

Aus der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Rheumatologie
des HELIOS- Klinikum Berlin-Buch

DISSERTATION

Ergebnisse nach Implantation der achsgeführten Knie totalendoprothese RT-
PLUS™ Solution bei verschiedenen Indikationsstellungen

Zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Juri Brinsuk aus Zelinograd

Gutachter 1. Prof. Dr. med. J. Zacher
Gutachter 2. Prof. Dr. med. C. Perka
Gutachter 3. Prof. Dr. med. B. Swoboda

Datum der Promotion: 18.09.2009

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

- 1.1 Allgemeines
- 1.2 Biomechanische und anatomische Grundbegriffe
- 1.3 Historischer Überblick
- 1.4 Definition der Kniegelenktotalendoprothesen nach ISO 7207 / 1 - 1985 (E) und Funktionsprinzipien der Prothesentypen

2. Ziel- und Aufgaben

3. Material und Methode

- 3.1 Modellbeschreibung der Knieendoprothese RT-PLUS™ Solution
- 3.2 Indikationsstellung zur Implantation einer Rotations- Knie- TEP
- 3.3 Operationstechnik bei primärer Implantation der RT-PLUS™ Solution
- 3.4 Postoperative Behandlung nach primärer Implantation der RT-Prothese
- 3.5 Datenerhebung
- 3.6 Begleiterkrankungen und deren Einfluss auf die postoperative Behandlung und Ergebnisse
- 3.7 Fehlende Werte
- 3.8 Datenbearbeitung und statistische Berechnung, Datenerhebungsbögen und Bewertungsscores
- 3.9 Patientengut
- 3.10 Studienkollektiv
 - 3.10.1 Patientenalter und Altersgruppen
 - 3.10.2 Körpergröße und Patientengewicht mit Bodymassindex
 - 3.10.3 Grunderkrankung
 - 3.10.4 Voroperationen und/oder Radiosynoviorthese bei primärer Implantation und Revisionsoperation
 - 3.10.5 Begleiterkrankungen
 - 3.10.6 Häufigkeit des Retropatellarersatzes und verwendete Implantatgrößen
 - 3.10.7 Präoperative Röntgenbefunde

4. Ergebnisse

- 4.1 Klinische und funktionelle Ergebnisse

- 4.1.1 Gesamtergebnisse HSS- und Knee-society-Score
- 4.1.2 Ergebnisse HSS- Score
- 4.1.3 Verteilung der Durchschnittsgesamtpunktzahlen im HSS-, Knee- und Function- Score bei primärer Implantation bei unterschiedlichen Primär Diagnosen
- 4.1.4 Prä- und postoperative Schmerzangabe
- 4.1.5 Prä- und postoperative Gehstrecke und Stehfähigkeit
- 4.1.6 Treppensteigen und Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel prä- und postoperativ
- 4.1.7 Muskelkraft prä- und postoperativ
- 4.1.8 Streckhemmung prä- und postoperativ
- 4.1.9 Kniegelenkinstabilität prä- und postoperativ
- 4.1.10 Beweglichkeit des Kniegelenkes prä- und postoperativ
- 4.1.11 Gehhilfen prä- und postoperativ
- 4.1.12 Alignment prä- und postoperativ
- 4.1.13 Analgetikabedarf prä- und postoperativ
- 4.1.14 Knieschwellung postoperativ
- 4.1.15 Aufstehen vom Stuhl prä- und postoperativ
- 4.1.16 Tägliche Aktivität prä- und postoperativ
- 4.1.18 Zohlen- Zeichen
 - 4.1.18.1 Zohlen- Zeichen postoperativ bei primärer Implantation mit RPE und ohne RPE
- 4.1.19 Auswertung sonstiger subjektiver Beschwerden
- 4.2 Subjektive Zufriedenheit
 - 4.2.1 Gesamtüberblick subjektive Zufriedenheit
 - 4.2.2 Zufriedenheit postoperativ
 - 4.2.3 Postoperative Zufriedenheit bei Primärimplantation bezüglich verschiedenen Primär Diagnosen
- 4.3 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die postoperativen Ergebnisse
 - 4.3.1 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die prä- und postoperative Durchschnittspunktzahl im HSS-, Knee- und Function-Score
 - 4.3.2 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die postoperative Gehstrecke und Stehfähigkeit

- 4.3.3 Einfluss von Begleiterkrankungen auf das postoperative Treppensteigen und die Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln
- 4.3.4 Einfluss von Begleiterkrankungen auf Muskelkraft postoperativ
- 4.3.5 Einfluss von Begleiterkrankungen auf den Gehhilfengebrauch postoperativ
- 4.3.6 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die tägliche Aktivität postoperativ
- 4.3.7 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die postoperative subjektive Zufriedenheit
- 4.4 Auswertung der röntgenologischen Befunde
 - 4.4.1 Intramedulläre Achsabweichung der Femurkomponente
 - 4.4.2 Intramedulläre Achsabweichung der Tibiakomponente
 - 4.4.3 Resorptionssaumbildung und Osteopenie entlang der Implantate
 - 4.4.4 Lateral notching sowie ventraler Überstand der Femurkomponente
 - 4.4.5 Über- und unterdimensionierte Tibiakomponente
 - 4.4.6 Röntgenologische Patellauntersuchung
 - 4.4.6.1 Lateralisierung der Patella präoperativ, postoperativ und am Untersuchungstag bei primärer Implantation
 - 4.4.6.2 Sinterung der Patella bei primärer Implantation
 - 4.4.7 Periartikuläre Ossifikationen nach primärer RT- Knie- TEP- Implantation
 - 4.4.7.1 Lokalisation der periartikulären Ossifikationen
- 4.6 Postoperative Komplikationen nach primärer Implantation und Revisionsoperation
- 5. Diskussion
 - 5.1 Diskussion des Patientengutes
 - 5.2 Diskussion der Methodik
 - 5.3 Diskussion der Indikationsstellung
 - 5.4 Diskussion des Rotationsfreigrades einer Knie totalendoprothese
 - 5.5 Diskussion der Implantatgrößenauswahl
 - 5.6 Diskussion der Ergebnisse

- 5.6.1 Diskussion der Score- Ergebnisse
 - 5.6.1.1 Diskussion der Score- Ergebnisse in Abhängigkeit von den Primärdiagnosen
 - 5.6.1.2 Diskussion der Score- Ergebnisse in Abhängigkeit von den Begleiterkrankungen
 - 5.6.1.3 Diskussion des Score- Parameters Schmerz
 - 5.6.1.4 Diskussion der Score- Parameter Gehstrecke, Stehfähigkeit, Treppensteigen, Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Gehhilfengebrauch, Muskelkraft und des Zusatzparameters Aufstehen vom Stuhl
 - 5.6.1.5 Diskussion des Score- Parameters Beweglichkeit des Kniegelenkes
 - 5.6.1.6 Diskussion der Score- Parameter Alignment und seitliche Kniegelenkstabilität
- 5.6.2 Diskussion des zusätzlichen Parameters tägliche Aktivität
- 5.6.3 Diskussion der zusätzlichen Parameter Knieschwellung und sonstige subjektive Beschwerden
- 5.6.4 Diskussion des zusätzlichen Parameters subjektive Zufriedenheit
- 5.7 Diskussion der Röntgenbefunde
 - 5.7.1 Röntgenanalyse von Femur- und Tibiakomponente
 - 5.7.1.1 Ausrichtung von Femur- und Tibiakomponente
 - 5.7.1.2 Resorptionssaumbildung und Osteopenie entlang der Femur- und Tibiakomponenten
 - 5.7.2 Postoperative periartikuläre Ossifikationen
- 5.8 Patellabeurteilung: Röntgenanalyse von Patella, klinische Symptomatik, Patellakomplikationen
 - 5.8.1 RPE: Diskussion pro und contra
 - 5.8.2 Patellamanagement
- 5.9 Diskussion der Komplikationen

6. Zusammenfassung

7. Literatur

Abkürzungen

A.	Arteria
AHT	arterieller Hypertonus
Altersschw.	Altersschwäche
ant.	anterior
a.p.	anterior-posterior
Art. Kh.	arterielle Krankheiten / arterielle Durchblutungsstörungen
ASK	Arthroskopie
BMI	Bodymassindex
CIHK	chronische ischämische Herzkrankheit
Diagn.	Diagnostische
DM	Diabetes mellitus
DVFLR	Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt
HI	Herzinsuffizienz
HOPS	Hirnorganisches Psychosyndrom
inf.	inferior
Kor.-Ost.	Korrekturosteotomie
Lig.	Ligamentum
Ligam.-Rek.	Ligamentenrekonstruktion
lat.	lateralis
musk. Def.	muskuläres Defizit
med.	medialis
neur. Def.	neurologisches Defizit
N.	Nervus
PE	Polyethylen
RA	rheumatoide Arthritis
RPE	Retropatellarersatz
RT-PLUS™ Solution	achsgeführte zementierte Scharnier - Kniegelenktotalendoprothese mit Rotationsmöglichkeit Hersteller: Firma PLUS Endoprothetik
RSO	Radiosynoviorthese
SE	Synovektomie
sup.	superior
Syn.	Synonym
Sept. Gelenkdebrid.	Gelenkdebridement septisch
TEP	Totalendoprothese
Ven. Kh.	venöse Krankheiten / venöse Durchblutungsstörungen
WHS	Wundheilungstörung

1. Einleitung

1.1 Allgemeines

Der moderne Mensch stellt unabhängig vom Lebensalter immer höhere Ansprüche an seine Lebensqualität. Der Gesundheitszustand spielt hier eine große, wenn nicht die wichtigste Rolle. Angesichts der veränderten Altersstruktur mit zunehmendem Lebensalter unserer Bevölkerung nimmt die Häufigkeit der klinisch relevanten primären Kniegelenkarthrosen kontinuierlich zu (81). Posttraumatische degenerative Veränderungen, Destruktionen nach einem Kniegelenkinfekt sowie die Beteiligung des Kniegelenkes bei verschiedenen Stoffwechsel- und anderen Erkrankungen (z.B. Hämophilie) gehören zu der Gruppe der sekundären Kniegelenksarthrosen. Ursache der Gonarthrose ist eine Zerstörung des hyalinen Gelenkknorpels mit sichtbarer Verminderung des Gelenkspaltes. Die Folge ist eine Abstützreaktion mit subchondraler Sklerosierung und osteophytären Anbauten. Abgeschilferte Knorpel-Knochen-Fragmente unterhalten eine fibrinöse Detritussynovialitis, die ihrerseits zu einer Überdehnung des Kapsel-Bandapparates mit nachfolgender Insuffizienz führen kann. Der Abbau der Knorpel-Knochen-Substanz an den Belastungszonen und auch die Bandinstabilitäten führen zur Varus- und Valgusfehlstellungen mit gelegentlich Subluxationen. Typische Symptome sind Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Synovitis und Erguss.

Bei den rheumatisch-entzündlichen Erkrankungen entsteht die Gelenkdestruktion durch ein primär autoimmun-entzündliches Geschehen mit Zerstörung der Kapsel-Band-Strukturen, gefolgt von Knorpel- und Knochenerosionen und gelenknaher Osteopenie (7, 50). Auch hier finden wir neben der Arthritis Bewegungseinschränkungen, Bandinstabilitäten, Knorpel-Knochensubstanzverlust, Zystenbildung und Fehlstellung bis zur Subluxation. Die konzentrische Gelenkspalteminderung ist charakteristisch für die Rheumatoide Arthritis. (7, 59). Die Instabilitäten werden bei mehr als 80% der Rheumapatienten durch Synovialishypertrophie mit Erweiterung und Hyperlaxität des Kapsel-Band-Apparates sichtbar (96). Die erforderliche Steroid- und Basismedikation führt zur zusätzlicher Immunsuppression und Osteoporose (7, 96).

Bei komplizierten traumatischen Gelenkzerstörungen, insbesondere bei vorgeschädigten Gelenken und tumoröser Gelenkzerstörung bleibt oft der Gelenkersatz die einzige Möglichkeit, die Gelenkfunktion zu erhalten.

Für die Behandlung der oben genannten Krankheitsgruppen ist heute die alloplastische Gelenkersatzoperation ein anerkanntes Standardverfahren mit weltweit steigenden Implantationszahlen (28, 31, 33, 39, 44, 77, 78). In den letzten 30 Jahren hat die Endoprothetik der großen Gelenke enormen Aufschwung erfahren (6). Die Hüft- und Knieendoprothetik hat andere Operationseingriffe wie Interpositionsarthroplastiken und vor allem die Arthrorese nahezu vollständig verdrängt. Trotz guter und sehr guter Ergebnisse bleibt die Beherrschung der Früh- und Spät komplikationen auch heute noch oftmals eine Herausforderung für den Operateur.

Die Endoprothetik befindet sich in ständiger Weiterentwicklung. Ziel des Gelenkersatzes ist die vollständige Beseitigung der Beschwerden, die Wiederherstellung der Funktion bei langer Überlebensdauer der Prothese mit Vermeidung oder schneller und einfacher Beseitigung der aufgetretenen Komplikationen. Das Endoprothesendesign stützt sich auf Anatomie- und Biomechanikkenntnisse, auf Krankheitspathogenese, -verlauf und -prognose, im technischen Bereich auf Materialbeschaffenheit insbesondere tribologische Eigenschaften (10, 11, 22). Auch wirtschaftliche und soziale Aspekte sowie die Psyche des Patienten müssen bei der Entwicklung neuer Prothesen berücksichtigt werden.

1.2 Biomechanische und anatomische Grundbegriffe

Das Kniegelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk, in welchem drei Knochen zwei Gelenke bilden und miteinander artikulieren. Das Femur und die Tibia bilden das bikondyläre Femorotibialgelenk. Das Femur und die Patella artikulieren im Femoropatellargelenk. Beide Gelenke sind von einer gemeinsamen Gelenkkapsel eingeschlossen und liegen in einer zusammenhängenden Gelenkhöhle. Das Gelenk stabilisiert sich passiv vor allem durch zwei Seitenbänder (Lig. collaterale mediale et laterale), zwei Kreuzbänder (Lig. cruceatum anterior et posterior), durch die hintere Kapselwand sowie aktiv durch den Zug der Streck- und Beugemuskulatur des Ober- und Unterschenkels. Der laterale und der mediale Meniskus zwischen den beiden Femurkondylen und Tibiaplateaus mit den fixierenden Bändern, der Hoffa'sche Fettkörper unter der Patellasehne und mehrere Synovialtaschen dienen zur Abpolsterung der besonders beanspruchten Areale und ermöglichen die reibungslose Artikulation (5, 54).

Die arterielle Versorgung des Kniegelenkes erfolgt durch 6 Arterien (A. genus descendens, A. genus sup. lat. et med., A. genus inf. lat. et med. und A. recurrens tibialis ant.), die aus der A.

poplitea und A. tibialis anterior stammen und das arterielle Kollateralnetz mit zahlreichen Anastomosen bildet. (60).

Die nervale Versorgung des vorderen Kniegelenkes erfolgt durch den Ramus infrapatellaris des N. saphenus. Das hintere Kniegelenk wird durch die Rami articulari des N. ischiadicus versorgt. Wie die anderen Gelenke besitzt das Kniegelenk Mechanorezeptoren, die für die Propriozeption im Gelenk verantwortlich sind. Besonders zahlreiche Mechanorezeptoren der Kreuzbänder steuern die Muskelkoordination und schützen das Kniegelenk von Extremstellungen (5).

