

**Aus der orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus der Universität
Würzburg**

**„Kurzfristiges klinisches und radiologisches Outcome nach Implantation der Knie-
totalendoprothese des Typs Aequos G1 unter besonderer Berücksichtigung der
Patella“**

Inaugural-Dissertation
Zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
vorgelegt von

Pia-Patricia Will
aus Hildesheim

Würzburg, Mai 2017

Referent:

Prof. Dr. med. Maik Hoberg

Korreferent:

Prof. Dr. med. Thorsten Bley

Dekan:

Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 21.10.2019

Die Promovendin ist Ärztin

Widmung

Die vorliegende Arbeit widme ich meinem Lebensgefährten Andreas Ladenburger, dem ich für seine Unterstützung von Herzen dankbar bin.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Abkürzungen.....	IX
1 Einleitung.....	1
1.1 Das Kniegelenk – theoretische Kenntnisse	1
1.1.1 Anatomie und Kinematik des gesunden Gelenkes	1
1.1.2 Röntgenologische Klassifikation der Gonarthrose.....	15
1.1.3 Ätiologie und Pathophysiologie der Gonarthrose	17
1.1.4 Epidemiologie Gonarthrose/Prothese	19
1.1.5 Grundlagen der Endoprothetik, insbesondere Vorderer Knieschmerz.....	21
1.1.5.1 Indikation, Kontraindikation, Komplikationen.....	21
1.1.5.2 Komplikation „Vorderer Knieschmerz“	25
1.1.6 Die Aequos-Prothese im Vergleich zu herkömmlichen Prothesen	27
1.2 Fragestellung und Zielsetzung.....	28
2 Material und Methoden.....	30
2.1 Patienten/Stichprobe	30
2.2 Hard- und Software	31
2.3 Studienbeschreibung.....	31
2.4 Methoden (Untersuchungsmethoden, Operationstechnik)	32
2.4.1 Körperliche Untersuchung.....	32
2.4.2 Bildgebung.....	33
2.4.3 Allgemeine Fragen an den Operateur.....	36
2.4.4 Fragebögen Knie	36
2.4.4.1 Knee Society Score (KSS)	36
2.4.4.2 Visuelle Analogskala Schmerz.....	37
2.4.4.3 Oxford Knee Score (OKS).....	37
2.4.4.4 SF-36 Fragen zum Gesundheitszustand	38
2.4.4.5 Kujala- Score	39
2.4.4.6 Turba- Score.....	40
2.5 Besonderheiten zur Implantationstechnik.....	41
2.6 Statistische Methoden.....	41

3	Kapitel: Ergebnisse	43
3.1	Allgemeine Ergebnisse	43
3.2	Knee Society Score	44
3.3	Visuelle Analogskala Schmerz	47
3.4	Oxford Knee Score	47
3.5	SF-36 Fragen zum Gesundheitszustand	48
3.6	Kujala-Score	51
3.7	Patella-Score nach Turba	51
3.8	Untersuchung auf Zusammenhänge	54
3.9	Komplikationen während der Nachuntersuchung	59
3.10	Radiologische Auswertung	60
4	Kapitel: Diskussion	61
5	Kapitel: Zusammenfassung	69
	Literaturverzeichnis	71
	Anhang	78
	Tabellenverzeichnis	78
	Abbildungsverzeichnis	79

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1a, b: Anatomie der Femurkondylen. Ansicht von (a) ventral, (b) distal (Jerosch und Heisel 1999, S. 5)	2
Abb. 2: Retroversio tibiae (Jerosch und Heisel 1999, S.6).....	3
Abb. 3: Rollgleiten des Femur auf der Tibia (Jerosch, Heisel 1999 S. 21)	4
Abb. 4: Koppelhüllkurve und Evolute beim Modell einer Viergelenkkette aus Jerosch, Heisel 1999 S. 23.....	8
Abb. 5: Viergelenkkette (T=Tangentenpunkt, R=momentanes Rotationszentrum, AF=femorale Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes, AT=tibiale Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes, PF=femorale Ansatzstelle des hinteren Kreuzbandes, PT=tibiale Ansatzstelle des hinteren Kreuzbandes) aus Jerosch, Heisel 1999 S. 22.....	8
Abb. 6: Ansicht von dorsal auf die Patellarückfläche (Jerosch un Heisel 1999, S. 8).....	9
Abb. 7: Durch den Valguswinkel des Streckapparates zwischen Quadrizepssehne und Lig. Patellae wird die Patella nach lateral abgedrängt (Jerosch 1999, S. 10)	10
Abb. 8: Höheneinstellung der Patella. Bei anatomisch korrekter Situation liegen bei einer Beugung von 40° die Oberränder der lateralen Femurkondyle (A) sowie der Patella (B) auf gleicher Höhe (Jerosch und Heisel 1999, S.8)	11
Abb. 9: Anpressdruck der Patella in Abhängigkeit von der Beugung des Kniegelenkes. Die Kraftkomponente F1 (Komponente der patellaren Druckkraft) wirkt dem Femurvorschub entgegen. Mit wachsender Beugung nimmt der Anpressdruck der Kniescheibe zu (Vektorendarstellung) (Jerosch und Heisel 1999, S. 9)	11
Abb. 12: Die Achsen des Kniegelenkes (Jerosch und Hisel 1999, S.12.....	13
Abb. 12: Genu varum (a) und Genu valgum (b)(Jerosch 1999, S. 12)	13
Abb. 12: Genu recurvatum (Jerosch und Heisel 1999, S. 13)	13
Abb. 13: Die "Aequos G1"-Endoprothese aus Frosch, Floerkemeier 2009	28
Abb. 14a) Ganzbeinstandaufnahme rechtes Bein, b) Patella axial rechts	33
Abb. 15: Präoperative Übersichtsaufnahmen mit Messkugel a) seitliche Aufnahme linkes Knie, b) a.-p. Aufnahme rechtes Knie.....	34
Abb. 16: Übersichtsaufnahmen ein Jahr Post-OP a) seitliche Aufnahme linkes Knie, b)Patella axial rechts	35
Abb. 17: Postoperative Aufnahmen a) Ganzbeinstandaufnahme linkes Bein, b) a.-p. Aufnahme linkes Knie	35
Abb. 18: Bewegungsumfang in Grad in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt	43
Abb. 19: KSS Gesamtscore in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt	44
Abb. 20: KSS Teil 1 und 2 in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt.....	46
Abb. 21: Schmerzskala in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt	47
Abb. 22: OKS in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt.....	48
Abb. 23: SF-36 Summenskalen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt	49
Abb. 24: Kujala-Score Werte in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt	51
Abb. 25:Turba-Score in Gruppen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt.....	53
Abb. 26:Turba-Score subjektiv in Gruppen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt.....	53
Abb. 27: Turba-Score objektiv in Gruppen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt.....	54

Abb. 28: Streu-/Punktdiagramm mit VAS auf der x-Achse und den Werten des OKS auf der y-Achse	56
Abb. 29: Streu-/Punktdiagramm mit KSS gesamt postoperativ auf der x-Achse und den Werten der körperlichen Summenskala des SF-36 auf der y-Achse	57
Abb. 30: Anwendung des Kruskal-Wallis-Tests zur Untersuchung eines Einflusses der „Klassifikation nach Insall“ auf die post-OP Ergebnisse des KSS gesamt, SF-36 ksk und psk	58
Abb. 31: Streu-/Punktdiagramm mit dem BMI auf der x-Achse und den Werten der körperlichen Summenskala des SF-36 auf der y-Achse	59
Abb. 32: Peri- und postoperative Komplikationen während des Beobachtungszeitraumes von einem Jahr.....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Radiologische Scoring-Scala für Arthrosemerkmale (aus Scott et al. 1993)	16
Tabelle 2: Radiologische Beurteilung der Gonarthrose nach Altman u. Gold 2007	17
Tabelle 3: Systemische und lokale Faktoren aus Pap und Meinecke, AE Manual S. 41.....	19
Tabelle 4: Bonferroni-Holm Korrektur des t-Tests beim KSS gesamt	45
Tabelle 5: Deskriptive Statistik Knie-Score präoperativ	46
Tabelle 6: Deskriptive Statistik Knie-Score postoperativ	46
Tabelle 7: Deskriptive Statistik Funktions-Score präoperativ.....	46
Tabelle 8: Deskriptive Statistik Funktions-Score postoperativ	47
Tabelle 9: Bonferroni-Holm Korrektur des t-Tests beim OKS.....	48
Tabelle 10: Einteilung des subjektiven Turba-Scores in vier Gruppen (excellent: 0 Punkte, good: 1-5 Punkte, fair: 6-8 Punkte, poor: >8 Punkte)	52
Tabelle 11: Einteilung des objektiven Turba-Scores in vier Gruppen (excellent: 0 Punkte, good: 1-3 Punkte, fair: 4-7 Punkte, poor: >7 Punkte)	52
Tabelle 12: Radiologische Auswertung prä- und 12 Monate postoperativ, Häufigkeiten in %...60	

Abkürzungen

Abb.....	Abbildung
ANOVA	Analysis of variance
a.-p.	anterior-posterior
BMI	Body-Mass-Index
CoCrMo.....	Kobalt-Chrom-Molybdän
EPRD	Endoprothesenregister Deutschland
KSS	Knee Society Score
KSK.....	Körperliche Summenskala
KTEP.....	Knietotalendoprothese
TFG	Tibiofemoralgelenk
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
Max	Maximum
Min	Minimum
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
N.....	Nervus
OKS.....	Oxford knee score
OP	Operation
PE.....	Polyethylen
PSK	psychische Summenskala
s.....	siehe
S.	Seite
SD	Standardabweichung
SF-36.....	36-Item Short Form Health Survey
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
VAS.....	Visuelle Analogskala Schmerz
Vgl.....	Vergleiche
Vs.	versus

1 Einleitung

1.1 Das Kniegelenk – theoretische Kenntnisse

1.1.1 Anatomie und Kinematik des gesunden Gelenkes

Das Kniegelenk, die *Articulatio genus*, verbindet das Femur mit der Tibia und setzt sich aus einer *Articulatio femorotibialis* (Tibiofemoralgelenk) und einer *Articulatio femoropatellaris* (Patellofemoralgelenk) zusammen (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985, Prescher 2011, Wirtz 2011). Zusätzlich gibt es das proximale fibulotibiale Gelenk, welches für die Endoprothetik allerdings keine Rolle spielt (Jerosch, Heisel 1999). Das Tibiofemoralgelenk (TFG) besteht aus den gekrümmten Femurkondylen (*Condylus femoris*) und den beiden Gelenkflächen des Tibiaplateaus (Morgenstern 2011). Das Femoropatellargelenk und das Tibiofemoralgelenk sind von einer gemeinsamen Gelenkkapsel umgeben (Benninghoff and Drenckhahn 2008). Es ist das größte Gelenk des Menschen (Prescher 2011).

Die Femurkondylen

In Sagittal- und Frontalebene sind die Femurkondylen konvex gekrümmt. Die beiden Kondylen sind nicht symmetrisch: Der laterale Femurkondylus ist stärker ausgebildet und in sich gerade ausgerichtet, der mediale Kondylus ist schwächer ausgebildet. Er steht schräger als der laterale Kondylus und verläuft nach medial konvex. Die Krümmungsradien nehmen von dorsal nach ventral zu (Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985). Der Krümmungsradius verläuft wie eine sich nach dorsal einrollende Spirale (Baumgartl and Thiemel 1993, Jerosch, Heisel 1999). Diese Spirale besitzt mehrere Krümmungsmittelpunkte. Zieht man durch diese eine Linie, erhält man eine spiralförmige Konturlinie, die auch *Evolute* genannt wird. Aufgrund dieser ständig variierenden Radien verändert sich mit der Gelenkstellung auch der Spannungszustand der gelenkführenden Bänder (Jerosch, Heisel 1999).

Die beiden Femurkondylen divergieren nach dorsal mit einem Winkel von 20° (Baumgartl and Thiemel 1993).

Ventral zwischen den Femurkondylen befindet sich die *Facies patellaris*, die einen Teil des Patellofemoralgelenkes bildet. Die unterhalb der Gelenkfläche liegende *Fossa intercondylaris* liegt auf einer Geraden mit der Rinne der *Facies patellaris* (Jerosch, Heisel 1999).

Am *Condylus medialis femoris* befinden sich an der medialen Seite zwei knöcherne Erhebungen. Dies ist zum einen der *Epicondylus medialis femoris*, der als Ursprung des

Caput mediale des M. gastrocnemius und als Ansatz für distale Anteile des M. adductor magnus dient. Von hier aus zieht auch das Ligamentum collaterale mediale zum Condylus medialis tibiae. Zum anderen findet sich hier als zweite knöcherne Erhebung das Tuberculum adductorium. Dieses begrenzt den Hiatus adductorius nach kaudal und dient als Ansatz für den M. adductor magnus (Jerosch, Heisel 1999).

Am Condylus lateralis femoris befindet sich der Epicondylus femoris lateralis, der als Ursprung des Caput laterale des M. gastrocnemius und von Anteilen des M. plantaris dient. Von ihm aus zieht zudem das Lig. collaterale laterale zum Caput fibulae. Zudem befindet sich an der lateralen Femurkondyle ein Sulkus für die Popliteussehne (Jerosch, Heisel 1999) (Abb. 1a,b).

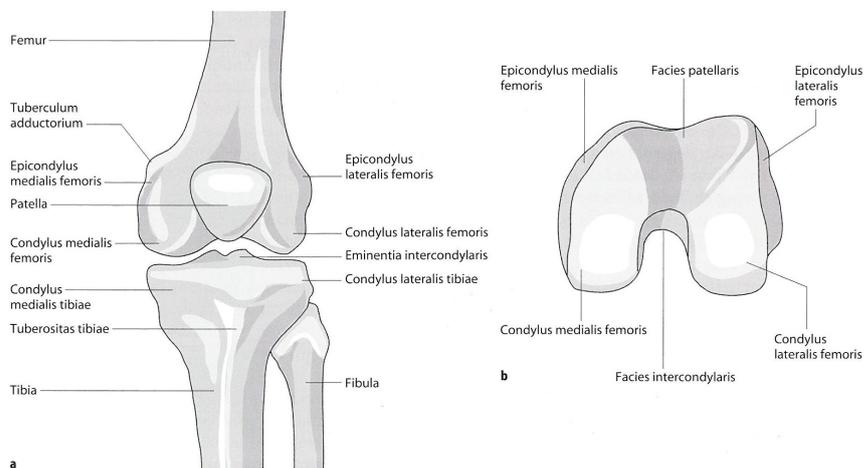


Abb. 1a, b: Anatomie der Femurkondylen. Ansicht von (a) ventral, (b) distal (Jerosch und Heisel 1999, S. 5)

Das Tibiaplateau

Die Femurkondylen artikulieren mit dem proximalen Anteil der Tibia, dem Tibiaplateau. Es besteht aus einer medialen und einer lateralen Gelenkfläche die durch die Eminentia intercondylaris voneinander getrennt sind (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Kapandji 1985).

Die in die Fossa intercondylaris femoris reichende Eminentia intercondylaris trägt laut Wagner und Schabus (1982), mit ihrem ansteigenden Teil einen hohen Anteil des Körpergewichtes. Sie ist zusammen mit dem vorderen und hinteren Kreuzband ein essentieller Stabilisator des Kniegelenkes (Baumgartl and Thieme 1993, Wagner and Schabus 1982).

Die beiden Gelenkflächen sind im Sagittalschnitt nicht symmetrisch. Zum einen ist die mediale Gelenkfläche größer als die laterale, zum anderen erscheint die mediale Ge-

lenkfläche bikonkav, da hier die Gelenkfläche nach kranial konkav zuläuft, wohingegen der laterale Anteil nach kranial konvex zuläuft, sodass diese in transversaler Richtung konkav und in der sagittalen Ebene konvex erscheint (Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985). Hierdurch ist die mediale Artikulation zwischen dem Condylus medialis femoris und dem Tibiaplateau stabil, wohingegen lateral aufgrund der Inkongruenz eine natürliche Instabilität besteht. Diese Instabilität wird durch das vordere Kreuzband gesichert (Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985). Ein Ausgleich der Inkongruenz im Kniegelenk findet durch die zwei halbmondförmigen Menisci statt, die aus Faserknorpel bestehen und bei Belastung eine Druckverteilung ermöglichen. Sie erhöhen die Stabilität und haben stoßdämpfende Eigenschaften. Durch axialen Druck kommt es zu einer Verschiebung der Menisci – bei Extension gleiten sie nach ventral, bei Flexion nach dorsal. Zusätzlich gibt es mehrere aktive Faktoren durch Verbindungen zu Muskeln und Bändern, die die Meniskusbewegungen beeinflussen. Passiv vermindern sie die Hyperextension und Hyperflexion und erhöhen die Rotationsstabilität (Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985, Wagner and Schabus 1982).

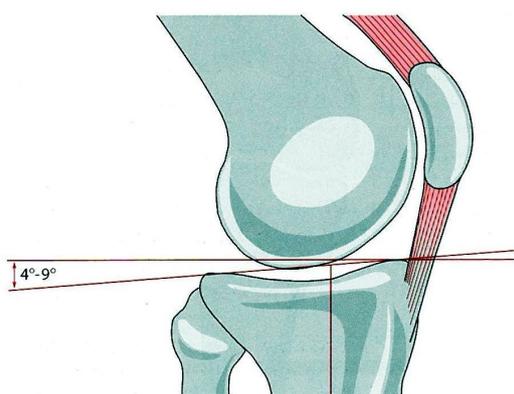


Abb. 2: Retroversio tibiae (Jerosch und Heisel 1999, S.6)

Die proximale Tibia ist im Verhältnis zu den Femurkondylen nach dorsal leicht versetzt (Retropositio tibiae) und gekippt (Retroversio tibiae) (Abb. 2) (Jerosch, Heisel 1999). Die Retroversion ist in der Literatur unterschiedlich angegeben. Sie beträgt etwa zwischen 5-6° (Kapandji 1985) und 9° (Wagner and Schabus 1982). Die Tibia besteht hier aus einer dichten subchondralen Knochenplatte. Darunter befindet sich Spongiosa. Um die Knochenplatte herum befindet sich ein dünner kortikaler Rand (Jerosch, Heisel 1999).

Das Femorotibialgelenk

Das Femorotibialgelenk wird auch als Articulatio bicondylaris bezeichnet. Es ermöglicht als sogenanntes Drehgleitgelenk (Trochoginglymus) die Kombination aus Scharnierbewegung und Rotation und stellt das Kniegelenk im eigentlichen Sinne dar (Jerosch, Heisel 1999, Prescher 2011).

Das Kniegelenk hat zwei komplett unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen. Einmal muss es in Extension sehr stabil und in der Lage sein, das auf ihm lastende Gewicht zu tragen, andererseits muss es in Flexionsstellung beweglich sein, um eine adäquate Funktion des Fußes zu gewährleisten (Jerosch, Heisel 1999, Prescher 2011). Um diese Ansprüche zu erfüllen, ist die Bewegung des Gelenkes durch die Krümmungsmorphologie der Artikulationsflächen so geführt, dass in der Sagittalebene lediglich die Extension-Flexion und nur in Beugeposition zusätzlich auch die axialen Längsrotation möglich ist (Nagerl, Kubein-Meesenburg 1993, Prescher 2011).

Bereits im Jahre 1836 beschrieben die Brüder Wilhelm und Eduard Weber in „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“ (Weber and Weber 1836) erstmals Beobachtungen zum Bewegungsablauf im Kniegelenk und zum menschlichen Gang.

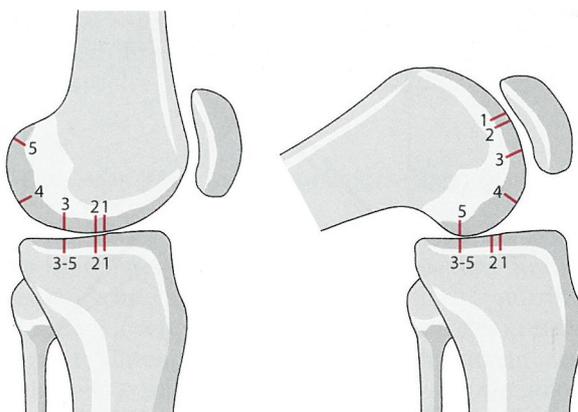


Abb. 3: Rollgleiten des Femur auf der Tibia (Jerosch, Heisel 1999 S. 21)

Bei der Bewegung des Kniegelenkes kommt es sowohl bei der Extension als auch bei der Flexion zu einer Roll-Gleitbewegung zwischen Femur und Tibia (Abb. 3) (Jerosch, Heisel 1999, Müller 1983).

Das Verhältnis vom Rollen zum Gleiten verändert sich während der Beugung des Kniegelenkes (Müller 1983).

Laut Kapandji (1985) findet initial eine reine Rollbewegung statt, am medialen

Femurkondylus bis zu einer Knieflexion von ca. 10-15°, am lateralen Kondylus bis zu einer Flexion von 20°. Das normale Gehen besteht somit hauptsächlich aus einer Rollbewegung.

Insgesamt besteht zu Beginn der Beugebewegung ein Verhältnis von 1:2 zwischen dem Rollen und dem Gleiten. Dieses verändert sich im Laufe der Bewegung auf ein Verhältnis von ungefähr 1:4 (Rollen:Gleiten) bei maximaler Beugung (Müller 1983). Diese Drehgleitbewegung trifft nur auf die dorsalen Femurkondylenanteile zu. Bei Überstreckung kommt es im Grenzbereich zwischen femorotibialer und femoropatellarer Gelenkfläche zu einem Abknicken im Grenzsulcus (Müller 1982).

Die Flexion des Kniegelenkes führt zu einer initialen Innenrotation der Tibia, bei der Extension des Kniegelenkes findet eine automatische Schlussrotation des Unterschen-

kels nach außen statt ^(Meyer 1853). Diese Schlussrotation ist eine Drehung des Tibiaplateaus um 15° nach außen und sie findet bei der Extension zwischen 20° und 0° statt. Sie entsteht durch eine Zusatzbewegung der Kreuzbänder und ist nötig, um die Stabilität des Standbeines zu gewährleisten ^(Menschik 1975). Beim Beugen des Knies rollt der Femur über die Tibia nach hinten. Dieses ermöglicht eine stärkere Flexion, da hierdurch ein Einklemmen posteriorer Strukturen verhindert wird. Außerdem bewirkt dieses Rollback eine Verlängerung des Hebelarms des Musculus quadriceps femoris. Damit es bei einem künstlichen Kniegelenk nicht zu Kräfteinschränkungen kommt, muss dieses Prinzip des natürlichen Kniegelenkes nachempfunden werden. Dieses wird einerseits über die richtige Anordnung der gelenkbildenden Oberflächen erreicht, andererseits bedarf es auch meist einer Korrektur der Ausrichtung der Gelenkachse und damit auch eine Wiederherstellung der natürlichen Stabilität durch Optimierung der Spannung der gelenkstabilisierenden Bänder ^(Harris and Sledge 1990).

Sowohl auf das natürliche als auch auf das endoprothetisch versorgte Kniegelenk wirken Kräfte, die das Fünffache des eigenen Körpergewichtes erreichen können. Im gesunden Kniegelenk liegt die Hauptbelastung auf dem Ligamentum cruciatum posterius, dem stärksten und für die Bewegung des Knies wichtigstem Band ^(Harris and Sledge 1990). Zusammen mit dem vorderen Kreuzband stellt es laut Jerosch und Heisel (1999) das zentrale Führungselement des Gelenkes dar.

Dieses wird durch die natürlichen Funktionen von Muskeln (Kontraktilität, aktive Strukturen), Spongiosa (Deformation) und Bändern (Elastizität, passive Strukturen) unterstützt ^(Harris and Sledge 1990, Jerosch, Heisel 1999). Weitere das Kniegelenk stabilisierende Faktoren sind die Gelenkkapsel, der knöcherne Gelenkkontakt und die dynamisch propriozeptiv wirkenden Strukturen wie Mechanorezeptoren in Menisken, Kollateral- und Kreuzbändern ^(Jerosch, Heisel 1999). Die Kreuzbänder nehmen Schubkräfte auf, die Kollateralbänder sind für die seitliche Stabilität bei gestrecktem Kniegelenk zuständig. Sie sind in diesem Zustand gespannt und sollen ein seitliches Aufklappen unterbinden ^(Baumgartl and Thiemel 1993). Das Zusammenspiel aller Faktoren ist für die Stabilität von großer Bedeutung. Der Ausfall einer dieser Komponenten kann eine funktionelle Instabilität des Kniegelenkes zur Folge haben ^(Jerosch, Heisel 1999).

Die Kreuzbänder sind zentral im Gelenk angeordnet und bilden das zentrale Führungselement („pivot central“) des Kniegelenkes. Sie sind von einer Synovialmembran über-

zogen (Baumgartl and Thiemel 1993, Kapandji 1985). In sagittaler und frontaler Ebene sind sie gekreuzt, in der Horizontalebene liegen sie parallel zueinander. Das vordere Kreuzband überkreuzt zusätzlich das fibulare, das hintere Kreuzband das tibiale Kollateralband (Kapandji 1985).

Das vordere Kreuzband (Lig. Cruciatum anterius) zieht von der knorpelfreien Area intercondylaris anterior schräg nach oben lateral und hinten zum medialseitigen dorsalen Drittel des lateralen Femurkondylus. Es besteht aus einem anteriomedialen, intermediären und posterolateralen Bündel (Baumgartl and Thiemel 1993, Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985, Wagner and Schabus 1982). Das Lig. cruciatum anterius stabilisiert das Kniegelenk, indem es eine ventrale Subluxation der Tibia verhindert, die Extension zusammen mit dem hinteren Kreuzband limitiert und in Flexion Innen- und Außenrotation einschränkt. Zur Verhinderung der Subluxation tragen auch die Menisci und die meniskotibialen Ligamente bei. Es ist weiterhin an der automatischen Schlussrotation der Tibia mit beteiligt (Jerosch, Heisel 1999).

Das hintere Kreuzband (Lig. cruciatum posterius) zieht von der knorpelfreien dorsalen Fläche der Area intercondylaris posterior und der dorsalen Tibia schräg nach vorn medial und oben zur lateralen Fläche des Condylus medialis femoris und ist nur etwa $\frac{3}{5}$ so lang wie das meist dünnere, vordere Kreuzband (Baumgartl and Thiemel 1993, Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985, Wagner and Schabus 1982). Es besteht aus einem antreolateralen und einem postero-medialen Bündel (Wagner and Schabus 1982). Das Lig. cruciatum posterius stabilisiert das Kniegelenk, indem es, unterstützt von meniscofemorale Ligamenten, eine dorsale Subluxation der Tibia verhindert und dem Streckapparat ermöglicht, ein Vorwärtsgleiten der Femurkondylen im Stand, Gehen und Laufen zu unterbinden (Jerosch, Heisel 1999). Der M. quadrizeps femoris unterstützt als aktiver Stabilisator das hintere Kreuzband gegen das Ventralgleiten der Femurkondylen (Wagner and Schabus 1982).

Die beiden Kollateralbänder, das Lig. collaterale tibiale und das Lig. collaterale fibulare, verstärken die mediale und laterale Gelenkkapsel. Sie werden in Extension gespannt und bei Flexion entspannt. Das Lig. collaterale tibiale, auch mediales Kollateralband genannt, zieht vom Epicondylus medialis femoris schräg nach vorne und unten zur medialen Seite des Tibiakopfes. Es wird in ein oberflächliches und hinteres Faserbündel unterteilt.

Das Lig. collaterale fibulare, auch laterales Kollateralband genannt, verläuft vom Epicondylus lateralis femoris nach schräg unten und hinten. Es inseriert an der ventralen Fläche des Fibulakopfes und überkreuzt das Ligamentum collaterale mediale. Es steht in keiner Beziehung zur Gelenkkapsel (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Kapandji 1985).

Der Spannungszustand der gelenkführenden Bänder ändert sich bei Veränderung der Gelenkstellung. Kreuzbänder und Seitenbänder sind während der Gelenkbewegung nie parallel zueinander. In jeder Stellung fällt der Schnittpunkt der Kreuzbänder auf den der Kollateralbänder und die gemeinsamen Schnittpunkte entsprechen der Drehachse bei Extension und Flexion (Baumgartl and Thiemel 1993).

Während der Außenrotation sind die Kollateralbänder stärker gespannt, die Kreuzbänder sind entspannt. Die angespannten Kollateralbänder verhindern ein Aufklappen bei Varus- oder Valgusstress. Bei Innenrotation hingegen sind die Kreuzbänder torquiert und pressen die Gelenkflächen aufeinander, sodass die Aufklappung verhindert wird, während die Kollateralbänder entspannt sind (Müller 1982).

Die Gelenkflächen von Femur und Tibia sind mit hyalinem Knorpel bedeckt, der sich unter Belastung verformen kann und dadurch die Kontaktfläche zwischen Femur und Tibia vergrößert. Er vermindert die Inkongruenz, reduziert die Reibung im Kniegelenk und verteilt die Last auf benachbarte Gewebe. Der Knorpel wird durch Diffusion von Nährstoffen aus der Synovia ernährt (Wagner and Schabus 1982). Diese durch die Synovialis gebildete Flüssigkeit verteilt sich durch Bewegung und befeuchtet die Gelenkflächen. Sie wird zusammen mit der Hyaluronsäure von der Tunica synovialis sezerniert. Die Hyaluronsäure hat Einfluss auf die Viskosität der Synovialflüssigkeit und schmiert die Gelenkflächen. Die Viskosität ist bei Bewegung vermindert, die Diffusionsgeschwindigkeit erhöht (Jerosch, Heisel 1999).

Die überschlagene Viereckkette

Ein wichtiges Element der Kinematik des Kniegelenkes ist das System der überschlagenen Viereckkette. In diesem Modell werden die beiden Kreuzbänder als starre Stangen dargestellt, deren Fixationspunkte auf einer Geraden liegen und gelenkig befestigt sind.

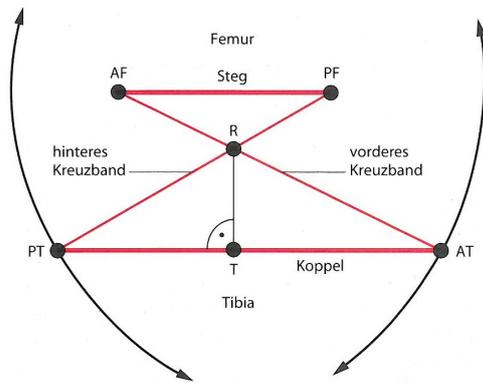


Abb. 5: Viereckkette (T=Tangentenpunkt, R=momentanes Rotationszentrum, AF=femorale Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes, AT=tibiale Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes, PF=femorale Ansatzstelle des hinteren Kreuzbandes, PT=tibiale Ansatzstelle des hinteren Kreuzbandes) aus Jerosch, Heisel 1999 S. 22

eine Annäherung an die natürliche Form der Femurkondylen ist. Dieses Modell ist eine reine Betrachtung aus der Sagittalebene ohne Beachtung der Rotationsmöglichkeiten. Das Modell zeigt übertragen auf Femur und Tibia die zwangsläufige Verschiebung des Auflagepunktes der Gelenkflächen während der Bewegung (Müller 1982).

