). Die Lernkurve wurde einerseits anhand der radiologischen Fehleranalyse (siehe 2.3.2.4 und Abbildung 19) und andererseits anhand der Schnitt-Naht-Zeit (siehe 2.3.2.5 und Abbildung 20) dargestellt.

### 2.3.2.1 Punkteverteilung Gesamt: Oberarzt und Arzt in Ausbildung

Es ergaben sich bei 207 PatientInnen insgesamt 151 radiologisch erfassbare Fehler (0,73 Fehler pro PatientIn). Der Arzt in Ausbildung erreichte in Summe 99 Fehler bei 103 PatientInnen (0,96 Fehler pro PatientIn) und der Oberarzt 52 Fehler bei 104 PatientInnen (0,5 Fehler pro PatientIn). Der Unterschied war statistisch signifikant ( $p= 0,0002$ ).

**Tabelle 6 – Fehleranalyse/Punkteverteilung; Dargestellt sind die Gesamtdaten von Oberarzt und Arzt in Ausbildung; orange-Tibia, gelb-Femur, blau-sonstige Fehler**

	<b>OA</b>	<b>AiA</b>	<b>Total</b>
TK varus/valgus $\pm 3^\circ$	1	8	9
TK Slope $\pm 4^\circ$	0	1	1
TK Größe med/lat $\pm 2\text{mm}$	6	10	16
TK Größe ant/post $\pm 2\text{mm}$	2	9	11
FK Größe	1	8	9
FK Hyper/Hypoflexion $>10^\circ$	12	15	27
Unterschnitt	7	10	17
freier Zement	1	2	3
Patella	2	3	5
Beinachse	13	12	25
Dorsaler Osteophyt	7	21	28
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>99</b>	<b>151</b>

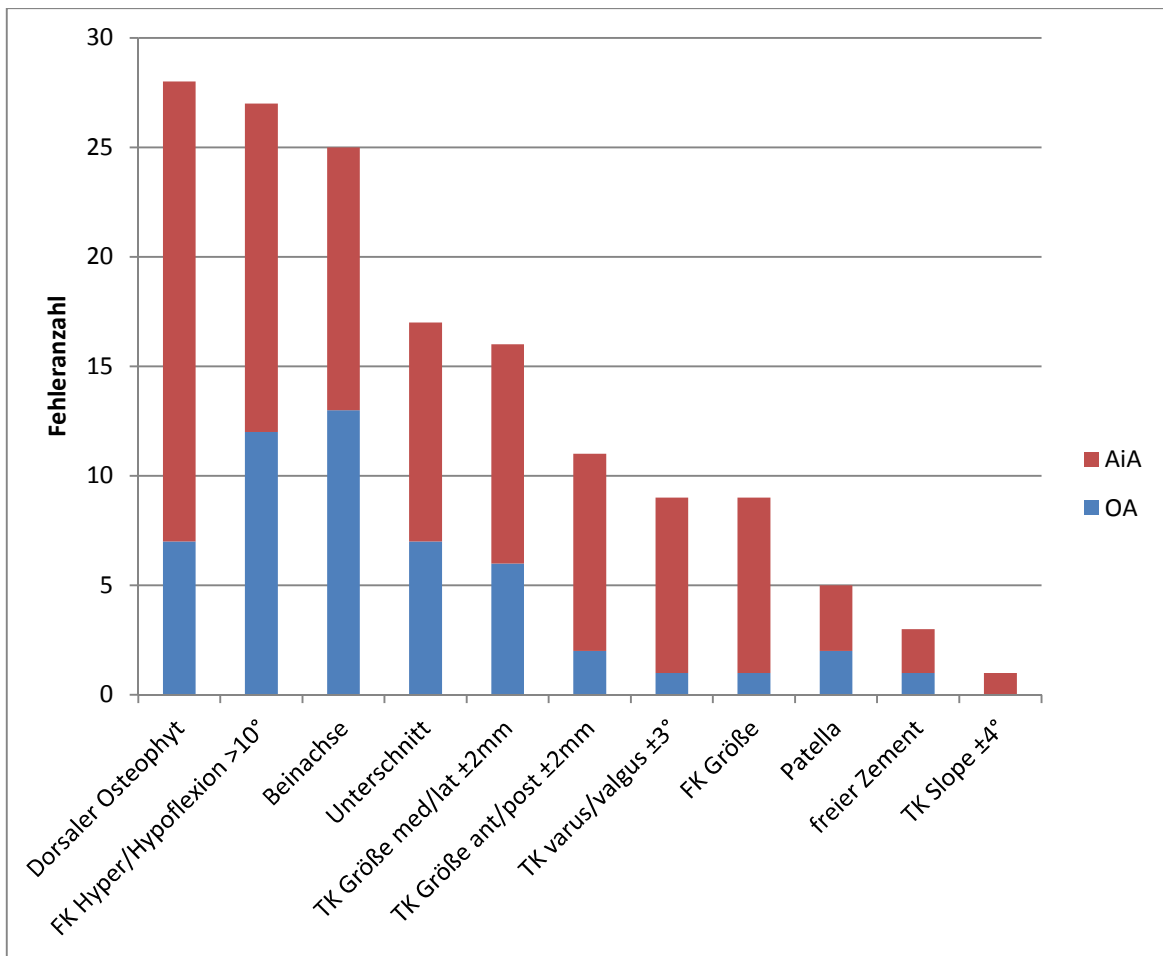


Abbildung 16 - Fehleranalyse/Punkteverteilung sortiert nach Häufigkeit, Dargestellt sind die Gesamtdaten von Oberarzt und Arzt in Ausbildung

### 2.3.2.2 Top 5 Fehler des Oberarztes

Die 5 häufigsten Fehler des Oberarztes (siehe Abbildung 17) betrafen die Beinachse (13) gefolgt von Hyper/Hypoflexion >10° der Femurkomponente (12), stehen gelassene dorsale Osteophyten (7), Unterschnitt (7) und Größe des Tibiaschildes in med/lat Ausrichtung (6). Tabelle 7 zeigt diese Daten im Vergleich zum Arzt in Ausbildung.