Biomechanisch betrachtet kann das Kniegelenk im Wesentlichen gebeugt, gestreckt und in gebeugter Position innen- und außenrotiert werden. Das Kniegelenk wird vor allem durch axiale Druckkräfte beansprucht. Der normale Bewegungsumfang beträgt aktiv und passiv 5-10° Extension, die Flexion ist aktiv bis 140° möglich. Bei 90° Flexion erlaubt das Kniegelenk eine Außenrotation von 45-50° und eine Innenrotation von 30-35°. Die Rotationsmöglichkeit reduziert sich in der Extension und in der letzten Phase des Streckens und erfolgt nur noch als Schlussrotation von 5°. Die Bewegung im Femorotibialgelenk ist ein kombinierter Roll-Gleitmechanismus um eine wandernde Achse (54, 95). Neuere Untersuchungen bezweifeln den wesentlichen Effekt des femoralen Rollbacks und sprechen der Rotation im Kniegelenk eine wesentliche Bedeutung zu. Die Achse für die Rotationsbewegungen zwischen Tibia und Femur verläuft dabei nicht durch die Eminentia intercondylaris sondern durch das mediale Kompartiment (90). Bei der Entwicklung der neuen Knieendoprothesen sollten diese Bewegungsprinzipien Grundlagen der Entwicklung sein. Die Bewegung der Kniescheibe erfolgt durch Gleiten der Patella im femoralen Gleitlager. Infolge des muskulären Zuges wird die Patella in cranialer, caudaler und dorsaler Richtung beansprucht (5, 54). Der erhöhte retropatellare Druck, ist häufig Ursache für Patellakomplikationen in der Knieendoprothetik. Eine Normalisierung des retropatellaren Anpressdruckes und ein zentrierter Patellalauf sind unabdingbare Voraussetzung für eine korrekte Artikulation.

1.3 Historischer Überblick

Bereits 1890 hat der Berliner Chirurg Th. Gluck den ersten Scharnierkniegelenkersatz aus Elfenbein entwickelt und bei 3 Patienten mit tuberkulöser Gonitis implantiert. Nicht adäquate Verankerung, ungeeignetes Material und vor allem nicht beherrschbare Infektionen waren die Ursachen für Misserfolge (10, 20). Jahrzehntlang wurden die Arthrodesen, Osteotomien und viel seltener: Interpositionsarthroplastiken in der Gelenkchirurgie bevorzugt.

1951 hat Waldius den von ihm konstruierten und weiterentwickelten femorotibialen Totalersatz implantiert (67, 98). Seine Scharnierprothese war anfänglich aus Acryl, später aus Metall gefertigt. Materialabrieb und aseptische Lockerungen waren für das Versagen des ersten Prothesensystems verantwortlich. Die Einführung der Chrom-Kobalt-Molybdän-Verbindung in die Endoprothetik ermöglichte die Entwicklung funktionsfähiger Systeme.

Anfang der sechziger Jahre gelang mit der Einführung der Metall-Polyethylen-Gleitpaarung ein revolutionärer Durchbruch in der Beherrschung der Metallose. Der Engländer J. Charnley beschrieb das "low-friction arthroplasty" - Prinzip und verwendete die Metall- Polyethylen-Gleitpaarung in der Hüftendoprothetik. Sein Mitarbeiter F.H. Gunston übertrug dieses Prinzip in die Knieendoprothetik und entwickelte die erste ungekoppelte Knieprothese (34, 49). Obwohl die Metall-Polyethylen-Paarung in der Hüftendoprothetik auch heute nicht unumstritten ist, ist sie für die Knieendoprothetik der optimale Standard. Zur intraossären Prothesenverankerung verwendete J. Charnley als Erster das in der Zahnmedizin bekannte Polymethylmethacrylat (10, 18).

Mitte der 70er Jahre entwickelten D.S. Hungerford und Mitarbeiter (Baltimore, USA) den ersten Oberflächenersatz mit zementfreier Verankerung - die Porous Coated Anatomic Prothese (genannt PCA). Die Knochenkontaktflächen der Prothese wurde mit Chrom- Kobalt- Kügelchen beschichtet. Durch das Einwachsen von Knochengewebe in die poröse Oberfläche wurde die zementfreie Verankerung ermöglicht.

1972 implantierte W. Blauth erstmals die von ihm konzipierte Scharnierprothese. Das Prothesenmodell von Blauth hat 1983 eine kleine Modifikation erfahren (9, 41). Das Prothesensystem war als starr gekoppelt gebaut und schließt außer Beugemöglichkeit andere Bewegungsgrade aus. Ein nicht elastischer Bewegungslauf findet um eine starre Achse statt. Durch eine Kraftübertragung auf das Scharniergelenk wächst wie bei allen starr gekoppelten Scharnierprothesen, die aseptische Lockerungsgefahr (8, 13, 18, 19, 53, 74). Trotz der bekannten

Nachteile bewährte sich das Prothesensystem nach Blauth als zuverlässig. Die Langzeitergebnisse nach Blauth-TEP-Implantation sind statistisch gesehen absolut vergleichbar mit nicht oder teilgekoppelten Systemen (9).

Eine interessante Weiterentwicklung war die GSB-Knietotalendoprothese von H. Gschwend, H.J. Scheier und A. Bähler (1975). Die Prothese wurde bis 1988 mehrmals modernisiert. Es handelte sich um eine teilgekoppelte Prothese mit polyzentrischer Gleitachse, bei welcher die Last über die breit angelegten Femurkondylen auf die Polyethylengleitfläche der Tibia übertragen wurde (31, 33). Massive Knochensubstanzverluste bei der Implantation und häufige schwer beherrschbare Patellakomplikationen waren die Nachteile der GSB-Knietotalendoprothese (26, 35).

Als Alternative zu den starr gekoppelten Scharnierprothesen konzipierten E. Engelbrecht und Mitarbeiter 1979 das Rotationsknie-TEP ENDO-Modell, das zwar auch zu den achsgeführten Systemen gehört, es erlaubt aber eine begrenzte femorotibiale Rotation bei Flexion sowie Längsdistraktion im Kniegelenk. Durch eine Rotationsmöglichkeit im Kniegelenk sollte ein harmonischer Bewegungsablauf im Kniegelenk ermöglicht werden und die Gefahr einer aseptischen Lockerung minimiert werden. (19, 33, 74, 103).

Mittlerweile wurden bis heute eine kaum noch zu überschauende Anzahl von verschiedenen Prothesenmodellen und Prothesentypen entwickelt. Mehr als 400 bekannte Kniegelenkendoprothesen werden auf internationaler Ebene durch ISO 7207 / 1 - 1985 (E) klassifiziert (49, 77).

1.4 Definition der Kniegelenktotalendoprothesen nach ISO 7207 / 1 - 1985 (E) und Funktionsprinzipien der Prothesentypen

3.6 Totalersatz

3.7 Ungekoppelte totale Knieprothese *(nonconstrained)*

3.8 Teilweise gekoppelte totale Knieprothese *(semiconstrained)*

3.9 Vollgekoppelte totale Knieprothese *(fullconstrained)*

Ungekoppelte totale Knieprothese:

Ein ungekoppeltes Prothesensystem ist in der Regel als Oberflächenersatz gebaut. Hier werden die femorale und die tibiale Gelenkfläche in ihrer voller Ausdehnung ersetzt. Die Seitenbänder

und das hintere Kreuzband bleiben nach der Implantation erhalten. Die Prothese erlaubt theoretisch alle Freiheitsgrade. Voraussetzung bei allen ungekoppelten Systemen ist eine suffiziente Funktion des Muskel- und Bandapparates. Beispiele für ungekoppelte Prothesensysteme sind die PLUS TC-Knieprothese, Natural-Knieprothese, Miller-Galante-Gelenk, PFC-Prothese. Bei einigen Oberflächensystemen wird jedoch, wie z.B. bei dem PLUS Foundation Posterior Stabilized Knee System, ein Freiheitsgrad reduziert. Die posterior-stabilisierenden Prothesen können auch als teilgekoppelte Knieprothese betrachtet werden.

Teilweise gekoppelte totale Knieprothese:

Diese Prothesen sind stärker stabilisiert als die Oberflächenersätze und weniger als die Scharnierprothesen. Sie besitzen zwei bis drei Freiheitsgrade. Typische Beispiele für die teilgekoppelten Endoprothese sind die GSB- und Sheehan-Prothese. Außer Rollbewegung erlauben diese Prothesen auch eine Gleitbewegung, sie nähern sich damit der physiologischen Kniegelenkartikulation.

Vollgekoppelte totale Knieprothese:

Vertreter dieses Prothesentyps sind Scharnierprothesen wie Guepar-, St.Georg-, Tillmann-, Blauth-Prothese, ENDO-Modell. Der Bewegungsumfang des Kniegelenkes wird hier auf eine Horizontalachse eingeschränkt. Die vollgekoppelte Kniegelenktotalendoprothese mit einer Rotationsmöglichkeit ist der nächste Freiheitsgrad nach dem starr-gekoppelten Scharniersystem. Obwohl die Rotationsprothesen ein Scharniergelenk darstellen, erlauben sie Dank dem beweglichen Stiel eine gewisse Rotationsmöglichkeit sowie eine dezente Längsdistraktion im Kniegelenk. Zu diesen Prothesen gehören die RT-PLUS™ Solution-Knie-Prothese, das Rotationsknie ENDO- Modell und das NexGen RNK Fa. ZIMMER.

2. Ziel und Aufgaben

Das Ziel dieser retrospektiven Studie ist eine Untersuchung und Analyse von kurzfristigen Ergebnissen nach Implantation einer relativ neu entwickelten RT-PLUS™ Solution-Kniegelenktotalendoprothese bei verschiedenen Patientengruppen. Vor- und Nachteile der neuen Konstruktionsmerkmale sollten dargestellt und die klinischen Ergebnisse mit anderen Prothesentypen und -systemen verglichen werden. Ein weiteres Ziel der Arbeit war die Optimierung der Indikationsstellung, der präoperativen Planung und postoperativen Behandlung

sowie aus der Komplikationsanalyse heraus gegebenenfalls Hinweise für eine Präzisierung der Operationstechnik oder Optimierung der Implantatpositionierung zu erarbeiten.

3. Material und Methode

3.1 Modellbeschreibung der Knieendoprothese RT-PLUS™ Solution

Es handelt sich um eine gekoppelte Rotations-Scharnier-Knietotalendoprothese zur zementierten Implantation (RT-PLUS™ Solution). Der Kopplungsmechanismus besteht aus einem Rotationszapfen und einem Scharnier, welches zusätzlich eine begrenzte Innen- und Außenrotation von je ca.10° um die Longitudinalachse sowie gewisse Elongation im Gelenk erlaubt. Dabei wird der Rotationszapfen in einem Einsatz aus hochmolekularem Polyethylen geführt. Durch die Konstruktion der Prothesenkondylen ist ein physiologischer roll-back-Mechanismus möglich. Hierdurch sollen die mechanischen Kräfte, welche das Implantat-Knocheninterface belasten, zusätzlich reduziert und Kantenbelastungen des Polyethyleninlays verringert werden.



Abb. 1 RT-PLUS™ Solution – System.

Links: Standardausführung. Rechts: Revisions- Modularausführung

Die Femur- und Tibiakomponente ist aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Gusslegierung nach ISO 5832-4 mit einem Nickelanteil von weniger als 0,5% ausgelegt. Die Komponenten werden durch zementierbare intramedulläre Schäfte im Knochen verankert. Das Tibiainlay besteht aus

ultrahochmolekularem Polyethylen nach ISO 5834-2 und wird in vier Höhen von 8, 11, 14 und 17 mm ausgeführt. Das Femurteil besitzt ein tief ausgemuldetes Patellagleitlager mit anatomischem Schrägverlauf, welches die Patellaluxation verhindern soll. Der Rotationszapfen bietet bei einer Länge von 40 mm genügend Luxationssicherheit. Das Tibiateil weist eine anatomische dorsale Neigung auf, welche die Gelenkflexion verbessern soll. In der Prothese ist physiologische Valgusachaposition von 6° vorgegeben.

Das Implantat wurde im Zeitraum 1997 - 2000 in 3 Größenvarianten angeboten. Die Implantatgrößen 4, 6 und 8 entsprechen den TC-PLUS™ Solution- Größen, wodurch ein intraoperatives Umsteigen vom Oberflächenersatz auf eine achsgeführte Prothese problemlos möglich ist. Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Prothese in fünf Größen – 2, 4, 6, 8 und 10 entsprechend den TC-PLUS™ Solution-Größen lieferbar.

Im Falle einer Metallallergie steht eine titanbeschichtete Implantatausführung zur Verfügung. Zusätzlich wurde das RT-PLUS™ Solution als Revisions-Spezialimplantat in der Modularausführung weiterentwickelt.

Als Patellaersatz wurde der zementierte PLUS Patellarückflächenersatz verwendet, der aus ultrahochmolekularem Polyethylen nach ISO 5834-2 produziert und in vier Größen von 26, 29, 32, 35 mm geliefert wird.

3.2 Indikationsstellung zur Implantation einer Rotations- Knie- TEP

Eine Indikation zur Implantation einer RT-PLUS™ Solution –Knie- TEP besteht in folgenden Fällen:

- hochgradige Zerstörungen aller Abschnitte des Kniegelenkes bei primärer und sekundärer Arthrose bzw. Destruktion des Kniegelenkes bei anderen Grunderkrankungen wie z.B. rheumatisch-entzündlichen Krankheitsbildern
- schwere knöcherne Defekte der Femurkondylen und des Tibiaplateaus
- ausgeprägte Fehlstellungen der Beinachse von mehr 15°
- erhebliche Instabilitäten der Seitenbandführung von mehr als 7°
- ausgeprägte Kontrakturen des Kniegelenkes ab 20° Streckdefizit
- Revisionseingriffe wie Prothesenwechsel und Reimplantation nach Ausbau
- tumoröse Destruktionen (knöchern und weichteilig kleiner Defektsituation)
- höheres Lebensalter mit starker Osteopenie
- schlechte Beinmuskelfunktion

- Übergewicht
- Arthrose nach Empyem
- Arthrofibrose
- schwere akute traumatische Zerstörung des Gelenkes bei vorbestehenden Gelenkschädigungen.

3.3 Operationstechnik bei primärer Implantation der RT-PLUS™ Solution

Die Operation kann sowohl mit als auch ohne Blutleere bzw. Blutsperre erfolgen. Das Bein wird beweglich abgedeckt. Es wurde überwiegend ein medianer Hautschnitt und die mediale parapatellare Kapselöffnung gewählt. Bei voroperierten Patienten bevorzugten die Operateure die Zugänge möglichst im alten Narbenverlauf. Nach Entfernung der Menisci, Osteophyten und Synovektomie werden die Kreuz- und Seitenbänder knochennah abgelöst. Weiter erfolgt mit Hilfe des Implantationsinstrumentariums die standardisierte Ausrichtung und Implantation von Femur- und Tibiateil. Vor definitiver Implantation ist die Prüfung der Artikulation mittels Probeimplantaten möglich. Es wird die Streck- und Beugefähigkeit, die Gelenkstabilität, korrekte Schlussrotation des Gelenkes sowie der zentrierte Patellaufgänger geprüft. Die intraoperativen Funktionsdefizite werden ggf. durch weichteilbalancierende Maßnahmen, Knochennachresektion, Inlayerhöhung, laterales und dorsales Kapselrelease beseitigt. Die Probeimplantate werden durch Originale unter zementierter Verankerung ersetzt.

Die Indikation zur Implantation des Retropatellarersatzes wurde von den Operateuren intraoperativ gestellt. Die Patellaersätze wurden bei ausgeprägter Destruktion der Patellarrückfläche und guter Knochenqualität indiziert und mit Hilfe des Implantationsinstrumentariums standardisiert eingebaut. Bei Verzicht des Retropatellarersatzes wurde die Patella zirkumferent mit dem Thermokauter denerviert und osteophytäre Anbauten abgetragen.