Durch die Kreuzbänder wird die einfache Drehbewegung in eine komplizierte Bewegung der Koppel umgewandelt (Müller 1982).

sind. Diese Gerade schneidet die Längsachse, die durch einen der Fixationspunkte geht, mit einem Winkel von 40° . Die eine Stange ist entsprechend des vorderen Kreuzbandes länger als die andere. Am anderen Ende der Stangen wird eine bewegliche Verbindung angebracht, die Koppel genannt wird. Sie entspricht konvex oder konkav geformt den beiden Hälften des Tibiaplateaus (Abb. 4). Verlängert man nun diese Verbindung entsprechend ihrer Form in jeder Position, so erhält man eine Kurve, die Koppelhüllkurve, die

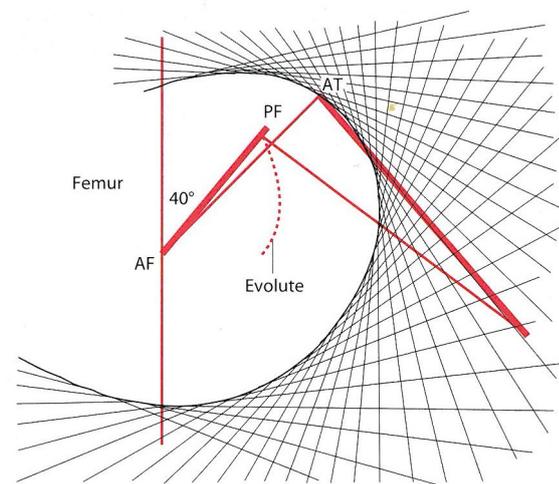


Abb. 4: Koppelhüllkurve und Evolute beim Modell einer Viereckkette aus Jerosch, Heisel 1999 S. 23

Das Patellofemoralgelenk und die Patella

Der andere Teil des Kniegelenkes, der auch den größten Belastungen ausgesetzt ist, ist das sogenannte Patellofemoralgelenk, in welchem die Patella mit der Facies patellaris des Femurs artikuliert (Jerosch, Heisel 1999). Dieses Gelenk ist aufgrund seiner Komplexität besonders hervorzuheben, da hieraus Möglichkeiten zur Entstehung von Beschwerden, insbesondere auch des vorderen Knieschmerzes nach Implantation einer Knie-TEP, resultieren. Laut Kainz et al. (2012) steigt der retropatellare Druck während der Bewegung nach Implantation einer Knie-TEP signifikant an und verändert somit die Patellarkinematik im Vergleich zum nativen Kniegelenk.

Die Femurkondylen artikulieren sowohl mit der Patella als auch mit dem Tibiaplateau. Hierbei bewegt sich bei der Flexion des Kniegelenkes der artikulierende Anteil des distalen Femurs unter der Patella entlang, sodass es zu einer Verschiebung des Kontaktpunktes von bis zu 7cm kommt (Stiehl 2005). Diese Verschiebestrecke um etwa das Doppelte der Patellalänge wird durch die Bursa suprapatellaris und die zwei Recessus parapatellares gewährleistet (Wagner and Schabus 1982).

An der Rückseite des Lig. patellae befindet sich der gut durchblutete infrapatellare Fettkörper (Corpus adiposum infrapatellare, Hoffa'sche Fettkörper). Er unterstützt den Streckapparat des Kniegelenkes und ist am Druckausgleich im Knieinnenraum beteiligt (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Wagner and Schabus 1982).

Die Patella ist ein Sesambein. Sie ist in den Kniestreckapparat integriert und gleitet mit nur geringer Reibung auf den Femurkondylen (Hohne 1990, Jerosch, Heisel 1999). Sie unterstützt den Musculus quadriceps femoris bei der Streckung des Beines, indem die Patella die Kraft des Muskels um das distale Ende des Femurs herum leitet (Hohne 1990, Hungerford and Barry 1979).

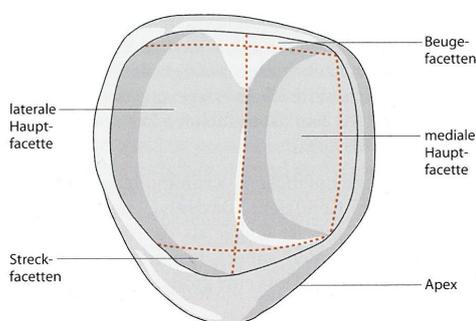


Abb. 6: Ansicht von dorsal auf die Patellarückfläche (Jerosch un Heisel 1999, S. 8)

Zusätzlich schützt sie aufgrund ihrer Lage die Femurkondylen, insbesondere bei Flexion des Kniegelenkes (Hungerford and Barry 1979). Die Patella ist dreieckförmig mit einer kranialen Basis und einer kaudalen Spitze, der sog. Apex patellae. Der M. quadriceps femoris inseriert an der Patellabasis, während das Lig. patellae proprium an der

Apex patellae seinen Ursprung hat (Jerosch, Heisel 1999). Die gelenkseitige Fläche der Patella ist im oberen Teil von Knorpel bedeckt, während das untere Viertel knorpelfrei ist (Jerosch, Heisel 1999, Wagner and Schabus 1982). Sie lässt sich in sieben durch Leisten getrennte Facettenabschnitte untergliedern. Die mediale und laterale Hauptfacette bilden den Hauptteil der artikulierenden Gelenkfläche (Abb. 6). Die vordere Fläche der Patella ist konvex geformt (Jerosch, Heisel 1999). Die Randfacetten artikulieren nur bei maximaler Beuge- oder Streckbewegung (Wagner and Schabus 1982). Der hyaline Knorpel der Gelenkfläche verformt sich unter Last, sodass der Anpressdruck auf eine möglichst breite Fläche verteilt wird (Hungerford and Barry 1979). Im Zuge der Schlussrotation bei vollständiger Extension des Knie-

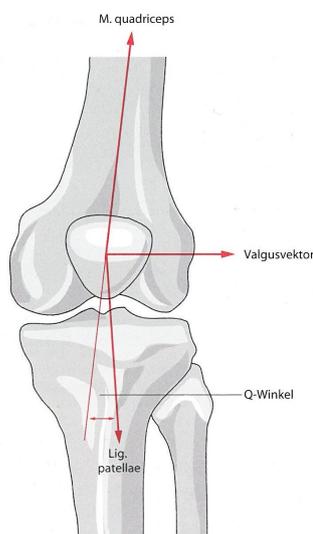


Abb. 7: Durch den Valguswinkel des Streckapparates zwischen Quadrizepssehne und Lig. Patellae wird die Patella nach lateral abgedrängt (Jerosch 1999, S. 10)

gelenkes kommt es zu einer Drehung des Tibiaplateaus nach lateral, wodurch der sogenannte Valguswinkel „Q“ entsteht. Hierbei handelt es sich um den Winkel zwischen der Zugrichtung des M. quadriceps femoris (nach schräg oben und leicht nach außen zur Spina iliaca anterior inferior) und dem Verlauf des Lig. Patellae (von der Patella zur Mitte der Tuberositas tibiae). Der Valguswinkel „Q“ ist bis zu einem Winkel von 15° physiologisch (Hungerford and Barry 1979, Kapandji 1985,

Wagner and Schabus 1982). Beim Gehen wird so der laterale Kapsel-Band-Apparat entlastet

(Wagner and Schabus 1982). Durch Anspannung der Quadrizepsmuskulatur kommt es aufgrund des Valguswinkels zu einer Lateralisierung der Patella (Hungerford and Barry 1979) (Abb. 7).

Die Patella wird durch die verschiedenen Kräfte und Zugrichtungen der Quadrizepsmuskeln in der Fossa intercondylaris zentriert gehalten und sinkt während der Flexion tiefer in diese hinein (Stiehl 2005). Während der Beugung kommt es zu einer Verschiebung der Gelenkflächen, sodass bei 30° das distale Drittel, bei 60° das mittlere Drittel und bei 90° das proximale Drittel der Gelenkfläche artikulieren (Benninghoff and Drenckhahn 2008). Die Flexion des Kniegelenkes führt zu einer Kippung der Patella, zu einer Rotation um die Patellarsehne und ab 90° zu einer erneuten lateralen Translation der Patella (Hungerford and Barry 1979, Jerosch, Heisel 1999). Distal ist die Patella über das Lig. Patellae befestigt. Weitere

passive bzw. aktive Stabilisatoren der Patella sind die Gelenkkapsel, die Ligg. Patello-tibialia mediale et laterale, Anteile der Oberschenkeladduktoren sowie die Muskeln des Pes anserinus (Jerosch, Heisel 1999). Bei einer Beugung von 40° sollte der obere Rand der Patella auf gleicher Höhe sein wie der Oberrand der lateralen Femurkondyle (Baumgartl and Thiemel 1993) (Abb. 8). Ein Hochstand der Patella wird Patella alta, ein Patellatiefstand auch Patella baja genannt (Jerosch, Heisel 1999).

Ab einer Flexion von 90° ziehen die Extensoren das Femur nach dorsal. Dieses wird limitiert durch die Kollateralbänder, die Gelenkkapsel und das ligamentum cruciatum anterius (Stiehl 2005). Ebenfalls ab 90° Flexion ändern die langen Anteile der Vastusmuskeln ihre Zu-

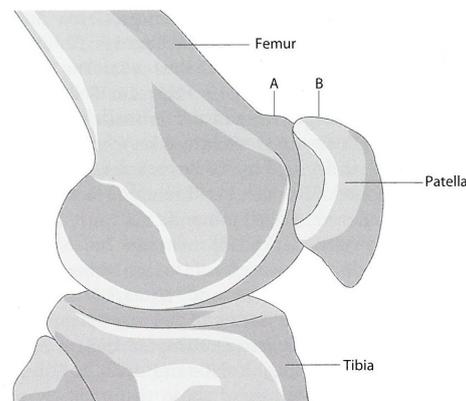


Abb. 8: Höheneinstellung der Patella. Bei anatomisch korrekter Situation liegen bei einer Beugung von 40° die Oberränder der lateralen Femurkondyle (A) sowie der Patella (B) auf gleicher Höhe (Jerosch und Heisel 1999, S.8)

grichtung und somit auch ihre Aufgabe. Sie inserieren nun von dorsal kommend an der Tibia und ziehen hierdurch entsprechend der Flexoren die proximale Tibia nach dorsal. Die kürzeren Faseranteile enden in der Patellarsehne und dienen unter anderem als Ersatzextensoren. Die Dorsalverlagerung der Tibia führt zur Entlastung der das Femur stabilisierenden Bänder und der Gelenkkapsel (Hehne 1990). Bei der Flexion des Kniegelenkes bewirkt die Patella ein Abbremsen des Kondylenvorschubes, sodass das Lig. cruciatum posterius entlastet wird (Abb. 9) (Jerosch, Heisel 1999).

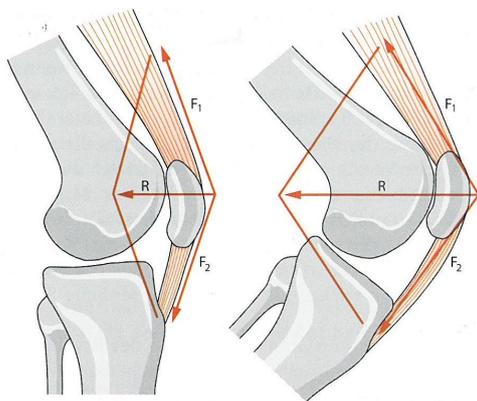


Abb. 9: Anpressdruck der Patella in Abhängigkeit von der Beugung des Kniegelenkes. Die Kraftkomponente F_1 (Komponente der patellaren Druckkraft) wirkt dem Femurvorschub entgegen. Mit wachsender Beugung nimmt der Anpressdruck der Kniescheibe zu (Vektorendarstellung) (Jerosch und Heisel 1999, S. 9)

Während der Flexion ändern sich ständig die Kontaktpunkte der Knorpelfläche der Patella. Dieses führt zu einer kontinuierlichen Be- und Entlastung der verschiedenen Knorpelflächen, wodurch eine Überbelastung des Knorpels ver-

mieden wird (Hehne 1990). In Extension berührt nur ein Teil der Apex patellae die zwischen den Femurkondylen gelegene Fossa supratrochlearis (Jerosch, Heisel 1999) und der Anpress-

druck ist gering und nimmt bei Beugung des Kniegelenkes zu (Wagner and Schabus 1982). Mit zunehmender Beugung kommt es auch zu einer Zunahme der artikulierenden Gelenkfläche. Bei der Kniegelenksflexion bis 90° wird insbesondere der laterale Rand belastet, bei noch stärkerer Beugung wird die Patella durch das Einsinken zwischen die Femurkondylen entlastet (Jerosch, Heisel 1999).

Der Lauf des patellofemorales Gelenkes wird insbesondere auch durch die Form der femoralen Komponente beeinflusst. Die laterale Condyle des Femurs ist im ursprünglichen Gelenk größer als die mediale Condyle. Dieses zwingt die Patella, ihren Lauf nach medial zu verlagern. Dieses ist vor allem bei der Extension von Bedeutung, da die Patella bei Flexion tiefer in die Fossa intercondylaris sinkt und ihre Kinematik somit hauptsächlich von deren Form (Geometrie) beeinflusst wird (Kainz, Reng 2012).

Die Beinachsen

Die mechanische Beinachse ist die Verbindung vom Zentrum des Hüftkopfes, der Kniegelenkmitte und der Sprunggelenkmitte in Extension. Sie wird Traglinie genannt. Achsabweichungen von dieser führen zu Fehlstellungen (Hassenpflug and Plötz 2001, Jerosch, Heisel 1999). Zieht man zentral eine Linie durch den Femur- oder Tibiaschaft, so erhält man die jeweilige anatomische Achse, auch Schaftachse genannt (Abb. 10) (Jerosch, Heisel 1999).

Physiologisch ist eine leichte Valgusstellung des Knies mit einem nach lateral offenen Winkel von $170-175^\circ$. Diesen Winkel bezeichnet man als tibiofemorales Winkel. Dieses ist der Winkel zwischen der anatomischen Femur- und Tibiaachse. Femurseitig beträgt der Winkel $5-10^\circ$. Die mechanische Beinachse des Femurs weicht von der anatomischen Achse des Femurs aufgrund des Schenkelhalses um etwa 6° ab, an der Tibia verlaufen die beiden Achsen identisch (Baumgartl and Thiemel 1993, Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985). Ein normales Alignment besteht dann, wenn der Tibiofemoralewinkel dem Winkel zwischen mechanischer und anatomischer Femurachse möglichst gleicht. Daraus folgt, dass ein normaler Tibiofemorales Winkel abhängig von der Form des Femurs und des Femurhalses ist (Krackow 1990). Laut Kapandji (1985) läuft die Traglinie leicht nach unten und innen und bildet mit der Senkrechten einen Winkel von 3° aus. Dieses liegt an der unterschiedlichen Distanz zwischen Hüft- und Kniegelenken. Bei weiblichen Becken ist aufgrund des meist breiteren Beckens dieser Winkel noch größer.

Der femorale Gelenkwinkel ist der Winkel zwischen der anatomischen Femurachse und der Geraden entlang der Femurkondylen, der tibiale Gelenkwinkel ist entsprechend der Winkel zwischen der anatomischen Tibiaachse und einer Geraden über das Tibiaplateau (Kim, Rand 1993).

Die Gelenklinie weicht von der mechanischen Achse in etwa 2-3° ab. Dementsprechend betragen der inferomediale und superolaterale Winkel etwa 88 bis 87° und der superomediale und inferolaterale Winkel 92 bis 93° (Krackow 1990).

Je nachdem, ob der Knieaußenwinkel größer (Varus) oder kleiner (Valgus) als 170-175° ist, bezeichnet man Abweichungen von der physiologischen Valgusstellung entweder als Genu varum oder Genu valgum. Die mechanische Beinachse läuft bei der Varusdeformität medial des Kniegelenkes, das Kniegelenkszentrum ist entsprechend nach lateral verlagert. Beim Genu valgum verläuft die mechanische Beinachse lateral des Kniegelenkes. Das Kniegelenkszentrum ist bei der Valgusdeformität nach medial verlagert (Abb. 11) (Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985).

Beim Genu recurvatum ist das Kniegelenk überstreckt, die mechanische Beinachse liegt entsprechend in seitlicher Ansicht vor dem Kniegelenk (Abb. 12) (Jerosch, Heisel 1999).

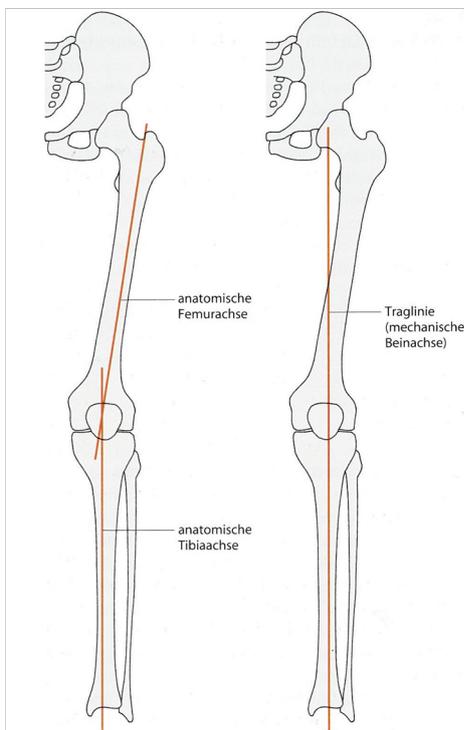


Abb. 12: Die Achsen des Kniegelenkes (Jerosch und Heisel 1999, S.12)

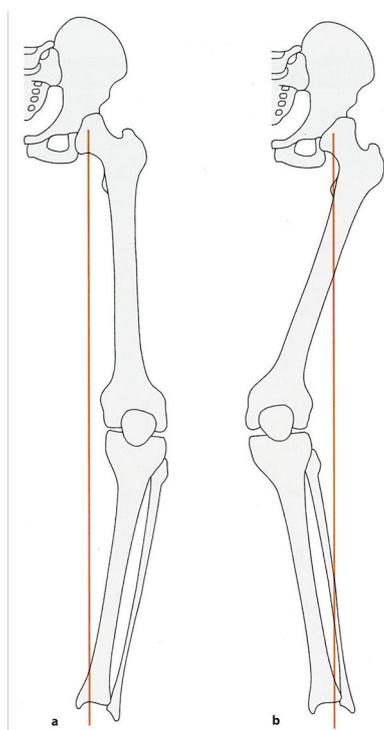


Abb. 12: Genu varum (a) und Genu valgum (b) (Jerosch 1999, S. 12)

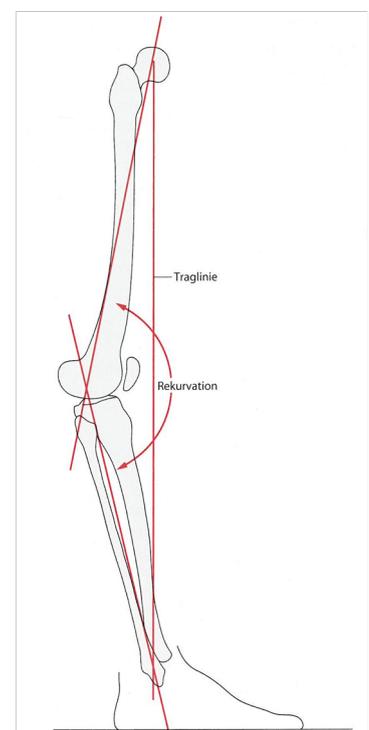


Abb. 12: Genu recurvatum (Jerosch und Heisel 1999, S. 13)

Bewegungsausmaße

Die Bewegungsausmaße von Flexion und Extension, die Hauptbewegungen des Kniegelenkes, werden mit der Neutralnullmethode dargestellt. Wenn die Femurachse ohne einen Knick in die Tibiaachse übergeht, dann hat man die maximale Streckstellung. Eine Überstreckung des Kniegelenkes wird Hyperextension genannt und ist passiv bis zu 5-10° physiologisch möglich. Eine vermehrte Hyperextension wird als Genu recurvatum bezeichnet (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Kapandji 1985).

Die Flexion ist physiologisch bis zu 140° aktiv möglich, passiv kann das Knie bis zu 160° gebeugt werden. Sowohl die Kniebeugung als auch die Kniestreckung sind abhängig von der Hüftgelenksstellung. Eine volle aktive Flexion ist nur bei gleichzeitig flektiertem kontralateralem Hüftgelenk möglich. Bei gestreckter Hüfte ist das Bewegungsausmaß des Kniegelenkes auf 110-120° reduziert (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Kapandji 1985, Wagner and Schabus 1982).

Der M. quadriceps femoris ist der Strecker des Kniegelenkes, die ischiocrurale Muskelgruppe und die den Pes anserinus (superficialis) bildenden Muskeln sind Beuger des Kniegelenkes. Zusätzliche Beuger mit untergeordneter Rolle sind der M. popliteus und der M. gastrocnemius. Die Beuger fungieren je nach Insertionsstelle zusätzlich als Innen- bzw. Außenrotatoren. Der M. quadriceps femoris hat eine dreimal so hohe Leistungsfähigkeit wie die Kniebeugemuskulatur (Kapandji 1985).

Eine weitere Bewegungsrichtung ist die Abduktion bzw. Adduktion des Kniegelenkes. Eine Seitbewegung kann physiologisch nur bei flektiertem Kniegelenk stattfinden. Sie ist aufgrund der straffen Kollateralbänder nur um wenige Grad möglich (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Kapandji 1985). Die Rotationsachse des Kniegelenkes verläuft nicht durch die Mitte, sondern ist nach medial verschoben (Müller 1982). Eine Rotationsbewegung im Kniegelenk kann nur in Flexionsstellung stattfinden und ist abhängig vom Ausmaß der Beugung. Die Rotation ist durch die Kollateral- und Kreuzbänder limitiert. In Streckstellung verhindert außerdem die Eminentia intercondylaris die Rotation. Wenn sie bei der Flexion aus der Fossa intercondylaris heraus kommt, wird eine Rotationsbewegung möglich (Jerosch, Heisel 1999, Kapandji 1985). Laut Benninghoff und Drenckhahn (2008) beträgt die maximale Innenrotation 10° und wird durch die Kreuzbänder limitiert. Die maximale Außenrotation beträgt etwa 30° und wird durch die Seitenbänder eingeschränkt.

Der passive Bewegungsumfang ist etwas größer als der aktive (Benninghoff and Drenckhahn 2008, Kapandji 1985).

1.1.2 Röntgenologische Klassifikation der Gonarthrose

Es gibt zwei geläufige Klassifikationen zur Definition einer Gonarthrose anhand von Röntgenbildern. Die eine teilt die Arthrose je nach Vorhandensein von Gelenkspaltverschmälerung, Osteophyten, subchondraler Sklerosierung und Geröllzysten in vier Stadien ein (nach (Kellgren, Lawrence 1957)), die andere ist die Ahlbäck-Klassifikation, die häufig in Nordeuropa zur Anwendung kommt (Engelhardt 2003). In der Ahlbäck-Klassifikation geht es insbesondere um den Grad der Gelenkspaltverschmälerung und den Knochenabbau mit seinen Folgen in den gewichttragenden Anteilen. Das erste radiologische Zeichen ist demnach eine Abflachung der Gelenkfläche (Ahlback 1968, Ahlback 1968, Ahlback, Bauer 1968). Wenn der Gelenkspalt aufgehoben ist, kommt es im weiteren Verlauf zu einer Zunahme der Knochenarrosion bis hin zur Subluxation des Kniegelenkes. Die Aufnahmen des Kniegelenkes sollten unter Belastung stattfinden. Eine Gelenkspaltverschmälerung liegt für diese Klassifikation dann vor, wenn entweder der Kniegelenkspalt halb so weit ist wie der des anderen Kompartiments desselben Kniegelenkes oder desselben Kompartiments des gegenseitigen Kniegelenkes. Bei Verschmälerung des Gelenkspaltes unter Belastung im Vergleich zu Röntgenaufnahmen ohne Belastung oder wenn der Gelenkspalt weniger als 3mm weit ist, liegt nach dieser Klassifikation ebenfalls eine Verschmälerung des Gelenkspaltes vor. Außerdem teilte Ahlbäck nach der Lokalisation in mediale, laterale und femoropatellare Arthrose ein (Ahlback 1968).

Kellgren und Lawrence (1957) teilten die Schweregrad von 0 bis 4 ein, mit 0 kein radiologischer Hinweis auf eine Arthrose, 1 zweifelhaft, 2 Arthrose definitiv radiologisch vorhanden, aber minimal, 3 moderate Arthrose und 4 schwere Arthrose des Gelenkes.

Eine fragliche Annäherung des Kniegelenkspaltes und möglicherweise beginnende knöcherne Randanbauten werden als erstgradig klassifiziert. Zweitgradig ist die Gonarthrose dann, wenn definitiv Osteophyten vorhanden sind, aber eine Gelenkspaltverschmälerung noch fraglich ist. Eine Arthrose dritten Grades liegt vor, wenn mehrere Osteophyten vorhanden sind, es definitiv zu einer Gelenkspaltverschmälerung gekommen ist und eine leichte subchondrale Sklerose erkennbar ist. Außerdem können die Knochenränder

beginnend verformt sein. Von einer Arthrose vierten Grades spricht man, wenn große Osteophyten vorhanden sind, es zu einer deutlichen Gelenkspaltverschmälerung gekommen ist, eine schwere Sklerose vorliegt und die Knochenränder definitiv verformt sind (vgl. Atlas of standard radiographs of arthritis 1963).

Eine neuere, im deutschen Sprachraum ebenfalls häufig genutzte Klassifikation ist die Klassifikation nach Wirth (1992). Diese teilt in vier Stadien ein. Sie unterscheidet die initiale, die mäßige, die mittelgradige und die schwere Gonarthrose. Zu Beginn stehen angedeutete Ausziehungen der Eminentia intercondylaris oder der gelenkseitigen Patellapole. Im Verlauf kommt es zu einer zunehmenden Verschmälerung des Gelenkspaltes, zur Entrundung der Femurkondylen und zu deutlichen osteophytären Ausziehungen an den Femurkondylen, der Eminentia intercondylaris, den gelenkseitigen Patellapolen und dem Tibiaplateau. Im Stadium vier kommt es schließlich zu einer deutlichen Verschmälerung bis zu einer Aufhebung des Gelenkspaltes, zu zystischen Veränderungen, zu knöcherner Destruktion und zur Subluxationsstellung zwischen Femur und Tibia (Wirth 1992).

Es gibt spezielle Scoring-Skalen, die zur Verbesserung der Genauigkeit entwickelt wurden (Pap and Meinecke 2011) (Tab. 1 und Tab. 2). Sie haben eine deutlich bessere Inter- und Intraobserverreliabilität, finden aber im klinischen Alltag kaum Anwendung (Günther and Sun 1999).

Kriterium	Graduierung	Definition
Osteophyten	0	Keine
	1	Kleiner (definitiver) Osteophyt
	2	Mäßiger Osteophyt
	3	Großer Osteophyt
Gelenkspaltverschmälerung (einzeln graduert für mediales und laterales Kompartiment)	0	Normal, keine Verschmälerung
	1	Leichte Verschmälerung
	2	Mäßige Verschmälerung
	3	Starke Verschmälerung
Sklerose (einzeln graduert für mediales und laterales Kompartiment)	0	Keine Sklerose
	1	Sklerose vorhanden
Osteophyten der Eminentia intercondylaris	0	Nicht Vorhanden
	1	Vorhanden
Chondrocalzinose	0	Nicht vorhanden
	1	Vorhanden

Tabelle 1: Radiologische Scoring-Scala für Arthrosemerkmale (aus Scott et al. 1993)

Kriterium	Lokalisation	Graduierung
Randosteophyten	Mediale Femurkondyle	0–3
	Mediales Tibiaplateau	0–3
	Laterale Femurkondyle	0–3
	Laterales Tibiaplateau	0–3
Gelenkspaltverschmälerung	Mediales Kompartiment	0–3
	Laterales Kompartiment	0–3
Sonstige	Mediale Tibiaabnutzung	Nicht vorhanden/ vorhanden
	Mediale Tibiasklerose	Nicht vorhanden/ vorhanden
	Laterale Femursklerose	Nicht vorhanden/ vorhanden

Tabelle 2: Radiologische Beurteilung der Gonarthrose nach Altman u. Gold 2007

1.1.3 Ätiologie und Pathophysiologie der Gonarthrose

Bei der Entstehung einer Kniegelenksarthrose ist das Zusammenwirken mehrerer Aspekte von Bedeutung ^(Dieppe 1995, Günther, Puhl 2002). Im Verlauf des normalen degenerativen Alterungsprozesses verschleißt der Gelenkknorpel ^(Engelhardt 2003). Bei der Entstehung der Arthrose kommt es zu einer Diskrepanz zwischen Belastung und Belastbarkeit eines Gelenkes, also zu einem Missverhältnis zwischen Abbau- und Regenerationsprozessen im Knorpel ^(Spahn, Schiele 2011). Die Ätiologie und der natürliche Verlauf der Entstehung von Osteoarthrose sind bisher nur unzureichend geklärt ^(Günther, Puhl 2002).

Nach Dieppe (1995) spielen für die Entstehung der Arthrose sowohl systemische als auch lokale Faktoren eine entscheidende Rolle. Zu diesen systemischen Faktoren zählen sowohl Alter und Geschlecht, als auch genetische, ethnische und andere Einflüsse. Sie können die Anfälligkeit für die Entwicklung einer Arthrose erhöhen, sodass sie in Zusammenarbeit mit lokalen biomechanischen Faktoren wie Verletzungen des Gelenkes, Muskelschwäche und Adipositas die Entstehung und die Schwere der Arthrose beeinflussen ^(Dieppe 1995).

Je nach Befall der verschiedenen Kompartimente spricht man vom Vorliegen einer uni-, bi- oder trikompartimentellen Gonarthrose. Eine unikompartimentelle Gonarthrose liegt vor bei einer patellofemorale Arthrose. Die femorotibiale Arthrose kann sowohl uni- als auch bikompartimentell sein. Im Falle der trikompartimentellen Arthrose spricht man auch von einer Pangonarthrose ^(Pap and Meinecke 2011).

Ob es zu der Entstehung einer Arthrose im Gelenk kommt, hängt davon ab, ob die schädigenden oder reparativen Mechanismen überwiegen, sodass es zu einer Störung des Gleichgewichts der anabolen und katabolen Prozesse des Gelenkknorpels kommt. Zur

Aufrechterhaltung seiner dämpfenden Funktion muss sich der Gelenkknorpel kontinuierlich erneuern (Lützner, Kirschner 2006). Eine Schädigung jeglicher Gelenkstruktur kann zur Arthroseentstehung beitragen, da sie im gemeinsamen Zusammenspiel für eine reibungslose Gelenkfunktion von Bedeutung ist (Pap and Meinecke 2011).

Zu Beginn steht die zunehmende Schädigung des hyalinen Knorpels. Innerhalb der Knorpelmatrix entstehen irreversible Prozesse durch Umkehr zur Apoptose der Chondrozyten. Bei der zunehmenden Degeneration kommt es zu einer Erweichung des Gelenkknorpels und zu einer vermehrten Brüchigkeit und somit zu einer Verringerung der biomechanischen Resistenz. Zu Beginn ist die Arthrose nur mittels MRT und in der Arthroskopie nachweisbar (Spahn 2016). Aus primär fokalen Knorpelschäden entstehen durch Mitreaktion des subchondralen Knochens Sklerosezonen und Ostophyten und im weiteren Verlauf auch Deformitäten (Dieppe 1995, Spahn 2016). In diesem Stadium ist die Arthrose radiologisch nachweisbar. Bei weiterem Fortschreiten kommt es nun auch zu einer Einbeziehung aller Gelenkstrukturen wie Meniskus, Bänder, Synovia und Muskulatur (Dieppe 1999, Spahn 2016).