Tabelle 7 - 5 häufigste Fehler Oberarzt mit Vergleichsdaten des Arztes in Ausbildung

5 häufigste Fehler des OA	OA	AiA
Beinachse	13	12
FK Hyper/Hypoflexion >10°	12	15
dorsaler Osteophyt	7	21
Unterschnitt	7	10
TK Größe med/lat ±2mm	6	10

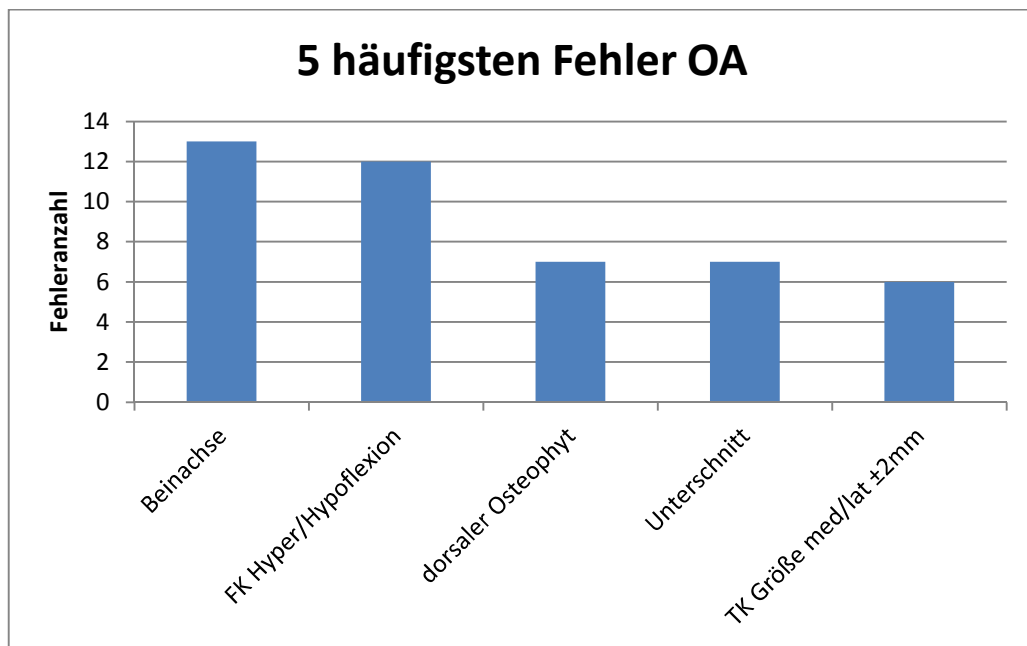


Abbildung 17 - 5 häufigste Fehler Oberarzt

### 2.3.2.3 Top 5 Fehler des Arztes in Ausbildung

Die 5 häufigsten Fehler des Arztes in Ausbildung (siehe Abbildung 18) waren stehen gelassene dorsale Osteophyten (21) gefolgt von Hyper/Hypoflexion  $>10^\circ$  der Femurkomponente(15), der Beinachse (12), Unterschnitt (10) und Größe des Tibiaschildes in med/lat Ausrichtung (10). Tabelle 8 zeigt diese Daten in Relation zum Oberarzt.

Tabelle 8 - 5 häufigste Fehler Arzt in Ausbildung mit Vergleichsdaten des Oberarztes

5 häufigste Fehler des AiA	AiA	OA
dorsaler Osteophyt	21	7
FK Hyper/Hypoflexion $>10^\circ$	15	15
Beinachse	12	13
Unterschnitt	10	7
TK Größe med/lat $\pm 2\text{mm}$	10	6

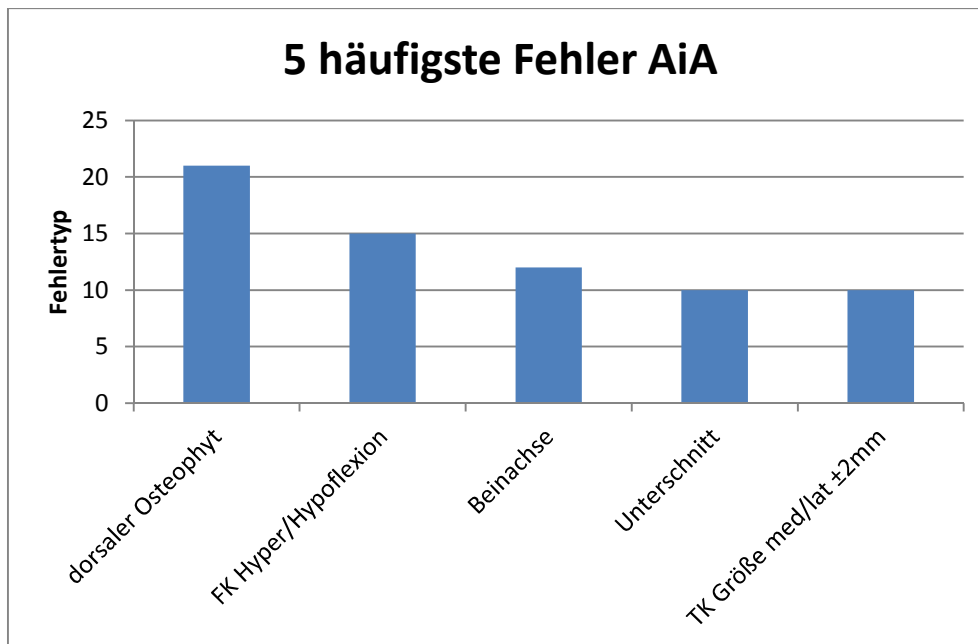


Abbildung 18 - 5 häufigste Fehler Arzt in Ausbildung

#### 2.3.2.4 Lernkurve des Arztes in Ausbildung bei der Implantation einer Knie totalendoprothese anhand der radiologischen Fehleranalyse