3.4 Postoperative Behandlung nach primärer Implantation der RT-Prothese

Noch am Operationstag wurde mit assistierten Bewegungsübungen durch Einsatz von Motorschienen (CPM) begonnen. Im Regelfall konnte das operierte Bein am nächsten Tag belastet werden. Im Rahmen des postoperativen stationären Aufenthalts wurde ein Bewegungsumfang des Kniegelenkes von mindestens 0/0/90° in der ersten postoperativen Woche angestrebt.

3.5 Datenerhebung

Die Datenerhebung für die vorliegende Arbeit erfolgte anhand der Krankenakten, Auswertung der Operationsbücher und Sichtung der Daten des Computerbetriebssystems „OPDIS“. Röntgenaufnahmen wurden prä- und postoperativ sowie bei Kontrolluntersuchung angefertigt. Desweiteren erfolgte die Auswertung der Anamneseerhebung, die Befragung nach aktuellen Beschwerden sowie die klinische Untersuchung. Die Ergebnisse wurden mit dem HSS- und Knee- Society- Score bewertet.

Aus den Operationsbüchern und dem OPDIS- Programm wurden die Fallzahlen, Operationsdatum sowie Namen und Geburtsdaten der Patienten ermittelt.

Anhand der Krankenakten wurden die allgemeinen Daten der Patienten vervollständigt, Ergebnisse der klinischen präoperativen Voruntersuchung und der postoperativen Untersuchung bei Entlassung ermittelt. Dazu gehörten subjektive prä- und postoperative Beschwerden, die Primärdiagnose, Begleiterkrankungen, Voroperationen, präoperative Schmerzsymptomatik, Einnahme von Schmerzmitteln, Steh- und Gehfunktion, Gehhilfen, Treppensteigen, Dauer des stationären Aufenthaltes und Komplikationen.

Aus dem Operationsbericht wurden Angaben zu Prothesengrößen, Patellamanagement und über den intraoperativen Befund ermittelt.

Die postoperativen Ergebnisse wurden gemäß des HSS- Knee- Scores nach Ranawat und Shine von 1973 (46) und Knee- Society- Scores nach Insall et al. von 1989 (45) ausgewertet und mit den präoperativen Daten verglichen. Um größere Objektivität und eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien zu erreichen, wurde bei Planung der Arbeit entschieden, die Ergebnisse mittels international gängiger Scores zu berechnen. Diese Scores sind in den Datenerhebungsbögen II und III (Abb. 4 und 5) abgebildet. Die Bewertung des HSS-Knee-Scores erfolgte in 4 Kategorien:

-ausgezeichnet (bzw. -sehr gut)

-gut

-mittelmäßig (bzw. -mäßig)

-ungenügend (bzw. -schlecht)

Die Ergebnisse wurden für primäre Implantation und Wechseloperation getrennt dargestellt. Die Bewertung im HSS- Score erfolgt in den oben genannten 4 Kategorien. Bei dem Knee-Society-Score nach Insall et al. wird international nur der erreichte Punktwert angegeben. Die prä- und postoperativen Score-Parameter und der Punktzuwachs wurden auf Signifikanz geprüft.

Weitere analysierte Parameter, die nicht in beiden Scores enthalten sind, sind in den Datenerhebungsbögen I A und I B (Abb. 2 und 3) dargestellt.

Zu den Kontrolluntersuchungen, die im September-Oktober 2000 stattfanden, luden wir die operierten Patienten mit einem Einladungsbrief in die Räume unserer Klinik ein. Die Patienten, die aus verschiedenen Gründen nicht zur Untersuchung erschienen, wurden von der Studie ausgeschlossen. Von telefonischer ggf. schriftlicher Befragung haben wir aufgrund der Ungenauigkeit und fehlenden Röntgenuntersuchungen Abstand genommen.

Bei der röntgenologischen Analyse und Vermessung wurden die präoperativen Ganzbeinaufnahmen im ap-Strahlengang, prä- und postoperative Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes im ap- und seitlichen Strahlengang und eine Patellatangentialaufnahme genutzt. Zur Kontrolluntersuchung erfolgten Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes ap- und seitlich sowie eine Patellatangentialaufnahme.

Auf den präoperativen Bildern wurden Achsfehlstellung, Gelenkspaltverschmälerung, Sklerosierung, Osteophyten, Osteolysen, Demineralisierung des Femur- und Tibiateiles und bei Patellabewertung - präoperative Lateralisierungstendenz und Arthrosezeichen wie Anbauten, subchondrale Sklerosierung und retropatellare Gelenkspaltverschmälerung analysiert.

Zur Auswertung der Röntgenbilder wurde eine Modifikation des Knee Society Roentgenographic Evaluation und Scoring Systems nach Ewald von 1989 (21) genutzt.

Postoperativ wurden intraoperative Knochenschädigungen, Prothesenposition, intramedulläre Achsabweichung der Femur- und Tibiakomponente, lateral notching bzw. Prothesenüberstand, Resorptionssaumbildung entlang der Implantate, zur Patellabeurteilung Lateralisierungstendenz, Sinterung der Knochensubstanz, Sklerosierung, Patellafrakturen und Lockerungszeichen des Retropatellarersatzes beurteilt.

Resorptionssaumbildungen entlang der Implantate und andere Lockerungszeichen wurden auf den bei Kontrolluntersuchung angefertigten Aufnahmen des Kniegelenkes im ap- und seitlichem

Strahlengang ermittelt. Das Zement-Knocheninterface wurde in seitlicher und ap-Projektion am Ober- und Unterschenkelteil in jeweils 5 Zonen geteilt (Abb. 8) und in Millimetern vermessen. In Abhängigkeit von der Saumbreite erfolgte die Einteilung in 4 Gruppen A, B, C und D.

Die intramedulläre Schaftabweichung und deren mögliche Auswirkung auf den Femorotibialwinkel und die postoperativen Ergebnisse wurde ausgemessen und diskutiert. Die Dezentrierung der Schaftachse wurde in Grad in beiden Projektionen angegeben.

Prä- und postoperativ ermittelten wir in der ap-Ebene den Femorotibialwinkel, die Daten gingen in die Alignmentbestimmung ein.

Die Ergebnisse sind in den Röntgen-Datenerhebungsbögen IV und V (Abb. 6 und 7) dokumentiert.

3.6 Begleiterkrankungen und deren Einfluss auf die postoperative Behandlung und Ergebnisse

Neben den Hauptdiagnosen, die zur TEP- Implantation bzw. zur TEP- Revision führten, wurden Begleiterkrankungen und deren Auswirkung auf die postoperativen Ergebnisse ermittelt. Die häufigsten chronischen Nebendiagnosen, die mitbehandelt werden mussten oder das Komplikationsrisiko erhöhten oder den postoperativen Mobilisierungsprozess erschwerten, sind in der Tabelle 11 dargestellt. Auffallend groß war der Einfluss der Begleiterkrankungen bei Patienten mit hochaktiver Rheumatoider Arthritis und neuromuskulären Defiziten. Daher wurden diese Patienten in 3 Gruppen geteilt (Tabelle 12) und als Zusatzparameter analysiert. In die erste Gruppe wurden Patienten mit leichten oder ohne Begleiterkrankungen eingruppiert. Bei der zweiten Kategorie wurde der Einfluss auf die Ergebnisse als mittelmäßig eingeschätzt. In diese Gruppe wurden Patienten mit Gelenkbeschwerden auf der Gegenseite, mit zusätzlicher Destruktion von Sprung- und Hüftgelenk auf der operierten Seite, höheres Lebensalter mit Alterschwäche, Beschwerden seitens der Wirbelsäule, Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit eingeschlossen. Bei Begleiterkrankungen, die zur Immobilität führten oder die Geh- und Stehfunktion erheblich beeinträchtigten, erfolgte die Einstufung in die 3. Gruppe. Hierzu gehören Patienten mit multiplen Gelenkzerstörungen bei Rheumatoider Arthritis, Zustand nach Apoplex, Zustand nach Unterschenkelamputation bei arterieller Embolie auf der Gegenseite, eine ausgeprägte Alterschwäche und ein Zustand nach Femurfraktur.

3.7 Fehlende Werte

Durch fehlende prä- und postoperative Röntgenbilder und Operationsberichte, durch Lücken bei der Anamneseerhebung ergaben sich bei den einzelnen Scoreparametern unterschiedliche Patientenzahlen. 6 Fälle nach septischem Ausbau wurden aus der postoperativen Patientengruppe ausgeschlossen, sie sind in der Gesamtkomplikationsrate eingeschlossen und im Kapitel 3 Ergebnisse beleuchtet.

3 Patienten nach Reimplantation der Knieendoprothese wurden in dieser Arbeit mehr zur Illustration der RT-PLUS™ Solution - Möglichkeit bei Revisionsoperationen präsentiert. Da die TEP- Reimplantation als Einriffstyp eine ganz andere Patientengruppe mit eigener Problematik, eigenen Abläufen und Ergebnissen darstellt, musste sie als eigenständige Patientengruppe analysiert werden. Bei eingeschränkter Repräsentativität der 3 Fälle wurden diese drei Patienten aus der Ergebnisberechnung ausgeschlossen.

3.8 Datenbearbeitung und statistische Berechnung, Datenerhebungsbögen und Bewertungsscores

Die mathematische Bearbeitung und statistische Berechnung der Daten wie deskriptive Statistiken und Signifikanzbestimmung wurde mit Hilfe des Datenbearbeitungsprogramms SPSS Version 10 in der Abteilung Biometrie des Klinikum Berlin-Buch durchgeführt.

Zur Überprüfung des Signifikanzniveaus der Unterschiede der prä- und postoperativen Ergebnisse wurde der t-Test für abhängige Stichproben eingesetzt. Statistische Signifikanz liegt bei einem errechneten p-Wert kleiner 0,05 vor. Bei Berechnung der einzelnen Scoreparameter, bei denen es sich um unabhängige Stichproben handelte, wurde zur Bestimmung der Signifikanz der Ergebnisse der u-Test von Mann-Whitney verwendet (97). Auch hier lag bei einem p-Wert kleiner 0,05 statistische Signifikanz vor.

Bei Ergebnissen, die entweder eindeutig waren oder dort, wo die Ergebnisgruppe zu klein war, wurde von der Signifikanztestung abgesehen.

Datenerhebungsbogen I (A)

Fall-Nr.:		Vorname:		Geburtsdatum			
Name:							
Alter:							
Altersgruppen:	50-59	60-69	70-79	80-89			
Männlich:	Weiblich						
Gewicht:	Größe:		BMI				
Nachuntersuchungszeitraum(Monate):	6	12	18	24	30	36	
Präop. Beschwerdedauer (Jahre):							
Schmerzmittleinnahme präoperativ:	1x tgl.	2x tgl.	>2x tgl.	gelegentlich			
Schmerzmittleinnahme zur Zeit:	1x tgl.	2x tgl.	>2x tgl.	gelegentlich			
Primärdiagnose:							
Begleiterkrankungen:	KHK	HI	AHT	DM	Neur. Def.Musk. Def.		
Altersschw.	Ven.Kh.	Art.Kh.	RA und R-FK/Immunsupr.		Andere		
Einfluss der Begleiterkrankungen auf postop. Verlauf und Ergebnisse:				1	2	3	
Voroperationen:	offene SE	sept. Gelekdebrid.	Diagn. ASK	RSO			
Menishektomie	Kor.-Ost.	Ligam.-Rek.					
OP-Datum:	6-Monate-OP-Zeitraum:	II-97	I-98	I-98	II-98	I-99	II-99
Operationstyp:	primäre Implant.	Wechsel	1.Reimplant.	2.Reimplant.			
Implantationsseite:	rechts	links	beidseits in 2 Sitzungen		beidseits in 2 Sitzungen		
Operation: (Komponentengröße)	Femur		Tibia		PE-Inlay		
RPE			nein	ja; RPE- Größe			
Laterales Release	nein		ja				
Aufbau eines Knochendefektes, Lokalisation							
Andere intraop. Maßnahmen (Tub.-Tib.-Transposition, Sehnenverlängerung, Kapselraffung)							
Operateur	Facharzt		Weiterbildungsassistent				
OP-(Schnitt-Naht-) Zeit							
Stationäre Aufenthaltsdauer und Entlassen wohin:							

Abb. 2 Datenerhebungsbogen I (A)

Datenerhebungsbogen I (B)

Klinische und funktionelle Befunde	präoperativ	(ja/nein)	postoperativ
- Patellamobilität:			
- Zohlen-Zeichen:			
- Gelenkerguss:	selten	-----	-----
	oft	-----	-----
	ständig	-----	-----
- Gelenkerguss wie lange postoperativ (Wochen)?			
-Knie-Unterschenkel-Schwellungen:			
	selten	-----	-----
	oft	-----	-----
	ständig	-----	-----
Anschwellungstendenz wie lange postoperativ (Wochen)?			
-Krepitationen und andere merkbare Geräusche im Kniegelenk (auch retropatellar):	-----		-----
- ausgeprägt hinkendes Gehen:	-----		-----
- vom Stuhl aufstehen:	frei möglich	-----	-----
	erschwert	-----	-----
	unmöglich	-----	-----
- tägliche Aktivität	hoch	-----	-----
	mittel	-----	-----
	niedrig	-----	-----
Andere subjektive Beschwerden postoperativ:			
- „Kein Gefühl“ beim Gehen im Kniegelenk			
- Plötzliches Nachgeben (Giving way)			
- Subjektive Instabilität oder			
- Unsicherheitsgefühl beim Gehen			
- „Fremdkörpergefühl“ im Kniegelenk			
Subjektive Zufriedenheit postoperativ:			
sehr zufrieden	zufrieden	verzweifelt/mäßig zufrieden	unzufrieden
Wann kam es zur subjektiven Zufriedenheit postoperativ (Wochen)?			
Komplikationen:	intraoperativ	frühe postop.	spätere postop.
- WHS (mit/ohne Revision)	-----	-----	-----
- Knochenfrakturen/ Luxation	-----	-----	-----
- Gefäß- Nervenläsionen	-----	-----	-----
- Sehnenabriss	-----	-----	-----
- Massives Hämatom	-----	-----	-----
- Thrombose	-----	-----	-----
- Schweres HOPS	-----	-----	-----
- Kardiale Probleme/Lungenembolie	-----	-----	-----
- Pneumonie	-----	-----	-----
- Apoplex	-----	-----	-----

Abb. 3 Datenerhebungsbogen I (B)