Bei einseitiger Destruktion der Kniegelenkskompartimente kann es zur Entstehung von Achsfehlstellungen (Varus- oder Valgusdeformitäten) kommen. Diese können zu einer Instabilität des Gelenkes führen (Salzmann 2001).

Die Arthroserate ist bei Frauen höher als bei Männern und steigt mit dem Alter (Ahlback 1968, Control and Prevention 2001, Dieppe 1995, Hart, Doyle 1999).

Zudem gibt es Studien, in denen ein Zusammenhang zwischen einem erhöhten BMI und Gonarthrose nachgewiesen wurde (Günther, Puhl 2002, Hart, Doyle 1999). Des Weiteren stehen sowohl Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Hyperurikämie als auch postmenopausale Hormoneinnahme bzw. Hysterektomie als weitere mögliche Risikofaktoren zur Diskussion (Günther, Puhl 2002, Hart, Doyle 1999).

Man unterscheidet primäre von sekundären Gonarthrosen. Eine sekundäre Gonarthrose liegt zum Beispiel dann vor, wenn die Patienten eine positive Anamnese bezüglich einer traumatischen Gelenkverletzung haben. Außerdem gehören auch entzündliche oder infektiöse Gelenkerkrankungen, avaskuläre Nekrosen, Hämophilie und Chondromatose sowie Osteochondrosis dissecans zu den Ursachen der Entstehung einer sekundären Arthrose (Günther, Puhl 2002, Lützner, Kirschner 2006). Bei der primären Form ist eine Ursache nicht bekannt (Dieppe 1995, Lützner, Kirschner 2006). Es handelt sich um eine multifaktorielle Genese aus

dem Zusammenspiel verschiedener Trigger in Kombination mit erblichen, konstitutionellen Einflüssen, Umwelteinflüssen etc. und dem Vorhandensein reparativer Mechanismen und Risikofaktoren ^(Pap and Meinecke 2011) (s. Tab. 3). Jeder dieser Faktoren oder das Zusammenspiel mehrerer Faktoren führt zu einer Aktivierung der Kaskade aus Gelenkschädigung und Einsetzen reparativer Mechanismen ^(Pap and Meinecke 2011).

Verletzungen des Kniegelenkes führen insbesondere dann zu einem erhöhten Risiko der Entwicklung einer Arthrose, wenn eine Meniskektomie stattgefunden hat ^(Gelber, Hochberg 2000, Roos, Lauren 1998).

Systemische Faktoren	Lokale Faktoren
Adipositas	Physische Aktivität
Knochendichte	Trauma
Geschlecht	Gelenkachse
Alter	Muskelkraft
Ethnische Zugehörigkeit	Varus-Valgus Laxität
(Unbekannte) erbliche Faktoren	Anteroposteriore Laxität
	Propriozeption
	Meniskektomie

Tabelle 3: Systemische und lokale Faktoren aus Pap und Meinecke, AE Manual S. 41

1.1.4 Epidemiologie Gonarthrose/Prothese

Die Bestimmung der Inzidenz und der Prävalenz der Arthrose ist nur schwer möglich und es zeigt sich eine breite Streuung zwischen unterschiedlichen Studien. Dieses liegt unter anderem daran, dass beginnende Knorpelschäden im Röntgenbild noch nicht nachweisbar sind, in der Arthroskopie aber bereits erkennbar sind. Zudem muss nicht jede radiologisch nachweisbare Arthrose auch schon zu klinischen Symptomen führen und umgekehrt können Gelenkschmerzen auch ohne radiologische Auffälligkeiten eintreten ^(Engelhardt 2003).

Laut Lützner et al. (2006) kann man davon ausgehen, dass circa 10% der europäischen Bevölkerung eine symptomatische Gonarthrose hat.

Spahn et al. (2011) zeigten in einer Metaanalyse zur Prävalenzbestimmung der radiologischen Gonarthrose in der Gesamtbevölkerung, dass die Prävalenz bei Männern mit 50 Jahren bei 5,6% und im Alter von über 80 Jahren bei 44,5% liegt. Die Prävalenz ist bei

Frauen mit 10,3% der 50-jährigen und 71,6% der über 80-jährigen in allen Altersgruppen signifikant höher. Zudem fanden sie, dass die Prävalenz der Gonarthrose bei asiatischen Männern und Frauen tendenziell höher ist als bei Weißen. Zudem steigt das Risiko mit erhöhtem Alter, an einer schweren Gonarthrose (Kellgren und Lawrence 3 oder 4) zu erkranken, signifikant. Frauen erkranken zudem signifikant häufiger an einer schweren Gonarthrose als Männer (Spahn, Schiele 2011).

Laut Ahlback (1968) ist die medialseitige Gonarthrose deutlich öfter vorhanden als die laterale Arthrose. Wenn mehr als ein Kompartiment betroffen ist, ist es am häufigsten eine Kombination aus einer medialen Femorotibialen und einer femoro-patellaren Arthrose (Ahlback 1968).

Der Kniegelenksersatz ist ein erst seit den 70er und 80er Jahren verbreitet angewandtes Verfahren. Heute gilt dieser als sichere und kosteneffektive Behandlungsmethode bei endgradigem Kniegelenkverschleiß (Ackerman, Dieppe 2009, Carr, Robertsson 2012, Carulli, Villano 2011) und führt bei den meisten Patienten zu einer schnellen Verbesserung der Lebensqualität (SKAR 2013).

Im Laufe der letzten Jahre stieg die Inzidenz der primären Neuimplantationen weiter stetig an. Unter diesen nahm auch der Anteil an jüngeren Patienten (zwischen 55 und 64 Jahren) zu (Mementsoudis, Della Valle 2009, Robertsson, Bizjajeva 2010, SKAR 2013). Der Kniegelenksersatz ist ein mittlerweile integriertes Verfahren zur Behandlung von Erkrankungen des Kniegelenkes mit mehr als 81900 Prothesenimplantationen in England und Wales. Davon waren mehr als 76800 Primärimplantationen (NJR 2011). In Schweden betrug die Zahl der Neuimplantationen 2015 12886 Kniegelenktotalendoprothesen (SKAR 2016). In Australien wurden 2015 50623 primäre Kniegelenktotalprothesen implantiert, was einen Anstieg von 6,1% im Vergleich zum Vorjahr bedeutet (AOA 2016). In Industrienationen steigt die Anzahl an Neuimplantationen jedes Jahr weiter an (Carr, Robertsson 2012).

In Deutschland betrug die Zahl der Primärimplantationen einer Kniegelenktotalendoprothese im Jahre 2015 134224 Prothesen. Zudem wurden 19814 Implantationen einer Schlittenprothese dokumentiert und 17677 Knieprothesenwechsel beziehungsweise Komponentenwechsel durchgeführt. Der Anteil an Frauen zur Implantation einer primären Knieprothese betrug 2015 62,63% (IQTIG 2016). Der Anteil operierter Männer steigt aber langsam an (SKAR 2016). Im Jahre 2008 betrug der Anteil an Frauen zur Primärimplantati-

on einer Knieprothese in Deutschland noch 66,5% (Falbrede, Widmer 2011). Die Zahl der Wechseloperationen ist in den letzten zehn Jahren stetig gestiegen (EPRD 2016).

Im vergangenen Jahr ist der erste Jahresbericht des Endoprothesenregisters Deutschland (EPRD) erschienen (EPRD 2016). Der Bericht bezieht sich auf die Daten des Aqua-Instituts aus dem Jahr 2014. Die eigenen Zahlen des auf freiwilliger Datenübermittlung basierenden Registers sind aktuell noch nicht zur Beurteilung der Entwicklung der Knie-totalendoprothesenimplantationen in Deutschland geeignet.

Die Inzidenz ist stark abhängig von der Altersgruppe mit einem Minimum bei den unter 45- Jährigen und einem Maximum in der Gruppe der 75-84- Jährigen. Zusätzlich schwankt die Inzidenz zwischen verschiedenen Ländern teilweise stark. In Schweden betrug die Inzidenz 2015 150,0 pro 100000 Einwohner bei den Frauen und 113,0 pro 100000 Einwohner bei den Männern. In den USA betrug die Anzahl der KTEP-Implantationen zwischen 2000 und 2004 634 pro 100000 Einwohner (Mementsoudis, Della Valle 2009).

Im letzten Jahrzehnt stieg die Prävalenz pro 1000 Einwohner stetig an mit einem Altersgipfel zwischen dem 80. und 85. Lebensjahr (SKAR 2013). In dem Swedish knee arthroplasty Register, Annual Report 2016 wurde gezeigt, dass die Prävalenz bei den 80-85 Jährigen bereits zwischen 7% bei den Männern und 9% bei der weiblichen Population liegt (SKAR 2016). Im Vergleich dazu hatten 2000 nur 3-5% der älteren Menschen eine Prothese (SKAR 2013).

Insgesamt werden mehr Frauen als Männer operiert. In der Literatur finden sich Angaben zwischen 58% und 64% (Robertsson, Bizjajeva 2010, SKAR 2013). Dieses Verhältnis gleicht sich mit steigendem Alter an und ist bei Patienten unter 45 Jahren besonders groß (Robertsson, Knutson 2001).

Das durchschnittliche Alter bei Implantation einer Knie-totalendoprothese (KTEP) beträgt ungefähr 70 Jahre (Culliford, Maskell 2010, Robertsson, Bizjajeva 2010, SKAR 2013).

1.1.5 Grundlagen der Endoprothetik, insbesondere Vorderer Knieschmerz

1.1.5.1 Indikation, Kontraindikation, Komplikationen

Es gibt verschiedene Krankheitsbilder, die eine Indikation für die Implantation eines künstlichen Kniegelenkes stützen. Die häufigste Ursache, die zu einer Gelenkdestruktion mit nachfolgendem Einbau einer Prothese führt, ist die (Osteo)-Arthrose. In der Pilotstudie der Nordic Arthroplasty Register Association von Robertsson et al. (Robertsson,

Bizjajeva 2010) wurden 88% der Patienten aufgrund einer Arthrose und 5% aufgrund einer rheumatoiden Arthritis operiert, wobei die Anzahl der letzteren im Verhältnis abnahm, da die Anzahl an Arthrosepatienten stieg. Laut dem Annual Report (2010) des Australian National Joint Registers wurden 97% der primären Knieprothesen 2009 aufgrund der Indikation „Osteoarthrose“ implantiert. Zusammen mit posttraumatischen Implantationen sind die Arthrose und die Rheumatoide Arthritis die drei wichtigsten Indikationen, die bis zu 98% der Gesamtimplantationen ausmachen (SKAR 2013). Weitere mögliche Ursachen, die zur Implantation einer KTEP führen können, sind Malignome (SKAR 2013), Spätkomplikationen anderer Arthritisformen, sekundäre Osteoarthrosen nach zum Beispiel Meniskektomie, die aseptische Knochennekrose und die hämophile Arthropathie (AOA 2010, DKAR 2010).

Die Hauptsymptome zur Entscheidung für eine Implantation einer KTEP sind laut Literatur vor allem Schmerzen und Bewegungseinschränkungen (Harris and Sledge 1990). Die Patienten sollten trotz einer länger als sechs Monate bestehenden konservativen Therapie persistierende Schmerzen haben (Carr, Robertsson 2012). Diese Therapie sollte aus Entlastung und adäquater physiotherapeutischer Beübung bestehen. Zudem ist eine begleitende Gabe von nichtsteroidalen Antiphlogistika indiziert (Harris and Sledge 1990). Die Schmerzen können entweder als Ruheschmerz oder beim Tragen von Gewichten auftreten (Carr, Robertsson 2012).

Neben der klinischen Symptomatik unterstützt auch der röntgenologische Nachweis einer fortgeschrittenen Gelenksdestruktion die Indikation zur Implantation einer KTEP (Salzmann 2001).

Für die Implantation einer Knie totalendoprothese gibt es hauptsächlich relative Kontraindikationen (Harris and Sledge 1990). Daher spielen für die Entscheidung der Operationsindikation viele verschiedene Faktoren eine Rolle. So sind Komorbiditäten, neurologische Erkrankungen des Knies, Alkoholabusus, Adipositas und ein Alter unter 50 Jahren Faktoren, die ein Abwägen der Indikation erfordern (Harris and Sledge 1990, Mancuso, Ranawat 1996). Auch andere psychische und physische Situationen wie Depression, Demenz, Inadhärenz sowie Durchblutungsstörungen, schwache Kniemuskulatur und schwerer Knochen substanzverlust können eine Entscheidung gegen einen Protheseneinbau stärken. Allerdings konnten in den letzten Jahren aufgrund der Fortschritte in der medizinischen Versorgung und der Anästhesie auch Patienten mit ungünstigerem gesundheitlichem Status

operiert werden. Die perioperative Mortalität und Morbidität sank trotz der erweiterten Patientenpopulation (Mancuso, Ranawat 1996). Eine floride (eitrige) Infektion ist eine absolute Kontraindikation (Harris and Sledge 1990).

Für das Outcome einer Operation und die Häufigkeit von Komplikationen ist auch die Erfahrung des Operateurs von Bedeutung. Je mehr Knieprothesen der Operateur eingebaut hat, desto besser ist das Ergebnis und desto geringer sind die Komplikationen (Jerosch, Heisel 1999, Robertsson, Bizjajeva 2010, Wright, Coyte 1995). Ein Grund hierfür ist, dass die Implantation einer Knieprothese keine einfache Operation ist. Die präoperative Planung der Prothese, die achsgerechte Implantation und das intraoperative Weichteilbalancing spielen eine große Rolle (Jerosch, Heisel 1999).

Der Einbau einer Knieendoprothese (KTEP) ist eine der erfolgreichsten orthopädischen Operationen mit in über 90% der Fälle guten Ergebnissen in Langzeitstudien (DKAR 2010, Ritter 2009). Aufgrund des zunehmenden Alters der Bevölkerung und der damit zunehmenden Anzahl an operationsbedürftigen Arthrosen steigt die Anzahl der Neuimplantationen jedes Jahr und damit auch die Anzahl der Revisionen (Carulli, Villano 2011, Robertsson, Lewold 2000, SKAR 2013).

Insgesamt ist das Outcome nach Implantation gut. Im letzten Jahrzehnt zeigte sich in Schweden ein 10-Jahres Revisionsrisiko nach Primärimplantation einer KTEP bei Patienten mit Arthrose von 4% und in Australien von ca. 5% (AOA 2010, SKAR 2013). In den USA liegt das Revisionsrisiko bei ca. 8% (Memsoudis, Della Valle 2009). Dennoch sind ungefähr 19% der Patienten mit primärer KTEP nicht zufrieden mit ihrem Ergebnis (Bourne, Chesworth 2010). Bei den möglichen Komplikationen unterscheidet man vor allem zwischen intraoperativen und postoperativen Komplikationen. Intraoperative Komplikationen sind mit einem Anteil von 0,7% bei allen Operationen sehr gering. Mögliche intraoperative Ereignisse können Frakturen der Patella, der Tibia oder des Femurs sein, aber auch eine Ruptur der Patellarsehne und andere Komplikationen (DKAR 2010).

Die postoperativen Komplikationen sind die Komplikationen, die kurz nach dem Eingriff oder in den darauffolgenden Jahren auftreten können und häufig auch zur Revision der Knieendoprothese führen können. Sie beeinflussen somit die in Studien ermittelte Überlebensrate der Implantate (DKAR 2010). In Dänemark lag die 10-Jahres Überlebensrate der Implantate 2009 bei ca. 92,6% (92,2%-93,1%) (DKAR 2010).

Direkte postoperative Komplikationen sind zum Beispiel Wundheilungsstörungen, Infektionen, tiefe Beinvenenthrombosen und Lungenembolien sowie kardiale, gastrointestinale, neurologische und andere Ereignisse (DKAR 2010, Memtsoudis, Della Valle 2009). Des Weiteren kann es zu Parästhesien im Versorgungsgebiet des R. infrapatellaris des N. saphenus kommen. Auch Patellarsubluxationen oder -dislokationen können vorkommen, letztere besonders auch nach Implantation mit Retropatellarersatz (DKAR 2010).

Die häufigsten Komplikationen, die zur Revision einer KTEP führen, sind die aseptische Lockerung, Infektionen und Instabilität (Sharkey, Hozack 2002). Lockerung ist meist eine späte Komplikation, die durch zunehmende Schmerzen, Funktionseinschränkung, Probleme beim Tragen schwerer Gegenstände und durch ein verändertes Gangbild auffällt (Carulli, Villano 2011). Sie entsteht meist durch Abnutzung des Implantats, welche beeinflusst wird durch die Zeit und durch die Aktivität des Patienten, weshalb dies besonders auch junge und aktive Patienten betrifft (Naudie, Ammeen 2007). Die aseptische Lockerung ist mit ca. 30% der häufigste Revisionsgrund (Graves, Davidson 2004) gefolgt von Infektionen mit einem Anteil von ungefähr 20% (AOA 2010). Die Infektion wird meist kurz nach der Operation diagnostiziert, kann aber generell zu jedem Zeitpunkt erstmalig auftreten (SKAR 2013). Insgesamt ist das Revisionsrisiko in den letzten Jahren kontinuierlich regredient (SKAR 2013). Instabilität zeigt sich meist früh und äußert sich vor allem in nach der Implantation weiterbestehenden Symptomen wie Schmerzen etc., die sich im Laufe der Rehabilitationsphase nicht wesentlich verbessern (Carulli, Villano 2011).

Es gibt diverse Einflussfaktoren, die die Revisions- bzw. Komplikationsrate beeinflussen. So ist die primäre Grunderkrankung zum Beispiel bei Infektionen von Bedeutung, da Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis ein höheres Infektionsrisiko haben. Dieses wird unter anderem der Einnahme von Kortikosteroiden und Immunsuppressivern zugeschrieben (SKAR 2013). Aber auch Männer haben eine höhere Inzidenz von Revisionen aufgrund einer Infektion als Frauen (AOA 2010, Robertsson, Knutson 2001). Insgesamt haben Patienten mit rheumatoider Arthritis eine bessere Implantat-Überlebensrate als Patienten mit einer primären Arthrose (DKAR 2010).

Auch das Alter und das Geschlecht beeinflusst die Revisionsrate. So zeigte sich in mehreren Studien eine höhere Misserfolgsrate bei jüngeren und/ oder männlichen Patienten (DKAR 2010, Santaguida, Hawker 2008, SKAR 2013). Diese Beobachtung wird unter anderem auf eine

höhere Belastung durch aktivere Patienten und das verstärkte Drängen auf Schmerzfreiheit bei jüngeren Patienten zurückgeführt (SKAR 2013).

Die Eigenschaften des Implantats und dessen Einbau beeinflussen ebenfalls das Langzeitergebnis. Hierunter fallen die Art der Fixierung (zementiert vs. nicht-zementiert), die Nutzung eines Retropatellarersatzes und allgemeine Implantateigenschaften wie zum Beispiel die intrinsische Stabilität oder die Beweglichkeit der implantierten Elemente (Carr, Robertsson 2012).

Weitere mögliche Komplikationen, die im Verlauf zu einer Revision der Prothese führen können, sind rezidivierende (Sub-)Luxationen, periprothetische Frakturen, anhaltende Schmerzen unklarer Genese, sekundärer Retropatellarersatz, Abnutzung des Polyethylen-Inlays und Bruch einer Implantatkomponente (DKAR 2010, Graves, Davidson 2004).

1.1.5.2 Komplikation „Vorderer Knieschmerz“

Femoro-patellare Komplikationen gehören zu den häufigsten Problemen nach Implantation einer Knie-TEP (Jerosch, Heisel 1999, Kainz, Reng 2012). Für die Aufstellung der Diagnose „Vorderer Knieschmerz“ ist es wichtig, in der Anamnese auf typische Symptome zu achten. Diese sind laut Kujala et al. (1993) vor allem Probleme beim langen Sitzen mit gebeugten Knien und verstärkte Schmerzen beim Treppenhinuntergehen im Vergleich zum Treppensteigen.

Es gibt mehrere Ursachen für die Entstehung eines vorderen Knieschmerzes. Laut Seitlinger et al. (2011) gibt es vor allem drei Krankheitsbilder, die zu Beschwerden im patellofemorale Gelenk führen. Diese sind der patellofemorale Schmerz, die patellofemorale Instabilität und die patellofemorale Arthrose.

In dieser Arbeit liegt das Augenmerk vor allem auf Ursachen, die gehäuft zum Einsatz eines Retropatellarersatzes führen. Die primäre Indikation zur Implantation eines Retropatellarersatzes bei vorderem Knieschmerz ist die Retropatellararthrose. Diese entsteht bei Veränderungen der Biomechanik durch zum Beispiel Veränderung der Größe oder der Lage der Kontaktfläche oder Erhöhung des Anpressdruckes, was verschiedene, im Folgenden näher erläuterte, Gründe haben kann (Seitlinger, Beitzel 2011). Der Retropatellar- und Trochleaersatz kann allein erfolgen oder im Rahmen einer Implantation einer Knie-totalendoprothese (AOA 2010). Der alleinige Retropatellarersatz ist bei isolierter Retropatellararthrose indiziert, welche zum Beispiel aus einer jugendlichen chondromalacia

patellae entstehen kann ^(Harris and Sledge 1990). Auch habituelle Luxationen bei Patellainstabilität können zu einer Retropatellararthrose führen ^(Herrmann, Lenz 2012).

Laut Kujala et al. (1993) und Carulli et al. (2011) ist der (nach Implantation mögliche) anomale Lauf der Patella einer der häufigsten intraartikulären Gründe nach Implantation einer Knie totalendoprothese (KTEP), der zu einer sekundären Retropatellararthrose führen kann. Das Prothesendesign oder ein fehlerhafter Einbau des femoralen oder tibialen Kompartimentes können die Interaktion zwischen der Patella (mit oder ohne Retropatellarersatz) und der Trochlea femoris verändern. Dieses kann dann zum vorderen Knieschmerz durch Instabilität mit lateraler Subluxation oder Dislokation, Patellamaltracking und Bandinsuffizienzen führen ^(Carulli, Villano 2011, Springorum, Rath 2011).

Eine weitere mögliche Ursache ist, dass es bei Implantation einer KTEP ohne Retropatellarersatz durch eine erhöhte Reibung zu einem Fortschreiten der Retropatellararthrose kommen kann, welches sich vor allem in Schmerzen beim Kniebeugen äußert ^(Carulli, Villano 2011).

Es gibt mehrere Fragebögen zur Erfassung des vorderen Knieschmerzes. Für diese Dissertation wurden der Kujala-Score und der Turba-Score gewählt, da diese speziell zur Erfassung des vorderen Knieschmerzes entwickelt wurden ^(Kujala, Jaakkola 1993).

Eine Möglichkeit zur Therapie des vorderen Knieschmerzes bei bestehender Retropatellararthrose ist sowohl vor, während als auch nach der Implantation einer KTEP das Einbringen eines Retropatellarersatzes. Die Nutzung eines Retropatellarersatzes schwankt stark zwischen verschiedenen Ländern. So wurden im Jahr 2010 in Schweden nur bei 3% aller KTEPs ein Retropatellarersatz durchgeführt ^(SKAR 2013). Im Annual Report 2010 des dänischen knee arthroplasty register zeigen die Daten, dass 2009 bei fast 80% aller KTEPs ein Retropatellarersatz erfolgte. Gemäß dem australischen Annual Reports von 2010 wurde im Vorjahr bei 47% der KTEPs das patello- femorale Gelenk mit ersetzt.

Warum die Anzahl zwischen den Ländern so stark schwankt, ist ungeklärt ^(SKAR 2013). In der Literatur findet man Hinweise auf eine erhöhte Revisionsrate bei Knie totalendoprothesen ohne primären Retropatellarersatz. Die höhere Revisionsrate ist bedingt durch die Notwendigkeit der sekundären Implantation eines Retropatellarersatzes bei auftretendem femoropatellarem Schmerz. Der Hauptanteil dieser Revisionen fällt in den ersten zwei bis drei Jahren postoperativ an ^(AOA 2010, SKAR 2013).

Der Hauptanteil an Patienten mit Retropatellarersatz besteht aus Frauen und jüngeren Patienten unter 65 Jahren ^(AOA 2010). Patienten mit rheumatoider Arthritis erhalten meist einen Retropatellarersatz, da sich nach kompletter Entfernung des Gelenkknorpels entzündete Synovia beruhigt und das Gelenk in aktiven rheumatoiden Schüben nicht mehr involviert wird ^(Harris and Sledge 1990).

1.1.6 Die Aequos-Prothese im Vergleich zu herkömmlichen Prothesen

In der Endoprothetik gibt es eine große Vielfalt an Kniegelenksprothesen, die sich auch zwischen den einzelnen Herstellern unterscheiden können. Die am häufigsten verwendeten Modelle sind die Totale- oder auch Trikompartimentelle Endoprothese, die unikonnyläre Knieprothesen (unilateralen Schlittenprothesen), die biconnylären Oberflächenersatzprothesen, teilgekoppelte Knieprothesen sowie die gekoppelten (achsengeführten) Knie totalendoprothesen („rotating“, Fixed hinge“) ^(Flören and Reichel 2011, SKAR 2013). Eine weitere Form des Gelenkersatzes ist der Retropatellarersatz (patello-femorale Arthroplastik), der alleine oder im Rahmen einer Knie totalendoprothese in Frage kommt. Zusätzlich gibt es noch Revisionsendoprothesen, die hauptsächlich zur Revision beziehungsweise bei schwierigen Primärimplantationsfällen zum Einsatz kommen ^(SKAR 2013).

Bei dem hier evaluierten Oberflächenersatz handelt es sich mit der Aequos G1 Prothese um eine Knie totalendoprothese, weshalb diese im Folgenden näher betrachtet wird.

Die Knie totalendoprothese ist der am häufigsten benutzte Prothesentyp. Im Annual Report 2010 des Danish Knee Arthroplasty Register waren 90% aller Primärimplantationen KTEPs. Man unterscheidet Single Radius von Multi- Radius Totalendoprothesen. Single Radius Designs haben symmetrische Femurkondylen mit einander angepassten Krümmungsradien, die Multi-Radius Designs sind weniger kongruent und besitzt deshalb mindestens zwei Drehzentren ^(Larsen, Jacofsky 2015, Mittelmeier, Souffrant 2011). Zudem unterscheidet man bei den Inlays fixierte von mobilen Gleitlagern (fixed oder mobile bearing) ^(Flören and Reichel 2011).

Das Ziel bei der Implantation einer KTEP ist, für den individuellen Patienten mit möglichst geringem Risiko Schmerzfreiheit, Stabilität und eine Durchführbarkeit normaler Aktivitäten zu erreichen. Außerdem soll das Ergebnis möglichst lange anhalten ^(DKAR 2010, Jerosch, Heisel 1999, Kim, Rand 1993, Salzmänn 2001). Dieses soll durch ein möglichst physiologi-

ches Bewegungsspektrum erreicht werden. Hierfür werden defekte Gelenkanteile ersetzt und intakte Strukturen geschont (Jerosch, Heisel 1999).

Laut biomechanischer Theorien sollte bei einer Knieendoprothese bei Flexion eine Roll-Gleit-Bewegung stattfinden sowie eine partielle Rotation um die Tibiaachse ermöglicht werden (Witzel 2001). Es gibt bisher aber nur wenige Prothesen, die eine a.-p.-Roll-Gleitbewegung ermöglichen (Frosch, Floerkemeier 2009).

Das Ziel der Aequos Knieendoprothese ist laut Frosch et al. (2009) die Herstellung einer Prothese, die während der Bewegung das natürliche Roll-Gleit-Verhalten des gesunden Knies nachempfindet. Die verbesserte Kinematik soll auch die Reibung positiv beeinflussen, da die Rollreibung geringer ist als die Gleitreibung. Die Prothese besteht aus CoCrMo und dem jeweils zugehörigen Polyethylen- (PE-)Inlay.

Die meisten zurzeit implantierten Knieendoprothesen haben nicht die mediolaterale



Abb. 13: Die "Aequos G1"-Endoprothese aus Frosch, Floerkemeier 2009

Asymmetrie des natürlichen Kniegelenkes, sondern haben ein konzentrisches Tibiaplateau, so dass ein Roll-Gleit- Verhalten nicht möglich ist (Frosch, Floerkemeier 2009).

Das Design der Aequos G1- Knieendoprothese kommt der Anatomie des Kniegelenkes nahe und greift das Prinzip des Viergelenkes auf. Das laterale Tibiaplateau ist in sagittaler Richtung entsprechend dem natürlichen Kniegelenk konvex, das mediale Tibiaplateau ist konkav geformt. Zudem besteht ein sagittaler Versatz des lateralen Kompartiments von ca. 3mm nach dorsal. Dadurch kommt die Kinematik der des natürlichen Kniegelenkes nahe. Kollateralbänder und

hinteres Kreuzband bleiben bei diesem Prothesendesign erhalten (Frosch, Floerkemeier 2009, Frosch, Nagerl 2009).

1.2 Fragestellung und Zielsetzung

Das Ziel der hier vorliegenden Dissertation ist, Daten zum klinischen und radiologischen Ergebnis nach Implantation der Knieendoprothese des Typs Aequos G1 innerhalb eines Jahres zu erheben. Da das beste Ergebnis meist nach einem Jahr erreicht

ist und sich danach nicht mehr stark verändert ^(DKAR 2010), ist es möglich, diese mit Daten anderer bereits etablierter Prothesen zu vergleichen. In dieser Arbeit wird nicht nur Wert auf das funktionelle Outcome gelegt, sondern ebenfalls auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Zusätzlich liegt ein besonderes Augenmerk auch auf der Patella und dem häufig in Verbindung mit Knieprothesen stehenden vorderen Knieschmerz nach Implantation.

2 Material und Methoden

2.1 Patienten/Stichprobe

Es wurden insgesamt 26 Patienten in die folgende Studie aufgenommen. Nach 6 Monaten wurden 25 Patienten untersucht und nach 12 Monaten gingen 22 Patienten in die Endauswertung mit ein. Das Durchschnittsalter aller präoperativ untersuchten Teilnehmer betrug 68,77 Jahre, mit einem Minimum von 55 Jahren und einem Maximum von 83 Jahren, wodurch sich eine Standardabweichung (SD) von 7,20 ergibt. Der durchschnittliche Body Mass Index (BMI) war $31,48\text{kg/m}^2$, $SD=5,90$ mit einem Minimum von $23,71\text{kg/m}^2$ und einem Maximum von $45,91\text{kg/m}^2$. Von den präoperativ erfassten Teilnehmern waren 20 weiblich und 6 männlich, was einem Frauenanteil von 76,92% entspricht.

Die Patienten wurden nach dem Aktivitätsindex nach Insall et al. in drei Gruppen (A-C) unterteilt (Insall, Dorr 1989). Nach dieser Klassifikation waren 42,30% der Gruppe A (Gehleistung nur durch betroffenes Knie eingeschränkt), 38,46% der Gruppe B (Gehleistung durch beide Knie eingeschränkt) und 19,23% der Patienten der Gruppe C (Gehleistung durch andere relevante Erkrankungen reduziert) zuzuordnen.