Die Lernkurve konnte mittels des Scores der sich aus der radiologischen Auswertung der postoperativen Röntgenaufnahmen ergibt dargestellt werden. Es zeigte sich eine abnehmende Fehleranzahl in den ersten beiden Gruppen, welche sich in den Gruppen drei bis fünf in etwa angleicht (siehe Abbildung 19).

Ein Vergleich aller Operationen des Arztes in Ausbildung versus Oberarzt zeigte einen statistisch signifikanten Unterschied in der Fehleranzahl (AiA 52 zu OA 99;  $p=0,0002$ ).

Ein Vergleich der Fehler des Arztes in Ausbildung pro Gruppe (26, 21, 15, 20, 17) mit dem Durchschnittswert für das Gesamtkollektiv des Oberarztes (10,4) zeigte einen statistisch signifikanten Unterschied in der Gruppe 1 ( $p=0,0001$ ), der Gruppe 2 ( $p=0,0059$ ) und der Gruppe 4 ( $p=0,0187$ ). In Gruppe 3 ( $p=0,1782$ ) und Gruppe 5 ( $p=0,1693$ ) konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden (siehe Tabelle 9).

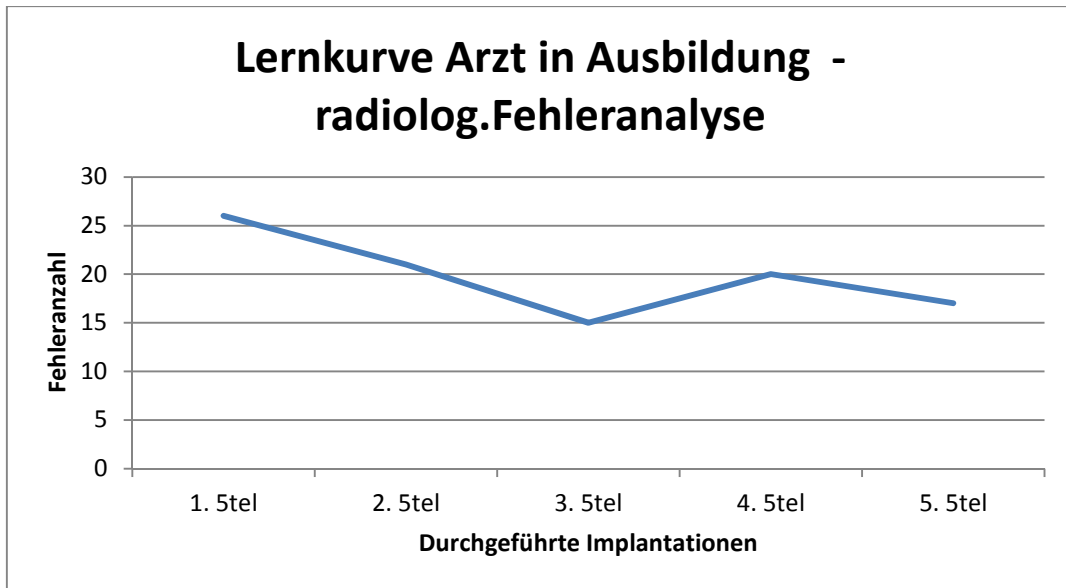


Abbildung 19 - Lernkurve Arzt in Ausbildung anhand der radiologischen Fehleranalyse; Dargestellt ist die Fehlerzahl pro 5tel des Kollektivs; ein 5tel  $\hat{=}$  20 Eingriffen; Daten chronologisch

Tabelle 9 - Fehler pro 5tel des Kollektivs in chronologischer Reihung des Arztes in Ausbildung im Vergleich zur durchschnittlichen Fehleranzahl pro 5tel des Kollektivs des OA

	AiA	OA	p (t-Test)
<b>1. 5tel</b>	26	10,4	0,0001
<b>2. 5tel</b>	21	10,4	0,0059
<b>3. 5tel</b>	15	10,4	0,1782
<b>4. 5tel</b>	20	10,4	0,0187
<b>5. 5tel</b>	17	10,4	0,1693
<b>Gesamt</b>	99	52	0,0002

### 2.3.2.5 Lernkurve anhand der Schnitt-Naht-Zeit

Anhand der erhobenen Schnitt-Naht-Zeiten (SNZ) ließ sich eine Lernkurve darstellen (siehe Abbildung 20). Die durchschnittliche SNZ über alle Operationen betrug beim Arzt in Ausbildung 69,74 Minuten (Spannweite 42-120 Minuten), jene des Oberarztes 66,04 Minuten (Spannweite 38-119 Minuten). Statistisch zeigte sich hier über alle Implantationen kein signifikanter Unterschied ( $p=0,0635$ ) (siehe Tabelle 10).