Datenerhebungsbogen II

Fall-Nr.:	<u>Knee-Score nach Ranawat und Shine (Hospital for Special Surgery-Score, HSS)</u>		
-Kriteriengewichtung in % von 100 Punkten:	- Schmerz: 30%	- Gehstrecke: 12 %	
	- Treppensteigen: 5%	- Öffentl. Verkehrsmittel: 5%	
	- Bewegungsausmaß: 18%	- Muskelkraft: 10%	
	- Flexionsdefizit: 10%	- Objekt. Instabil.: 10% präop. postop.	
-Schmerz: (30 Punkte)	absolute Schmerzfreiheit		30
	keine Schmerzen beim Laufen		15
	leichte Schmerzen beim Laufen		10
	mittelmäßige Schmerzen beim Laufen		5
	heftige Schmerzen beim Laufen		0
	keine Ruheschmerzen		15
	leichte Ruheschmerzen		10
	mittelmäßige Ruheschmerzen		5
	heftige Ruheschmerzen		0
-Funktion: (22 Punkte)	Stehen und Gehen uneingeschränkt möglich		12
	Gehstrecke 500-1000 m und Stehen weniger als 30 min. möglich		10
	Gehstrecke 100-500 m und Stehen bis zu 30 min.		8
	Gehstrecke weniger als 100 m		4
	Gehen unmöglich		0
	Treppensteigen möglich		5
	Treppensteigen mit Stütze möglich		2
	Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln problemlos		5
	Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln nur mit Unterstützung		2
-Bewegungsausmaß: (18 Punkte)	1 Punkt für je. 8° Beweglichkeit - bis maximal 18 Punkte		2
	140° - 17 P. 130° - 16 P. 120° - 15 P. 110° - 14 P. 100° - 12 P.		
-Muskelkraft: (10 Punkte)	Gut: Quadrizepskraft uneingeschränkt gegen Widerstand		10
	Gut: Quadrizepskraft eingeschränkt gegen Widerstand		8
	Mittelmäßig: gesamtes mögliches Bewegungsausmaß ohne Widerstand möglich		4
	Mangelhaft: keine aktive Beweglichkeit möglich		0
-Streckhemmung: (10 Punkte)	keine		10
	1 – 5°		8
	5 – 10°		5
	ab 11°		0
-Instabilität: (10 Punkte)	keine		10
	leicht (0 – 5°)		8
	mittelmäßig (6 – 15°)		5
	ausgeprägt (ab 16°)		0
-Subtraktion:	ein Stock		1
	1 Gehstütze		2
	2 Gehstütze		3
	Streckhemmung 5°		2
	Streckhemmung 10°		3
	Streckhemmung 15°		5
	jede 5° Varus		1
	jede 5° Valgus		1
<u>Ergebnis</u>	85 – 100	Punkte:	ausgezeichnet
	70 – 84	Punkte:	gut
	60 – 69	Punkte:	mittelmäßig
	< 60	Punkte:	ungenügend

Abb. 4 Datenerhebungsbogen II

Datenerhebungsbogen III

Fall-Nr.:		Score der „Knee Society“, Insall et al.		
Kriteriengewichtung in % von 200 Punkten:		- Schmerz: 25% - Bewegungsausmaß: 12,5% - Stabilität: 12,5% - Gehstrecke: 25% - Treppensteigen: 25%		
Klinisch (Knee-) Score		Function Score		
		präop. / postop.	präop. / postop.	
Schmerz:	-absolute Schmerzfreiheit -leichte oder gelegentl. Schmerzen nur beim Treppensteigen beim Treppensteigen und Gehen -mäßige Schmerzen gelegentlich ständig -Heftige Schmerzen	50 45 40 30 20 10 0	Gehen - uneingeschränkt - >10 Häuserblocks (>1000 m) - 5 – 10 Häuserblocks (500 m -1000 m) - < 5 Häuserblocks (<500 m) - “nur in der Wohnung ” - gehunfähig	50 40 30 20 10 0
Beweglichkeits-Gränze	- 1 Punkt für je. 5° - bis maximal 25 Punkte für 125°	25	Treppen-Steigen	50
Stabilität (max. movement in any position)	-Antero – posterior < 5 mm 5 – 10 mm >10 mm - Medio-lateral <5 6° - 9° 10° - 14° > 15°	10 5 0 15 10 5 0	- Problemlos nach oben und nach unten - Problemlos nach oben, nach unten mit Geländer - Nach oben und nach unten mit Geländer - Nach oben mit Geländer, nach unten gehunfähig - Gehunfähig	40 30 15 0
Subtotal	- Max. 100 Punkte		Subtotal	- Max. 100 Punkte
Sub-traktion	- Flexions - 5°- 10° kontraktur 10° - 15° 16° - 20° >20° - Streckhemmung < 10° 10° - 20° >20° - Alignment 5° - 10° 0° - 4° 11° - 15° > 15°	2 5 10 15 5 10 15 0 3/° 3/° 20	Sub-traktion	5 10 20
Insgesamt minus			Insgesamt minus	
Insgesamt: klinisch Score			Insgesamt: funktionell Score	

Abb. 5 Datenerhebungsbogen III

Datenerhebungsbogen IV

Präoperative radiologische Beurteilung des Kniegelenkes				
Fall-Nr.:				
Rö-Datum:				
Femorotibialwinkel		Varus /°		Valgus /°
Gelenkspaltverschmälerung: lat. Betonung med. Betonung med.+lat.				
<u>1. Femurbewertung:</u>				
Anbauten:	lateral	medial	dorsal	ventral
Sklerosierung:	subchondral lat. med.		FK ausgedehnt lat. med.	
Demineralisierung/Transparenz:	-lokal-	-ausgedehnt-		
Osteolysen: Andere Schädigungen				
<u>2. Tibiabewertung:</u>				
Anbauten:	lateral	medial	dorsal	ventral
Sklerosierung:	subchondral lat. med.		Tibiaplateau ausgedehnt lat. med.	
Demineralisierung/Transparenz:	-lokal-	-ausgedehnt-		
Osteolysen: Andere Schädigungen				
<u>3. Patellabewertung:</u>				
Lateralisierung (mm)			Medialisierung (mm)	
Anbauten:	lateral	medial	kranial	kaudal
Retropatellare Gelenkspaltverschmälerung				
<u>4. Weichteilbewertung:</u>				
Vorbestehende periartikuläre Verknöcherungen (Lokalis.):				
Andere Weichteilschatten wie verkalkte Arterien (Lokalis.):				

Abb. 6 Datenerhebungsbogen IV

Datenerhebungsbogen V

Postoperative radiologische Beurteilung von Knieendoprothesen									
Fall-Nr.:									
Rö-Datum postop.:			Rö-Datum/Kontrolluntersuchung:						
Femorotibialwinkel:		valgus/°		varus/°			0°		
<u>1. Femurbewertung:</u>									
Intramedulläre Schaftabweichung:		valgus/°		varus/°			0°		
		ventral/°		dorsal/°			0°		
Resorptionssaumbildung (Zonen):		1	2	3	4	5			
a.p.									
keine		A	-----	-----	-----	-----			
< 1 mm		B	-----	-----	-----	-----			
1-2 mm		C	-----	-----	-----	-----			
> 2 mm		D	-----	-----	-----	-----			
seitl.									
keine		A	-----	-----	-----	-----			
< 1 mm		B	-----	-----	-----	-----			
1-2 mm		C	-----	-----	-----	-----			
> 2 mm		D	-----	-----	-----	-----			
<u>2. Tibiabewertung:</u>									
Intramedulläre Schaftabweichung:		valgus/°		varus/°			0°		
		ventral/°		dorsal/°			0°		
Resorptionssaumbildung (Zonen):		1	2	3	4	5			
a.p.									
keine		A	-----	-----	-----	-----			
< 1 mm		B	-----	-----	-----	-----			
1-2 mm		C	-----	-----	-----	-----			
> 2 mm		D	-----	-----	-----	-----			
seitl.									
keine		A	-----	-----	-----	-----			
< 1 mm		B	-----	-----	-----	-----			
1-2 mm		C	-----	-----	-----	-----			
> 2 mm		D	-----	-----	-----	-----			
<u>3. Andere Auffälligkeiten (Loklistion):</u>									
Osteolysen.			Demineralisierung:			Zementbruch:			
Schaftfissur, -fraktur:			Implantatdislokation:			Implantatbruch:			
<u>3. Patellabewertung:</u>									
Lateralisierung (mm)		postop.				bei Untersuchung:			
Medialisierung (mm)		Remodeling/Sinterung (mm):				Implantatbruch:			
Patellafissur, -fraktur:		Implantatlockerung/Dislokation:							
<u>4. Weichteilbewertung:</u>									
PAO (Lokalisation):				Volumen (cm ³) H-B-T					
Andere. Weichteilschatten (Lokalisation, Genese):									

Abb. 7 Datenerhebungsbogen V

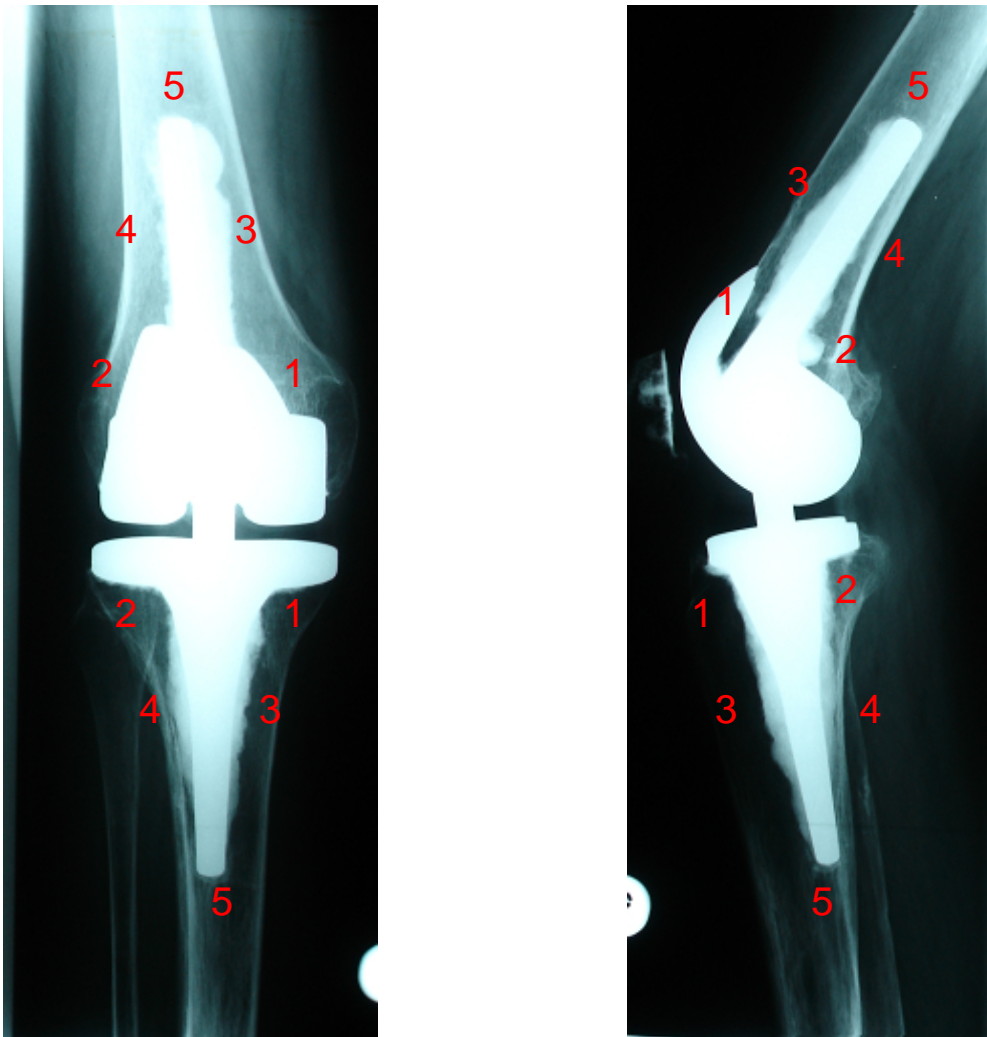


Abb. 8 Röntgenbild und Einteilung Knochenzementinterface – Zonen zur Beurteilung der Resorptionssäume nach RT-PLUS™ Solution – Implantation (Modifikation Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring Systems nach Ewald von 1989 (21))

3.9 Patientengut

Im Zeitraum vom 13. Mai 1997 bis 23. Dezember 1999 wurden an der Orthopädischen Klinik des Klinikums Berlin-Buch bei 192 Patienten 214 RT-PLUS™ Solution-Knietotalendoprothesen implantiert. Es handelte sich um 194 Primärimplantationen, 16 mal erfolgte die Implantation im Rahmen eines TEP-Wechsels und 4 Prothesen wurden als Revisionsimplantate bei Reimplantation nach septischem Ausbau verwendet. In 22 Fällen erfolgte die Operation beidseits, entweder simultan oder in 2 Sitzungen. Alle 192 Patienten wurden zur Kontrolluntersuchung schriftlich eingeladen.

3.10 Studienkollektiv

Es wurden 136 (70,9%) Patienten mit 155 (72,4%) Prothesenimplantationen und einem „Mindest-Follow-up“ von 11 Monaten nachuntersucht, davon 13 Patienten mit Revisionsimplantaten, 10mal im Rahmen eines TEP- Wechsels, und 3mal nach Reimplantation.

56 (29,1%) Operierte nach 59 (27,6%) Implantationen sind zur Nachuntersuchung aus unterschiedlichen Gründe nicht erschienen (verstorben: 4 Patienten, umgezogen: 14 Patienten, andere Gründe: 38 Patienten).

Die Tabelle 1 präsentiert die minimale, maximale und mittlere Follow-up-Zeit bei 3 Operationstypen

	Minimum (Monate)	Mittelwert (Monate)	Maximum (Monate)
prim. Implantation	11	22,8	44
Wechsel-Operation	11	27,0	39
Reimplantation	14	21,6	29

Tab. 1 Nachuntersuchungszeitraum (Monate postoperativ)

Die Operationen erfolgten in 88 Fällen am rechten Kniegelenk (56,8%) und 67 mal links (43,2%) (Tabelle 2).

rechts	links
88 (56,8%)	67 (43,2%)

Tab. 2 Anteil der Seiten der operierten Kniegelenke (n=155)

In 16 Fällen wurde die Knieprothesen beidseits in 2 Sitzungen und in 3 Fällen beidseits in einer Sitzung eingebaut (Tabelle 3).

einseitig	beidseits
136 (87,7%)	19 (12,3%)

Tab. 3 Anteil der Patienten mit ein- und beidseitiger Implantation RT-PLUS™ Solution (n=155)

Von den untersuchten Patienten waren 130 Frauen (83,9%) und 25 Männer (16,2%). Das ergab ein Verhältnis von Frauen zu Männern von 5,2 zu 1 (n=155).

weiblich	männlich
130 (83,9%)	25 (16,2%)

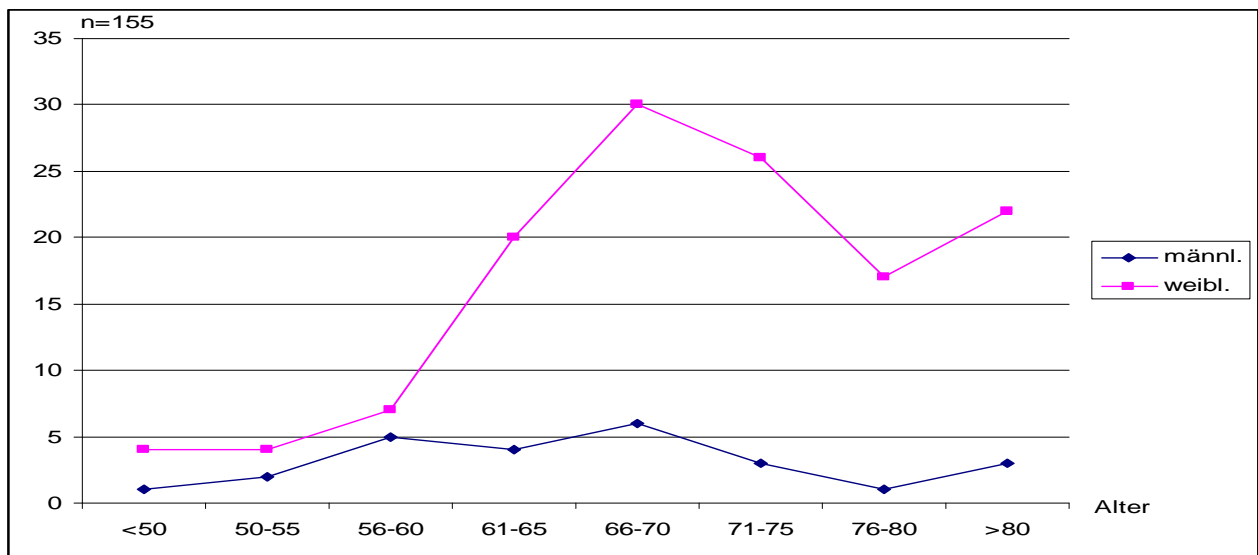
Tab. 4 Geschlechtsverteilung im Patientenkollektiv (n=155)

3.10.1 Patientenalter und Altersgruppen

Zum Zeitpunkt der Operation betrug das Durchschnittsalter 67,4 Jahre mit einer Altersverteilung von 42 bis 87 Lebensjahren (n=155). Eine starke altersmäßige Häufung bestand zwischen dem 61. und 75 Lebensjahr. Die sechste Lebensdekade umfasste mit 58,5% bei Frauen und 52% bei Männern mehr als die Hälfte der Fälle.