Die Indikation zur Implantation einer Knieendoprothese erfolgte bei 42,30% (11) der Patienten aufgrund einer primären Gonarthrose. Bei 46,15% (12) der präoperativ untersuchten Teilnehmer fand sich anamnestisch außerdem eine vorbestehende Weichteilverletzung (z.B. Meniskus). 7,70% (2) der Patienten gaben eine Osteochondrosis dissecans und 3,84% (1) eine in jüngeren Jahren erfolgte Umstellungsosteotomie an. Bei 14 Patienten wurde das rechte, bei 12 Patienten das linke Knie operiert. Bei vier Patienten (15,4%) wurde primär aufgrund einer Arthrose im patellofemorale Gelenk ein Retropatellarersatz durchgeführt.

Aufgrund des fortgeschrittenen Alters des Patientenkollektives fanden sich zusätzlich weitere relevante Grunderkrankungen, die im folgenden Abschnitt dargestellt werden. Sechs Patienten litten unter pulmonalen Vorerkrankungen, zwei hatten eine Lungenembolie, vier hatten eine bekannte chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) beziehungsweise ein vorbekanntes Asthma bronchiale. 15 Patienten hatten eine arterielle Hypertonie, davon eine mit Zustand nach Myokardinfarkt mit Bypass-Versorgung und ein Patient mit Vorhofflimmern und Marcumar-Therapie. Als relevante Stoffwechselerkrankungen fanden sich sechs Patienten mit einem Diabetes mellitus Typ II und sechs

Patienten mit einer vorbeschriebenen Schilddrüsenvorerkrankung. Orthopädisch imponierten vor allem Polyarthrosen, aber auch Traumafolgen kamen vor. Eine Patientin hatte einen Unfall mit Sprunggelenks- und Tibiakopffraktur auf der nicht operierten Seite, die aber die Gehfähigkeit deutlich beeinträchtigte. Zwei Patienten hatten eine bekannte Osteoporose. Weitere für den postoperativen Verlauf interessierende Vorerkrankungen waren eine Wundheilungsstörung bei Einnahme von Cortison, zwei Patienten hatten ein bekanntes Tumorleiden, ein Patient litt unter einer Depression.

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Bayerischen Landesärztekammer genehmigt.

2.2 Hard- und Software

Die statistische Auswertung und Verarbeitung der Daten erfolgte mittels der Programme IBM SPSS Statistics für Windows (Version 21.0) und Microsoft Excel 2010.

2.3 Studienbeschreibung

Für die Evaluierung der Knieprothese Typ AEQUOS G1 wurde eine klinische Verlaufsstudie gewählt. Die Patienten sollten im Verlauf eines Jahres vier Mal anhand eines Evaluationsbogens untersucht werden. Es wurden die visuelle Analogskala (VAS) für Schmerz, der Knee Society Score (KSS) und der Oxford Knee Score (OKS) erhoben. Zur Evaluierung des Gesundheitszustandes der Patienten wurde der SF-36 berechnet. Zur Erfassung der patellaren Beschwerden wurden zusätzlich der Kujala- und der Turba-Score erhoben. Zusätzlich wurden die Patienten nach dem Aktivitätsindex nach Insall erfasst. Die erste Untersuchung fand präoperativ statt, die anderen drei jeweils postoperativ – vor Entlassung, nach sechs Monaten und nach einem Jahr. In die Studie sollten 25 Patienten eingeschlossen werden.

Eingeschlossen wurden Patienten, bei denen die Indikation zur Implantation einer Knie-totalendoprothese aufgrund einer Gonarthrose gestellt worden war. Ausschlusskriterien waren eine Achsabweichung von mehr als 10°, vorbestehende Verletzungen des hinteren Kreuzbandes und das Vorliegen von absoluten Kontraindikationen zur Implantation einer Knie-totalendoprothese.

Alle Patienten erhielten die Knie-totalendoprothese Typ AEQUOS G1 zementiert. Die Patella wurde selektiv nach Ermessen des Operateurs ersetzt. Ein Ersatz wurde nicht durchgeführt bei guter Knorpelbeschaffenheit sowie wenn die Patella zu klein oder zu dünn war, um einen Retropatellarersatz zu bekommen.

Die Patienten wurden von einem Operateur operiert. Die Untersuchung der Patienten erfolgte durch die Doktorandin. Die Fragebögen wurden von den Patienten beantwortet, Fragen oder Probleme (zum Beispiel Lesen bei vergessener Brille) konnten mit der Doktorandin geklärt werden.

Mit einem Durchschnittsalter von 68,77 Jahren entspricht die Stichprobe der allgemeinen Altersverteilung bei Implantation einer Prothese. Im Jahre 2009 war das Durchschnittsalter in Schweden bei Implantation einer Prothese 69 Jahre ^(SKAR 2013). Der Frauenanteil bei Implantation einer primären Knieprothese überwiegt den Männeranteil. Dennoch war der Frauenanteil in der Stichprobe mit 76,92% überdurchschnittlich hoch. 2008 lag der Frauenanteil mit Implantation einer primären Knieprothesen in Deutschland bei 66,5% ^(Falbrede, Widmer 2011).

2.4 Methoden (Untersuchungsmethoden, Operationstechnik)

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, Schmerzen und Lebensqualität zu erfassen und die Wirkung eines Eingriffes zu ermitteln. Im folgenden Abschnitt sind hierfür die für diese Dissertation angewandten relevanten Verfahren näher aufgeführt.

2.4.1 Körperliche Untersuchung

Jeder Patient erhielt zu allen vier Zeitpunkten eine klinische Untersuchung (s. Anhang Abb. A 3 und Abb. A 4). Bei der Inspektion wurde auf Weichteilschwellungen, Prellmarken, Infektzeichen, grobe Beinachse etc. geachtet. Zudem wurde auf neurologische Ausfallserscheinung des N. femoralis und N. ischiadicus geachtet. Anschließend wurde das Gelenk palpirt und die Beweglichkeit aktiv und passiv geprüft. Hierbei war neben dem Bewegungsumfang auch das Vorhandensein eines aktiven Streckdefizites oder einer Beugekontraktur von Bedeutung. Es wurde überprüft, ob ein Erguss des Kniegelenkes klinisch vorhanden ist. Die Stabilität des Kniegelenkes in anteroposteriorer und mediolateraler Richtung wurde ebenfalls bestimmt und dokumentiert.

Bezüglich der Patella wurde getestet, ob und wenn ja, in welchem Ausmaß ein Schmerz bei retropatellarer Kompression vorhanden ist. Zudem wurde überprüft, ob eine Patella-Hypermobilität vorliegt. Ein besonderes Augenmerk galt dem Quadrizepsmuskel mit Blick auf Atrophie und Kraftentfaltung.

2.4.2 Bildgebung

Sowohl präoperativ als auch postoperativ wurden Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes angefertigt. Präoperativ wurden Übersichtsaufnahmen (a.-p. Aufnahme, seitliche Aufnahme, Patella axial) sowie eine Ganzbeinaufnahme durchgeführt. Soweit nicht anders angegeben entstammen die Bilder der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg mit freundlicher Genehmigung durch Direktor Prof. Dr. med. M. Ruder. Anhand der Ganzbeinaufnahme erfolgte die Ausmessung des femorotibialen Winkels. Die Bilder wurden in Hinblick auf das Vorhandensein von Osteophyten, subchondraler Sklerosierung, Gelenkspaltverschmälerung (varusbetont, valgusbetont, konzentrisch oder keine) betrachtet. Auf das Vorliegen eines Knochensubstanzverlustes an Femur, Tibia und Patella wurde geachtet. Die Lage der Patella wurde anhand der Tangentialaufnahmen eruiert (normal, subluxiert, luxiert, patellektomiert, sonstige oder Aufnahme nicht vorhanden). Zusätzlich erfolgte die Einteilung anhand der Kellgren und Lawrence Klassifikation.

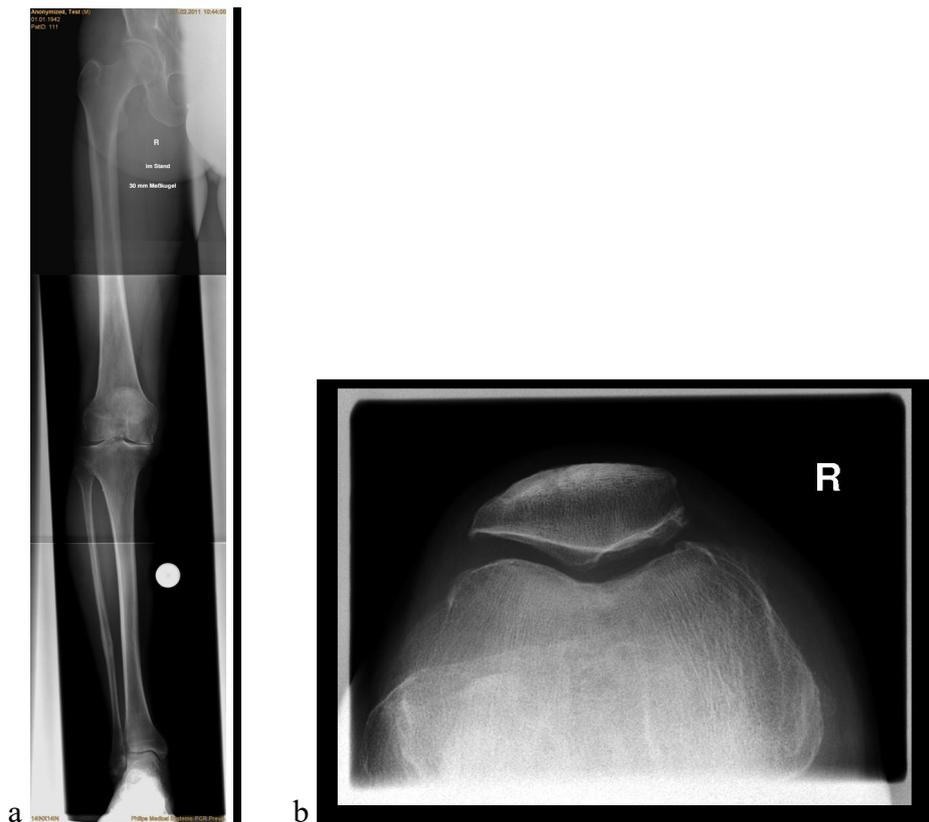


Abb. 14a) Ganzbeinaufnahme rechtes Bein, b) Patella axial rechts

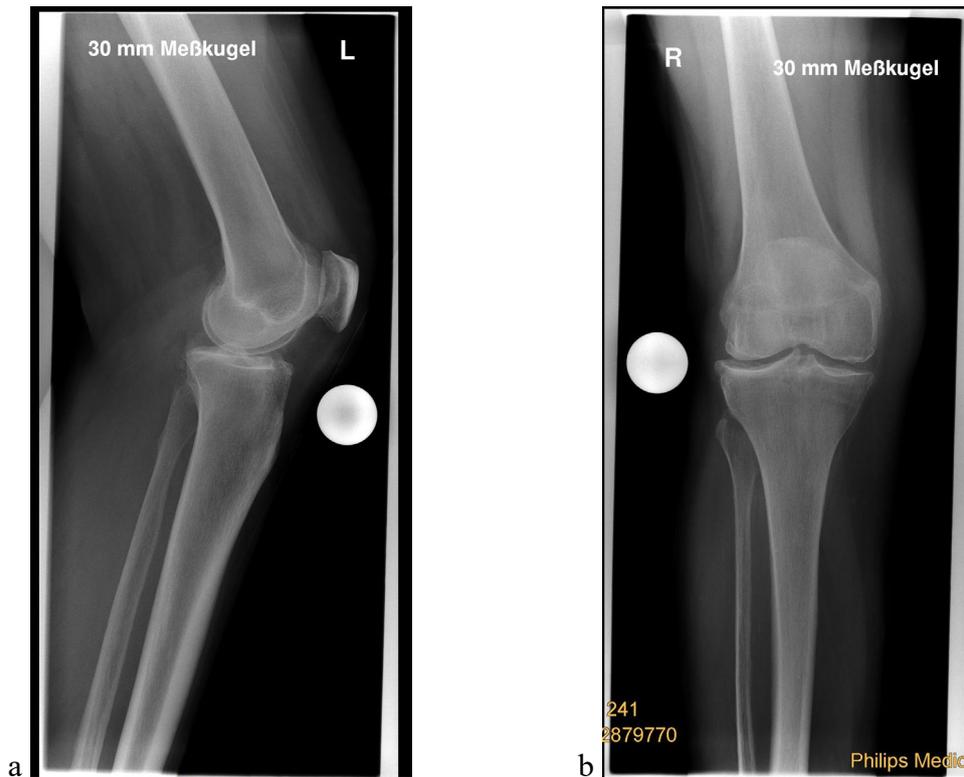


Abb. 15: Präoperative Übersichtsaufnahmen mit Messkugel a) seitliche Aufnahme linkes Knie, b) a.-p. Aufnahme rechtes Knie

Direkt postoperativ erfolgte eine radiologische Kontrolle (a.-p. und seitliche Aufnahme). Bei der Halbjahreskontrolle wurde eine erneute radiologische Diagnostik nur bei entsprechender Beschwerdesymptomatik durchgeführt.

Bei der Kontrolle ein Jahr postoperativ erfolgten die Übersichtsaufnahmen und die Ganzbeinaufnahme. Bei der Jahreskontrolle wurden zusätzlich der femorale und tibiale Winkel bestimmt sowie auf mögliche Lockerungszeichen und das Vorliegen von Osteolysen geachtet. Es wurde dokumentiert, ob der Zementmantel homogen verteilt ist und ob Osteophyten vorhanden sind.

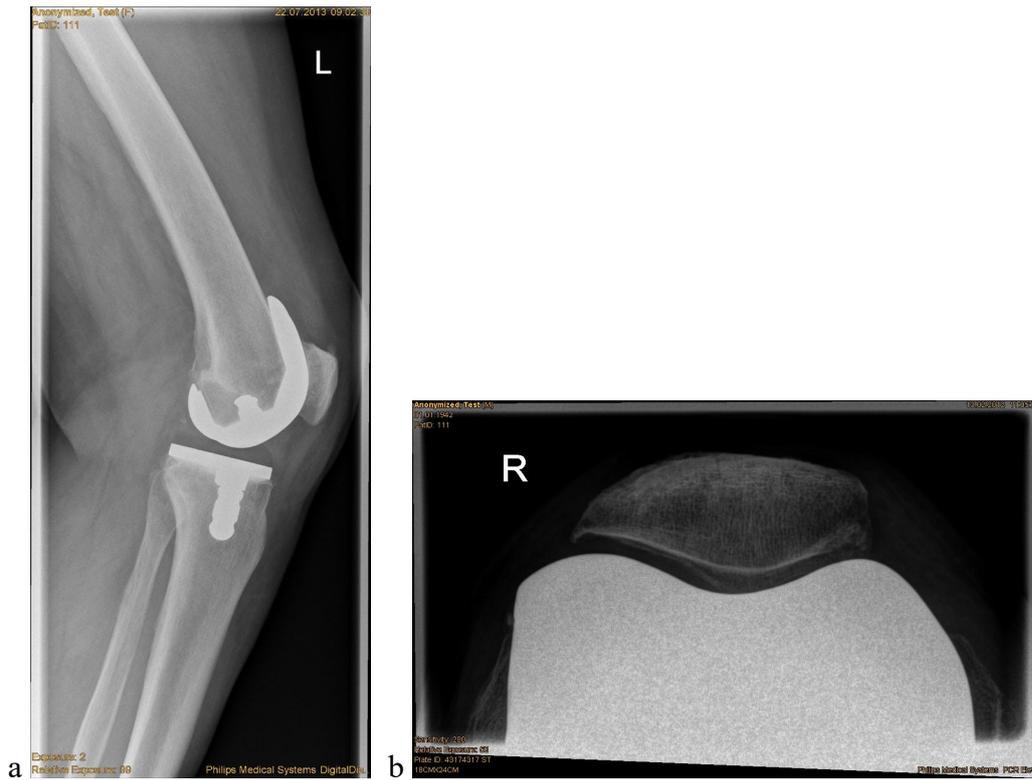


Abb. 16: Übersichtsaufnahmen ein Jahr Post-OP a) seitliche Aufnahme linkes Knie, b) Patella axial rechts

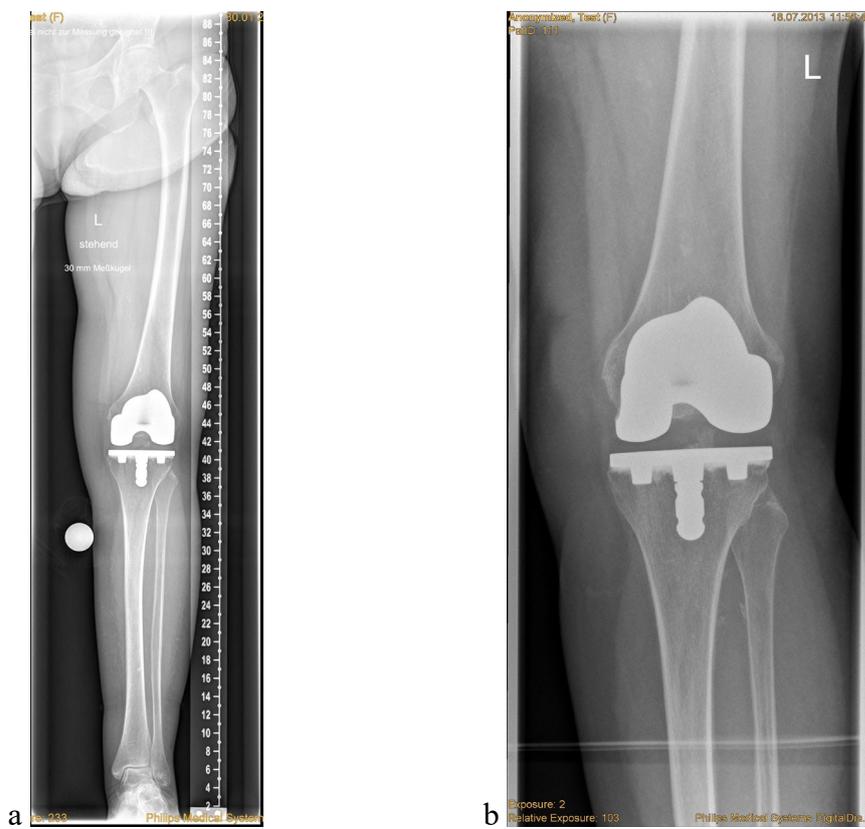


Abb. 17: Postoperative Aufnahmen a) Ganzbeinstandaufnahme linkes Bein, b) a.-p. Aufnahme linkes Knie

2.4.3 Allgemeine Fragen an den Operateur

Unmittelbar vor der Entlassung der Patienten wurde von dem Operateur ein Fragebogen ausgefüllt. Dieser beinhaltet insgesamt 10 Felder mit Fragen bezüglich der Endoprothese im Vergleich zu den bisher verwendeten Implantaten, mit Fragen nach der Notwendigkeit von Balancing der Lateralbänder sowie des Zustandes des posterioren Kreuzbandes postoperativ. Zusätzlich gab es Fragen zu der Zufriedenheit mit dem OP-Instrumentarium und die Möglichkeit, mögliche Mängel zu beschreiben.

2.4.4 Fragebögen Knie

Laut Murray et al. (2007) gibt es nicht **den** Fragebogen, der uneingeschränkt bei jedem Patienten angewandt werden kann. Um möglichst alle Qualitäten des Patientenempfindens ausreichend erfassen zu können, wurden deshalb mehrere standardisierte Fragebögen für die folgende Studie ausgewählt.

2.4.4.1 Knee Society Score (KSS)

Der Knee Society Score besteht aus zwei verschiedenen Fragebögen (s. Anhang Abb. A 5).

Der eine Teil – Knee Score genannt – besteht aus sieben Fragen. Diese basieren auf den Kategorien Schmerzen, Stabilität, (Varus-/Valgus) Ausrichtung und Beweglichkeit. Der Kniescore gibt Aufschluss über die Kniefunktion. Für die Beantwortung des Kniescores wird sowohl die körperliche Untersuchung durch einen Arzt als auch die Patienteneinschätzung vor allem in Hinblick auf Schmerzen benötigt. Der untersuchende Arzt misst das Bewegungsausmaß von Extension/Flexion nach der Neutral- Null- Methode. Hierfür reicht bereits ein Bewegungsausmaß von 125°, um die entsprechende maximale Punktzahl zu erzielen. Zusätzlich testet er die Stabilität des Kniegelenkes sowohl anterior- posterior als auch mediolateral. Außerdem wird für die Ausrichtung der Beinachse die Varus-/Valguseinstellung auf dem Röntgenbild in einer Beinganzaufnahme im Stand ausgemessen. Die maximal zu erreichende Punktzahl beträgt 100 Punkte, was ein schmerzfreies Knie ohne Bewegungseinschränkung und Instabilitätszeichen bedeutet.

Der zweite Teil – Function Score genannt – besteht aus drei Fragen, die vom Patienten beantwortet werden. Der Funktionsscore erfasst vor allem die Patientenmobilität. Er erfasst die dem Patienten mögliche Gehstrecke, die Fähigkeit des Treppensteigens und – hinabgehens sowie die Notwendigkeit der Zuhilfenahme von Gehhilfen. Der Patient

erhält 100 Punkte, wenn er ohne Limitation laufen kann, ohne Probleme Treppen auf- und absteigt und keinerlei Gehhilfe benötigt.

Der Funktionsscore kann nicht nur durch das Knie selber bedingt negativiert werden, sondern auch der Einfluss von externen medizinischen, auch muskuloskeletalen Begleiterkrankungen kann die Punktzahl erniedrigen ^(DKAR 2010).

2.4.4.2 Visuelle Analogskala Schmerz

Die visuelle Analogskala ist eine Skala von 0 bis 10 (s. Anhang Abb. A 6). Die Patienten wurden dazu aufgefordert, ihren Knieschmerz auf der Schmerzskala einzuordnen, bei der 0 „gar kein Schmerz“ und 10 „der maximal vorstellbare Schmerz“ bedeutet. Dieses Verfahren wurde wie auch der Einsatz der anderen Fragebögen zu jeder der vier Untersuchungen angewandt.

2.4.4.3 Oxford Knee Score (OKS)

Der Oxford Knee Score ist ein international anerkannter Fragebogen, der dazu entwickelt wurde, das Outcome nach Implantation einer KTEP zu bewerten (s. Anhang Abb. A 7). Weiterhin kann er auch dazu benutzt werden, anhand von vorhandenen Studien bei vorliegenden präoperativen Punktwerten annäherungsweise eine Vorhersage zu dem zu erwartenden postoperativen Ergebnis zu treffen ^(Murray, Fitzpatrick 2007). Laut einer epidemiologischen Studie von ^(Dunbar, Robertsson 2001) ist der OKS der beste krankheitsspezifische Fragebogen mit der höchsten Reliabilität für die Beurteilung eines Kniegelenkersatzes. Der OKS ist ein reliabler, valider und reagibler Fragebogen, der speziell auf die Betrachtung des Gelenkes abzielt, um die Sensitivität bezogen auf das Outcome noch zu erhöhen. Deshalb wurde bei der Entwicklung des Oxford Knee Scores versucht, den Einfluss von Komorbiditäten möglichst gering zu halten ^(Murray, Fitzpatrick 2007). Der Fragebogen kann von den Patienten eigenständig beantwortet werden, sodass eine eventuelle, unbeabsichtigte Beeinflussung von außen möglichst unterbunden wird ^(Pynsent, Fairbank 1993). Der OKS besteht aus zwölf Fragen mit je fünf Antwortmöglichkeiten, denen jeweils ein Zahlenwert von 1 bis 5 in aufsteigender Reihenfolge zugeordnet wird. Ein Punkt steht für ein sehr gutes Ergebnis, keine oder wenig Symptome, wohingegen fünf Punkte für einen schlechten Befund beziehungsweise viele Symptome stehen. Die Punkte der vom Patienten ausgewählten Fragen werden im Anschluss zusammenaddiert. Somit können Punktwerte zwischen zwölf und 60 Punkten erzielt werden, mit zwölf als die beste zu erreichende Punktzahl. Für den Fall, dass ein Patient zwei Antwortmöglichkeiten für

eine Frage wählte, wird die Antwort mit der höheren Punktzahl gewertet (Murray, Fitzpatrick 2007). Es gibt mittlerweile Abwandlungen im Punktesystem des OKS mit einer Punkteverteilung zwischen 0 und vier, mit vier als bestem Ergebnis. Diese werden wiederum zusammenaddiert, sodass man auf Werte zwischen 0 und 48 kommt, mit 48 als bestes Ergebnis/wenigste Beschwerden. Das 60 zu 12 Punktesystem lässt sich in das neue 0 zu 48 Punktesystem umrechnen (und umgekehrt), indem man das im herkömmlichen Fragebogen erzielte Ergebnis von 60 subtrahiert (Murray, Fitzpatrick 2007, Weale, Halabi 2001).

2.4.4.4 SF-36 Fragen zum Gesundheitszustand

Im Rahmen einer Kniegelenksersatz- Operation soll auch die Lebensqualität des Patienten erhalten oder wenn möglich verbessert werden (Bullinger 2000). Laut Carr et al. (2012) gehören die Gelenkersatz- Operationen zu den erfolgreichsten Operationen, die zu einer substantiellen Lebensqualität-Verbesserung von Menschen mit endgradiger Arthrose führen. Die Frage nach der Lebensqualität hilft bei der Bewertung von Therapien und deren Nutzen. Im SF-36 wird nicht nur nach der physischen Verfassung gefragt, sondern ebenso nach psychischen und sozialen Aspekten, die die Lebensqualität auch beeinträchtigen können (Bullinger 2000).

Der SF-36 Gesundheitsscore (36-Item-Short-Form Health Survey) besteht aus 36 verschiedenen Fragen, welche vom Patienten beantwortet werden sollen. Zu jeder Frage gibt es zwischen zwei („ja-nein“) und maximal sechs Antwortmöglichkeiten, aus denen der Patient die Antwort auswählen soll, die seinem subjektiven Empfinden am nächsten kommt (s. Anhang Abb. A 8).

Der SF-36 ist noch einmal in acht Subskalen untergliedert. Zu diesen gehören Fragen unterschiedlicher Anzahl. Die einzelnen Skalen erfassen die körperliche Funktionsfähigkeit (zehn Fragen), die körperliche Rollenfunktion (vier Fragen) und körperliche Schmerzen (zwei Fragen) sowie die allgemeine Gesundheitswahrnehmung (fünf Fragen), Vitalität (Energie/Müdigkeit (vier Fragen)) und das Sozialverhalten (zwei Fragen). Die letzten zwei Skalen erfragen die emotionale Rollenfunktion (drei Fragen) und das psychische Wohlbefinden (fünf Fragen). Die Frage nach der Veränderung des Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr ist keiner dieser acht Untergruppen zugehörig (Bullinger 2000).

Die Fragen und Skalen des SF-36 sind so aufgebaut, dass ein höherer Punktwert einen besseren Gesundheitszustand indiziert (Ware 1993). Insgesamt können in jedem der acht

Subskalen zwischen 0 und 100 Punkte erzielt werden, mit 100 als bestmöglichem Gesundheitsstatus. Für fünf der Skalen (körperliche Funktionsfähigkeit (PF), körperliche Rollenfunktion (RP), körperliche Schmerzen (BP), Sozialverhalten (SF), emotionale Rollenfunktion (RE)) ist 100 als bestmöglichster Punktwert dann erreicht, wenn keinerlei Einschränkung oder körperliche Unfähigkeit vorliegt. Drei der Skalen (allgemeine Gesundheitswahrnehmung (GH), Vitalität (VT), psychisches Wohlbefinden (MH)) sind „bipolar“ und messen einen viel größeren Gesundheitsumfang. Hier wird, wenn keine Einschränkungen oder körperliche Unfähigkeiten vorliegen, nur ein Wert von 50 Punkten erreicht. Um den Höchstwert von 100 Punkten zu erreichen, müssen die Befragten nicht nur von einem guten Allgemeinzustand berichten, sondern auch ihre Gesundheit vorteilhaft evaluieren ^(Ware 1993).

Zur Berechnung der Subskalen bedarf es zunächst der Umkodierung von 10 Items entsprechend des SF-36 Health Survey Manual and Interpretation Guide oder mittels eines dafür entwickelten Programmes. Danach werden die endgültigen Item-Werte jeder Subskala summiert und mittels der Formel

„Transformierte Skala =

$$\left[\frac{(\text{Aktueller Punktwert} - \text{niedrigst möglicher Punktwert})}{\text{Possible raw score range (Mögliche Punkte Spanne / Reichweite)}} \right] \times 100$$

berechnet ^(Bullinger and Kirchberger 1998, Ware 1993).

Die acht Subskalen können in zwei Summenskalen zusammengefasst werden und zwar in eine physische und eine psychische Summenskala. Auch für die Berechnung der Summenskalen werden die einzelnen Items nach einem vorgegebenen Muster unter Zuhilfenahme von Mittelwerten, Standardabweichungen und der Regressionskoeffizienten der amerikanischen Normpopulation addiert und umgewandelt, sodass eine Skala zwischen 0 und 100 entsteht ^(Bullinger and Kirchberger 1998).

2.4.4.5 Kujala- Score

Der Kujala-Score, auch Anterior Knee Pain Scale genannt, ist ein speziell für die Erfassung des vorderen Knieschmerzes entwickelter Fragebogen ^(Kujala, Jaakkola 1993). Der Fragebogen (Tabelle A24 im Anhang) besteht aus 13 Multiple Choice Fragen. Für jede Antwort ist ein bestimmter Zahlenwert festgelegt, mit Höchstpunktzahlen von 5 oder 10, die bei der Auswertung zusammenaddiert werden. Die Punktevergabe ist hierar-

chisch verteilt, variierend zwischen z. B. „unbegrenzt-unmöglich“ oder „ohne Schwierigkeiten-nicht fähig“. Insgesamt können maximal 100 Punkte erreicht werden. Eine niedrigere Punktzahl bedeutet eine größere funktionelle Einschränkung oder mehr Schmerzen. Dagegen zeigt eine höhere Punktzahl eine geringere funktionelle Beeinträchtigung und weniger Beschwerden an.

Laut Kujala et al. (1993) sind vor allem die Fragen nach dem Gehen, Springen, Rennen, Treppensteigen, Kniebeugendurchführen und langem Sitzen mit angewinkelten Knien die für die Erfassung des vorderen Knieschmerzes wichtigsten Fragen. Die Fragen 2 (stützen) und 13 (Bewegungseinschränkung) hingegen scheinen für die allgemeinen patellofemorale Beschwerden weniger von Bedeutung, aber für Patienten mit patellofemorale Arthrose wichtig. Die Anterior Knee Pain Scale enthält möglichst viele Aufgaben des täglichen Lebens, die einen vorderen Knieschmerz verursachen können.

2.4.4.6 Turba- Score

Der Turba- Score wurde einst dafür entwickelt, eine möglichst objektive Beurteilung der Ergebnisse nach Rekonstruktion des Kniestreckapparates zu ermöglichen. Er soll dazu dienen, verschiedenen Operationstechniken und deren Erfolg vergleichen zu können (Turba, Walsh 1979).