Für den Arzt in Ausbildung zeigte sich eine Abnahme in der SNZ im zeitlichen Verlauf. In Gruppe 1 lag der Mittelwert der SNZ bei 79,45 Minuten, in Gruppe 2 bei

72,60 Minuten, in Gruppe 3 bei 64,85 Minuten, in Gruppe 4 bei 67,30 Minuten und in Gruppe 5 bei 75,17 Minuten (siehe Tabelle 11).

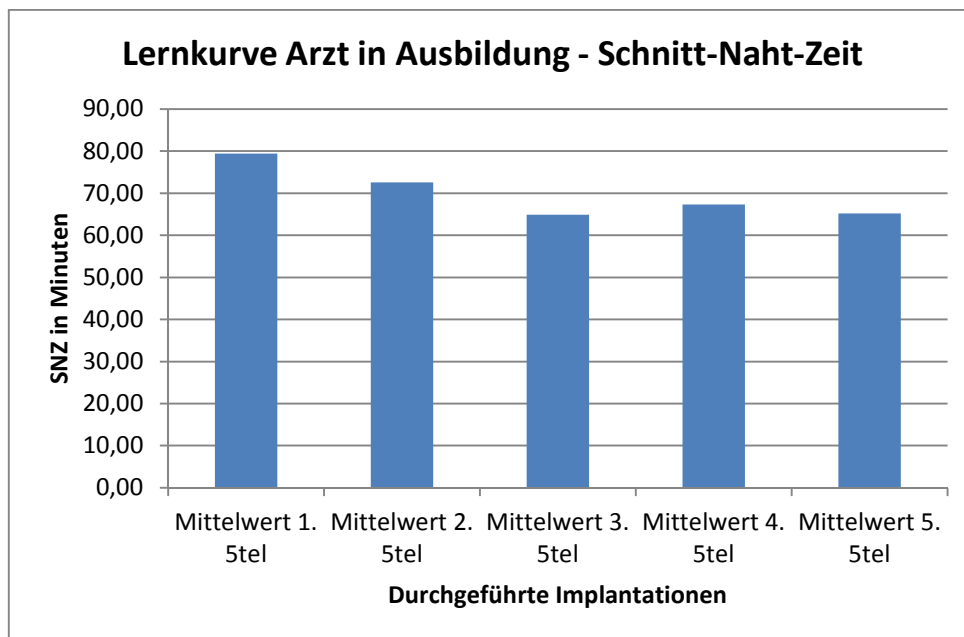
Ein Vergleich mit dem Mittelwert über alle Operationen des Oberarztes ergab einen statistisch signifikanten Unterschied in der Gruppe 1 ( $p=0,0003$ ). In Gruppe 2 bis 5 zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,0532$ ,  $p=0,7442$ ,  $p=0,7235$ ,  $p=0,7866$ ) (siehe Tabelle 12).

**Tabelle 10 - Schnitt-Naht-Zeit OA versus AiA Gesamt**

SNZ in Minuten	OA	AiA	p (t-Test)
Mittelwert Gesamt	66,04	69,74	0,0635
Min	38	42	
Max	119	120	

**Tabelle 11 – Lernkurve anhand der Schnitt-Naht-Zeit des Arztes in Ausbildung; Dargestellt ist der Mittelwert pro 5tel der Patienten**

SNZ in Minuten	AiA
Mittelwert 1. 5tel	79,45
Mittelwert 2. 5tel	72,60
Mittelwert 3. 5tel	64,85
Mittelwert 4. 5tel	67,30
Mittelwert 5. 5tel	65,17



**Abbildung 20 - Lernkurve des Arztes in Ausbildung anhand der Schnitt-Naht-Zeit; Dargestellt ist die SNZ pro 5tel des Kollektivs; ein 5tel  $\hat{=}$  20 Eingriffen; Daten chronologisch**

**Tabelle 12 - SNZ Arzt in Ausbildung versus Oberarzt; Dargestellt ist der Mittelwert pro Gruppe des AiA im Vergleich zum Mittelwert aller Operationen des OA**

<b>SNZ in Minuten</b>	<b>AiA</b>	<b>OA</b>	<b>p (t-Test)</b>
Mittelwert 1. 5tel	79,45	66,04	0,0003
Mittelwert 2. 5tel	72,60	66,04	0,0532
Mittelwert 3. 5tel	64,85	66,04	0,7442
Mittelwert 4. 5tel	67,30	66,04	0,7235
Mittelwert 5. 5tel	65,17	66,04	0,7866

### **2.3.2.6 Pinabbrüche**

Bei insgesamt 207 Implantationen konnten 3 abgebrochene Pins radiologisch verifiziert werden. Das entsprach einer Rate von 1,45%.

**Tabelle 13 - Pinabbrüche**

<b>Implantationen</b>	<b>Pinabbrüche</b>	<b>%</b>
207	3	1,45

## **2.4 Diskussion**

Die Gonarthrose stellt weltweit eine häufige Erkrankung dar, deren Prävalenz im hohen Alter zunimmt (vgl. 1.2.1). Nach Ausschöpfen konservativer Therapiemaßnahmen ist die Knie totalendoprothetische Therapie der Wahl (vgl. 1.2.4). Für die Ausbildung eines Facharztes für Orthopädie und orthopädische Chirurgie mit Schwerpunkt Endoprothetik oder Kniechirurgie ist das genaue Erlernen dieses Eingriffs ein wichtiger Bestandteil seiner Ausbildung. In der Ausbildungsordnung der ÖÄK sind zumindest 60 endoprothetische Eingriffe als Erstoperateur vorgesehen.

Zum Thema Lernkurve bei der Implantation einer Knie totalendoprothetische liegen in deutscher oder englischer Literatur derzeit keine Ergebnisse vor. Ziel dieser Arbeit war es, diese Lernkurve darzustellen.