	Mittelwert (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)
männlich (n=25)	65,3	42	85
weiblich (n=130)	69,5	45	87

Tab. 5 Mittelwert, minimales und maximales Alter im Patientenkollektiv zum Zeitpunkt der Operation (n=155)



	<50	50-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	>80
männl.	1 (4%)	2 (8,0%)	5 (20%)	4(16,0%)	6(24,0%)	3(12,0%)	1 (4,0%)	3(12,0%)
weibl.	4 (3,1%)	4 (3,1%)	7 (5,4%)	20(15,4%)	30(23,1%)	26(20,0%)	17(13,1%)	22(16,9%)

Abb. 9 und Tab. 6 Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Operation (n=155)

3.10.2 Körpergröße und Patientengewicht mit Bodymassindex

Die Daten zu Körpergröße und –gewicht sowie der BMI sind in der Tabelle 7 und Abbildung 10 dargestellt. Das maximale Körpergewicht, bei dem eine RT-PLUS™ Solution eingebaut wurde, betrug 125 kg bei einer Patientin. 36,4% der Fälle (n=151) waren zum Zeitpunkt der Implantation übergewichtig.

			Mittelwert	Minimum	Maximum
Größe n=152	männl.	n= 25	171,28 cm	164 cm	187 cm
	weibl.	n=126	161,56 cm	140 cm	183 cm
Gewicht n=151	männl.	n=25	79,08 kg	60 kg	110 kg
	weibl.	n=126	75,21 kg	43 kg	125 kg
BMI n=151	männl.	n=25	27,01	19,69	38,97
	weibl.	n=126	28,81	17,36	44,29

Tab. 7 Mittlere, minimale, maximale Werte der Patientengröße, des Gewichts und BMI

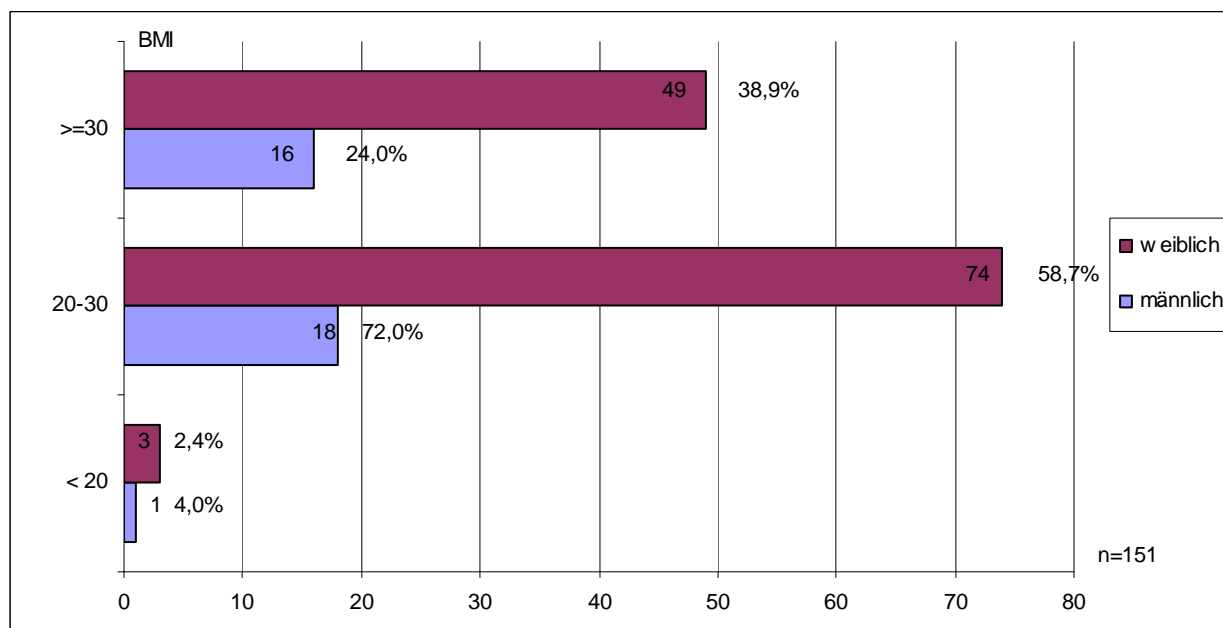


Abb 10. Verteilung der Bodymassindex -Werte bei Männer und Frauen präoperativ

3.10.3 Grunderkrankung

Die Indikation zur Operation war in 87 Fällen (56,1%) eine primäre Gonarthrose, in 47 Fällen (30,3%) eine rheumatische Destruktion, in 3 Fällen (1,9%) eine posttraumatische Gonarthrose und in 3 Fällen (1,9%) ein Zustand nach Kniegelenksempyem. Eine frische traumatische Verletzung bei Vorschädigung des Gelenkes führte in 2 Fällen(1,3%) zur TEP-Implantation. Revisionseingriffe wurden 10mal (6,5%) wegen einer mechanischen Komplikation nach Endoprothesenimplantation und 3 mal (1,9%) nach septischer Prothesenexplantation durchgeführt. Bei den Reimplantationen lag in allen Fällen eine Rheumatoide Arthritis mit Immunsuppression vor (Abbildung 11).

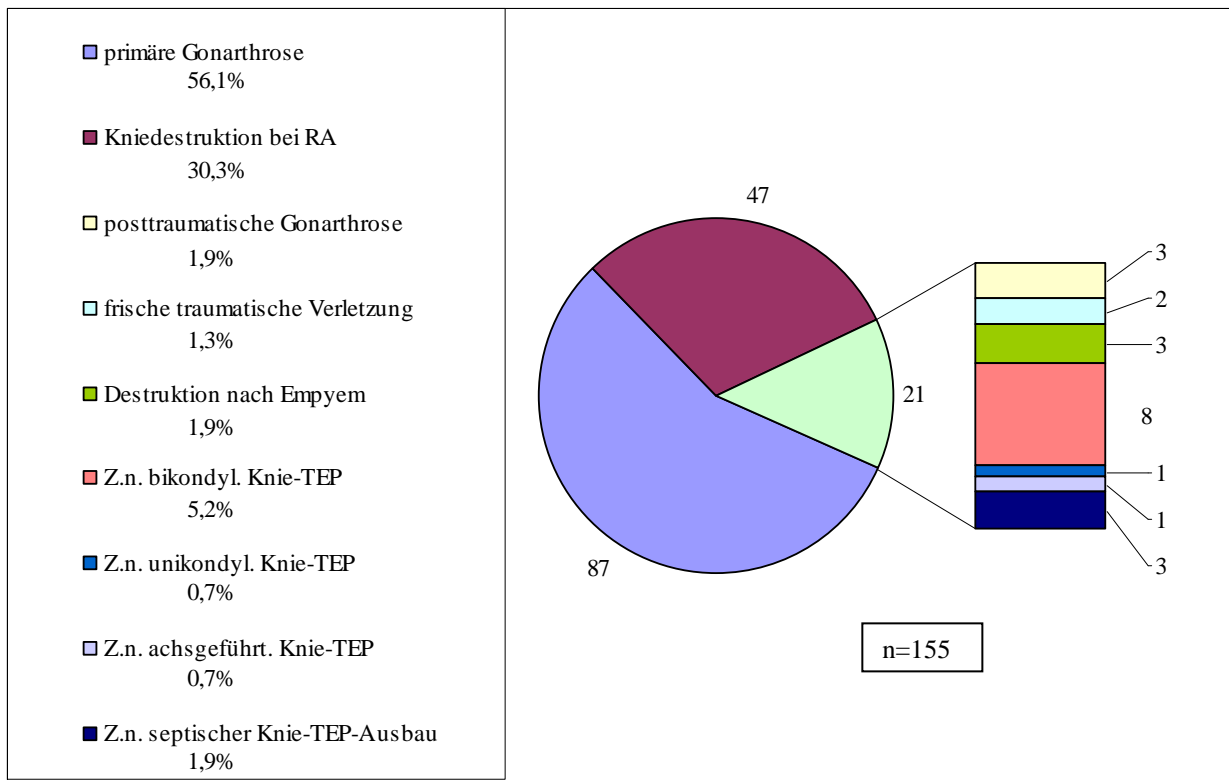


Abb. 11 Anteil der Primär Diagnosen am Gesamtkollektiv der betroffenen Kniegelenke (n=155)

3.10.4 Voroperationen und/oder Radiosynoviorthese bei primärer Implantation (n=142) und Revisionsoperation (n=13)

Bei 121 (85,3%) der betroffenen Kniegelenke handelte es sich um Primäreingriffe, bei denen zuvor noch keine Operation durchgeführt wurde. 21 (14,7%) waren voroperiert, die zuvor durchgeführten Eingriffe sind in der Tabelle 8 dargestellt.

Voroperation und/oder RSO	primäre Implantat (n=142)	Revisions-Operation (n=13)
Arthroskopie	4 (2,8%)	
Synovektomie/Debridement offen	4 (2,8%)	
Meniskektomie	4 (2,8%)	
Korrekturosteotomie Tibia	2 (1,4%)	
Osteosynthese nach Fraktur	4 (2,8%)	
Radiosynoviorthese	2 (1,4%)	
Streckapparatrekonstruktion	1 (0,7%)	
primäre Knie-TEP-Implantation		8 (61,5%)
Wechsel der Knie-TEP		2 (15,4%)
septischer Knie-TEP-Ausbau		3 (23,1%)
Gesamt	21 (14,7%)	13 (100%)

Tab. 8 Anteil der durchgeführten Operationstypen vor primärer und Revisionsimplantation (n=155)

3.10.5 Begleiterkrankungen

Die häufigsten chronischen Nebendiagnosen, die eine aktive Mitbehandlung erforderten, das Komplikationsrisiko erhöhten oder den postoperativen Mobilisierungsprozess erschwerten, sind in der Tabelle 9 dargestellt.

Nebendiagnose	Häufigkeit
RA und/oder rheumat. Formkreis	55 (35,5%)
Immunsuppress. durch Kortison u. Basisther.	42 (27,1%)
Herzkrankheiten u./o. arterieller Hypertonus	77 (49,7%)
insulinpflichtiger Diabetes mellitus	22 (14,2%)
Neuroerkrankungen und -defizite, Altersschwäche	17 (11,0%)
manifeste pAVK untere Extremität	10 (6,5%)
Venenerkrankungen, Varicosis, Z.n.Venenthrombose	15 (9,7%)

Tab. 9 Häufigste therapierelevante Begleiterkrankungen im Patientenkollektiv (n=155)

Die folgende grafische Darstellung präsentiert Verteilung der untersuchten Patienten in 3 Kategorien in Abhängigkeit vom Einfluss der Nebenerkrankungen auf die postoperativen Resultate.

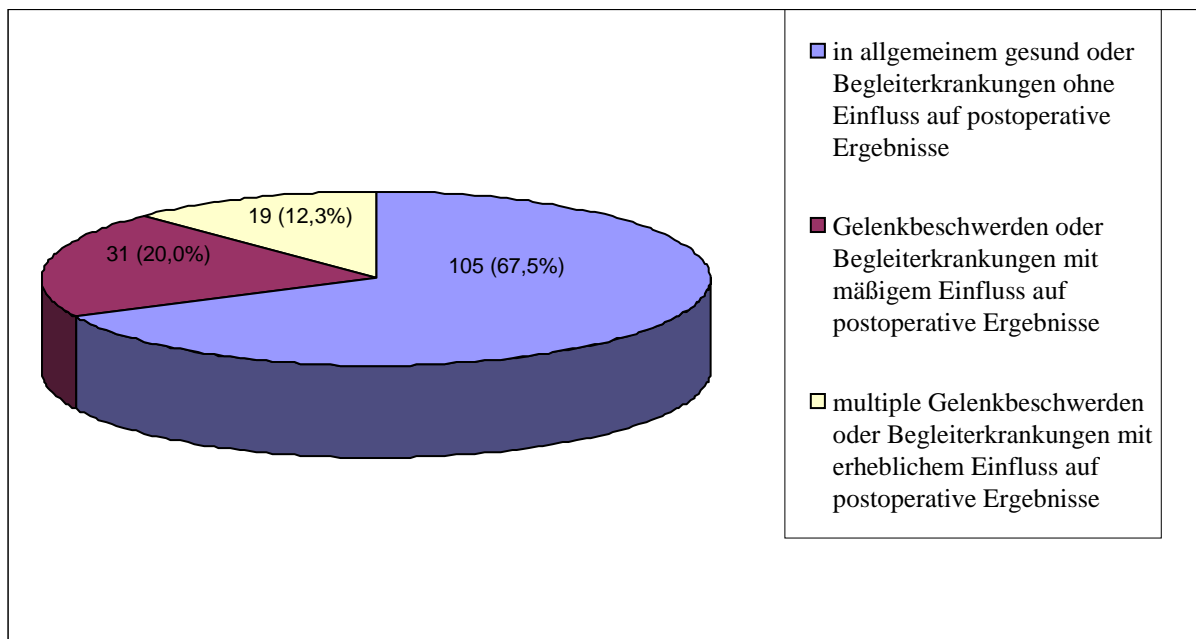


Abb. 12 Verteilung der Operierten abhängig vom Einfluss der Nebenerkrankungen (n=155)

3.10.6 Häufigkeit des Retropatellarersatzes und verwendete Implantatgrößen

Bei 142 untersuchten Kniegelenken mit primärer Implantation wurde der Retropatellarersatz 83mal (58,5%) implantiert. Bei den restlichen belassenen 59 Fällen (41,5%) erfolgte die

Denervierung der Patella mit dem Thermokauter, Abtragung von Osteophyten und ggf. ein laterales release (Abbildung 13).