Der Fragebogen besteht aus insgesamt zehn Multiple Choice Fragen und ist in sich noch einmal unterteilt in einen subjektiven (s. Anhang Tabelle A 26) und einen objektiven (s. Anhang Tabelle A25) Frageanteil. Jeder Frage sind vier Antwortmöglichkeiten mit einer Punkteskala von 0 bis 3 zugeordnet, wobei eine geringere Punktzahl einem besseren Ergebnis entspricht. Der subjektive Anteil besteht aus vier Fragen und umfasst die Faktoren Schwellung des Knies, Schmerzen, Symptome der Knieinstabilität und die durch das betreffende Knie verursachte Einschränkung bei der Durchführung verschiedener Aktivitäten. Das Ergebnis wird in vier Kategorien eingeteilt: excellent = 0, good = 1-5, fair = 6-8 und poor >8. Da Schmerzen bei Problemen des Streckapparates des Knies im Vordergrund standen, wurde der Faktor Schmerz stärker gewichtet als die anderen Kategorien. Die Punkte errechnen sich aus der Summe der vier Faktoren, wobei der Faktor Schmerz zuvor mit zwei multipliziert wird. Der objektive Anteil besteht aus sechs Faktoren und bedarf der körperlichen Untersuchung der Patienten. Die erfragten Faktoren sind Bewegungseinschränkungen des Knies, Schmerzen bei Kompression der Patella, Gelenkerguss, Quadrizepsatrophie, Quadrizepsatonie und eine passive Hypermobilität

der Patella. Der objektive Anteil wird ebenfalls in vier Obergruppen eingeteilt mit excellent = 0 Punkte, good = 1-3 Punkte, fair = 4-7 Punkte und poor >7 Punkte. Auch bei dieser Punkteberechnung wird der Faktor Schmerz mit zwei multipliziert. Da sich eine Wechselbeziehung zwischen den Faktoren Quadrizepsatrophie, -atonie und Schwellung zeigte, wurden diese als eine Einheit betrachtet und sie gehen mit jeweils einem Drittel in die Gesamtsumme ein (Turba, Walsh 1979)

2.5 Besonderheiten zur Implantationstechnik

Die verschiedenen Erkrankungen, die die Endoprothesenversorgung eines Gelenkes bedingen, führen zur Destruktion der artikulierenden Gelenkflächen. Dementsprechend werden die Gelenkoberflächen reseziert und mit künstlichen Komponenten ersetzt (Harris and Sledge 1990).

Die Implantationstechnik entspricht der anderer Oberflächenersatzendoprothesen. Das Instrumentarium ist für die Femur-first Technik entwickelt. Auf ein bestmögliches Weichteilbalancing sowie stabile Bandverhältnisse ist zu achten, da die Prothese aufgrund ihres Designs Bandinsuffizienzen nicht gut ausgleichen kann. Für die exakte Bestimmung des Beuge- und Streckspaltes stehen Platzhalter zur Verfügung. Es wird empfohlen, das hintere Kreuzband zu erhalten, da bei der AEQUOS G1 Endoprothese im Vergleich zu anderen Endoprothesen eine geringere dorsale Stabilität besteht (Frosch, Floerkemeier 2009).

Die AEQUOS G1-Prothese gibt es in insgesamt sechs verschiedenen Größen (A-E und D+), das Polyethylen-Inlay (8-16mm) und die Femurkomponenten sind für die rechte und linke Seite unterschiedlich. Das Inlay dehnt sich bei Erwärmung durch die Körpertemperatur aus und verankert sich dadurch „press-fit“ (Frosch, Nagerl 2009).

2.6 Statistische Methoden

Die Berechnung der Unterschiede der Ergebnisse über den Zeitraum der Untersuchungen erfolgte mittels ANOVA mit Messwiederholungen oder gepaartem t-Test, wenn die Daten intervallskaliert und normalverteilt waren. Bei ordinaler Skalierung oder fehlender Normalverteilung wurden nicht-parametrische Tests für verbundene Stichproben zur Berechnung der Signifikanz herangezogen (Friedman Zweifach-Rangvarianzanalyse verbundener Stichproben mit Messwiederholungen oder Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-

Test verbundener Stichproben). Zur Testung auf Normalverteilung wurde aufgrund der kleinen Stichprobe der Shapiro-Wilk-Test verwendet.

Ein signifikanter Unterschied der Ergebnisse wurde angenommen, wenn der p-Wert kleiner oder gleich 0,05 betrug. Zur Verhinderung einer Alphafehler-Kumulierung bei mehrfacher Testung mit den gleichen Daten, wurde eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt.

Zur Untersuchung auf Zusammenhänge verschiedener Werte erfolgte bei angenommener Normalverteilung eine bivariate Korrelationsuntersuchung nach Pearson. Wurde eine Normalverteilung abgelehnt, erfolgte eine bivariate Korrelationsanalyse nach Spearman. Bei abgelehnter Normalverteilungshypothese und lediglich ordinalskalierten Werten erfolgte die Durchführung eines Kruskal-Wallis-Tests.

3 Kapitel: Ergebnisse

3.1 Allgemeine Ergebnisse

Bewegungsumfang:

Der durchschnittliche Bewegungsumfang betrug präoperativ 106,68° (Min 25, Max 130, SD 22,86) und zwölf Monate postoperativ durchschnittlich 113,18° (Min 95, Max 130, SD 8,67). Es ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,203$).

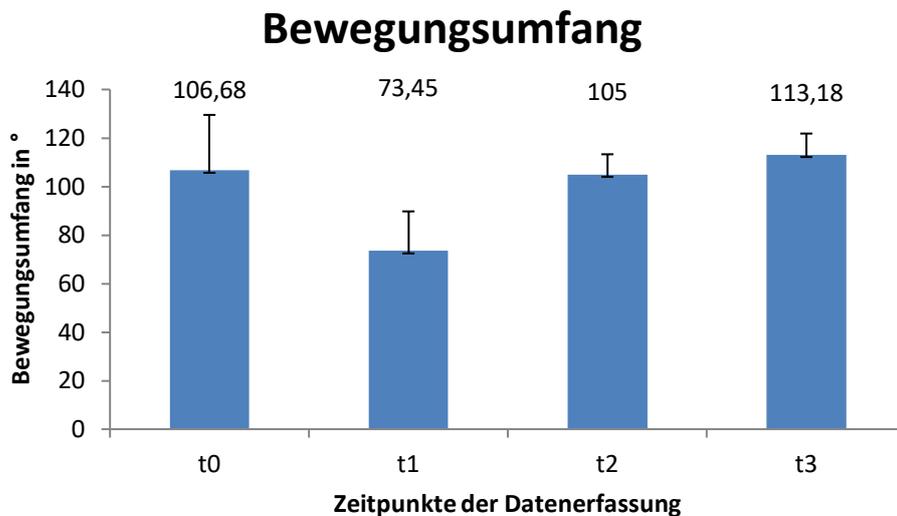


Abb. 18: Bewegungsumfang in Grad in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

Schmerzen:

Vor der Operation war kein Patient schmerzfrei, die Beschwerden reichten von Schmerzen beim Treppensteigen bis zu ständigen, belastungsunabhängigen Schmerzen.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zwölf Monate nach der Operation waren fünf Patienten schmerzfrei, zehn Patienten gaben an, gelegentlich Schmerzen zu haben. Ein Patient berichtete über leichte Schmerzen nur beim Treppensteigen, drei von leichten Schmerzen beim Gehen und Treppensteigen. Zwei Patienten hatten gelegentlich mäßige Knieschmerzen und ein Patient hatte ständig starke Schmerzen.

Nutzung von Gehhilfen:

Vor der Operation benötigten 14 Patienten keine Gehhilfe, sechs Patienten benötigten einen Gehstock, je ein Patient nutzte zwei Gehstöcke bzw. einen Gehwagen.

Zwölf Monate postoperativ brauchten 14 Patienten keinerlei Gehhilfe, fünf Patienten nutzten noch einen Gehstock und drei Patienten gingen an Unterarmgehstützen.

Retropatellarersatz:

Vier Patienten (15,4%) des Gesamtkollektivs erhielten primär einen Retropatellarersatz. Bei zwei der Patienten wurde 6 Monate postoperativ ein sekundärer Ersatz der Patella erforderlich.

3.2 Knee Society Score

Gesamtscore:

Die Hypothese, dass der Gesamtscore normalverteilt ist, wurde angenommen (s. Anhang Tabelle A1). Mit einem Ergebnis von 158,14 Punkten (Min 90, Max 199, SD 28,66) war der Gesamtscore mit einem p-Wert von $< 0,001^*$ hochsignifikant besser als vor der Operation (MW 109,41, Min 64, Max 139, SD 21,93).

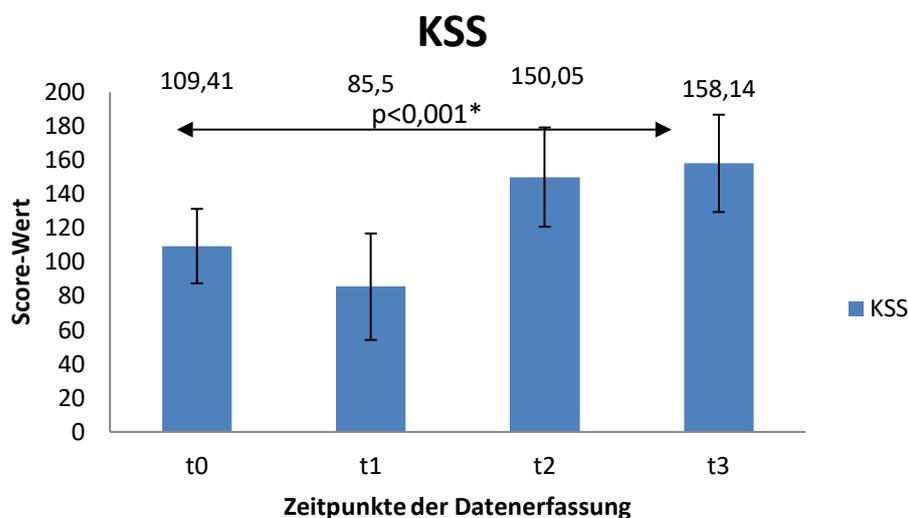


Abb. 19: KSS Gesamtscore in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

Es erfolgte die Durchführung einer Bonferroni-Holm Korrektur des t-Tests bei gepaarten Stichproben, damit in der globalen Entscheidung die Fehlerwahrscheinlichkeit nur 5% beträgt:

Getestete Paare KSS gesamt	Alte Signifikanz	Korrigierte Signifikanz
Zeitpunkt t0 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t0 und t3	0,000001*	0,000003*
Zeitpunkt t0 und t1	0,002*	0,004*
Zeitpunkt t2 und t3	0,282	0,282

Tabelle 4: Bonferroni-Holm Korrektur des t-Tests beim KSS gesamt

Knie-Score:

Die Hypothese, dass der Knie-Score normalverteilt ist, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A2). Das Ergebnis war mit 85,18 Punkten (Min 40, Max 99, SD 14,15) bei einem p-Wert von $<0,001^*$ hoch signifikant besser als präoperativ (MW 52,14, Min 29, Max 79, SD 13,65). Der durchschnittliche Punktwert der Schmerzbewertung im Knie-Score betrug nach der Operation 40 Punkte (Min 0, Max 50, SD 12,7).

Funktionsscore:

Die Hypothese, dass der Funktions-Score normalverteilt ist, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A3). Die Daten des Patientenkollektives waren zwölf Monate nach der Operation mit einem durchschnittlichen Punktwert von 72,95 (Min 40, Max 100, SD 19,44) hoch signifikant besser als vorher (MW 57,27, Min 15, Max 90, SD 15,41, $p<0,001^*$).

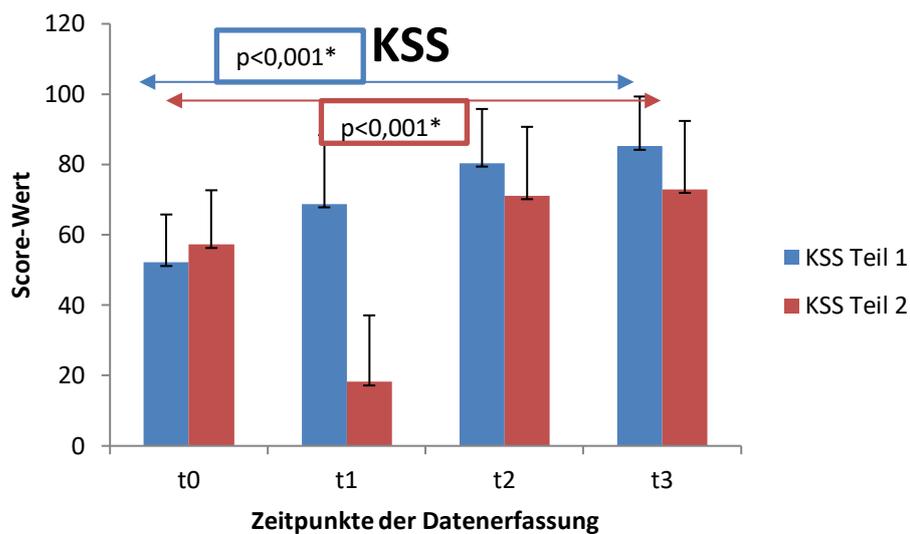


Abb. 20: KSS Teil 1 und 2 in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

Knie-Score

präoperativ	MW	Min	Max	SD
Schmerzen	9,55	0	40	11,74
Extension/Flexion	21,36	5	25	4,45
Stabilität anterioposterior	10	10	10	0
Stabilität mediolateral	14,09	0	15	3,32

Tabelle 5: Deskriptive Statistik Knie-Score präoperativ

Knie-Score

Postoperativ 12 Monate	MW	Min	Max	SD
Schmerzen	39,55	0	50	12,81
Extension/Flexion	22,59	19	25	1,65
Stabilität anterioposterior	9,77	5	10	1,07
Stabilität mediolateral	14,77	10	15	1,07

Tabelle 6: Deskriptive Statistik Knie-Score postoperativ

Funktionscore

präoperativ	MW	Min	Max	SD
Gehstrecke	30,45	20	50	8,99
Treppensteigen	29,55	0	40	7,22

Tabelle 7: Deskriptive Statistik Funktions-Score präoperativ

Funktionsscore

postoperativ 12 Monate	MW	Min	Max	SD
Gehstrecke	38,64	20	50	9,41
Treppensteigen	38,18	30	50	9,07

Tabelle 8: Deskriptive Statistik Funktions-Score postoperativ

3.3 Visuelle Analogskala Schmerz

Die Hypothese, dass die Daten der visuellen Analogskala normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A4), deshalb wurde ein Friedman-Test durchgeführt. Die postoperativen Daten waren mit einem Mittelwert von 2,64 (Min 0, Max 8, SD 2,16) bei einem p-Wert von $<0,001^*$ hoch signifikant besser als präoperativ (Mittelwert 6,64, Min 3,5, Max 10, SD 1,90). Korrektur und paarweise Vergleiche der visuellen Schmerzskala s. Anhang Abb. A1.

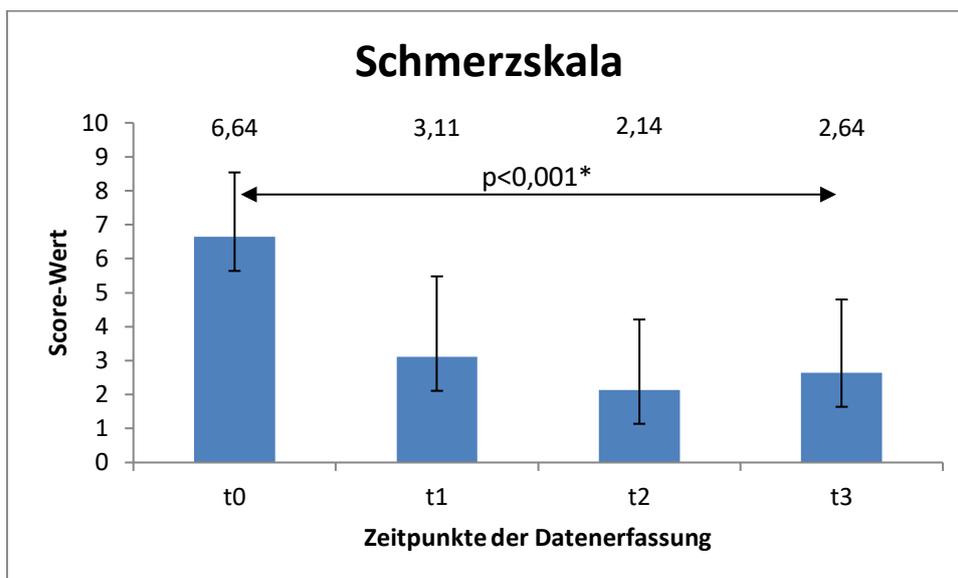


Abb. 21: Schmerzskala in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

3.4 Oxford Knee Score

Die Hypothese, dass die Daten des Patientenkollektivs beim OKS sowohl präoperativ als auch postoperativ normalverteilt sind, wurde angenommen (s. Anhang Tabelle A5).

Das Ergebnis des OKS war zwölf Monate nach der Operation mit einem Mittelwert von 23,73 Punkten (Min 12, Max 36, SD 7,04) bei einem p-Wert von $<0,001^*$ hoch signifikant besser als vor der Operation (Mittelwert 40,23, Min 29, Max 49, SD 6,60).

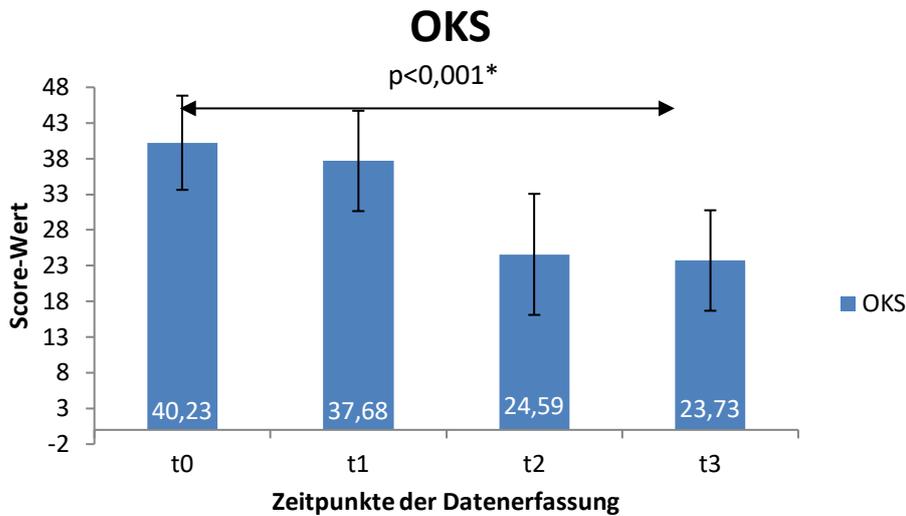


Abb. 22: OKS in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

Durchführung einer Bonferroni-Holm Korrektur des t- Tests bei gepaarten Stichproben, damit in der globalen Entscheidung die Fehlerwahrscheinlichkeit nur 5% beträgt:

Getestete Paare OKS	Alte Signifikanz	Korrigierte Signifikanz
Zeitpunkt t0 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t0 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t0 und t1	0,011*	0,022*
Zeitpunkt t2 und t3	0,510	0,510

Tabelle 9: Bonferroni-Holm Korrektur des t-Tests beim OKS

3.5 SF-36 Fragen zum Gesundheitszustand

Die Hypothese, dass die Daten des Patientenkollektivs für die körperliche Summenskala normalverteilt sind, wurde angenommen. Die Hypothese, dass die Daten des Patientenkollektivs der psychischen Summenskala normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A6 und A7).

Summenskala:

Die Daten der körperlichen Summenskala waren zwölf Monate postoperativ mit einem durchschnittlichen Punktwert von 43,89 (Min 18,9, Max 59,6, SD 10,23) bei einem p-Wert von $< 0,001^*$ hoch signifikant besser als präoperativ (MW 28,42, Min 18,89, Max 40, SD 6,23). Durchführung der Bonferroni- Holm- Korrektur s. Anhang Tabelle A22.

Die Ergebnisse der psychischen Summenskala waren zwölf Monate postoperativ mit einem Wert von 53,22 Punkten (Min 34,2, Max 63,3, SD 7,59) bei einem p-Wert von 0,03 signifikant verändert gegenüber den präoperativen Werten (MW 55,98, Min 29,83, Max 66,77, SD 9,86, $p=0,030$ nach Korrektur s. Anhang Abb. A2).

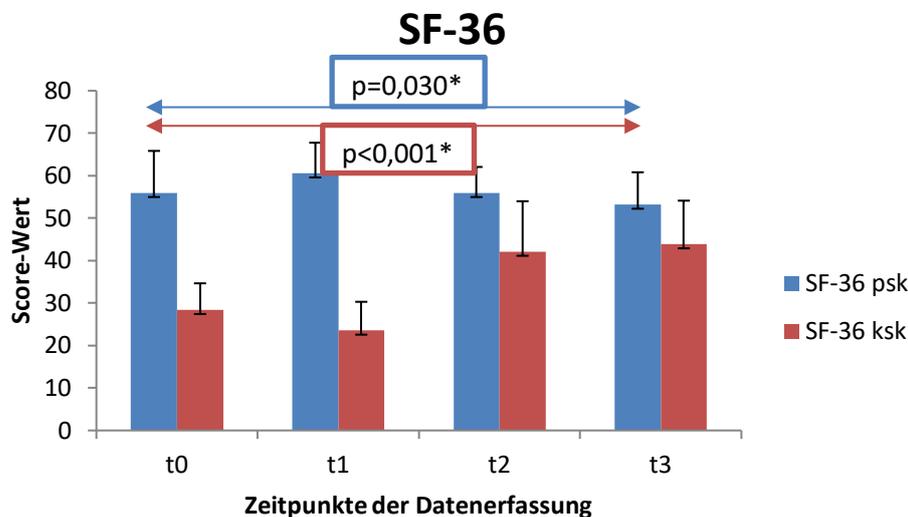


Abb. 23: SF-36 Summenskalen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

Subskalen:

Für die acht Subskalen des SF-36 Gesundheitsscores ergaben sich folgende Ergebnisse:
Körperliche Funktionsfähigkeit (PF): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A8).

Die Daten des Patientenkollektives waren zwölf Monate postoperativ mit einer durchschnittlichen Punktzahl von 65 (Min 15, Max 100, SD 24,83) bei einem p-Wert von $< 0,001^*$ hoch signifikant besser als präoperativ (MW 34,09, Min 15, Max 75, SD 15,93).

Körperliche Rollenfunktion (RP): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A9).

Die Ergebnisse waren zwölf Monate postoperativ mit einem Mittelwert von 71,59 Punkten (Min 0, Max 100, SD 41,76) bei einem p-Wert von 0,003 signifikant besser als präoperativ (MW 31,82, Min 0, Max 100, SD 33,79).

Körperliche Schmerzen (BP): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A10).

Die Daten waren mit einem durchschnittlichen Punktwert von 61,73 (Min 31, Max 90, SD 19,94) zwölf Monate postoperativ bei einem p-Wert von 0,001* hoch signifikant besser als vor der Operation (MW 23,14, Min 0, Max 51, SD 15,2).

Sozialverhalten (SF): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A11)

Die Ergebnisse waren zwölf Monate nach der Operation mit einem Mittelwert von 98,3 Punkten (Min 75, Max 100, SD 5,84) bei einem p-Wert von 0,078 nicht signifikant besser als präoperativ (MW 89,2, Min 25, Max 100, SD 21,58).

Emotionale Rollenfunktion (RE): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A12).

Die Daten waren mit 90,91 Punkten nach zwölf Monaten (Min 0, Max 100, SD 29,42) bei einem p-Wert von 0,242 nicht signifikant besser als vor der Operation (MW 78,79, Min 0, Max 100, SD 37,86).

Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (GH): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A13).

Die Ergebnisse der Subskala waren mit einem durchschnittlichen Punktwert von 68,32 (Min 25, Max 97, SD 17,94) bei einem p-Wert von 0,575 nicht signifikant besser als präoperativ (MW 66,5, Min 40, Max 87, SD 13,56).

Vitalität (VT): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde angenommen (s. Anhang Tabelle A14).

Die Daten waren zwölf Monate postoperativ mit einem durchschnittlichen Punktwert von 54,55 (Min 25, Max 85, SD 17,45) bei einem p-Wert von 0,045* signifikant besser als präoperativ (MW 45,23, Min 10, Max 80, SD 16,65).

Psychisches Wohlbefinden (MH): Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde angenommen (s. Anhang Tabelle A15).

Die Ergebnisse des Patientenkollektives waren nach zwölf Monaten mit einem Mittelwert von 68 Punkten (Min 40, Max 92, SD 14,07) bei einem p-Wert von 0,842 nicht

signifikant verändert gegenüber den präoperativen Werten (MW 68,73, Min 20, Max 92, SD 17,4).

Gesundheitsveränderung: Die Hypothese, dass die Daten normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A16). Die Daten waren zwölf Monate postoperativ mit einem durchschnittlichen Punktwert von 2,18 (Min 1, Max 3, SD 0,73) bei einem p-Wert von 0,001* hoch signifikant besser als vor der Operation (MW 3,77, Min 2, Max 5, SD 0,97).

3.6 Kujala-Score

Die Hypothese, dass die Daten des Kujala-Scores normalverteilt sind, wurde angenommen (s. Anhang Tabelle A17).

Das Ergebnis des Kujala-Scores war zwölf Monate postoperativ mit einem Mittelwert von 67,05 Punkten (Min 50, Max 88, SD 8,93) bei einem p-Wert von $<0,001^*$ hoch signifikant besser als präoperativ (Mittelwert 39,77, Min 23, Max 56, SD 8,69).

Durchführung der Bonferroni- Holm- Korrektur s. Anhang Tabelle A23.

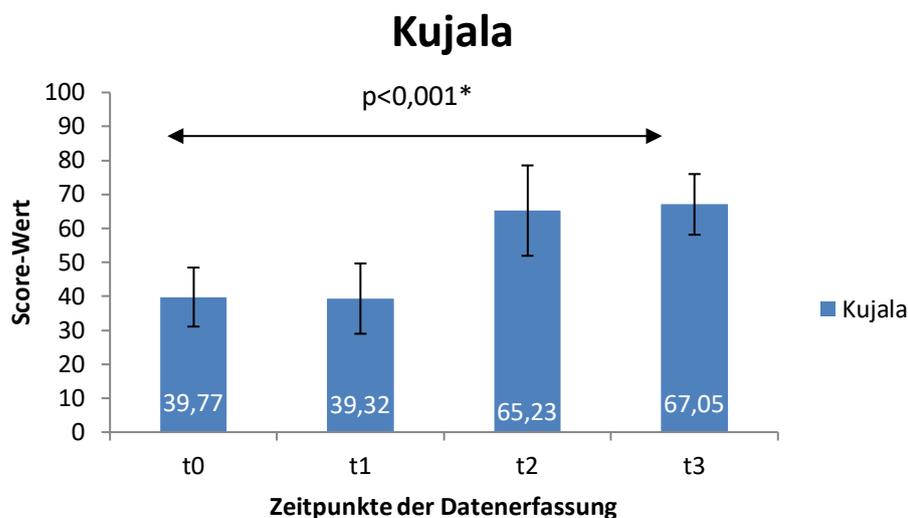


Abb. 24: Kujala-Score Werte in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

3.7 Patella-Score nach Turba

Die Hypothese, dass die Daten des Turba-Scores normalverteilt sind, wurde abgelehnt (s. Anhang Tabelle A18 und A19).

Beim Patella Score nach Turba et al. ergab sich zwölf Monate postoperativ im subjektiven Fragenanteil ein durchschnittlicher Punktwert von 5,32 (Min 0, Max 12, SD 3,60) und im objektiven ein Wert von 1,38 (Min 0, Max 5, SD 1,51). Die Daten waren mit

einem p- Wert <0,001* im subjektiven Teil hoch signifikant und einem p-Wert von 0,612 im objektiven Teil nicht signifikant besser als präoperativ (Subjektiv: Mittelwert 11,32, Min 7, Max 14, SD 1,96, p<0,001*; objektiv: Mittelwert 2,42, Min 0, Max 8, SD 2,24, p=0,612). Die Daten wurden entsprechend Turba, Walsh et al. (1979) in vier Gruppen eingeteilt (s. Tabelle 10 und 11).

Subjektiver Turba-Score	MW Pkt.	SD Pkt.	excellent (n)	good (n)	fair (n)	poor (n)
Präoperativ	11,32	1,96	-	-	2 (9,1%)	20 (90,9%)
12 Monate postoperativ	5,32	3,60	2 (9,1%)	10 (45,5%)	5 (22,7%)	5 (22,7%)

Tabelle 10: Einteilung des subjektiven Turba-Scores in vier Gruppen (excellent: 0 Punkte, good: 1-5 Punkte, fair: 6-8 Punkte, poor: >8 Punkte)

Objektiver Turba-Score	MW Pkt.	SD Pkt.	excellent (n)	good (n)	fair (n)	poor (n)
Präoperativ	2,08	0,69	3 (13,6%)	14 (63,6%)	4 (18,2%)	1 (4,5%)
12 Monate postoperativ	1,87	0,63	6 (27,3%)	13 (59%)	3 (13,6%)	-

Tabelle 11: Einteilung des objektiven Turba-Scores in vier Gruppen (excellent: 0 Punkte, good: 1-3 Punkte, fair: 4-7 Punkte, poor: >7 Punkte)

Der subjektive und der objektive Turba-Score wurden zu jedem der vier Untersuchungszeitpunkte erhoben und den entsprechenden Gruppen zugeordnet. Die jeweiligen Mittelwerte der Gruppen (Abb. 25) sowie die prozentuale Häufigkeit (Abb. 26 und 27) zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten sind den folgenden Diagrammen zu entnehmen.