Die Hypothese unserer Studie war, dass es eine Lernkurve bei der Implantation einer KTEP gibt. Diese sollte anhand einer radiologischen Fehleranalyse mittels eines vorab festgelegten Scores und Auswertung postoperativer Röntgenbilder definiert werden. Zusätzlich wurde die Schnitt-Naht-Zeit des Arztes in Ausbildung ausgewertet und im Vergleich zu einem erfahrenen Operateur dargestellt. Unsere Ergebnisse zeigten, dass es nach beiden Kriterien eine Lernkurve bei der Implantation einer KTEP gibt.

Anhand der radiologischen Fehleranalyse lässt sich ein klarer Lerneffekt feststellen. Über alle Operationen gab es einen statistisch signifikanten Unterschied im radiologischen Outcome (99 Fehler beim AiA versus 52 Fehler beim OA;  $p=0,0002$ ). Die Daten zeigten eine abnehmende Fehlerrate des Arztes in Ausbildung mit zunehmender Erfahrung (siehe Abbildung 19). War der Unterschied zum Oberarzt in der ersten und zweiten Gruppe statistisch noch signifikant, so sank die Fehlerrate in der dritten und fünften Gruppe auf ein vergleichbares Niveau (siehe Tabelle 9). Der zwischenzeitliche Anstieg der Fehlerrate in Gruppe 4 korrelierte mit einer in dieser Gruppe ebenso höheren SNZ. Eine Erklärung für diesen zwischenzeitlichen Anstieg konnte aus den Daten nicht abgeleitet werden.

Betrachtet man die 5 häufigsten Fehler beider Operateure, fiel auf, dass es sich um dieselben Fehler handelte jedoch in unterschiedlicher Reihung (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 8). Der Arzt in Ausbildung hat dein Eingriff von jenem Oberarzt erlernt, welcher unserer Studie als Referenz für gute Qualität (ein richtiges Ergebnis) diente. Man könnte davon ausgehen, dass neben einem positiven Lerneffekt auch dieses Fehlerverhalten weitergeben wurde.

Dietrich et al. beschäftigte sich mit der Frage, ob sich die Lernkurve bei Hüftarthroskopie durch Anleitung eines erfahrenen Operateurs positiv beeinflussen lässt. Eingeschlossen wurden 317 Eingriffe durch zwei Chirurgen. Es zeigte sich, dass sich die Komplikationsraten mit steigender Erfahrung signifikant reduzierten und dass sich die Lernkurve unter Anleitung eines erfahreneren Chirurgen positiv veränderte, also zu reduzierten Komplikationsraten führte (Dietrich, Ries et al. 2014).

Die durchschnittliche SNZ des Arztes in Ausbildung hat mit zunehmender Erfahrung abgenommen und sich an die Zeiten des Oberarztes angenähert (siehe Abbildung 20 und Tabelle 12). Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nur in der ersten Gruppe (AiA 79,45 Minuten versus OA 66,04 Minuten;  $p=0,0003$ ) festgestellt werden. Betrachtet man die durchschnittliche SNZ über alle Operationen (siehe Tabelle 10) waren Arzt in Ausbildung und Oberarzt in etwa gleich schnell (AiA 69,74 Minuten versus OA 66,04 Minuten;  $p=0,0635$ ). Man kann davon ausgehen, dass sich die Eingriffszeit beim Erlernen der Implantation einer KTEP durch einen Arzt in Ausbildung unter Supervision nach 20 Operationen nicht von jener des erfahrenen Chirurgen unterscheidet.

Kim et al. untersuchten die Lernkurve bei der Arthroskopie bei eingeschränktem Bewegungsumfang des Ellbogens anhand von 120 Eingriffen eines Chirurgen. Das Kollektiv wurde in 9 Blöcke geteilt. Dabei zeigte sich eine signifikante Reduktion der Eingriffszeit vom ersten zum zweiten Block. Ein signifikanter Unterschied in der postoperativen Beweglichkeit und klinischer Scores konnte nicht mit der Lernkurve in Zusammenhang gebracht werden. (Kim, Moon et al. 2011) Ebenso konnten Lee et al. bei der Lernkurve im Zusammenhang mit Hüftarthroskopien eine signifikante Reduktion der Eingriffszeit mit steigender Erfahrung feststellen. Ein Operateur hat insgesamt 40 Eingriffe durchgeführt und

dieses Kollektiv wurde zur Auswertung in zwei Gruppen a 20 PatientInnen geteilt. Es ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede im Outcome, jedoch reduzierte sich die Eingriffsdauer in der zweiten Gruppe, also nach 20 Eingriffen signifikant ( $p=0,014$ ). (Lee, Ha et al. 2013)

Eine abnehmende Eingriffsdauer und geringerer Fehlerrate mit zunehmender Erfahrung des Chirurgen wurde auch von Redmond et al. festgestellt. Deren Studie betrachtete die Lernkurve bei Roboter-assistierter Implantation einer Hüftendoprothese. Als Parameter dienten die korrekte Positionierung der Gelenkspfanne und die Eingriffsdauer bei insgesamt 105 Patienten, geteilt in drei Gruppen. Dabei zeigten sich eine abnehmende Eingriffsdauer und ein Rückgang bei Positionierungsfehlern mit steigender Erfahrung. Laut dieser Studie wäre die Erfahrung von 35 Eingriffen nötig, um als Chirurg gute Ergebnisse zu erzielen. (Redmond, Gupta et al. 2014)

Der Zusammenhang abnehmender Eingriffsdauer eines chirurgischen Eingriffs bei zunehmender Erfahrung ist bekannt (Redmond, Gupta et al. 2014, Lee, Ha et al. 2013). Dies trifft nach unserer Auswertung auch auf die Implantation einer KTEP zu. Aus der abnehmenden Eingriffsdauer alleine kann man keinen Rückschluß auf den Outcome des Eingriffs ziehen. Dieser wurde in unserem Fall anhand der radiologischen Fehleranalyse definiert. Hier ist kritisch anzumerken, dass diese Analyse ein für den Operateur korrektes Operationsergebnis messbar macht, dieses jedoch nicht unbedingt mit dem klinischen Outcome korreliert. Hier wäre die Betrachtung klinischer Scores wie dem KSS sinnvoll.