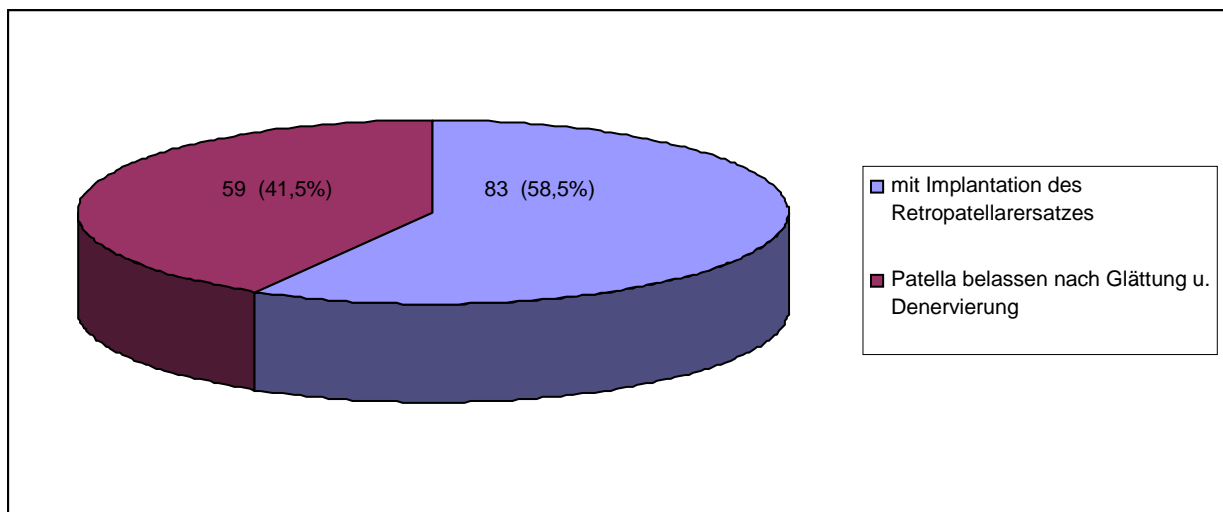


Abb. 13 Anzahl der implantierten Retropatellarersatzes bei primärer Implantation (n=142)

Die Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Implantatgrößen der verwendeten RPE

Größe	Häufigkeit
26 mm	11 (12,5%)
29mm	35 (39,7%)
32 mm	28 (31,8%)
35 mm	14 (16,0%)

Tab. 10 Verteilung der RPE- Implantatgrößen (n=88)

Die Tabelle 11 zeigt die Verteilung der Implantatgrößen der implantierten Femur- und Tibiakomponente

Größe	primäre Implantat.(n=142)	Revisionsoperation (n=13)
Femur 4	24 (16,9%)	4 (30,7%)
Femur 6	74 (52,1%)	7 (53,8%)
Femur 8	44 (31,0%)	2 (15,4%)
Tibia 4	21 (14,8%)	4 (30,7%)
Tibia 6	86 (60,6%)	7 (53,8%)
Tibia 8	35 (24,6%)	2 (15,4%)

Tab. 11 Verteilung der Femur- und Tibiaimplantatgrößen (n=155)

Die Tabelle 12 zeigt die Verteilung der verwendeten Tibiaimplantathöhen. Die Wahl der Dicke des Tibiaeinsatzes richtete sich nach der Stabilität der Kniegelenke bei Funktionsprobe intraoperativ. Es wurde die Inlayhöhe gewählt, bei deren sich das Kniegelenk frei strecken und beugen ließ und gleichzeitig am stabilsten war.

Inlayhöhe	primäre Implantat.(n=142)	Revisionsoperation (n=13)
8 mm	91 (64,1%)	3 (23,1)
11 mm	46 (32,4%)	6 (46,1)
14 mm	3 (2,1%)	4 (30,7)
17 mm	2 (1,4%)	0

Tab. 12 Verteilung der eingebauten Tibiainlayhöhen bei primärer Implantation (n=142) und Revisionsoperation (n=13)

3.10.7 Präoperative Röntgenbefunde

Die röntgenologischen Veränderungen im Kniegelenk bei Arthrose wurden in 4 Grade nach M. Jäger und C.-J. Wirth (44) eingruppiert. Im Falle der rheumatischen Destruktion erfolgte die Graduierung in 6 Gruppen nach Larsen et al. (43) (Abbildung 14). In beiden Fällen mit frischer traumatischer Verletzung handelte sich um sekundär dislozierte Tibiakopffrakturen mit Lockerung des Osteosynthesematerials und Inkongruenz der Gelenkflächen. Die Daten zum präoperativen Femorotibialwinkel sind in dieser Arbeit als Ergebnis des Score-Parameters „Alignment“ präsentiert (Kapitel 4 „Ergebnisse“). Die präoperative Patellalateralisierung ging im Kapitel 4 „Ergebnisse“ bei der postoperativen Patellabewertung ein.

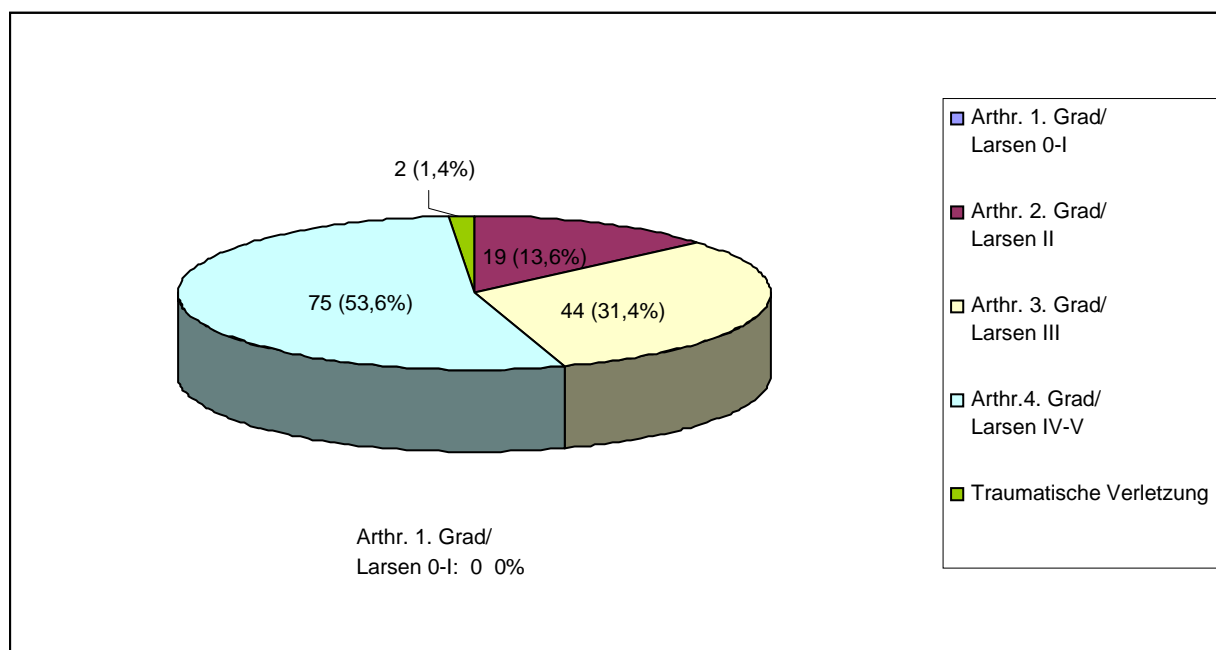


Abb. 14 Verteilung der Kniegelenke in Abhängigkeit vom Destruktionsgrad vor primärer Implantation (n=140)

Bei den 10 Wechseloperationen erfolgte ebenfalls präoperativ die Implantatbeurteilung (Lockerungs- und Abriebzeichen, röntgenologisch erkennbare Instabilität, periprothetische Fraktur), die Ergebnisse sind in der Tabelle 13 dargestellt.

TEP-Lockerung	Materialabrieb	Lock.+Abr.+ Instabilität	periproth.Frakt.	unauffällig
4 (40,0%)	1 (10,0%)	3 (30,0%)	1 (10,0%)	1 (10,0%)

Tab. 13 Präoperativer Röntgenbefund vor Wechseloperation (n=10)

4. Ergebnisse

4.1 Klinische und funktionelle Ergebnisse

In 142 Fällen nach primärer Implantation und in 10 Fällen nach Wechseloperation wurden die klinischen und funktionellen Befunde und Ergebnisse prä- und postoperativ ermittelt.

4.1.1 Gesamtergebnisse HSS- und Knee-society-Score

Für das Gesamtergebnis wurde die Durchschnittspunktzahl und ihr postoperativer Zuwachs im HSS-, Knee- und Function- Score ermittelt (Tabelle 14).

Eingriffstyp	HSS-Score		Knee-Score		Function-Score	
	präop.	postop.	präop.	postop.	präop.	postop.
Prim. Implant.	39,2 n=141	92,8 n=136	22,8 n=141	95,5 n=136	35,5 n=141	80,7 n=136
Wechsel-OP	36,0 n=9	92,2 n=10	21,8 n=9	96,7 n=10	33,3 n=9	81,0 n=10

Tab.14 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahl im HSS-, Knee- und Function-Score

Die bei der Vor- und Nachuntersuchung minimal und maximal vergebenen Werten sind in der Tabelle 15 dargestellt.

Eingriffstyp	HSS-Score				Knee-Score				Function-Score			
	präop.		postop.		präop.		postop.		präop.		postop.	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Prim. Implant.	7	68	61	99	0	57	55	100	0	70	10	100
Wechsel-OP	18	45	77	99	0	32	90	100	10	50	40	100

Tab.15 Minimale und maximale Punktzahl im HSS-, Knee- und Function-Score bei der Vor- und Nachuntersuchung

Zur besseren Anschaulichkeit wird der postoperative Punktzuwachs bei primärer Implantation und Wechseloperation im HSS-, Knee- und Function-Score grafisch gesondert abgebildet.

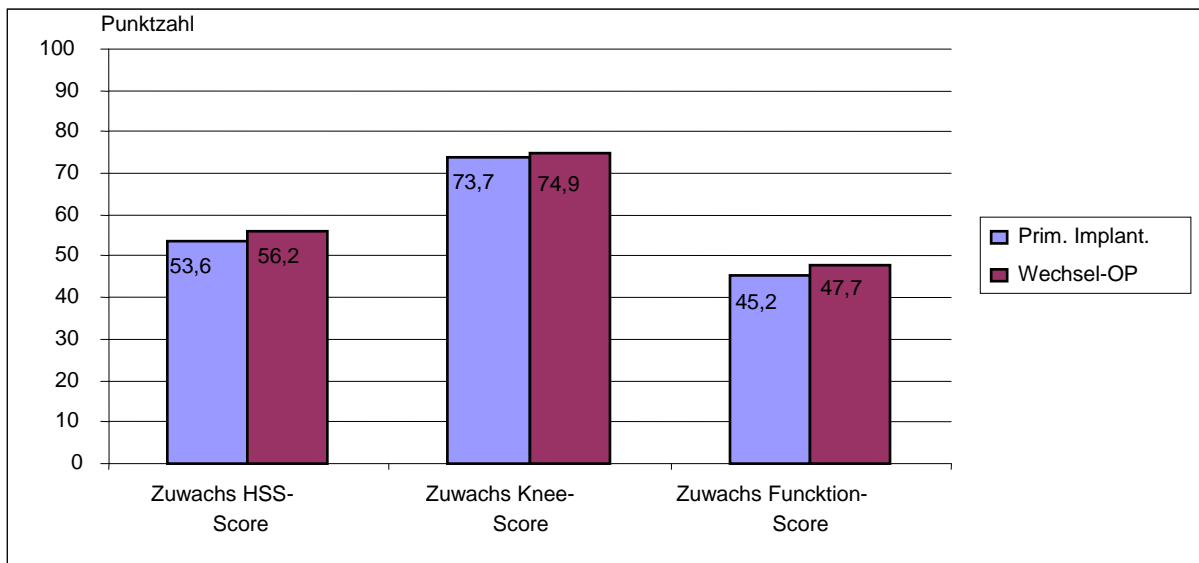


Abb. 15 Postoperativer Punktzuwachs bei primärer Implantation und Wechsel-Operation im HSS-, Knee- und Function-Score

Die statistische Auswertung der prä- und postoperativen Durchschnittswerte ergab sowohl bei primärer Implantation als auch bei Wechseloperation in allen drei Scores höchstsignifikante Verbesserungen ($p < 0,001$, Signifikanz-Test bei gepaarten Stichproben).

Es besteht kein signifikanter Unterschied bei den prä- und postoperativen Ergebnissen zwischen Primärimplantation und Wechseloperation ($p > 0,05$, Signifikanz-Test bei ungepaarten Stichproben).

4.1.2 Ergebnisse HSS-Score

Die HSS-Score-Bewertung erfolgte in 4 Kategorien: -ausgezeichnet (bzw. -sehr gut), -gut, mittelmäßig (bzw. -mäßig) und ungenügend (bzw. schlecht). Folgende Tabelle und grafische Darstellung zeigt die Verteilung der prä- und postoperativen Ergebnisse bei primärer Implantation und Wechseloperation in diesen 4 Kategorien.

HSS-Score				
Kategorie	Präoperativ		postoperativ	
	prim. Implantat.	Wechsel-OP	prim. Implantat.	Wechsel-OP
	n=141	n=9	n=136	n=10
ausgezeichnet	0	0	118 (86,8%)	9 (90%)
gut	0	0	16 (11,8%)	1 (10%)
mittelmäßig	2 (1,4%)	0	2 (1,5%)	0
ungenügend	139 (98,6%)	9 (100%)	0	0

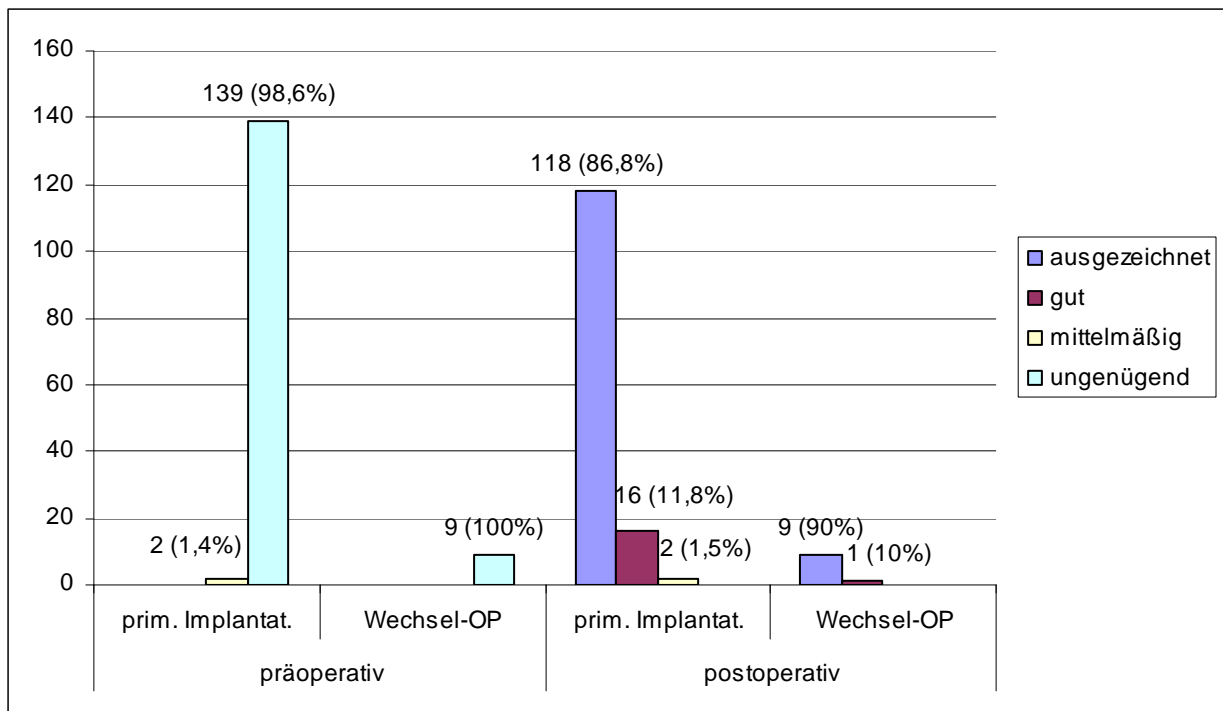


Abb.16 und Tab.16 Bewertung der prä- und postoperativen Ergebnissen im HSS-Score

4.1.3 Verteilung der Durchschnittsgesamtpunktzahlen bei primärer Implantation und bei unterschiedlichen Primär Diagnosen

In 87 ausgewerteten Fällen (61,3%) wurde präoperativ die Diagnose "Primäre Gonarthrose" und in 47 Fällen (33,1%) - "Rheumatoide Arthritis" gestellt. Die 3 Fälle posttraumatischer Gonarthrose, die 3 Fälle Destruktion nach Emyem/ Kniegelenksinfekt und 2 Fälle akuter traumatischer Verletzung (8 Fälle - 5,6%) wurden in die Gruppe "Sonstige" vereint.