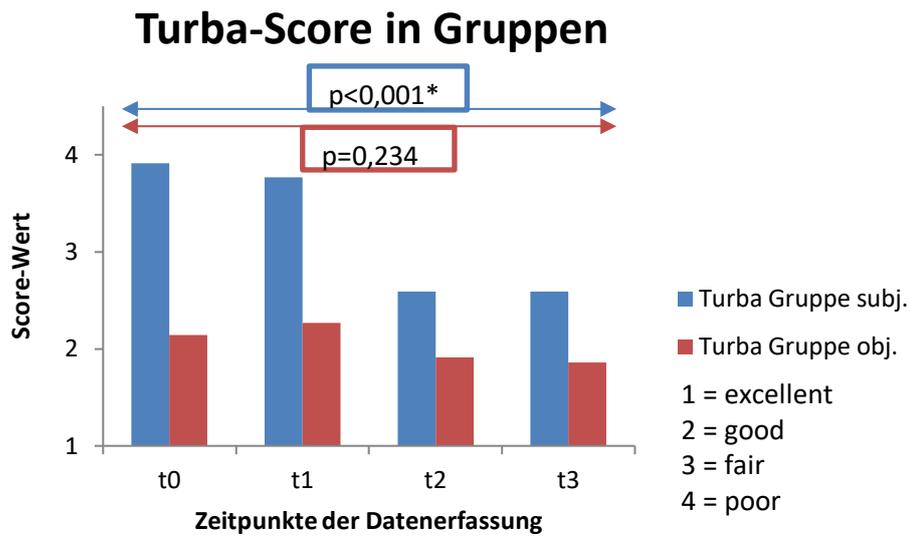


Abb. 25: Turba-Score in Gruppen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

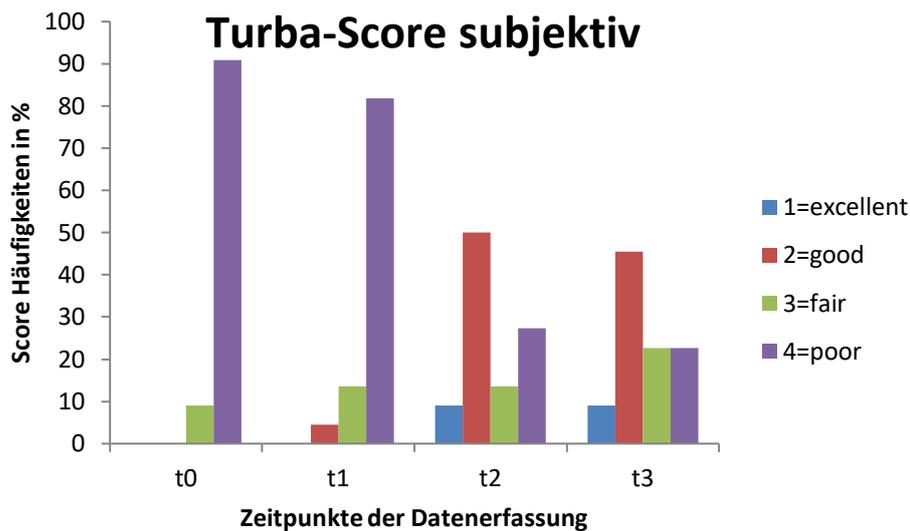


Abb. 26: Turba-Score subjektiv in Gruppen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

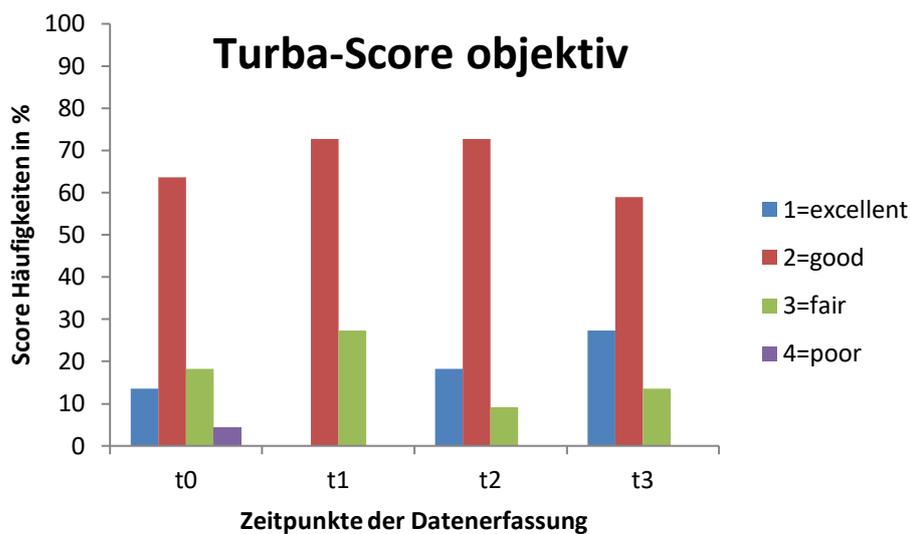


Abb. 27: Turba-Score objektiv in Gruppen in Abhängigkeit zum Untersuchungszeitpunkt

3.8 Untersuchung auf Zusammenhänge

Zunächst erfolgte die Testung auf Normalverteilung. Wenn die Daten als normalverteilt angenommen werden konnten (s. Anhang Tabelle A20 und A21), erfolgte die Durchführung einer bivariaten Korrelation nach Pearson. Lag keine Normalverteilung vor, erfolgte die Durchführung einer bivariaten Korrelation nach Spearman.

Untersuchung auf Korrelation zwischen den subjektiv wahrgenommenen Schmerzen prä- und ein Jahr post-operativ (VAS) und den Ergebnissen der Fragebögen KSS, OKS und SF-36:

VAS t0 und KSS gesamt t3:

Die Hypothese, dass die Daten der Visuellen Analogskala Schmerz präoperativ normalverteilt sind, wurde angenommen. Die Hypothese, dass die Daten des KSS gesamt ein Jahr postoperativ normalverteilt sind, wurde ebenfalls angenommen.

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,235$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

VAS t0 und OKS:

Die Hypothese, dass die Daten OKS postoperativ normalverteilt sind, wurde angenommen.

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,499$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

VAS t0 und SF-36 Körperliche Summenskala (SF-36 ksk):

Die Hypothese, dass die Daten des SF-36: Körperliche Summenskala postoperativ normalverteilt sind, wurde angenommen.

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,940$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

VAS t0 und SF-36 Psychische Summenskala (SF-36 psk):

Die Hypothese, dass die Daten des SF-36: Psychische Summenskala postoperativ normalverteilt sind, wurde angenommen.

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,253$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

VAS t3 und KSS gesamt t3:

Die Hypothese, dass die Daten der Visuellen Analogskala Schmerz postoperativ normalverteilt sind, wurde angenommen.

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,003^*$ bei einem Korrelationskoeffizienten von $-0,6$. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Je kleiner der Wert auf der VAS ist, desto größer ist der Wert im KSS gesamt.

VAS t3 und OKS t3:

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,001^*$ bei einem Korrelationskoeffizienten von $0,674$. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Je kleiner der Wert auf der VAS ist, desto kleiner ist der Wert im OKS (s. Abb. 28).

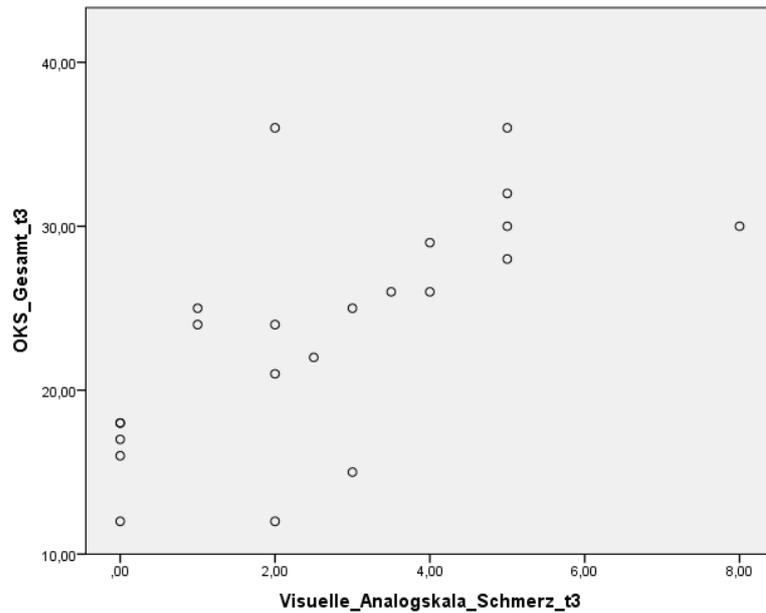


Abb. 28: Streu-/Punktdiagramm mit VAS auf der x-Achse und den Werten des OKS auf der y-Achse

VAS t3 und SF-36 Körperliche Summenskala t3:

Die Korrelation nach Spearman ergab einen Wert von $p = 0,131$ bei einem Korrelationskoeffizienten von $-0,332$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

VAS t3 und SF-36 Psychische Summenskala t3:

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,679$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

Untersuchung auf Korrelation zwischen den Ergebnissen des KSS und dem Allgemeinen Gesundheitszustand (SF-36):

Die Hypothese, dass die Daten der psychischen Summenskala des SF-36 präoperativ normalverteilt sind, wurde abgelehnt.

Die Hypothese, dass die weiteren Variablen (KSS gesamt t0, t3; SF-36 ksk t0, t3 und SF-36 psk t3) normalverteilt sind, wurde angenommen.

KSS gesamt t0 gesamt und Körperliche Summenskala SF-36 t0:

Die Korrelation nach Pearson war bei einem Wert von $0,525$ mit $p = 0,012^*$ auf dem Niveau $0,05$ (2-seitig) signifikant. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Je größer der erzielte Punktwert im KSS ist, desto größer ist der Wert in der Körperlichen Summenskala des SF-36.

KSS gesamt t0 gesamt und Psychische Summenskala SF-36 t0:

Die Korrelation nach Spearman ergab einen Wert von $p = 0,738$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

KSS gesamt t3 gesamt und Körperliche Summenskala SF-36 t3:

Die Korrelation nach Pearson war bei einem Wert von $0,566$ mit $p = 0,006^*$ auf dem Niveau $0,01$ (2-seitig) signifikant. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Je größer der erzielte Punktwert im KSS ist, desto größer ist der Wert in der Körperlichen Summenskala des SF-36.

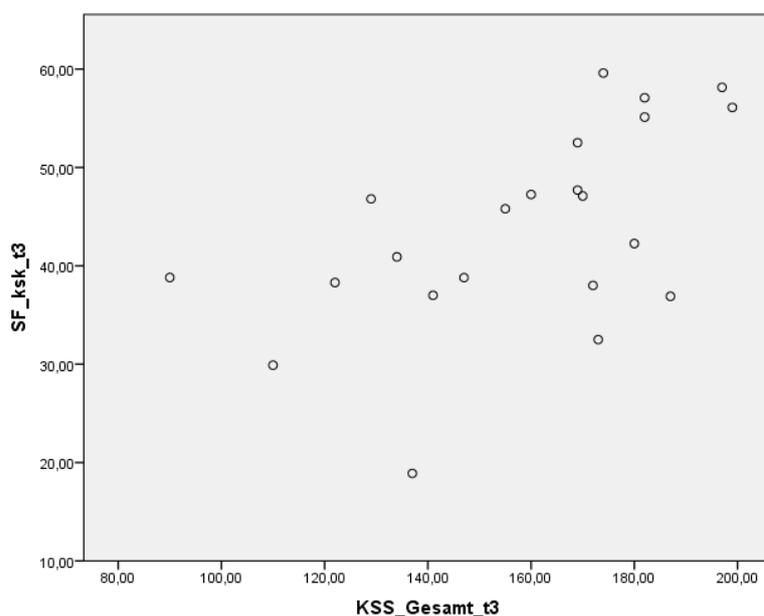


Abb. 29: Streu-/Punktdiagramm mit KSS gesamt postoperativ auf der x-Achse und den Werten der körperlichen Summenskala des SF-36 auf der y-Achse

KSS gesamt t3 gesamt und Psychische Summenskala SF-36 t3:

Die Korrelation nach Pearson ergab einen Wert von $p = 0,285$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

Untersuchung, ob die präoperative Einteilung anhand der „Klassifikation nach Insall“ einen Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse des Knee Society Scores sowie die Summenskalen des SF-36 hat:

Die Hypothese, dass die Daten der „Klassifikation nach Insall“ normalverteilt sind, wurde abgelehnt. Durchführung eines Kruskal- Wallis- Tests zur Signifikanztestung unabhängiger Stichproben:

Übersicht über Hypothesentest				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von KSS_Gesamt_t3 ist über Kategorien von Klassifikation_nach_Insall_t0 gleich.	Kruskal-Wallis-Test unabhängiger Stichproben	,148	Nullhypothese behalten.
2	Die Verteilung von SF_ksk_t3 ist über Kategorien von Klassifikation_nach_Insall_t0 gleich.	Kruskal-Wallis-Test unabhängiger Stichproben	,246	Nullhypothese behalten.
3	Die Verteilung von SF_psk_t3 ist über Kategorien von Klassifikation_nach_Insall_t0 gleich.	Kruskal-Wallis-Test unabhängiger Stichproben	,196	Nullhypothese behalten.
Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.				

Abb. 30: Anwendung des Kruskal-Wallis-Tests zur Untersuchung eines Einflusses der „Klassifikation nach Insall“ auf die post-OP Ergebnisse des KSS gesamt, SF-36 ksk und psk

Die Ergebnisse des Kruskal- Wallis- Tests sind nicht signifikant. Die Nullhypothese wird behalten. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der präoperativen Einteilung anhand der „Klassifikation nach Insall“ und den getesteten postoperativen Ergebnissen.

Untersuchung, ob der BMI (body mass index) der Patienten einen Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse des Knee Society Scores sowie die Summenskalen des SF-36 hat:
Die Hypothese, dass die Daten des BMI normalverteilt sind, wurde abgelehnt.

BMI und KSS gesamt t3:

Die Korrelation nach Spearman ergab einen Wert von $p = 0,057$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

BMI und Körperliche Summenskala SF-36 t3:

Die Korrelation nach Spearman ergab einen Wert von $p = 0,002^*$ (auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant) bei einem Korrelationskoeffizienten von -0,622. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Je kleiner der BMI ist, desto größer ist der Wert in der Körperlichen Summenskala des SF-36.

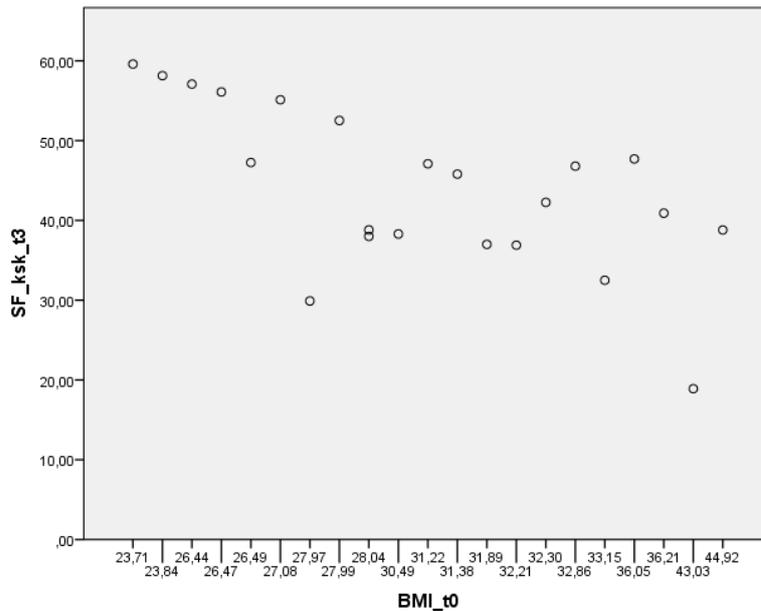


Abb. 31: Streu-/Punktdiagramm mit dem BMI auf der x-Achse und den Werten der körperlichen Summenskala des SF-36 auf der y-Achse

BMI und Psychische Summenskala SF-36 t3:

Die Korrelation nach Spearman ergab einen Wert von $p = 0,500$. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

3.9 Komplikationen während der Nachuntersuchung

Bei 21 Patienten gab es während des Zeitraumes der Nachuntersuchung keine Komplikationen, zwei Patienten benötigten sekundär sechs Monate postoperativ einen Retropatellarersatz. Eine Patientin entwickelte circa zehn Monate postoperativ starke Schmerzen im Bein, deren Ursache im Bereich der Wirbelsäule angenommen wurde. Eine Patientin verstarb aus nicht bekannter Ursache circa elf Monate nach der Operation. Bei einer Patientin musste aufgrund einer aseptischen Lockerung circa zwölf Monaten nach Primärimplantation eine Revisionsoperation durchgeführt werden.

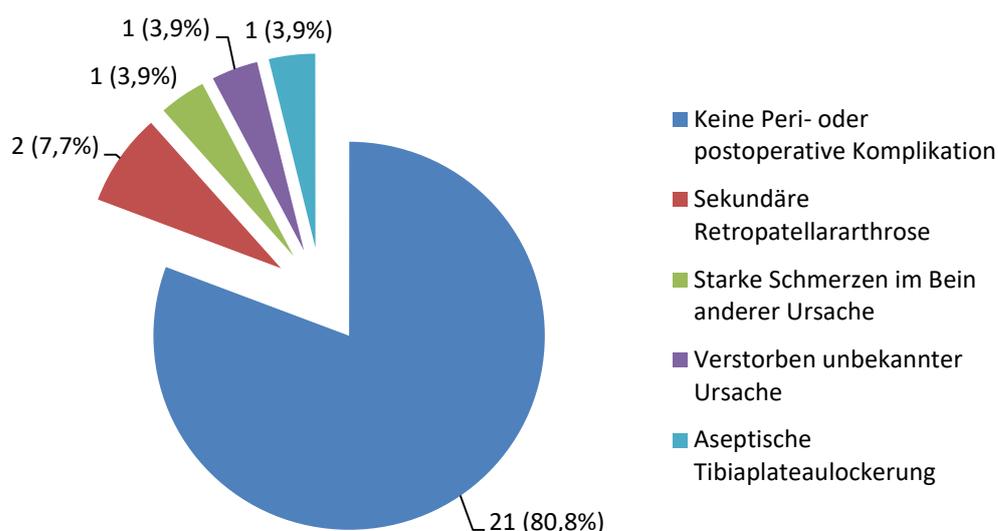


Abb. 32: Peri- und postoperative Komplikationen während des Beobachtungszeitraumes von einem Jahr

3.10 Radiologische Auswertung

Die Tabelle 12 zeigt das Auftreten von Osteophyten, Gelenkspaltverschmälerung, subchondraler Sklerosierung und von Knochensubstanzverlust präoperativ und zwölf Monate postoperativ in den Röntgenbildern. Zudem wurden postoperative Lockerungszeichen der Endoprothese berücksichtigt.

	Präoperativ	12 Monate postoperativ
Osteophyten		
Ja	100%	13,6%
Nein	0%	86,4%
Gelenkspaltverschmälerung		
Varusbetont	72,7%	0%
Valgusbetont	13,6%	0%
Konzentrisch	13,6%	0%
Subchondrale Sklerosierung		
Ja	100%	
Nein	0%	
Knochensubstanzverlust		
Nein	86,4%	100%
Tibia medial	13,6%	
Lockerungszeichen Femur		
Nein		100%
Lockerungszeichen Tibia		
Nein		95,5%
Dorsal		4,5%

Tabelle 12: Radiologische Auswertung prä- und 12 Monate postoperativ, Häufigkeiten in %

4 Kapitel: Diskussion

Primäre Ziele der Oberflächenersatzendoprothetik sind die Schmerzreduktion und die Verbesserung der Kniefunktion ^(Carr, Robertsson 2012) sowie eine Verbesserung der Lebensqualität ^(SKAR 2013), indem ein möglichst physiologisches Bewegungsspektrum erreicht wird ^(Jerosch, Heisel 1999).

Knieendoprothesen, die bei Flexion das natürliche Roll-Gleit-Verhalten des natürlichen Kniegelenkes nachempfinden, gibt es bisher aber nur wenige ^(Frosch, Floerkemeier 2009).

Die Aequos G1-Endoprothese versucht, die Anatomie des Kniegelenkes nachzubilden. Sie greift das Prinzip des Viergelenkes auf. Sie wurde entwickelt, um der Kinematik des natürlichen Kniegelenkes näher zu kommen. Hierdurch soll unter anderem die Abriebproblematik positiv beeinflusst werden ^(Frosch, Floerkemeier 2009).

Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um klinische und radiologische Ergebnisse ein Jahr nach Prothesenimplantation zu erheben und mögliche Frühkomplikationen zu erkennen. Neben den gebräuchlichen Scores zur Evaluation der Patientenzufriedenheit nach Knieprothesenimplantation wurden in dieser Arbeit zusätzlich zur besonderen Betrachtung der Patella der Turba- und Kujala-Score erhoben. Hierfür wurden im Zeitraum von 2010 bis 2011 bei einer Gruppe von 26 Patienten, die bei vorliegender Indikation zur Implantation einer KTEP zur operativen Versorgung an die orthopädische Klinik des König-Ludwig-Hauses kamen, nach deren Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie, die Aequos G1-Endoprothese implantiert. Es handelt sich um eine prospektive Studie mit einer präoperativen und drei postoperativen Untersuchungen.

Im Knee Society Score zeigte sich sowohl in dem Gesamtscore als auch im Knie- und Funktions-Score eine hoch signifikante Besserung des Ergebnisses im Vergleich prä- und zwölf Monate postoperativ. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen sechs und zwölf Monate postoperativ war nicht mehr signifikant unterschiedlich. Hieraus ergibt sich eine hohe Patientenzufriedenheit mit objektivierbarer Verbesserung der Funktion des Kniegelenkes ein Jahr nach Implantation der Aequos G1-Endoprothese. Das Ergebnis ist vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien nach Implantation weit verbreiteter Kniegelenksendoprothesen ^(de Beer, Petruccelli 2005, Palumbo, Henderson 2011, Schwitalle, Salzman 2001). Somit scheint das in dieser Arbeit untersuchte Endoprothesenmodell ein Jahr postoperativ anderen Kniegelenksendoprothesen nicht unterlegen zu sein.

Mit einem Wert von 158,14 (SD 28,66) Punkten im Gesamt-Score ist das Ergebnis dieser Arbeit vergleichbar mit den Werten von Frosch et al. (2009) mit einem Wert von 165,8 Punkten zwölf Monate nach Implantation der Aequos G1-Endoprothese.

Im Gesamt-Score (158,14 Punkte), aber auch im Funktions- (72,95 Punkte) und Knie-Score (85,18 Punkte), schneidet die Prothese im Vergleich zu anderen Studien gut ab und liegt im Rahmen der in der Literatur zu findenden Nachuntersuchungswerte.

Mit der Journey-Deuce Bicompartmental Knee Prosthesis wurden bei insgesamt 36 Knieen von 32 Patienten im Funktions-Score 65,4 Punkte erreicht (Palumbo, Henderson 2011).

De Beer und Mitarbeiter (2005) erzielten in ihrer Studie mit zwei Gruppen mit jeweils 38 Patienten ein Jahr postoperativ im Gesamtscore der Knee-Society 166,1 und 149,7 Punkte (Knie-Score 87,1 und 81,8 Punkte; Funktions-Score 79,1 und 67,9 Punkte) (de Beer, Petruccelli 2005).

In einer prospektiven Studie zur Erfassung von Langzeitergebnissen über das PFC[®]-Modular-Kniesystem wurden 407 Patienten mit 514 Knieendoprothesen über einen durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 7,8 Jahren untersucht. Der mittlere Knie-Score ergab einen Wert von 85 Punkten, der mittlere Funktionsscore betrug 79 Punkte (Schwitalle, Salzmann 2001).

Gerich und Mitarbeiter (2001) verglichen Patienten nach Implantation einer KTEP nach Tibiakopffraktur mit Patienten nach Implantation einer KTEP bei primärer Gonarthrose. Die Gruppe der primären Gonarthrosepatienten umfasste 76 Prothesen bei 62 Patienten, der mittlere Untersuchungszeitraum betrug 46,5 Monate. Diese Gruppe erreichte im Gesamtscore des Knee Society Score einen Wert von 167 Punkten, im Knie-Score wurden 85,1 Punkte und im Funktions-Score 82 Punkte erzielt (Gerich, Bosch 2001).

Der durchschnittliche Bewegungsumfang in dem untersuchten Patientenkollektiv zeigte mit 113,18° eine tendenzielle Besserung der Beweglichkeit im Vergleich zu einem durchschnittlichen Wert von 106,68° präoperativ. Diese Werte waren jedoch statistisch nicht signifikant.

Diese in dieser Studie erzielte Beweglichkeit ist gut und liegt im Rahmen der in der Literatur zu findenden Angaben des Bewegungsumfanges. Frosch et al. (2009) erzielten

eine Beweglichkeit von durchschnittlich 107,5° postoperativ bei einer präoperativen Beweglichkeit von durchschnittlich 97,0°.

In der Studie von De Beer und Mitarbeitern (2005) zeigte sich eine Beweglichkeit von 115,5 bzw. 107,1° zwölf Monate postoperativ bei einer präoperativen Beweglichkeit von 109° bzw. 103,6° präoperativ.

Palumbo und Kollegen (2011) erzielten mit der Journey-Deuce Prothese einen Bewegungsumfang von 120° postoperativ bei einem präoperativen Bewegungsumfang von 113°.

Die Werte der visuellen Analogskala Schmerz zeigten in dieser Arbeit postoperativ eine signifikante Schmerzreduktion. Einen signifikanten Unterschied zwischen der Sechs- und Zwölfmonatsuntersuchung gab es nicht. In diesem Zeitraum kam es zu einem leichten Anstieg auf der Schmerzskala von durchschnittlich 2,14 auf 2,64 ($p=0,329$). Erklärbar ist dieser Anstieg durch das Auftreten starker, wirbelsäulenverursachter Bein-schmerzen bei einer Patientin und der zunehmenden Schmerzen im Bereich des Kniegelenkes bei der Patientin mit Lockerung des Tibiaplateaus. Die durchschnittlichen Werte der Schmerzskala ein halbes sowie ein Jahr postoperativ betragen nach herausrechnen Herausrechnen dieser zwei Patienten 2,15 sowie 2,25 ($p=0,83$).

Frosch et al. (2009) erzielten zwölf Monate postoperativ einen Wert von 1,9 auf der VAS Schmerz.

Im OKS kam es in dieser Studie ebenfalls zu einer hochsignifikanten ($p<0,001^*$) Verbesserung mit einem Wert von 23,73 Punkten postoperativ. Dieser Wert ist im Vergleich zu anderen Studien gut.

Frosch und Mitarbeiter (2009) erzielten bei der Nachuntersuchung der Aequos G1 Endoprothese einen Wert von 21,9 Punkten.

De Beer et al. (2005) erreichten eine Punktzahl von 21,1 und 29,1 Punkten.

Sowohl in der körperlichen als auch in der psychischen Summenskala kam es in dieser Arbeit postoperativ zu einer signifikanten Verbesserung der Werte, was eine Verbesserung der selbst wahrgenommenen Lebensqualität bedeutet.

Die Daten der Subskala körperliche Funktionsfähigkeit zeigten mit einem Punktwert von 65 Punkten eine signifikante Verbesserung, auch die Werte für die körperliche Rol-

lenfunktion war mit einem Mittelwert von 71,59 signifikant gebessert, ebenso die Werte für die körperlichen Schmerzen (Mittelwert 61,73 Punkte) und die Vitalität (Mittelwert 54,55). Die Subskalen Sozialverhalten, emotionale Rollenfunktion, allgemeine Gesundheitswahrnehmung und psychisches Wohlbefinden änderten sich postoperativ nicht signifikant.

In der Frage nach der Veränderung des Gesundheitszustandes im Vergleich zum Vorjahr kam es zu einer signifikanten Besserung der eigenen Gesundheitswahrnehmung.

Nach Implantation der Genesis I-Endoprothese von Smith & Nephew konnten Jerosch und Mitarbeiter (2000) nach einem durchschnittlichen Untersuchungszeitraum von 270 Tagen eine signifikante Verbesserung der Werte für die Subskalen körperliche Funktionsfähigkeit (Mittelwert 30,94 Punkte), körperliche Schmerzen (Mittelwert 42,31 Punkte) und für das psychische Wohlbefinden (Mittelwert 68,0 Punkte) nachweisen. Die Ausgangswerte präoperativ lagen unter den Ausgangswerten für die Daten dieser Arbeit. In der Studie erfolgte ein Vergleich mit den Werten einer Standardpopulation von Patienten zwischen 61 und 70 Jahren. Hier betragen die Werte für die körperliche Funktionsfähigkeit $77,36 \pm 23,17$, für die körperliche Rollenfunktion $74,39 \pm 35,32$, für die körperlichen Schmerzen $72,15 \pm 27,81$, für die allgemeine Gesundheit $59,45 \pm 18,70$, für die Vitalität $61,58 \pm 18,79$, für die soziale Funktionsfähigkeit $86,57 \pm 19,61$, für die emotionale Rollenfunktion $90,06 \pm 24,93$ und für das psychische Wohlbefinden $76,14 \pm 17,06$ (Jerosch and Floren 2000).

Die meisten Daten des hier untersuchten Patientenkollektives liegen postoperativ noch etwas unter den Werten der Standardpopulation, es kommt aber postoperativ zu einer Annäherung der Werte an die der Standardpopulation. Dieses zeigt, dass es zu einem deutlichen Gewinn an Lebensqualität nach Implantation der Knie totalendoprothese kam. Die allgemeine Gesundheitswahrnehmung der Patienten und die soziale Rollenfunktion lagen bereits präoperativ über dem der Standardpopulation.

Im Kujala- und subjektiven Turba-Score zur Untersuchung der Patella kam es postoperativ ebenfalls zu einer signifikanten Besserung der Werte, was auf eine geringere funktionelle Beeinträchtigung und eine verringerte Schmerzsymptomatik hindeutet. Der objektive Teil des Turba-Scores änderte sich nicht signifikant. Kritisch zu sehen ist an dieser Stelle, dass zwei Patienten sechs Monate postoperativ aufgrund einer sekundär

entwickelten Retropatellararthrose einen sekundären Retropatellarersatz erhielten und aufgrund der Revisionsoperation nicht mehr in die Auswertung eingingen.

In dieser Studie erfolgte ebenfalls eine Testung auf Zusammenhänge. Es konnte kein Einfluss der präoperativen Schmerzstärke auf das postoperative Ergebnis festgestellt werden.

Je geringer die postoperative Intensität der Schmerzen ist, desto besser scheinen die Ergebnisse in dem Gesamtscore des KSS und des OKS zu sein. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Schmerzintensität postoperativ und der psychischen und der körperlichen Summenskala.

Es scheint eine Korrelation zwischen dem KSS und der körperlichen Summenskala zu bestehen, was bedeutet, dass eine Verbesserung der Kniefunktion auch eine Verbesserung der subjektiv empfundenen körperlichen Lebensqualität mit sich bringt. Bezüglich der psychischen Summenskala besteht kein Zusammenhang.

Der Aktivitätsindex nach Insall scheint keinen Einfluss auf das Outcome im KSS sowie in der psychischen und körperlichen Summenskala zu haben.

In den Ergebnissen dieser Studie ließ sich keine Korrelation zwischen dem BMI und dem Ergebnis des KSS und der psychischen Summenskala nachweisen. Es scheint aber einen Zusammenhang zwischen dem BMI und der körperlichen Summenskala zu geben. Ein niedrigerer BMI scheint zu einer besseren subjektiven Lebensqualität in der postoperativ erhobenen körperlichen Summenskala zu führen.

In der röntgenologischen Auswertung ließen sich präoperativ bei allen Patienten Osteophyten nachweisen, 72,7% hatten eine varusbetonte Gelenkspaltverschmälerung, 13,6% eine valgusbetonte Gelenkspaltverschmälerung und 13,6% eine konzentrisch betonte Gelenkspaltverschmälerung. Bei allen Patienten bestand eine subchondrale Sklerosierung und bei 13,6% der Patienten lag ein Knochensubstanzverlust mediallyseitig vor. Postoperativ waren lediglich bei 13,6% der Patienten Osteophyten nachweisbar. In 4,5% der Patienten zeigte sich im Bereich der Tibia ein Jahr postoperativ dorsallyseitig eine Lockerung.

Die Nachuntersuchungsrate betrug 84,62%, was bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden muss. Bei zwei Patienten (7,69%) kam es nach einem halben Jahr

zu einer symptomatischen Retropatellararthrose. Ein Revisionseingriff mit sekundärer Implantation eines Retropatellarersatzes wurde notwendig und die Patienten schieden aus der Studie aus.