Eine Nebenzielgröße der Studie war die Auswertung der Röntgenbilder hinsichtlich abgebrochener Pins. Insgesamt konnten 3 Pinabbrüche radiologisch verifiziert werden. Gerechnet auf eine Eingriffszahl von 207 ergibt das eine Rate von 1,45% (siehe Tabelle 13). Dies wurde jedoch nicht als Einflussfaktor für unsere Lernkurve definiert, da Pinabbrüche bei vielen orthopädischen bzw. unfallchirurgischen Eingriffen passieren können und daher nicht spezifisch für die Implantation einer KTEP sind.

Fasst man unsere Ergebnisse zusammen, lässt sich feststellen: Es existiert eine Lernkurve bei der Implantation einer Knieendoprothese. Die Schnitt-Naht-Zeit

zeigte bereits nach 20 Eingriffen keinen statistisch signifikanten Unterschied bei einem Anfänger im Vergleich zu einem erfahrenen Operateur. Ebenso zeigt sich ein positiver Lerneffekt beim radiologischen Outcome, welcher durch die radiologische Auswertung anhand des von uns definierten Scores gezeigt werden konnte. Ein auszubildender Facharzt benötigt zumindest 40 Eingriffe als Erstoperaeur um ein im Vergleich gutes Ergebnis unter Supervision zu erzielen.

### 3 Literaturverzeichnis

1. ANDERHUBER, F., PERA, F. and STREICHER, J., eds, 2012. *Waldeyer - Anatomie des Menschen*. 19. Auflage edn. Berlin/Boston: De Gruyter.
2. BERGER, R.A., NEDEFF, D.D., BARDEN, R.M., SHEINKOP, M.M., JACOBS, J.J., ROSENBERG, A.G. and GALANTE, J.O., 1999. Unicompartamental knee arthroplasty. Clinical experience at 6- to 10-year followup. *Clinical orthopaedics and related research*, **(367)**(367), pp. 50-60.
3. BROUWER, R.W., JAKMA, T.S., VERHAGEN, A.P., VERHAAR, J.A. and BIERMA-ZEINSTRAS, S.M., 2005. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee. *The Cochrane database of systematic reviews*, **(1)**(1), pp. CD004020.
4. BURNETT, R.S., HAYDON, C.M., RORABECK, C.H. and BOURNE, R.B., 2004. Patella resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: results of a randomized controlled clinical trial at a minimum of 10 years' followup. *Clinical orthopaedics and related research*, **(428)**(428), pp. 12-25.
5. CARR, A.J., ROBERTSSON, O., GRAVES, S., PRICE, A.J., ARDEN, N.K., JUDGE, A. and BEARD, D.J., 2012. Knee replacement. *Lancet*, **379**(9823), pp. 1331-1340.
6. CHARLESDILLON, C., RASCH, E., GU, Q. and HIRSCH, R., 2006. Prevalence of Knee Osteoarthritis in the United States: Arthritis Data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey 1991-94. *The Journal of Rheumatology*, **(33)**, pp. 2271-2279.
7. CHARNLEY, J. and BAKER, S.L., 1952. Compression arthrodesis of the knee; a clinical and histological study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, **34-B**(2), pp. 187-199.
8. DEPUY INTERNATIONAL LTD., 2011. *LCS - COMPLETE™ - MOBILE BEARING KNEE SYSTEM*  
*Surgical Technique*  
*Milestone™ Instruments with MBT tray preparation*. Version 1 edn.

9. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ORTHOPÄDIE UND ORTHOPÄDISCHE CHIRURGIE + BV DER ÄRZTE FÜR ORTHOPÄDIE, ed, 2002. *Leitlinien der Orthopädie*. 2. Auflage edn. Köln: Dt. Ärzte-Verlag.
10. DIETRICH, F., RIES, C., EIERMANN, C., MIEHLKE, W. and SOBAU, C., 2014. Complications in hip arthroscopy: necessity of supervision during the learning curve. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, **22**(4), pp. 953-958.
11. GOLDENBERG, D.L., 1998. Septic arthritis. *Lancet*, **351**(9097), pp. 197-202.
12. HADDAD, F.S. and BENTLEY, G., 2000. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a medium-term review. *The Journal of arthroplasty*, **15**(5), pp. 597-603.
13. HOENIG, J. and HEISEY, D., 2001. The abuse of power: The pervasive fallacy of power calculations for data analysis. *The American Statistician*, **55**(1), pp. 19-24.
14. HOROWITZ, D.L., KATZAP, E., HOROWITZ, S. and BARILLA-LABARCA, M.L., 2011. Approach to septic arthritis. *American Family Physician*, **84**(6), pp. 653-660.
15. INSALL, J.N., DORR, L.D., SCOTT, R.D. and SCOTT, W.N., 1989. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clinical orthopaedics and related research*, **(248)**(248), pp. 13-14.
16. KASTNER, N., GRUBER, G., AIGNER, B.A., FRIESENBICHLER, J., PECHMANN, M., FURST, F., VAVKEN, P., LEITHNER, A. and SADOGHI, P., 2012. Sex-related outcome differences after implantation of low-contact-stress mobile-bearing total knee arthroplasty. *International orthopaedics*, **36**(7), pp. 1393-1397.
17. KASTNER, N., STERNBAUER, S., FRIESENBICHLER, J., VIELGUT, I., WOLF, M., GLEHR, M., LEITHNER, A. and SADOGHI, P., 2014. Impact of the tibial slope on range of motion after low-contact-stress, mobile-bearing, total knee arthroplasty. *International orthopaedics*, **38**(2), pp. 291-295.