Beim Vergleich der Durchschnittsgesamtpunktzahlen und des Zuwachses von Punktzahlen ließen sich für die unterschiedlichen Primär Diagnosen postoperativ nur geringfügige Unterschiede, gegenüber den präoperativen Befunden deutliche Verbesserungen in allen 3 Kategorien ermitteln. Folgende grafische Darstellung illustriert den Punktzuwachs bei unterschiedlichen Primär Diagnosen im HSS-, Knee-, und Function-Score.

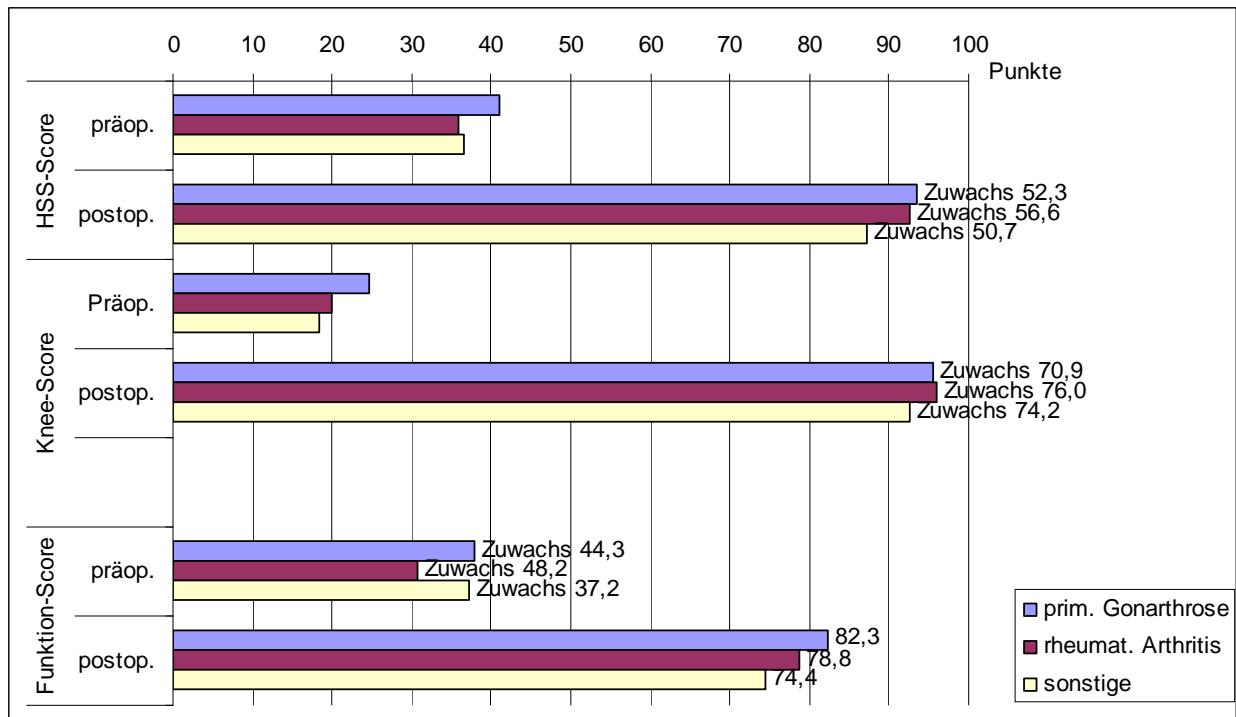


Abb. 17 Durchschnittsgesamtpunktzahlen und Punktzuwachs bei unterschiedlichen Primärdiagnosen im HSS-, Knee- und Function-Score

4.1.4 Prä- und postoperative Schmerzangabe

Der prä- und postoperative Vergleich der Schmerzangabe stützte sich auf die Auswertung des einzelnen Score-Parameters "Schmerz" im HSS-Score. Ausgewertet wurden die Schmerzen beim Gehen bzw. Stehen und der Ruheschmerz in vier Kategorien - schmerzfrei (15 Punkte), leichte Schmerzen (10 Punkte), mittelmäßige Schmerzen (5 Punkte) und heftige Schmerzen (0 Punkte). Die folgende Tabelle zeigt den Unterschied zwischen prä- und postoperativer Schmerzangabe.

			heft. Schm.	mittl. Schm.	leich. Schm.	keine Schm.
Schmerzen beim Gehen, Stehen	primäre Implantat.	präop. n=142	128(90,1%)	14 (9,9%)	0	0
		postop.n=136	1 (0,7%)	2 (1,5%)	13 (9,6%)	120(88,2%)
	Wechsel-Operation	präop. n=9	9 (100%)	0	0	0
		postop.n=10	0	0	2 (20,0%)	8 (80,0%)
Ruhe-Schmerzen	primäre Implantat.	präop. n=142	107(75,4%)	31 (21,8%)	3 (2,1%)	1 (0,7%)
		postop.n=136	0	5 (3,6%)	20 (14,5%)	113(81,9%)
	Wechsel-Operation	präop. n=9	8 (88,9%)	1 (11,1%)	0	0
		postop.n=10	0	0	1 (10,0%)	9 (90,0%)

Tab. 17 Prä- und postoperative Schmerzangaben im HSS-Score

Die Auswertung der Punktverteilung und des postoperativen Punktzuwachses für den Parameter "Schmerz" ergab bei maximal erreichbarem Wert von 15 Punkten folgende Ergebnisse:

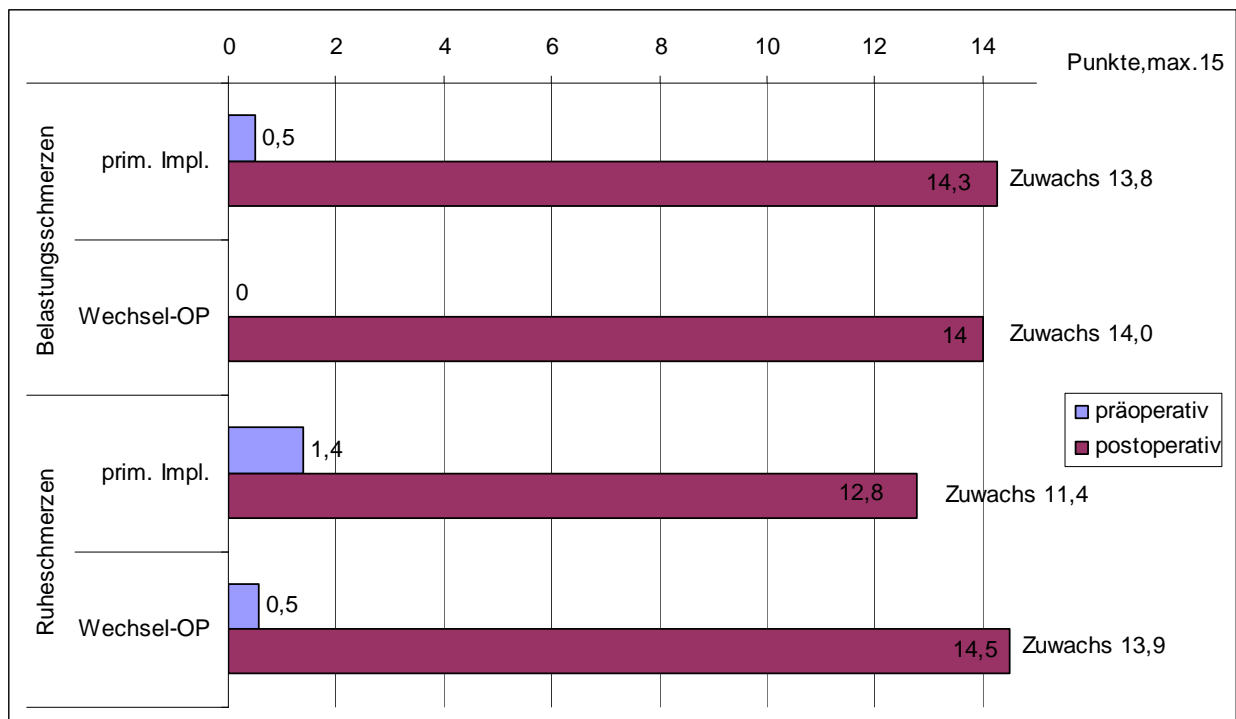


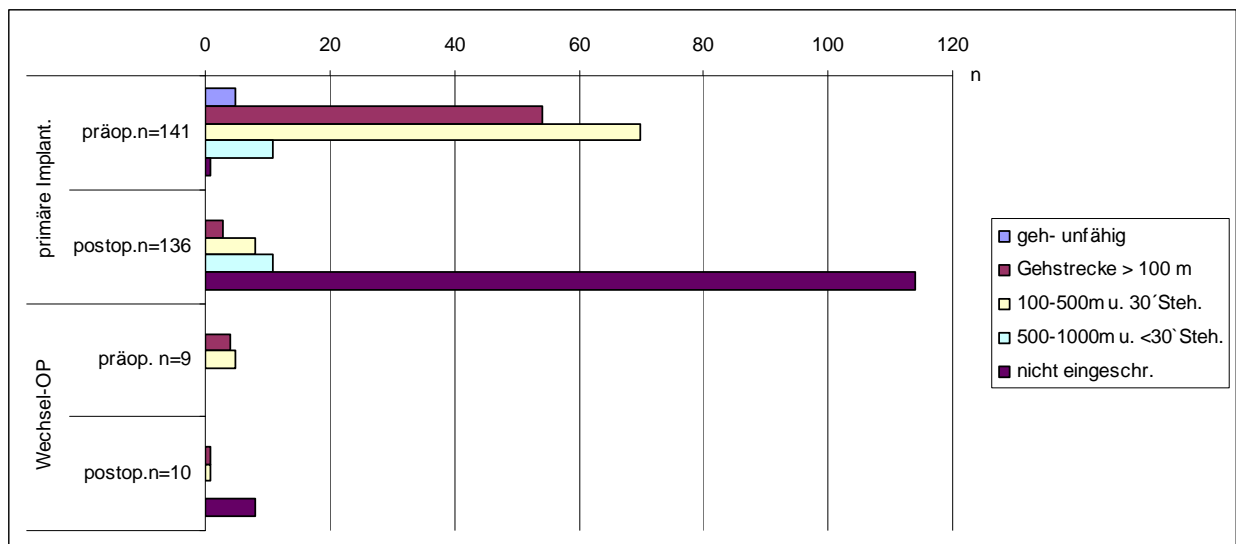
Abb. 18 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für den Parameter "Schmerz" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Es zeigt sich postoperativ eine signifikante Verbesserung der Schmerzsymptomatik nach Implantation einer RT-PLUS™ Solution- Knie totalendoprothese.

4.1.5 Prä- und postoperative Gehstrecke und Stehfähigkeit

Die Gehstrecke und Stehfähigkeit wurde im HSS-Score analysiert. Die prä- und postoperative Bewertung bei primärer Implantation und Wechseleingriff erfolgte in 5 Kategorien: gehunfähig - 0 Punkten, Gehstrecke > 100 Meter - 4 Punkte, Gehstrecke 100 - 500 Meter mit Stehen 30 Minuten - 8 Punkte, Gehstrecke 500 - 1000 Meter mit Stehen < 30 Minuten - 10 Punkte und nicht eingeschränktes Stehen und Gehen mit der maximal erreichbaren Punktzahl 12. Die Tabelle 18 und Abbildung 19 bieten den Überblick über die Steh- und Gehfähigkeit.

		geh-unfähig	Gehstrecke > 100 m	100-500m u. 30`Steh.	500-1000m u. <30`Steh.	nicht eingeschr.
primäre Implant.	präop. n=141	5 (3,5%)	54 (38,3%)	70 (49,6%)	11 (7,8%)	1 (0,7%)
	postop. n=136	0	3 (2,2%)	8 (5,9%)	11 (8,1%)	114(83,8%)
Wechsel-OP	präop. n=9	0	4 (44,4%)	5 (5,56%)	0	0
	postop. n=10	0	1 (10,0%)	1 (10,0%)	0	8 (80,0%)



Tab. 18 und Abb. 19 Prä- und postoperative Steh- und Gehfähigkeit im HSS-Score

Die prä- und postoperativen Durchschnittspunktzahlen für die Parameter "Gehen und Stehen" im HSS-Score und der postoperative Punktzuwachs sind in der Tabelle 19 dargestellt.

	präop. (max. 12)	postop. (max. 12).	Zuwachs
primäre Implant.	6,4 n=141	11,4 n=136	5,1
Wechsel-Operation	6,2 n=9	10,8 n=10	4,6

Tab. 19 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für die Parameter "Gehen und Stehen" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Statistisch betrachtet besteht prä- und postoperativ eine signifikante Verbesserung bei der Gehfunktion und beim Stehen.

4.1.6 Treppensteigen und Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel prä- und postoperativ

Die Funktionsparameter "Treppensteigen" und "Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel" als jeweils einzelner Parameter wurde in 3 Kategorien bewertet: aktives Treppensteigen unmöglich, aktives Treppensteigen mit Unterstützung möglich und aktives Treppensteigen ohne Unterstützung möglich. Die Tabelle 20 gibt einen Überblick über diese Ergebnisse.

			unmöglich	mit Unterst.	problemlos
Treppen- Steigen	Primäre Implantat.	präop. n=141	10 (7,1%)	126 (89,4%)	5 (3,5%)
		Postop.n=136	0	22 (16,%)	114 (83,8%)
	Wechsel- Operation	präop. n=9	1 (1,1%)	8 (88,9%)	0
		Postop.n=10	0	2 (20,0%)	8 (80,0%)
Benut- zung öff. Verk. -Mittel	Primäre Implantat.	präop. n=141	9 (6,4%)	131 (92,9%)	1 (0,7%)
		Postop.n=136	0	22 (16,2%)	114 (83,8%)
	Wechsel- Operation	präop. n=9	0	8 (88,9%)	1 (11,1%)
		Postop.n=10	0	2 (20,0%)	8 (80,0%)

Tab. 20 Bewertung der Funktionsparameter "Treppensteigen" und "Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel"

Bezüglich des HSS-Scores wurde das "Treppensteigen" und das "Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel" in 2 Kategorien eingestuft: Treppensteigen mit Unterstützung mit minimaler Punktzahl von 2 und aktives Treppensteigen ohne Unterstützung mit maximaler Punktzahl von 5. Die Patienten aus der Gruppe "nichtmöglich" bekamen bei der Score-Bewertung den minimalen Punktwert von 2. Die Tabelle 21 zeigt die Durchschnittspunktzahlen und ihren postoperativen Zuwachs im HSS-Score.

		präoperativ (5)	postoperativ (5)	Zuwachs
Treppen- Steigen	Primäre Implantat.	2,0 n=141	4,5 n=136	2,5
	Wechsel- Operation	1,8 n=9	4,4 n=10	2,6
Benut- zung öff. Verk. - Mittel	Primäre Implantat.	2,1 n=141	4,5 n=136	2,5
	Wechsel- Operation	2,3 n=9	4,4 n=10	2,1

Tab. 21 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für die Parameter "Treppensteigen" und "Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Postoperativ waren die Patienten deutlich besser in der Lage, Treppen zu steigen und öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen.