Eine Patientin verstarb nach etwa 11 Monaten aus uns nicht bekannter Ursache. Die Daten gingen ebenfalls nicht in die Auswertung mit ein.

Eine Patientin erschien nicht zur Halbjahresuntersuchung. An der Untersuchung zwölf Monate postoperativ nahm sie teil. Aufgrund der fehlenden Untersuchung gingen die Daten nicht in die Auswertung mit ein.

Eine Patientin hatte nach dem ersten halben Jahr starke Schmerzen im Bein entwickelt, die Ursache hierfür lag nicht in der KTEP, sondern wurde in der Wirbelsäule gefunden. Die Daten gingen in die Auswertung mit ein.

Bei einer Patientin fielen in der Röntgenkontrolle zwölf Monate postoperativ im Rahmen der Studie dorsal im Bereich des Tibiaplateaus Lockerungszeichen auf. Bei entsprechender Klinik erfolgte bei aseptischer Lockerung der Austausch der tibialen Komponente und des Inlays. Die Daten gingen in die Auswertung mit ein.

Aufgrund der geringen Anzahl an nachuntersuchten Patienten ist es nicht möglich, eine Aussage über die Verwendung eines Patella-Rückflächenersatzes zu machen. Aus dem gleichen Grund ist ein Vergleich der postoperativen Ergebnisse bei unterschiedlichen Operationsindikationen nicht möglich.

Auch eine Testung auf geschlechtsspezifische Unterschiede ist aufgrund der geringen Anzahl an inkludierten Männern nicht möglich.

Bei der Implantation der Kniegelenktotalendoprothese Aequos G1 kam es zu keinen implantatspezifischen Komplikationen. In den offenen Fragen an den Operateur gab es bezüglich der Implantation keine Besonderheiten.

Es scheint eine Tendenz für ein besseres postoperatives Ergebnis bei muskelkräftigen Patienten zu geben, dieses lässt sich aber aufgrund der geringen Fallzahl nicht statistisch unterstützt beurteilen. Zudem gaben mehrere Patienten an, sich nach der Operation wieder hinknien zu können. Ob es hierbei einen Vorteil gegenüber anderen Endoprothesen gibt, lässt sich aus dem gewählten Studiendesign nicht eruieren.

Ein Defizit dieser Studie ist die geringe eingeschlossene Patientenzahl sowie die fehlende Vergleichsgruppe.

In dieser Arbeit wurden Untersuchungsergebnisse ein Jahr nach Prothesenimplantation mit Ergebnissen von Studien verglichen, die einen Untersuchungszeitraum von unter einem Jahr bis zu einem Zeitraum von 7,8 Jahren umfassten. Der Vergleich von Untersuchungsergebnissen der ersten zwölf Monate mit Ergebnissen längerer Untersuchungszeiträume scheint plausibel, da im Allgemeinen nach dem ersten Jahr bereits ein sehr gutes Ergebnis erreicht wird und sich dieses im weiteren Verlauf nur noch geringfügig verändert ^(DKAR 2010).

Aufgrund der niedrigen Patientenzahl von 26 Patienten, von denen nur 22 in die endgültige Auswertung gingen, lässt sich bisher nur eine Tendenz ableiten. Die erhobenen Daten zeigen eine signifikante Verbesserung der Werte des Knee Society Scores und des Oxford Knee Scores sowie eine Verbesserung der Lebensqualität im Vergleich zum präoperativen Gesundheitszustand.

Laut Frosch et al. (2009) besteht die Überlegung, dass es bei der Aequos G1-Prothese durch den durch das physiologischere Design vermuteten physiologischeren Patellasehnenwinkel zu einer Reduktion des retropatellaren Anpressdruckes kommen könnte und dadurch zu einer Reduktion des vorderen Knieschmerzes. Auch die Ergebnisse in dieser Arbeit bezüglich des Kujala-Scores und des Turba-Scores zeigen eine signifikante Verbesserung. Diese Scores dienen ursprünglich zur Erfassung des femoropatellaren Schmerzsyndroms und werden in der Literatur nicht klassischerweise für die postoperative Untersuchung nach Implantation einer Kniegelenkendoprothese angewandt. Deshalb gibt es keine vergleichbaren Daten in der Literatur. Zudem kam es in der untersuchten Patientengruppe bei zwei der Patienten zu einer sekundären retropatellaren Arthrose mit ausgeprägtem vorderem Knieschmerz, sodass sie eines sekundären retropatellaren Ersatzes bedurften.

Die in dieser Arbeit erhobenen Werte zeigen gute Ergebnisse nach Implantation der Kniegelenkendoprothese des Typs Aequos G1. Die Ergebnisse sind mit denen in der Literatur vergleichbar. Die Patienten waren keine speziell selektierten Patienten. Sie wurden bei geplanter Operation präoperativ untersucht, ob sie den Einschlusskriterien entspre-

chen und bei Einverständnis zur Teilnahme an der entsprechenden Studie in diese Arbeit aufgenommen.

In dieser Studie wurden nicht nur die klassischen Fragebögen zur Evaluierung des Kniegelenkes erhoben, sondern auch ein spezielles Augenmerk auf die durch eine Prothesenimplantation erhoffte Verbesserung der persönlich empfundenen Lebensqualität gesetzt.

Die Ergebnisse der Arbeit flossen in die Entwicklung der LIMA Physica KR-Prothese ein.

Ob sich die guten Ergebnisse dieser Studie auch in der Zukunft bestätigen lassen, bleibt abzuwarten und muss in weiteren Untersuchungen erforscht werden. Insbesondere muss sich die Prothese an den Standzeiten der etablierten Endoprothesen messen können.

5 Kapitel: Zusammenfassung

Die Endoprothetik des Kniegelenkes ist ein seit Jahren etabliertes Verfahren zur Therapie der symptomatischen fortgeschrittenen Gonarthrose. Trotz generell guter Ergebnisse klagt ein nicht minder unbedeutender Anteil an Patienten (10-20%) nach einem Gelenkersatz über persistierende Beschwerden. Auch die aseptische Lockerung der Prothesenkomponenten stellt weiterhin ein Problem dar. Eine mögliche Ursache hierfür stellt die durch aktuelle Prothesenmodelle nur unzureichend nachgebildete Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes dar. Das Tibiofemoralgelenk besteht aus den konvex geformten Femurkondylen und den beiden Gelenkflächen des Tibiaplateaus. Die Femurkondylen sind nicht symmetrisch geformt. Die Gelenkfläche des medialen Tibiaplateaus ist in sagittaler Ebene konkav, die der lateralen Gelenkfläche konvex. Diese Formgebung führt zu einer Roll-Gleitbewegung zwischen dem Femur und der Tibia (Jerosch, Heisel 1999). Die in dieser Arbeit untersuchte Aequos G1-Endoprothese berücksichtigt diese anatomischen Besonderheiten und soll die natürliche Kinematik des Kniegelenkes besser nachempfinden (Frosch, Nagerl 2009).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Daten zum klinischen und radiologischen Ergebnis vor und nach Implantation der Knie totalendoprothese des Typs Aequos G1 innerhalb eines Jahres erhoben. 26 Patienten nahmen an der Studie teil. Über den Nachuntersuchungszeitraum von zwölf Monaten mussten vier Patienten ausgeschlossen werden, weshalb noch 22 Patienten in die Endauswertung eingingen. Es erfolgte die präoperative sowie die postoperative Untersuchung nach einer Woche, sechs und zwölf Monaten anhand standardisierter Fragebögen. Es wurden der Knee Society Score, die Visuelle Analogskala Schmerz und der Oxford Knee Score verwandt. Zudem wurde der SF-36 Gesundheitsscore zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität erhoben. Zur Beurteilung des vorderen Knieschmerzes wurden der Kujala-Score und der Patella Score nach Turba ermittelt.

Sowohl im Knee Society Score als auch im Oxford Knee Score kam es 12 Monate postoperativ zu einer signifikanten Verbesserung der Ergebnisse mit 85,18 (SD 14,15) Punkten im Knie-Score und 72,95 (SD 19,44) Punkten im Funktionsscore des KSS sowie 23,73 (SD 7,04) Punkte im OKS (Präoperativ Knie-Score: 52,14 (SD 13,65), Funktionsscore 57,27 (SD 15,41), OKS: 40,23 (SD 6,60), p-Wert jeweils <0,001*). Der Be-

wegungsumfang war mit 113,18° (SD 8,67) postoperativ nicht signifikant besser als präoperativ mit 106,68° (SD 22,86). Auf der VAS Schmerz kam es zu einer hoch signifikanten Verbesserung des Wertes von 6,64 (SD 1,90) Punkten auf 2,64 (SD 2,16) Punkte ($p < 0,001^*$). Ebenso kam es bei dem SF-36 zu einer signifikanten Verbesserung der Werte der körperlichen Summenskala (28,42 (SD 6,23) präoperativ, 43,89 (SD 10,23) 12 Monate postoperativ, $p < 0,001^*$). Die Ergebnisse der psychischen Summenskala waren postoperativ signifikant verändert (55,98 (SD 9,86) präoperativ, 53,22 (SD 7,59) postoperativ, $p = 0,030$).

Im Kujala- und im subjektiven Turba-Score zur Untersuchung des Streckapparates und des vorderen Knieschmerzes waren die postoperativ erhobenen Werte ebenfalls signifikant besser. Die Werte des objektiven Turba-Scores waren nicht signifikant verändert.

Die Arbeit zeigt gute postoperative Ergebnisse nach Implantation der Aequos G1- Knie-totalendoprothese, die mit den Ergebnissen der verfügbaren Literatur vergleichbar sind. Ob diese Ergebnisse auch im Langzeitverlauf bestätigt werden können, bleibt abzuwarten und bedarf weiterer Studien.

Literaturverzeichnis

- Ackerman IN, Dieppe PA, March LM, Roos EM, Nilsson AK, Brown GC, et al. (2009): Variation in age and physical status prior to total knee and hip replacement surgery: a comparison of centers in Australia and Europe. Arthritis and rheumatism 61(2):166-73.**
- Ahlback S (1968): Osteoarthrosis of the knee. A radiographic investigation. Acta radiologica: diagnosis:Suppl 277:7-72.**
- Ahlback S (1968): Osteonecrosis of the knee--radiographic observations. Calcified tissue research:Suppl:36-b.**
- Ahlback S, Bauer GC, Bohne WH (1968): Spontaneous osteonecrosis of the knee. Arthritis and rheumatism 11(6):705-33.**
- AOA: Australian Orthopaedic Association: National joint replacement registry. Annual report 2010. aoanjrr.sahmri.com.**
- AOA: Australian Orthopaedic Association: National joint replacement registry. Annual report 2016. aoanjrr.sahmri.com.**
- Baumgartl F, Thiemel G (1993): Untersuchungen des Kniegelenks 18 Tabellen. Stuttgart [u.a.]: Thieme, VIII, 234 S.**
- Benninghoff A, Drenckhahn D (2008): Anatomie /1: Zellen- und Gewebelehre, Entwicklungslehre, Skelett- und Muskelsystem, Atemsystem, Verdauungssystem, Harn- und Genitalsystem. 17., durchges. Aufl. ed. München [u.a.]: Urban & Fischer in Elsevier, XI, 956 S.**
- Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, Mahomed NN, Charron KD (2010): Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? Clinical Orthopaedics and Related Research® 468(1):57-63.**
- Bullinger M (2000): Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-36-Health Survey. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 43(3):190-7.**
- Bullinger M, Kirchberger I (1998): Fragebogen zum Gesundheitszustand Sf-36. Göttingen [u.a.]: Hogrefe Verl. für Psychologie, Testmaterial in Mappe.**
- Carr AJ, Robertsson O, Graves S, Price AJ, Arden NK, Judge A, et al. (2012): Knee replacement. Lancet 379(9823):1331-40.**
- Carulli C, Villano M, Bucciarelli G, Martini C, Innocenti M (2011): Painful knee arthroplasty: definition and overview. Clinical cases in mineral and bone metabolism : the official journal of the Italian Society of Osteoporosis, Mineral Metabolism, and Skeletal Diseases 8(2):23-5.**

- Control CfD, Prevention (2001): Prevalence of arthritis--United States, 1997. MMWR Morbidity and mortality weekly report 50(17):334.**
- Culliford DJ, Maskell J, Beard DJ, Murray DW, Price AJ, Arden NK (2010): Temporal trends in hip and knee replacement in the United Kingdom: 1991 to 2006. The Journal of bone and joint surgery British volume 92(1):130-5.**
- de Beer J, Petruccioli D, Gandhi R, Winemaker M (2005): Primary total knee arthroplasty in patients receiving workers' compensation benefits. Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie 48(2):100-5.**
- Dieppe P (1995): The classification and diagnosis of osteoarthritis. In: K K, VM G (Hrsg.) Osteoarthritic disorders5-12.**
- Dieppe P (1999): Osteoarthritis: time to shift the paradigm. This includes distinguishing between severe disease and common minor disability. Bmj 318(7194):1299-300.**
- DKAR: Danish Knee Arthroplasty Register. Annual Report 2010. <http://www.dkar.dk>.**
- Dunbar MJ, Robertsson O, Ryd L, Lidgren L (2001): Appropriate questionnaires for knee arthroplasty. Results of a survey of 3600 patients from The Swedish Knee Arthroplasty Registry. The Journal of bone and joint surgery British volume 83(3):339-44.**
- Engelhardt M (2003): Epidemiologie der arthrose in westeuropa. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 54(6):171-5.**
- EPRD: Endoprothesenregister Deutschland. Jahresbericht 2015. www.eprd.de.**
- Falbrede I, Widmer M, Kurtz S, Schneidmuller D, Dudda M, Roder C (2011): Verwendungsraten von Prothesen der unteren Extremität in Deutschland und der Schweiz: Ein Vergleich der Jahre 2005-2008. Der Orthopäde 40(9):793-801.**
- Flören M, Reichel H (2011): Implantate. In: Wirtz DC (Hrsg.) AE-Manual der Endoprothetik: Springer, S. 57-71.**
- Frosch KH, Floerkemeier T, Abicht C, Adam P, Dathe H, Fanghanel J, et al. (2009): Eine neuartige Knieendoprothese mit physiologischer Gelenkform. Teil 1: Biomechanische Grundlagen und tribologische Untersuchungen. Unfallchirurg 112(2):168-75.**
- Frosch KH, Nagerl H, Kubein-Meesenburg D, Buchholz J, Dorner J, Dathe H, et al. (2009): Eine neuartige Kniegelenksendoprothese mit physiologischer Gelenkform. Teil 2: Erste klinische Ergebnisse. Unfallchirurg 112(2):176-84.**

- Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA, Wang NY, Wigley FM, Klag MJ (2000): Joint injury in young adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis. *Annals of internal medicine* 133(5):321-8.**
- Gerich T, Bosch U, Schmidt E, Lobenhoffer P, Krettek C (2001): [Knee joint prosthesis implantation after fractures of the head of the tibia. Intermediate term results of a cohort analysis]. *Unfallchirurg* 104(5):414-9.**
- Graves SE, Davidson D, Ingerson L, Ryan P, Griffith EC, McDermott BF, et al. (2004): The Australian orthopaedic association national joint replacement registry. *Medical Journal of Australia* 180(5):S31.**
- Günther K, Puhl W, Brenner H, Stürmer T (2002): Klinische Epidemiologie von Hüft-und Kniegelenkarthrosen: Eine Übersicht über Ergebnisse der „Ulmer Osteoarthrose-Studie“. *Zeitschrift für Rheumatologie* 61(3):244-9.**
- Günther KP, Sun Y (1999): Reliability of radiographic assessment in hip and knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 7(2):239-46.**
- Harris WH, Sledge CB (1990): Total hip and total knee replacement (2). *The New England journal of medicine* 323(12):801-7.**
- Hart DJ, Doyle DV, Spector TD (1999): Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis in middle-aged women: the Chingford Study. *Arthritis and rheumatism* 42(1):17-24.**
- Hassenpflug J, Plötz G (2001): Alternativen zur Endoprothetik. In: Eulert J, Hassenpflug J (Hrsg.) *Praxis der Knieendoprothetik*: Springer, S. 7-18.**
- Hehne HJ (1990): Biomechanics of the patellofemoral joint and its clinical relevance. *Clinical orthopaedics and related research* (258):73-85.**
- Herrmann S, Lenz R, Geier A, Lehner S, Souffrant R, Woernle C, et al. (2012): [Musculoskeletal modeling of the patellofemoral joint. Dynamic analysis of patellar tracking]. *Der Orthopäde* 41(4):252-9.**
- Hungerford DS, Barry M (1979): Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clinical orthopaedics and related research* (144):9-15.**
- Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN (1989): Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clinical orthopaedics and related research* (248):13-4.**
- IQTIG: Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Qualitätsreport 2015. www.iqtig.org.**
- Jerosch J, Floren M (2000): [Quality of life improvement (SF-36) after implantation of a knee endoprosthesis]. *Unfallchirurg* 103(5):371-4.**

- Jerosch J, Heisel J, Jerosch H (1999): Knieendoprothetik - Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung. Berlin [u.a.]: Springer, XIX, 456 S.**
- Jerosch J, Heisel J, Jerosch H (1999): Knieendoprothetik Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung. Berlin [u.a.]: Springer, XIX, 456 S.**
- Kainz H, Reng W, Augat P, Wurm S (2012): Influence of total knee arthroplasty on patellar kinematics and contact characteristics. International orthopaedics 36(1):73-8.**
- Kapandji IA (1985): Funktionelle Anatomie der Gelenke /2: Untere Extremität. Stuttgart: Enke, X, 245 S.**
- Kellgren JH, Lawrence JS (1957) : Radiological assessment of osteo-arthritis, Annals of the rheumatic disease 16(4): 494-502**
- Kim W, Rand J, Chao E (1993): Biomechanics of the knee. Total knee arthroplasty Raven Press, New York:9-58.**
- Krackow KA (1990): The technique of total knee arthroplasty. St. Louis [u.a.]: Mosby, XI, 440 S.**
- Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O (1993): Scoring of patellofemoral disorders. Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association 9(2):159-63.**
- Larsen B, Jacofsky MC, Jacofsky DJ (2015): Quantitative, Comparative Assessment of Gait Between Single-Radius and Multi-Radius Total Knee Arthroplasty Designs. The Journal of arthroplasty 30(6):1062-7.**
- Lützner HJ, Kirschner S, Günther K-P (2006): Epidemiologie und Diagnostik der Gonarthrose. OP-JOURNAL 22(03):142-7.**
- Mancuso CA, Ranawat CS, Esdaile JM, Johanson NA, Charlson ME (1996): Indications for total hip and total knee arthroplasties. Results of orthopaedic surveys. The Journal of arthroplasty 11(1):34-46.**
- Memtsoudis SG, Della Valle AG, Besculides MC, Gaber L, Laskin R (2009): Trends in demographics, comorbidity profiles, in-hospital complications and mortality associated with primary knee arthroplasty. The Journal of arthroplasty 24(4):518-27.**
- Menschik A (1975): [Mechanics of the knee joint, part II, the final rotation (author's transl)]. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 113(3):388-400.**

- Meyer H (1853): Die Mechanik des Kniegelenks. Arch Anat Physiol (Müllers Archiv) 1853:497-547.**
- Mittelmeier W, Souffrant R, Kluess D, Bergschmidt P, Bader R (2011): Biomechanik des endoprothetisch versorgten Kniegelenks. AE-Manual der Endoprothetik: Springer, S. 73-84.**
- Morgenstern M. Hohe tibiale Umstellungsosteotomie in open wedge-Technik: Radiologische Beurteilung der Beinachse, des tibialen slopes und frühe klinische Ergebnisse; Evaluation einer Computernavigation für die hohe tibiale Umstellungsosteotomie anhand eines Präzisions-Modells: Technische Universität München; 2011.**
- Müller W (1982): Das Knie Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellungschirurgie. Berlin [u.a.]: Springer, XVI, 352 S.**
- Müller W (1983): The Knee - Form, function, and ligament reconstruction. Berlin [u.a.]: Springer, XVIII, 314 S.**
- Murray DW, Fitzpatrick R, Rogers K, Pandit H, Beard DJ, Carr AJ, et al. (2007): The use of the Oxford hip and knee scores. The Journal of bone and joint surgery British volume 89(8):1010-4.**
- Nagerl H, Kubein-Meesenburg D, Cotta H, Fanghanel J (1993): Biomechanische Prinzipien in Diarthrosen und Synarthrosen. Teil III: Mechanik des Tibiofemoralgelenkes und Rolle der Kreuzbänder. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 131(5):385-96.**
- Naudie DD, Ammeen DJ, Engh GA, Rorabeck CH (2007): Wear and osteolysis around total knee arthroplasty. The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 15(1):53-64.**
- NJR: National Joint Registry for England and Wales. 8th annual report, 2011. www.njrcentre.org.uk.**
- Palumbo BT, Henderson ER, Edwards PK, Burris RB, Gutierrez S, Raterman SJ (2011): Initial experience of the Journey-Deuce bicompartamental knee prosthesis: a review of 36 cases. The Journal of arthroplasty 26(6 Suppl):40-5.**
- Pap G, Meinecke I (2011): Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose. AE-Manual der Endoprothetik: Springer, S. 33-46.**
- Prescher A (2011): Anatomie des Kniegelenks (Articulatio genus). AE-Manual der Endoprothetik: Springer, S. 1-18.**
- Pynsent PB, Fairbank JCT, Carr A (1993): Outcome measures in orthopaedics. Hodder & Stoughton, XIX, 273 S.**

- Ritter MA (2009): The Anatomical Graduated Component total knee replacement: a long-term evaluation with 20-year survival analysis. *The Journal of bone and joint surgery British* volume 91(6):745-9.
- Robertsson O, Bizjajeva S, Fenstad AM, Furnes O, Lidgren L, Mehnert F, et al. (2010): Knee arthroplasty in Denmark, Norway and Sweden. *Acta orthopaedica* 81(1):82-9.
- Robertsson O, Knutson K, Lewold S, Lidgren L (2001): The Swedish Knee Arthroplasty Register 1975-1997: an update with special emphasis on 41,223 knees operated on in 1988-1997. *Acta orthopaedica Scandinavica* 72(5):503-13.
- Robertsson O, Lewold S, Knutson K, Lidgren L (2000): The Swedish Knee Arthroplasty Project. *Acta orthopaedica Scandinavica* 71(1):7-18.
- Roos H, Lauren M, Adalberth T, Roos EM, Jonsson K, Lohmander LS (1998): Knee osteoarthritis after meniscectomy: prevalence of radiographic changes after twenty-one years, compared with matched controls. *Arthritis and rheumatism* 41(4):687-93.
- Salzmann G (2001): Patientenauswahl und Differentialindikation. In: Eulert J, Hassenpflug J (Hrsg.) *Praxis der Knieendoprothetik*. Berlin [u.a.]: Springer, S. 1-5.
- Santaguida PL, Hawker GA, Hudak PL, Glazier R, Mahomed NN, Kreder HJ, et al. (2008): Patient characteristics affecting the prognosis of total hip and knee joint arthroplasty: a systematic review. *Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie* 51(6):428-36.
- Schwitalle M, Salzmann G, Eckardt A, Heine J (2001): [Late outcome after implantation of the PFC modular knee system]. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 139(2):102-8.
- Seitlinger G, Beitzel K, Scheurecker G, Imhoff A, Hofmann S (2011): [The painful patellofemoral joint. Biomechanics, diagnosis and therapy]. *Der Orthopäde* 40(4):353-68; quiz 69-70.
- Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM (2002): Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clinical orthopaedics and related research* (404):7-13.
- SKAR: The Swedish Knee Arthroplasty Register. Annual Report 2011. www.myknee.se.
- SKAR: The Swedish Knee Arthroplasty Register. Annual Report 2016. www.myknee.se.

- Spahn G, Schiele R, Hofmann GO, Schiltenswolf M, Grifka J, Vaitl T, et al. (2011): Die Prävalenz der radiologischen Gonarthrose in Bezug zu Lebensalter, Geschlecht, Jahrgangskohorte und ethnischer Zugehörigkeit. Eine Metaanalyse. Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie 149(2):145-52.**
- Spahn G, Stojanowic, I., Biehl, M., Klemm, H.-T., Hofmann, G.O. (2016): Klassifikation von Knorpelschaden und Arthrose. Orthopädische und Unfallchirurgische Praxis 9:509-14.**
- Springorum HR, Rath B, Baier C, Lechler P, Luring C, Grifka J (2011): [Patellofemoral pain after total knee arthroplasty: clinical pathway and review of the literature]. Der Orthopäde 40(10):907-11, 14-6.**
- Stiehl JB (2005): A clinical overview patellofemoral joint and application to total knee arthroplasty. Journal of biomechanics 38(2):209-14.**
- Turba JE, Walsh WM, McLeod WD (1979): Long-term results of extensor mechanism reconstruction. A standard for evaluation. The American journal of sports medicine 7(2):91-4.**
- Wagner M, Schabus R (1982): Funktionelle Anatomie des Kniegelenks. Berlin [u.a.]: Springer, 98 S.**
- Ware JE (1993): SF-36 health survey : manual and interpretation guide. Boston, Mass.: The Health Inst., Getr. Zählung.**
- Weale AE, Halabi OA, Jones PW, White SH (2001): Perceptions of outcomes after unicompartmental and total knee replacements. Clinical orthopaedics and related research (382):143-53.**
- Weber W, Weber E (1836): Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge eine anatomisch-physiologische Untersuchung ; Nebst einem Hefte mit 17 Tafeln anatomischer Abbildungen. Göttingen: Dieterich, XXVI, 426 S., 10 gef. S., XVII gef. Bl.**
- Wirth C (1992): Degenerative Erkrankungen des Kniegelenkes. Jäger M, Wirth CJ: Praxis der Orthopädie Thieme, Stuttgart.**
- Wirtz DC (2011): AE-Manual der Endoprothetik Knie. Berlin, Heidelberg: Arbeitsgemeinschaft Endoprothetik.**
- Witzel U (2001): Biomechanische und tribologische Aspekte der Kniegelenkendoprothetik. In: Eulert J, Hassenpflug J (Hrsg.) Praxis der Knieendoprothetik: Springer, S. 19-32.**
- Wright JG, Coyte P, Hawker G, Bombardier C, Cooke D, Heck D, et al. (1995): Variation in orthopedic surgeons' perceptions of the indications for and outcomes of knee replacement. CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne 152(5):687-97.**

Anhang

Tabellenverzeichnis

Tabelle A 1: Test auf Normalverteilung des KSS Gesamtscores	80
Tabelle A 2: Test auf Normalverteilung des KSS Teil 1.....	80
Tabelle A 3: Test auf Normalverteilung des KSS Teil 2.....	80
Tabelle A 4: Test auf Normalverteilung der visuellen Analogskala.....	81
Tabelle A 5: Test auf Normalverteilung des OKS	81
Tabelle A 6: Test auf Normalverteilung der körperlichen Summenskala.....	81
Tabelle A 7: Test auf Normalverteilung der psychischen Summenskala	82
Tabelle A 8: Test auf Normalverteilung der Körperliche Funktionsfähigkeit (PF)	82
Tabelle A 9: Test auf Normalverteilung der Körperliche Rollenfunktion (RP).....	82
Tabelle A 10: Test auf Normalverteilung der Subscala Körperliche Schmerzen (BP)	83
Tabelle A 11: Test auf Normalverteilung des Sozialverhalten (SF)	83
Tabelle A 12: Test auf Normalverteilung der emotionalen Rollenfunktion (RE)	83
Tabelle A 13: Test auf Normalverteilung der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung (GH).....	84
Tabelle A 14: Test auf Normalverteilung der Vitalität (VT)	84
Tabelle A 15: Test auf Normalverteilung des psychischen Wohlbefindens (MH)	84
Tabelle A 16: Test auf Normalverteilung der Veränderung des Gesundheitszustandes	85
Tabelle A 17: Test auf Normalverteilung des Kujala-Scores.....	85
Tabelle A 18: Test auf Normalverteilung des Turba-Scores subjektiv	85
Tabelle A 19: Test auf Normalverteilung des objektiven Turba-Scores	86
Tabelle A 20: Test auf Normalverteilung des VAS zum Zeitpunkt t0 und t3, sowie des KSS und OKS sowie SF 36 körperliche und psychische Summenskala zum Zeitpunkt t3	86
Tabelle A 21: Test auf Normalverteilung des KSS, SF 36 psk und SF 36 ksk zum Zeitpunkt t0 und t3	86
Tabelle A 22: Bonferroni-Holm Korrektur des t- Tests bei gepaarten Stichproben des SF-36 ksk, damit in der globalen Entscheidung die Fehlerwahrscheinlichkeit nur 5% beträgt.....	87
Tabelle A 23: Bonferroni-Holm Korrektur des t- Tests bei gepaarten Stichproben des Kujala- Scores, damit in der globalen Entscheidung die Fehlerwahrscheinlichkeit nur 5% beträgt.	88
Tabelle A 24: Kujala-Score	100
Tabelle A 25: Turba-Score objektiv	100
Tabelle A 26: Turba-Score subjektiv	101

Abbildungsverzeichnis

Abb. A 1: Korrektur und paarweiser Vergleich der Daten der VAS über die verschiedenen Zeitpunkte, damit die Fehlerwahrscheinlichkeit in der globalen Entscheidung nur 5% beträgt	87
Abb. A 2: Korrektur und paarweiser Vergleich der Daten der psychischen Summenskala des SF-36 über die verschiedenen Zeitpunkte, damit die Fehlerwahrscheinlichkeit in der globalen Entscheidung nur 5% beträgt.....	88
Abb. A 3: Fragebogen zur Erhebung klinischer Daten über die Aequs G1 Knieendoprothese präoperativ.....	89
Abb. A 4: Fragebogen zur Erhebung klinischer Daten über die Aequs G1 Knieendoprothese postoperativ	90
Abb. A 5: Knee Society Score (KSS)	91
Abb. A 6: Visuelle Analogskala Schmerz (VAS)	92
Abb. A 7: Oxford Knee Score (OKS).....	94
Abb. A 8: SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand.....	98

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
KSS_Gesamt_t0	,942	22	,218
KSS_Gesamt_t1	,961	22	,517
KSS_Gesamt_t2	,932	22	,136
KSS_Gesamt_t3	,945	22	,250

Tabelle A 1: Test auf Normalverteilung des KSS Gesamtscores

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
KSS_Teil1_t0	,937	22	,169
KSS_Teil1_t1	,923	22	,088
KSS_Teil1_t2	,836	22	,002
KSS_Teil1_t3	,765	22	,000

Tabelle A 2: Test auf Normalverteilung des KSS Teil 1

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
KSS_Teil2_t0	,920	22	,075
KSS_Teil2_t1	,833	22	,002
KSS_Teil2_t2	,936	22	,167
KSS_Teil2_t3	,924	22	,090

Tabelle A 3: Test auf Normalverteilung des KSS Teil 2

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t0	,939	22	,188
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t1	,923	22	,086
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t2	,877	22	,011
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t3	,923	22	,089

Tabelle A 4: Test auf Normalverteilung der visuellen Analogskala

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
OKS_Gesamt_t0	,916	22	,062
OKS_Gesamt_t1	,929	22	,115
OKS_Gesamt_t2	,961	22	,507
OKS_Gesamt_t3	,966	22	,628

Tabelle A 5: Test auf Normalverteilung des OKS

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Körperliche Summenskala	,956	22	,406
SF_ksk_t1	,970	22	,722
SF_ksk_t2	,941	22	,204
SF_ksk_t3	,958	22	,454

Tabelle A 6: Test auf Normalverteilung der körperlichen Summenskala

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Psychische Summenskala	,883	22	,014
SF_psk_t1	,922	22	,083
SF_psk_t2	,728	22	,000
SF_psk_t3	,933	22	,140

Tabelle A 7: Test auf Normalverteilung der psychischen Summenskala

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
pfi_t0	,882	22	,013
pfi_t1	,806	22	,001
pfi_t2	,914	22	,056
pfi_t3	,946	22	,261

Tabelle A 8: Test auf Normalverteilung der Körperliche Funktionsfähigkeit (PF)

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
rolph_t0	,820	22	,001
rolph_t1	,719	22	,000
rolph_t2	,605	22	,000
rolph_t3	,668	22	,000

Tabelle A 9: Test auf Normalverteilung der Körperliche Rollenfunktion (RP)

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
pain_t0	,931	22	,129
pain_t1	,913	22	,056
pain_t2	,919	22	,071
pain_t3	,928	22	,113

Tabelle A 10: Test auf Normalverteilung der Subscala Körperliche Schmerzen (BP)

Tests auf Normalverteilung^b

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
social_t0	,581	22	,000
social_t1	,497	22	,000
social_t3	,333	22	,000

Tabelle A 11: Test auf Normalverteilung des Sozialverhalten (SF)

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
rolem_t0	,596	22	,000
rolem_t1	,502	22	,000
rolem_t2	,310	22	,000
rolem_t3	,332	22	,000

Tabelle A 12: Test auf Normalverteilung der emotionalen Rollenfunktion (RE)

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
SF-36 Allg. Gesundheitswahrnehmung (0-100)	,963	22	,559
ghp_t1	,899	22	,028
ghp_t2	,923	22	,088
ghp_t3	,970	22	,703

Tabelle A 13: Test auf Normalverteilung der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung (GH)

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
vital_t0	,970	22	,704
vital_t1	,947	22	,273
vital_t2	,955	22	,389
vital_t3	,959	22	,478

Tabelle A 14: Test auf Normalverteilung der Vitalität (VT)

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
mhi_t0	,927	22	,106
mhi_t1	,945	22	,248
mhi_t2	,950	22	,312
mhi_t3	,948	22	,285

Tabelle A 15: Test auf Normalverteilung des psychischen Wohlbefindens (MH)

Tests auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
rawhtran_t0	,196	22	,028	,875	22	,010
rawhtran_t1	,200	22	,023	,910	22	,047
rawhtran_t2	,271	22	,000	,852	22	,004
rawhtran_t3	,234	22	,003	,804	22	,001

Tabelle A 16: Test auf Normalverteilung der Veränderung des Gesundheitszustandes

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Kujala_Gesamt_t0	,968	22	,663
Kujala_Gesamt_t1	,971	22	,740
Kujala_Gesamt_t2	,976	22	,845
Kujala_Gesamt_t3	,981	22	,935

Tabelle A 17: Test auf Normalverteilung des Kujala-Scores

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Turba_Subjektiv_t0	,941	22	,210
Turba_Subjektiv_t1	,660	22	,000
Turba_Subjektiv_t2	,911	22	,049
Turba_Subjektiv_t3	,941	22	,206

Tabelle A 18: Test auf Normalverteilung des Turba-Scores subjektiv

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Turba_Objektiv_t0	,886	22	,016
Turba_Objektiv_t1	,704	22	,000
Turba_Objektiv_t2	,855	22	,004
Turba_Objektiv_t3	,820	22	,001

Tabelle A 19: Test auf Normalverteilung des objektiven Turba-Scores

Tests auf Normalverteilung

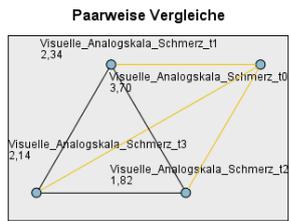
	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t0	,933	23	,129
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t3	,912	23	,045
KSS_Gesamt_t3	,939	23	,171
OKS_Gesamt_t3	,964	23	,555
SF_ksk_t3	,953	23	,336
SF_psk_t3	,926	23	,090

Tabelle A 20: Test auf Normalverteilung des VAS zum Zeitpunkt t0 und t3, sowie des KSS und OKS sowie SF 36 körperliche und psychische Summenskala zum Zeitpunkt t3

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
KSS_Gesamt_t0	,949	23	,280
Körperliche Summenskala_t0	,949	23	,277
KSS_Gesamt_t3	,939	23	,171
SF_ksk_t3	,953	23	,336
Psychische Summenskala_t0	,902	23	,028
SF_psk_t3	,926	23	,090

Tabelle A 21: Test auf Normalverteilung des KSS, SF 36 psk und SF 36 ksk zum Zeitpunkt t0 und t3



Jeder Knoten zeigt den durchschnittlichen Stichprobenrang.