18. KELLGREN, J.H. and LAWRENCE, J.S., 1957. Radiological assessment of rheumatoid arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, **16**(4), pp. 485-493.
19. KIM, S.J., MOON, H.K., CHUN, Y.M. and CHANG, J.H., 2011. Arthroscopic treatment for limitation of motion of the elbow: the learning curve. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, **19**(6), pp. 1013-1018.
20. KOHN, D., ed, 2005. *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie - Knie*. Stuttgart/New York: Thieme Verlag.
21. LEE, Y.K., HA, Y.C., HWANG, D.S. and KOO, K.H., 2013. Learning curve of basic hip arthroscopy technique: CUSUM analysis. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, **21**(8), pp. 1940-1944.
22. LEITHNER, A., 2013. *Jahresbericht 2013 der Univ.-Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie Graz*. Graz: Universitätsklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie Graz.
23. MICHAEL, J.W.-., SCHLÜTER-BRUST, K.U. and EYSEL, P., 2010. Epidemiologie, Ätiologie, Diagnostik und Therapie der Gonarthrose. *Deutsches Ärzteblatt*, **107**(9), pp. 152-162.
24. MOSELEY, J.B., O'MALLEY, K., PETERSEN, N.J., MENKE, T.J., BRODY, B.A., KUYKENDALL, D.H., HOLLINGSWORTH, J.C., ASHTON, C.M. and WRAY, N.P., 2002. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *The New England journal of medicine*, **347**(2), pp. 81-88.
25. MUNZINGER, U.K., MAFFIULETTI, N.A., GUGGI, T., BIZZINI, M., PREISS, S. and DROBNY, T., 2010. Five-year results of the Innex total knee arthroplasty system. *International orthopaedics*, **34**(8), pp. 1159-1165.
26. PAULSEN, F. and WASCHKE, J., eds, 2010. *Sobotta - Atlas der Anatomie des Menschen - Allgemeine Anatomie und Bewegungsapparat*. 23. Auflage edn. München: Elsevier - Urban&Fischer.

27. PLATZER, W., 2013. *Taschenatlas Anatomie - Band 1 Bewegungsapparat*. 11. Auflage edn. Stuttgart / New York: Thieme.
28. REDMOND, J.M., GUPTA, A., HAMMARSTEDT, J.E., PETRAKOS, A.E., FINCH, N.A. and DOMB, B.G., 2014. The Learning Curve Associated With Robotic-Assisted Total Hip Arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, .
29. VERRA, W.C., VAN DEN BOOM, L.G., JACOBS, W., CLEMENT, D.J., WYMENGA, A.A. and NELISSEN, R.G., 2013. Retention versus sacrifice of the posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty for treating osteoarthritis. *The Cochrane database of systematic reviews*, **10**, pp. CD004803.
30. VIELGUT, I., KASTNER, N., PICHLER, K., HOLZER, L., GLEHR, M., GRUBER, G., LEITHNER, A., LABEK, G. and SADOGLI, P., 2013. Application and surgical technique of total knee arthroplasties: a systematic comparative analysis using worldwide registers. *International orthopaedics*, **37**(8), pp. 1465-1469.
31. VON TORKLUS, D. and HERMANN, B., 2013. *Atlas operativer Zugangswege - Orthopädie & Unfallchirurgie*. 6. Auflage edn. München: Urban & Fischer.
32. WIRTH, C.J. and MUTSCHLER, W., eds, 2009. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2. Auflage edn. Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag.

# Anhang

## Klinische Scores:

Als Beispiel sei der Knee Society Score der amerikanischen Knee Society angeführt. An der Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie Graz wird dieser routinemäßig bei Kniepatienten eingesetzt: Abbildung 21 und Abbildung 22 sind der Seite <http://www.orthopaedicscores.com> (letzter Zugriff 18.11.2014) entnommen.

www.orthopaedicscores.com Date of completion  
November 18, 2014

Knee Society Score

Clinician's name (or ref) ..... Patient's name (or ref) .....

During the past 4 weeks..... Click here for part 2 - Function Score

**Part 1 - Knee Score**

<b>Pain</b>	<b>Flexion Contracture (if present)</b>
<input type="radio"/> None	<input type="radio"/> 5°-10°
<input type="radio"/> Mild / Occasional	<input type="radio"/> 10°-15°
<input type="radio"/> Mild (Stairs only)	<input type="radio"/> 16°-20°
<input type="radio"/> Mild (Walking and Stairs)	<input type="radio"/> >20°
<input type="radio"/> Moderate - Occasional	<b>Extension lag</b>
<input type="radio"/> Moderate - Continual	<input type="radio"/> <10°
<input type="radio"/> Severe	<input type="radio"/> 10-20°
	<input type="radio"/> >20°