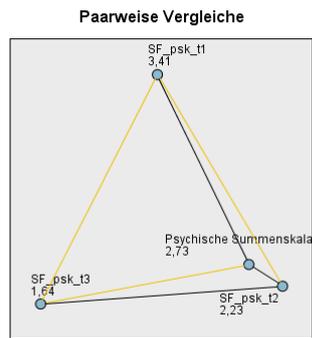
Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std.-Fehler	Std. Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t2- Visuelle_Analogskala_Schmerz_t3	-,318	,389	-,817	,414	1,000
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t2- Visuelle_Analogskala_Schmerz_t1	,523	,389	1,343	,179	1,000
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t2- Visuelle_Analogskala_Schmerz_t0	1,886	,389	4,846	,000	,000
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t3- Visuelle_Analogskala_Schmerz_t1	,205	,389	,525	,599	1,000
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t3- Visuelle_Analogskala_Schmerz_t0	1,568	,389	4,029	,000	,000
Visuelle_Analogskala_Schmerz_t1- Visuelle_Analogskala_Schmerz_t0	1,364	,389	3,503	,000	,003

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind. Asymptotische Signifikanz (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

Abb. A 1: Korrektur und paarweiser Vergleich der Daten der VAS über die verschiedenen Zeitpunkte, damit die Fehlerwahrscheinlichkeit in der globalen Entscheidung nur 5% beträgt

Getestete Paare SF-36 ksk	Alte Signifikanz	Korrigierte Signifikanz
Zeitpunkt t0 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t0 und t2	0,000001*	0,000003*
Zeitpunkt t0 und t1	0,002*	0,004*
Zeitpunkt t2 und t3	0,412	0,412

Tabelle A 22: Bonferroni-Holm Korrektur des t- Tests bei gepaarten Stichproben des SF-36 ksk, damit in der globalen Entscheidung die Fehlerwahrscheinlichkeit nur 5% beträgt.



Jeder Knoten zeigt den durchschnittlichen Stichprobenrang.

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std.-Fehler	Std. Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
SF_psk_t3-SF_psk_t2	,591	,389	1,518	,129	,774
SF_psk_t3-Psychische Summenskala	1,091	,389	2,803	,005	,030
SF_psk_t3-SF_psk_t1	1,773	,389	4,554	,000	,000
SF_psk_t2-Psychische Summenskala	,500	,389	1,285	,199	1,000
SF_psk_t2-SF_psk_t1	1,182	,389	3,036	,002	,014
Psychische Summenskala-SF_psk_t1	-,682	,389	-1,752	,080	,479

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanz (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

Abb. A 2: Korrektur und paarweiser Vergleich der Daten der psychischen Summenskala des SF-36 über die verschiedenen Zeitpunkte, damit die Fehlerwahrscheinlichkeit in der globalen Entscheidung nur 5% beträgt

Getestete Paare Kujala	Alte Signifikanz	Korrigierte Signifikanz
Zeitpunkt t0 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t0 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t3	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t1 und t2	0,000000*	0,000000*
Zeitpunkt t0 und t1	0,812	1,624
Zeitpunkt t2 und t3	0,481	0,481

Tabelle A 23: Bonferroni-Holm Korrektur des t- Tests bei gepaarten Stichproben des Kujala- Scores, damit in der globalen Entscheidung die Fehlerwahrscheinlichkeit nur 5% beträgt.

Fragebogen zur Erhebung klinischer Daten über die Aequos G1 Knieendoprothese

I. Allgemeine Daten zum Patienten und Untersuchungsdatum

Name: _____ Vorname: _____

Geschlecht: weiblich männlich

Geb.-Datum: _____.19____

Untersuchungsdatum: _____.20____

OP Datum: _____.20____

Operiertes Knie: rechts links

Körpergröße in cm: _____ Gewicht in kg: _____

Patienten - Identaufkleber

Klinik, in der die Operation durchgeführt wurde: _____ Operateur: _____

Untersucher: _____

Untersuchungszeitpunkt: Präoperativ Entlassung 6 Mon. post OP 12 Mon. post OP sonstige:.....

Verwendetes Femurimplantat: Größe: _____ zementiert unzementiert

Verwendetes Tibiaimplantat: Größe: _____ zementiert unzementiert Inlay Höhe: _____ mm

Patella Ersatz: Ja Nein

Relevante medizinische Grunderkrankungen: _____

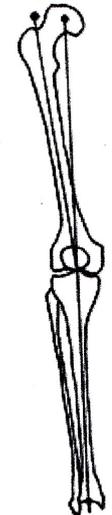
Knieerkrankungen nein..... <input type="radio"/> Weichteil-Bandverletzungen..... <input type="radio"/> (z.B. Meniskus, Kreuzband) Osteochondrosis..... <input type="radio"/> Gelenkfraktur..... <input type="radio"/> Femurkondylennekrose..... <input type="radio"/> Rheumatische Erkrankung..... <input type="radio"/> Patellaluxation..... <input type="radio"/> sonstige Knieerkrankung (z.B. Tumor)..... <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Voroperationen Knie nein..... <input type="radio"/> Arthroskopie..... <input type="radio"/> Meniskektomie..... <input type="radio"/> Knorpelshaving..... <input type="radio"/> Bandplastik..... <input type="radio"/> Umstellung..... <input type="radio"/> Osteosynthese nach Fraktur..... <input type="radio"/> Synovektomie..... <input type="radio"/> sonstige Knievoroperationen..... <input type="radio"/>	Gonarthrose Klassifikation nach Ahlbeck I: Gelenkspaltverschmälerung..... <input type="radio"/> II: Aufhebung des Gelenkspalts..... <input type="radio"/> III: geringe Knochenarrosion..... <input type="radio"/> IV: mässige Knochenarrosion..... <input type="radio"/> V: schwere Knochenarrosion, Subluxation des Kniegelenks..... <input type="radio"/> Subchondrale Sklerose: nein..... <input type="radio"/> ja..... <input type="radio"/>
Osteophyten: ja..... <input type="radio"/> nein..... <input type="radio"/>	Neurologie: nein..... <input type="radio"/> N. femoralis..... <input type="radio"/> N. peroneus (->N. ischiadicus)... <input type="radio"/>	
Lage der Patella (Tangentialaufnahme): nicht vorliegend..... <input type="radio"/> normal..... <input type="radio"/> subluxiert..... <input type="radio"/> luxiert..... <input type="radio"/> patelloklimiert..... <input type="radio"/> sonstiges..... <input type="radio"/>	Gelenkspaltverschmälerung: varusbetont..... <input type="radio"/> valgusbetont..... <input type="radio"/> konzentrisch..... <input type="radio"/> keine..... <input type="radio"/>	
Klassifikation nach Insall et al. Gehleistung eingeschränkt A- durch betroffenes Kniegelenk... <input type="radio"/> B- durch beidseitige Knieerkrankung..... <input type="radio"/> C- wegen anderer relevanter Komorbidität..... <input type="radio"/>	Bandstabilität: Kollateralbänder normal..... <input type="radio"/> medial aufklappbar..... <input type="radio"/> lateral aufklappbar..... <input type="radio"/> instabil..... <input type="radio"/> a.-p. Schublade < 5mm..... <input type="radio"/> 5-10 mm..... <input type="radio"/> > 10 mm..... <input type="radio"/>	
Knochensubstanzverlust: nein..... <input type="radio"/> Femur Medial..... <input type="radio"/> Lateral..... <input type="radio"/> Tibia Medial..... <input type="radio"/> Lateral..... <input type="radio"/> Patella <input type="radio"/>	Anatomische Beinachse (Femorotibialwinkel): < 0°..... <input type="radio"/> 0° - 4°..... <input type="radio"/> 5° - 10°..... <input type="radio"/> 11° - 15°..... <input type="radio"/> > 15°..... <input type="radio"/>	

Abb. A 3: Fragebogen zur Erhebung klinischer Daten über die Aequos G1 Knieendoprothese präoperativ

Fragebogen zur Erhebung klinischer Daten über die Aequos G1 Knieendoprothese

I. Allgemeine Daten zum Patienten und Untersuchungsdatum

Name: _____ Vorname: _____
 Geschlecht: weiblich männlich
 Geb.-Datum: _____ 19____
 Untersuchungsdatum: _____ 20____
 OP Datum: _____ 20____
 Operiertes Knie: rechts links
 Körpergröße in cm: _____ Gewicht in kg: _____

Patienten - Identaufkleber

Klinik, in der die Operation durchgeführt wurde: _____ Operateur: _____

Untersucher: _____

Untersuchungszeitpunkt: Präoperativ Entlassung 6 Mon. post OP 12 Mon. post OP sonstige:.....

Verwendetes Femurimplantat: Größe: _____ zementiert unzementiert

Verwendetes Tibiaimplantat: Größe: _____ zementiert unzementiert Inlay Höhe: _____ mm

Patella Ersatz: Ja Nein

Relevante medizinische Grunderkrankungen: _____

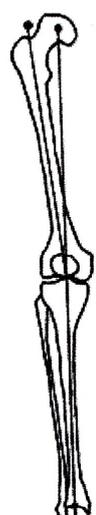
Osteophyten: ja..... <input type="radio"/> O nein..... <input type="radio"/> O	Neurologie: nein <input type="radio"/> O N. femoralis..... <input type="radio"/> O N. peroneus (->N. ischiadicus).... <input type="radio"/> O	
Lage der Patella (Tangentialaufnahme): nicht vorliegend..... <input type="radio"/> O normal..... <input type="radio"/> O subluxiert..... <input type="radio"/> O luxiert..... <input type="radio"/> O patellokliniert..... <input type="radio"/> O sonstiges..... <input type="radio"/> O	Gelenkspaltverschmälerung: varusbetont..... <input type="radio"/> O valgusbetont..... <input type="radio"/> O konzentrisch..... <input type="radio"/> O keine..... <input type="radio"/> O	
Klassifikation nach Insall et al. Geheleistung eingeschränkt A- durch betroffenes Kniegelenk... <input type="radio"/> O B- durch beidseitige Knieerkrankung..... <input type="radio"/> O C- wegen anderer relevanter Komorbidität..... <input type="radio"/> O	Bandstabilität: Kollateralbänder normal..... <input type="radio"/> O medial aufklappbar..... <input type="radio"/> O lateral aufklappbar..... <input type="radio"/> O instabil..... <input type="radio"/> O a.-p. Schublade < 5mm..... <input type="radio"/> O 5-10 mm..... <input type="radio"/> O > 10 mm..... <input type="radio"/> O	
Knochensubstanzverlust: nein..... <input type="radio"/> O Femur Medial..... <input type="radio"/> O Lateral..... <input type="radio"/> O Tibia Medial..... <input type="radio"/> O Lateral..... <input type="radio"/> O Patella..... <input type="radio"/> O	Anatomische Beinachse (Femorotibialwinkel): < 0°..... <input type="radio"/> O 0° - 4°..... <input type="radio"/> O 5° - 10°..... <input type="radio"/> O 11° - 15°..... <input type="radio"/> O > 15°..... <input type="radio"/> O	
Radiologischer Befund des Implantats, frühestens 12 Monate post OP: Datum des Befunds: ____ / ____ / 20____ Basierend auf Konventionelle Radiographie..... <input type="radio"/> O CT / MRT <input type="radio"/> O	Ausrichtung tibial Varus > 3°..... <input type="radio"/> O Physiologisch <input type="radio"/> O Valgus >3°..... <input type="radio"/> O	
Ausrichtung femoral Varus > 3°..... <input type="radio"/> O Physiologisch <input type="radio"/> O Valgus > 3°..... <input type="radio"/> O	Zementmantel Homogen..... <input type="radio"/> O Inkomplett lateral..... <input type="radio"/> O Inkomplett medial..... <input type="radio"/> O	

Abb. A 4: Fragebogen zur Erhebung klinischer Daten über die Aequos G1 Knieendoprothese postoperativ

III. Knee Society Score (KSS)

A. Kniescore

I. Schmerzen:

kein Schmerz.....	0	50
leicht oder gelegentlich.....	0	45
nur beim Treppensteigen.....	0	40
beim Gehen und Treppensteigen.....	0	30
mäßiger Schmerz		
gelegentlich.....	0	20
ständig.....	0	10
starker Schmerz.....	0	0

II. Extension/Flexion: ____/____/____

1 Punkt pro 5°, max. 25 Punkte

III. Stabilität:

anterioposterior	< 5 mm.....	0	10
	5-10 mm	0	5
	> 10 mm.....	0	0
mediolateral	< 5°	0	15
	6°-9°.....	0	10
	10°-14°.....	0	5
	> 15°.....	0	0

IV. Abzüge:

Beugekontraktur:	unter 5°.....	0	0
	5° - 10°.....	0	-2
	10° - 15°.....	0	-5
	16° - 20°.....	0	-10
	über 20°.....	0	-15

Streckdefizit:	kein	0	0
	unter 10°.....	0	-5
	10° - 20°.....	0	-10
	über 20	0	-15

Varus-/Valguseinstellung:	5° - 10° (normal).....	0	0
	4° oder 11°	0	-3
	3° oder 12°	0	-6
	2° oder 13°	0	-9
	1° oder 14°	0	-12
	0° oder 15°	0	-15
	Varus oder >15°	0	-20

B. Funktionsscore

I. Gehstrecke:

unbegrenzt.....	0	50
über 1000 m	0	40
500 - 1000 m.....	0	30
weniger als 500 m.....	0	20
hausgebunden.....	0	10
gehunfähig.....	0	0

II. Treppensteigen:

normal hoch und herunter	0	50
normal hoch, herunter mit Geländer.....	0	40
hoch und herunter mit Geländer	0	30
hoch mit Geländer, herunter unmöglich.....	0	15
unmöglich.....	0	0

III. Abzüge:

1 Gehstock	0	-5
2 Gehstöcke	0	-10
Gehstützen oder Gehwagen	0	-20

Abb. A 5: Knee Society Score (KSS)

IV. Visuelle Analogskala Schmerz

Markieren Sie mit einem Strich, wie stark Sie den Schmerz
in Ihrem Kniegelenk zum jetzigen Zeitpunkt empfinden.

0 steht für keinen Schmerz und
10 für den maximal vorstellbaren Schmerz.

0 ----- 10

Abb. A 6: Visuelle Analogskala Schmerz (VAS)

V. Oxford Knee Score (OKS)

Fragebogen zum Befinden Ihres kranken bzw. operierten Knies

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres kranken bzw. operierten Knies. Die Ergebnisse zeigen im Zeitablauf, ob Sie beschwerdefrei oder mit Beschwerden und Beeinträchtigungen Ihres Knies leben.

Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

Frage	Antworten
1. Beschreiben Sie den Schmerz, den Sie normalerweise in Ihrem Knie verspüren.	1 – keine 2 – sehr gering 3 – gering 4 – mäßig 5 – stark
2. Waren Sie in Ihrer Körperpflege irgendwie durch Ihr Knie behindert?	1 – keine Behinderung 2 – sehr gering 3 – mäßig 4 – starke Probleme 5 – nicht durchführbar
3. Waren Sie durch Ihr Knie beim Ein- und Aussteigen aus dem Auto bzw. öffentlichen Verkehrsmitteln behindert?	1 – keine Probleme 2 – sehr geringe Probleme 3 – mäßige Probleme 4 – starke Probleme 5 – unmöglich
4. Wie lange können Sie gehen, bevor ein stärkerer Knieschmerz auftritt?	1 – keine Begrenzung 2 – 16-60 Minuten 3 – 5-15 Minuten 4 – im Haus herum 5 – tritt immer auf
5. Verspüren Sie Schmerzen, wenn Sie nach längerem Sitzen vom Stuhl aufstehen?	1 – überhaupt nicht 2 – gering schmerzhaft 3 – mäßig schmerzhaft 4 – sehr schmerzhaft 5 – unerträglich
6. Hinken Sie wegen Ihres Kniegelenks?	1 – selten / nie 2 – manchmal / nur am Anfang 3 – oft, nicht nur am Anfang 4 – fast immer 5 – immer
7. Können Sie in die Knie gehen und danach wieder aufstehen?	1 – ohne Probleme 2 – mit etwas Schwierigkeit 3 – mit mäßigen Schwierigkeiten 4 – mit starken Schwierigkeiten 5 – nicht möglich

8. Verspüren Sie Schmerzen nachts im Bett?	1 – überhaupt nicht 2 – nur 1-2 Nächte 3 – einige Nächte 4 – die meisten Nächte 5 – jede Nacht
9. Wie stark hat Sie Ihr Knieschmerz in Ihrer Arbeit behindert?	1 – überhaupt nicht 2 – ein wenig 3 – mäßig 4 – stark 5 – total
10. Knicken Sie mit Ihrem Knie manchmal ein?	1 – nie 2 – manchmal / nur am Anfang 3 – oft / nicht nur am Anfang 4 – die meiste Zeit 5 – immer
11. Können Sie Haushaltseinkäufe allein erledigen?	1 – ohne Probleme 2 – mit geringen Problemen 3 – mit mäßigen Problemen 4 – mit starken Problemen 5 – nicht möglich
12. Können Sie die Treppe heruntergehen?	1 – ohne Probleme 2 – mit geringen Problemen 3 – mit mäßigen Problemen 4 – mit starken Problemen 5 – nicht möglich

Abb. A 7: Oxford Knee Score (OKS)

Fragebogen zum Gesundheitszustand

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Ausgezeichnet.....	1
Sehr gut	2
Gut.....	3
Weniger gut	4
Schlecht.....	5

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Derzeit etwas besser als vor einem Jahr	1
Derzeit etwas besser als vor einem Jahr	2
Etwa so wie vor einem Jahr.....	3
Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr.....	4
Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr.....	5

3. Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

Tätigkeiten	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
a. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
j. sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

Schwierigkeiten	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

Schwierigkeiten	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich	1	2

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht1
Etwas2
Mäßig3
Ziemlich4
Sehr5

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Ich hatte keine Schmerzen1
Sehr leicht2
Leicht3
Mäßig4
Stark5
Sehr stark6

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht1
Ein bißchen2
Mäßig3
Ziemlich4
Sehr5

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
a. ...voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
b. ...sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
c. ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
d. ...ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
e. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
f. ...entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
g. ...erschöpft?	1	2	3	4	5	6
h. ...glücklich?	1	2	3	4	5	6
i. ...müde?	1	2	3	4	5	6

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Immer.....1
 Meistens 2
 Manchmal..... 3
 Selten.....4
 Nie5

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

Aussagen	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

Abb. A 8: SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand

Kujala-Score	
1. Wie oft müssen Sie hinken?	a) nie b) geringfügig/regelmäßig c) immer/ständig
2. Wie gut stützt Sie Ihr Knie (z.B. beim Stehen)?	a) volle Stützfähigkeit ohne Schmerzen b) Schmerzen treten dabei auf c) Gewicht zu tragen, ist unmöglich
3. Wie weit können Sie ohne Knieschmerzen gehen?	a) unbegrenzt, Knie ist nicht das Problem b) mehr als 2 Kilometer weit c) 1-2 Kilometer weit d) gehen ist nicht möglich
4. Wie gut können Sie Treppen steigen?	a) hinauf & hinunter ohne Probleme b) leichte Schmerzen beim Hinuntersteigen c) Schmerzen beim Hinauf- und Hinuntersteigen d) Treppensteigen ist unmöglich
5. Können Sie Kniebeugen machen (bzw. mehrmals in die Hocke gehen)?	a) ja, ohne Mühe b) bei wiederholten Kniebeugen habe ich Schmerzen im Knie c) jede Kniebeuge ist schmerzhaft d) ja, aber nur mit Unterstützung e) nein, schaffe keine Kniebeuge
6. Wie lang können Sie rennen/joggen?	a) habe dabei keine Probleme/Schmerzen mit dem Knie b) habe nach ca. 2 km Schmerzen c) habe leichte Schmerzen gleich nach Beginn d) habe dabei schwere Schmerzen e) kann nicht rennen/joggen
7. Wie gut können Sie springen/hüpfen?	a) ohne Probleme b) habe dabei leichte Probleme c) habe dabei konstante Schmerzen d) kann nicht springen/hüpfen
8. Welche Beschwerden haben Sie bei lang andauerndem Sitzen mit gebeugten Knien?	a) macht mir keine Beschwerden b) habe Schmerzen, wenn ich mich zuvor körperlich betätigt habe c) habe dabei konstante Schmerzen d) der Schmerz zwingt mich dazu, die Beine von Zeit zu Zeit auszustrecken e) auf diese Weise kann ich nicht sitzen
9. Wie sehr schmerzt Ihr Knie generell (Wenn Sie nichts Spezielles damit tun)?	a) nie b) gelegentlich und gering c) es stört beim Schlafen d) gelegentlich schmerzt es stark e) schmerzt konstant und schwer
10. Schwillt Ihr Knie an?	a) nein, nie b) ja, aber nur nach schwerer Anstrengung c) ja, bei normalen täglichen Aktivitäten d) ja, jeden Abend e) Knie ist immer geschwollen

11. Hatten Sie schon einmal das Gefühl, dass Ihnen die Kniescheibe schmerzhaft aus der natürlichen Position herausgesprungen ist?	<ul style="list-style-type: none"> a) nein, noch nie b) passierte gelegentlich beim Sport bzw. bei sportlichen Aktivitäten c) passierte gelegentlich bei alltäglichen Betätigungen d) ein Arzt hat mindestens eine sog. „Dislokation“, also eine herausgesprungene Kniescheibe diagnostiziert e) mehr als zwei solcher „Dislokationen“ wurden von einem Arzt diagnostiziert
12. Haben Sie das Gefühl, dass Ihr Oberschenkel durch einen Verlust an Muskelmasse dünner geworden ist?	<ul style="list-style-type: none"> a) nein b) ja, ein bisschen c) ja, ist deutlich dünner geworden
13. Haben Sie Einschränkungen dabei, Ihr Knie zu beugen?	<ul style="list-style-type: none"> a) nein, keine Einschränkungen b) ja, leichte Einschränkungen c) ja, starke Einschränkungen

Tabelle A 24: Kujala-Score

Turba-Score (objektiv)	
14. Bewegungsumfang	<ul style="list-style-type: none"> a) voller Bewegungsumfang b) seitenungleich bzgl. des unoperierten Knies
15. Schmerzen	<ul style="list-style-type: none"> a) kein Schmerz b) leicht bei retropatellarer Kompression c) mäßig bei retropatellarer Kompression d) schwerer retropatellarer Schmerz
16. Erguss	<ul style="list-style-type: none"> a) kein Erguss b) leichter Erguss mit minimaler Prominenz des Hoffa'schen Fettkörpers im Vergleich mit dem unoperierten, anderen Knie c) mäßig mit Prominenz des Fettkörpers d) stark, mit tanzender Patella („ballotement“)
17. Quadrizepsatrophie	<ul style="list-style-type: none"> a) keine b) minimaler Tonusverlust im Seitenvergleich c) mäßiger Tonusverlust d) starker Tonusverlust
18. Quadrizepsatonie	<ul style="list-style-type: none"> a) keine b) minimaler Verlust c) moderater Verlust d) starker Verlust
19. Passive Patella-Hypermobilität	<ul style="list-style-type: none"> a) keine b) minimale Hypermobilität im Seitenvergleich c) mäßige Hypermobilität, welche es ermöglicht, die laterale Patellafacette über die laterale Femurkondyle zu subluzieren, ohne Dislozieren d) bekannte/diagnostizierte Hypermobilität, welche Dislokation der Patella ermöglicht; Apprehension und Schmerzen

Tabelle A 25: Turba-Score objektiv

Turba-Score (subjektiv)	
20. Wie oft schwillt Ihr Knie an?	<ul style="list-style-type: none"> a) nie b) selten nach anstrengender Betätigung c) gelegentlich nach alltäglichen Betätigungen d) häufig bei täglichen Aktivitäten
21. Wie oft und wie sehr haben Sie Schmerzen im Knie?	<ul style="list-style-type: none"> a) habe keine Knieschmerzen b) habe nur milde Schmerzen (z.B. wetterabhängig) c) habe leichte bis mittlere Schmerzen (z.B. bei langem Sitzen oder beim Treppensteigen) d) Schmerzen begrenzen meine Gehstrecke und beeinflussen mein tägliches Leben
22. Fühlt sich Ihr Knie manchmal instabil an?	<ul style="list-style-type: none"> a) nein, nie b) selten bei anstrengender/ausgiebiger sportlicher Betätigung c) gelegentlich bei alltäglichen Betätigungen d) die Kniescheibe rutscht häufig und deutlich vom Platz („springt heraus“)
23. Inwieweit sind Sie durch das Knie in Ihren körperlichen Aktivitäten eingeschränkt?	<ul style="list-style-type: none"> a) bin dadurch nicht eingeschränkt b) kann nicht vollständig in die Hocke gehen c) habe im Alltag keine Probleme, kann jedoch keinen anstrengenden Sport machen d) bin dadurch im Alltag eingeschränkt

Tabelle A 26: Turba-Score subjektiv

Danksagung

Die medizinische Fakultät der Julius-Maximilians-Universität Würzburg hat die vorliegende Arbeit als Dissertation angenommen.

Herrn Professor Dr. med. Maik Hoberg danke ich herzlich für sein Interesse an der Untersuchung und die förderliche Betreuung der Dissertation.

Der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg, insbesondere Herrn Chefarzt Professor Dr. med. Maximilian Rudert, danke ich für die Bereitstellung der Räumlichkeiten zur Durchführung der medizinischen Untersuchungen und der Möglichkeit, Patienten akquirieren zu können. Mein großer Dank geht auch an die 26 Patientinnen und Patienten, die die Untersuchungen zu dieser Dissertation durch ihre Bereitschaft zur Teilnahme und ihr hohes Engagement erst möglich machten.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, OStRe Renate und Ulrich Will, und meinen Geschwistern Alina, Svea-Madeleine und Gerrit sowie meinem Lebensgefährten Herrn Andreas Ladenburger für die mir stets gewährte Unterstützung.

Würzburg, im Dezember 2016

Pia-Patricia Will

Lebenslauf

Name: Pia-Patricia Will
Geboren in Hildesheim
Nationalität: deutsch

Ausbildung

Seit 01/2018 Anstellung als **Assistenzärztin** in der Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie des **Klinikums Aschaffenburg**

2013-2017 Anstellung als **Assistenzärztin** in der Abteilung für **Orthopädie und Unfallchirurgie** der **Rotkreuzklinik Wertheim**

06/2013 Erteilung der **Approbation** als Ärztin

2007-2013 **Studium** der **Humanmedizin** an der **Julius- Maximilians- Universität** Würzburg

1998-2006 **Bischöfliches Gymnasium Josephinum**, Hildesheim

1994-1998 Bonifatiuschule Hildesheim

Würzburg, den 21.10.2019

Pia-Patricia Will