<b>Total Range of Flexion</b>	<b>Alignment (Varus &amp; Valgus)</b>
<input type="radio"/> 0-5	<input type="radio"/> 0
<input type="radio"/> 6-10	<input type="radio"/> 1
<input type="radio"/> 11-15	<input type="radio"/> 2
<input type="radio"/> 16-20	<input type="radio"/> 3
<input type="radio"/> 21-25	<input type="radio"/> 4
<input type="radio"/> 26-30	<input type="radio"/> 5-10
<input type="radio"/> 31-35	<input type="radio"/> 11
<input type="radio"/> 36-40	<input type="radio"/> 12
<input type="radio"/> 41-45	<input type="radio"/> 13
<input type="radio"/> 46-50	<input type="radio"/> 14
<input type="radio"/> 51-55	<input type="radio"/> 15
<input type="radio"/> 56-60	<input type="radio"/> Over 15°
<input type="radio"/> 61-65	
<input type="radio"/> 66-70	
<input type="radio"/> 71-75	
<input type="radio"/> 76-80	
<input type="radio"/> 81-85	
<input type="radio"/> 86-90	
<input type="radio"/> 91-95	
<input type="radio"/> 96-100	
<input type="radio"/> 101-105	
<input type="radio"/> 106-110	
<input type="radio"/> 111-115	
<input type="radio"/> 116-120	
<input type="radio"/> 121-125	

<b>Stability (Maximum movement in any position)</b>	<b>Mediolateral</b>
<b>Antero-posterior</b>	<input type="radio"/> <5°
<input type="radio"/> <5mm	<input type="radio"/> 6-9°
<input type="radio"/> 5-10mm	<input type="radio"/> 10-14°
<input type="radio"/> 10+mm	<input type="radio"/> 15°

Print page Close Window Reset

To save this data please print or Save As CSV

**Final Knee Score is 0**

(NB: consider a negative outcome as zero)

Click here for part 2 - Function Score

**Grading for the knee Society Score**

Score 80-100 Excellent      Score 70-79 Good      Score 60-69 Fair      Score below 60 Poor

Reference for score: Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. Clin Orthop Relat Res. 1989 Nov;(248):13-4. link to pubmed. Link SF36, SF12

Reference for Grading: Asif S, Choon DS. Midterm results of cemented Press Fit Condylar Sigma total knee arthroplasty system. J Orthop Surg (Hong Kong). 2005 Dec;13(3):280-4.

Abbildung 21 - Knee Society Score - Knee Score von www.orthopaedicscores.com

Knee Society Score - Function

Clinician's name (or ref) .....

Patient's name (or ref) .....

Please answer the following questions.

**Part 2 - Function**

**Walking**

- Unlimited
- >10 blocks
- 5-10 blocks
- <5 blocks
- Housebound
- Unable

**Stairs**

- Normal Up and down
- Normal Up down with rail
- Up and down with rail
- Up with rail, down unable
- Unable

**Walking aids used**

- None used
- Use of Cane/Walking stick deduct
- Two Canes/sticks
- Crutches or frame

Function Score (Knee Society Score) is  (NB: consider a negative outcome as zero)

To save this data please print or

NB: This page cannot be saved due to patient data protection so please print the filled in form before closing the window.

Reference for score: Insall JN, Dorr LD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. Clin Orthop Relat Res. 1989 Nov;(248):13-4. link to pubmed

Reference for Grading: Asif S, Choon DS. Midterm results of cemented Press Fit Condylar Sigma total knee arthroplasty system. J Orthop Surg (Hong Kong). 2005 Dec;13(3):280-4.

Web Design London - James Blake Internet

Abbildung 22 - Knee Society Score - Function Score von www.orthopaedicscores.com

## **Curriculum vitae:**

### ***Persönliche Daten***

---

Name: Gerhard Posch

Geburtsdatum: 10.10.1981

Geburtsort: Mürzzuschlag

Staatsbürgerschaft: Österreich

### ***Studium und Schulausbildung***

---

Studium: Humanmedizin  
Medizinische Universität Graz  
seit 2002

Fahrzeugtechnik – automotive engineering  
FH Joanneum Graz  
2001-2002

Matura: BG/BRG Mürzzuschlag  
1992 – 2000

Volksschule: Viktor Kaplan Volksschule  
Neuberg an der Mürz  
1988 - 1992

### ***Praktika während des Studiums***

---

Pflichtfamulatur: 2012 (4 Wochen) - LKH Bruck an der Mur - Unfallchirurgie  
2007 (4 Wochen) - LKH Graz West - Innere Medizin  
2007 (2 Wochen) - LKH Mürzzuschlag/Mariazell - Innere  
Medizin  
2007 (2 Wochen) - LKH Graz - Univ. Klinik für  
Transplantationschirurgie

2005 (4 Wochen) - LKH Mürzzuschlag/Mariazell - Chirurgie

Freiwillige Famulatur: 2012 (2 Wochen) LKH Bruck an der Mur - Unfallchirurgie

***Spezielle Studienmodule:***

---

Dermatoonkologie

Erkrankungen des Knochens und der Gelenke

Klinisch topographische Anatomie der Extremitäten

Klinisch topographische Anatomie der Eingeweide

Spezielle Notfallmedizin - eine interdisziplinäre Herausforderung

***6. Studienjahr (Klinisch praktisches Jahr)***

---

Allgemeinmedizin: 2014 (6 Wochen) - Ordination Dr. Michael Wendler, Graz-Andritz

3. Fächerblock: 2014 (6 Wochen) - Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie Graz

1. Fächerblock: 2013/2014 (12 Wochen) - Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie Graz

2. Fächerblock: 2013 (12 Wochen) - LKH Bruck an der Mur – Abteilung für Innere Medizin

***Sprachkenntnisse***

---

Deutsch, Englisch, Spanisch