4.1.7 Muskelkraft prä- und postoperativ

Die Quadrizepsfunktion im HSS-Score wurde in 4 Kategorien eingeteilt: -ausgezeichnet bei uneingeschränkter Quadrizepskraft gegen Widerstand (10 Punkte); -gut bei eingeschränkter Quadrizepskraft gegen Widerstand (8 Punkte); -mittelmäßig bei aktiver Streckfähigkeit ohne Widerstand (4 Punkte) und -mangelhaft bei fehlender Streckfähigkeit (0 Punkte). Das Ergebnis wird in der nachfolgende Tabelle dargestellt.

		mangelhaft	mittelmäßig	gut	ausgezeichnet
primäre Implant.	präop. N=141	0	33 (23,6%)	81 (57,9%)	26 (18,6%)
	postop. n=136	0	0	19 (13,8%)	119 (86,2%)
Wechsel-Operation	präop. N=9	0	1 (11,1%)	8 (88,9%)	0
	postop. n=10	0	0	1 (10,0%)	9 (90,0%)

Tab. 22 HSS Score Funktionsparameter "Muskelkraft"

Die Tabelle 23 illustriert die prä- und postoperativen Durchschnittspunktzahlen sowie den postoperativen Punktzuwachs für den Parameter "Muskelkraft".

	präoperativ (10)	postoperativ (10)	Zuwachs
primäre Implant.	7,4 n=140	9,7 n=138	2,3
Wechsel-Operation	7,5 n=9	9,8 n=10	2,3

Tab. 23 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für den Parameter "Muskelkraft" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Der postoperative Punktzuwachs um 2,3 Punkte in beiden Gruppen spricht für einen signifikanten Aufbau der Quadrizepskraft nach primärer Implantation bzw. Revisionsoperation nach Implantation einer RT-Knie-TEP in der vorliegenden Studie.

4.1.8 Streckhemmung prä- und postoperativ

Die Bewertung des Streckdefizits erfolgte sowohl im HSS-Score als auch im klinischen Teil des "Knee-Society"-Scores. In beiden Scores führt die Streckhemmung zu einer Punksubtraktion von der gesamten Punktzahl. Die genauen Bewertungen bei unterschiedlich ausgeprägten Streckhemmungsgraden sind in Kapitel 3 "Material und Methoden" beschrieben.

Eine detaillierte Berechnung und Beurteilung des Streckdefizits wurde im HSS-Score durchgeführt. Die Streckhemmung wurde in 4 Kategorien eingeteilt:

Keine Streckhemmung: 10 Punkte, Streckdefizit 1°-4°: 8 Punkte, Streckdefizit 5°-10°: 5 Punkte und eine Streckhemmung über 11°: 0 Punkten. Das Ergebnis ist in der Tabelle 24 aufgelistet.

		> 11°	5 – 10°	1-4°	keine
primäre Implant.	präop. n=142	19 (13,4%)	34 (23,9%)	28 (19,7%)	61 (43%)
	postop. n=138	2 (1,4%)	2 (1,4%)	0	134 (97,1%)
Wechsel-Operation	präop. n=9	2 (22,2%)	1 (11,1%)	0	6 (66,7%)
	postop. n=10	0	0	0	10 (100%)

Tab. 24 Verteilung der Fallzahlen Funktionsparameter "Streckhemmung "

Einen Überblick über prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen sowie den postoperativen Punktzuwachs für den Parameter „Streckhemmung“ gibt die Tabelle 25.

	Präoperativ (10)	postoperativ (10)	Zuwachs
primäre Implant.	7,1 n=142	9,8 n=138	2,7
Wechsel-Operation	7,2 n=9	10,0 n=10	2,8

Tab. 25 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für den Parameter "Streckhemmung" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Es besteht ein überzeugender Punktzuwachs über 20% bei den postoperativen Zahlen für den Parameter "Streckhemmung".

4.1.9 Kniegelenkinstabilität prä- und postoperativ

Die Kniegelenkinstabilität wurde im Rahmen der beiden Scores untersucht. Unterschiedliche Grade der Instabilität begründen in beiden Scores Punktabzüge von der Gesamtpunktzahl. Die genauen Subtraktionszahlen bei unterschiedlich ausgeprägten Instabilitätsgraden sind im Kapitel 3 "Material und Methoden“ abgebildet. Die Berechnung und Analyse der prä- und postoperativen medio-lateralen Instabilität des Kniegelenkes erfolgte im HSS-Score. Die Kniegelenkinstabilität wurde in 4 Kategorien bewertet: keine Instabilität: 10 Punkte, Instabilität 1°-5°: 8 Punkte, Instabilität 6°-15°: 5 Punkte und eine Instabilität über 16°: 0 Punkte. Die Tabelle 26 stellt die Ergebnisse dar.

		> 16°	6 - 15°	1-5°	keine
primäre Implant.	präop.n=141	17 (12,1%)	73 (51,1%)	42 (29,8%)	9 (6,4%)
	postop.n=138	0	0	0	138 (100%)
Wechsel-Operation	präop. n=9	0	7 (77,8%)	0	2 (22,2%)
	postop.n=10	0	0	0	10 (100%)

Tab. 26 Verteilung der Fallzahlen bei Bewertung der Funktionsparameter „Kniegelenkinstabilität“

Die prä- und postoperativen Durchschnittspunktzahlen sowie der postoperative Punktzuwachs für den Parameter "Kniegelenkinstabilität" sind in der Tabelle 27 abgebildet.

	präoperativ (10)	postoperativ (10)	Zuwachs
primäre Implant.	5,6 n=141	10,0 n=138	4,4
Wechsel-Operation	6,1 n=9	10,0 n=10	3,9

Tab. 27 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für den Parameter "Kniegelenkinstabilität" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Der Vergleich der prä- und postoperativen Ergebnisse zeigt in allen Fällen postoperativ einen Stabilitätsgewinn.

4.1.10 Beweglichkeit des Kniegelenkes prä- und postoperativ

a) Bewegungsumfang

Die Bewertung des Bewegungsausmaßes erfolgte im HSS- und im klinischen Teil des "Knee-Society"-Scores. Im Rahmen des "Knee-Society"-Scores ergab eine Flexionskontraktur eine Punktsabtraktion von der gesamten Punktzahl. Die genauen Subtraktionszahlen bei unterschiedlich ausgeprägter Flexionskontraktur sind in Kapitel 3 "Material und Methoden" abgebildet. Eine detaillierte Analyse des Bewegungsausmaßes wurde im HSS-Score durchgeführt. Das Bewegungsausmaß als einzelner Scoreparameter ergibt je 8° Beweglichkeit 1 Punkt, bis max. 18 Punkte bei 150° Flexion im Kniegelenk. Die Ergebnisse des Bewegungsausmaßes der untersuchten Kniegelenke prä- und postoperativ sind in Tabelle 28 dargestellt.

		< 59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	>140
prim. Impl.	präop. n=141	5 3,5%	7 4,9%	13 9,2%	30 21,3%	33 23,4%	23 16,3%	20 14,2%	7 5,0%	1 0,7%	2 1,4%
	postop. n=138	0	1 0,7%	1 0,7%	2 1,4%	3 2,2%	8 5,8%	12 8,7%	45 32,6%	53 38,4%	13 9,4%
Wechs.-Oper.	präop. n=9	1 11,1%	1 11,1%	0	2 22,2%	1 11,1%	3 33%	1 11,1%	0	0	0
	postop. n=10	0	0	0	0	2 20,0%	1 10,0%	0	4 40,0%	2 20,0%	1 10,0%

Tab. 28 Verteilung der Fallzahlen bei der Bewertung des Funktionsparameters "Bewegungsausmaß"

Die prä- und postoperativen Durchschnittspunktzahlen sowie der postoperative Punktzuwachs für den Parameter "Bewegungsausmaß" im HSS-Score sind in der Tabelle 29 abgebildet.

	präoperativ (18)	postoperativ (18)	Zuwachs
primäre Implant.	11,9 n=141	14,9 n=138	3,0
Wechsel-Operation	11,3 n=9	14,4 n=10	3,1

Tab. 29 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahlen für den Parameter "Bewegungsausmaß" im HSS-Score mit postoperativem Punktzuwachs

Die folgende grafische Darstellung bietet den Überblick über den Bewegungsumfang des Kniegelenkes präoperativ und nach primärer Implantation

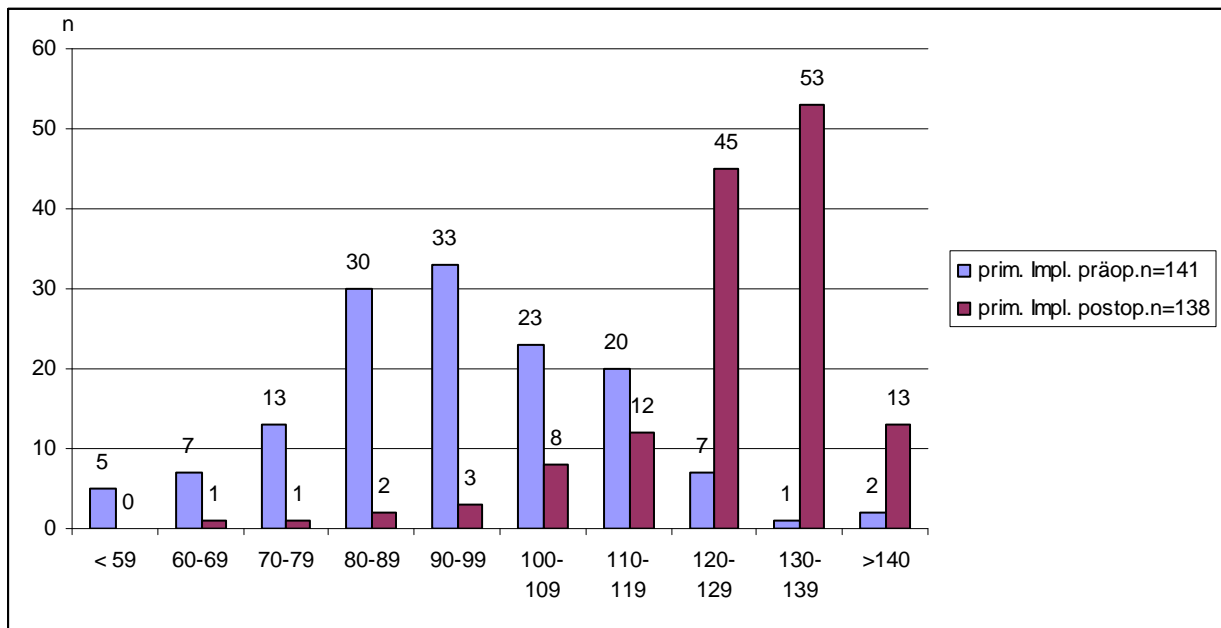


Abb. 20 Verteilung der Fallzahlen bei der Bewertung des Bewegungsumfanges des Kniegelenks nach primärer Implantation

Die statistische Auswertung der prä- und postoperativen Durchschnittswerte ergab für den Funktionsparameter "Bewegungsausmaß" postoperativ eine signifikante Verbesserung der Kniebeweglichkeit ($p < 0,05$, Signifikanz-Test bei gepaarten Stichproben).

b) Knieflexion postoperativ

Die maximal erreichte Flexion des Kniegelenkes nach Implantation einer RT-PLUS™ Solution-TEP wurde unabhängig vom Score-Parameter ermittelt und in der Tabelle 30 illustriert. Eine unbefriedigende Knieflexion von weniger als 90° wiesen postoperativ nur 3 Patienten gegenüber 36 Patienten präoperativ auf. Es zeigte sich postoperativ eine deutliche Verschiebung zu höheren Flexionsgraden.

		< 59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	>140
prim. Impl.	präop. N=141	4 2,8%	2 1,4%	8 5,6%	22 15,6%	38 27,0%	27 19,1%	24 17,0%	12 8,5%	2 1,4%	2 1,4%
	postop. N=138	0	1 0,7%	1 0,7%	1 0,7%	12 8,6%	8 5,8%	9 6,5%	42 30,4%	51 36,9%	13 9,4%
Wechs.-Oper.	präop. N=9	0	0	1 11,1%	2 22,2%	2 22,2%	3 33,3%	1 11,1%	0	0	0
	postop. N=10	0	0	0	0	2 20,0%	1 10,0%	0	4 40,0%	2 20,0%	1 10,0%

Tab. 30 Verteilung der Kniegelenkzahlen bei der Bewertung der maximal erreichten Flexion des Kniegelenks postoperativ

Die folgende grafische Darstellung bietet den Überblick über der maximal erreichten Flexion des Kniegelenks präoperativ und nach primärer Implantation

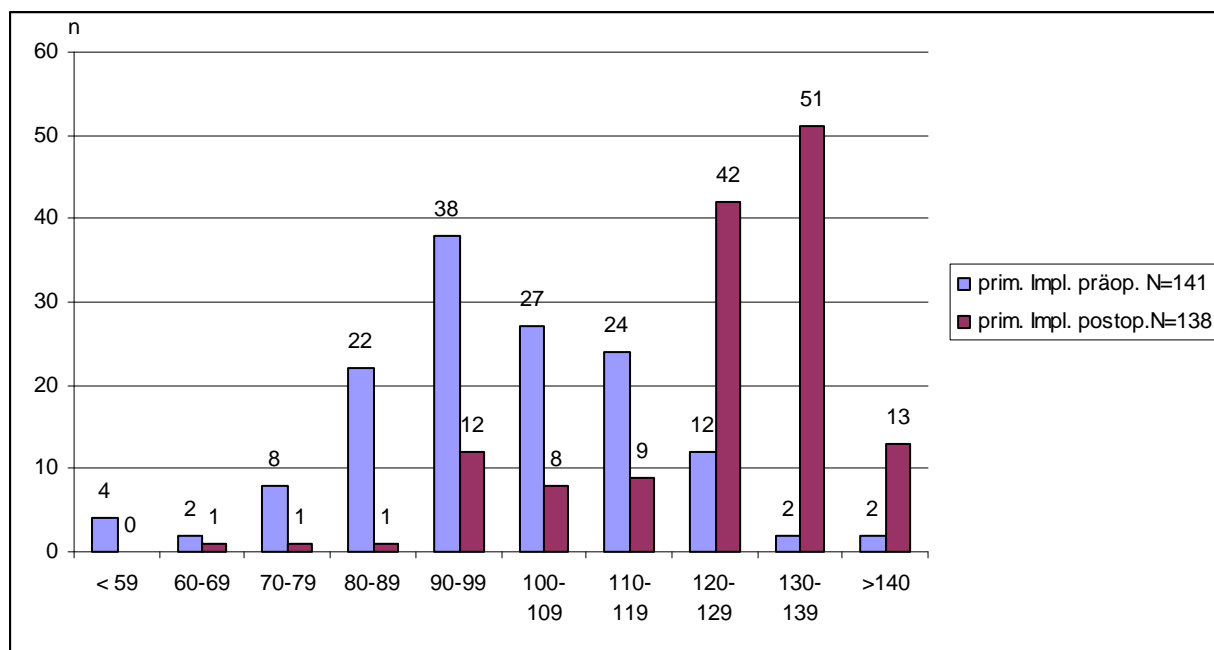


Abb. 21 Verteilung der Fallzahlen bei der Bewertung der maximal erreichten Flexion des Kniegelenks nach primärer Implantation

Der Durchschnittswert der maximal erreichten Flexion beträgt nach primärer Implantation präoperativ 99,8°, postoperativ 126,5°.

4.1.11 Gehilfen prä- und postoperativ

Der prä- und postoperative Gebrauch von Gehhilfen wurde für beide Scores ermittelt und durch die Frage nach der Nutzung von Gehwagen und Rollstuhl erweitert. Im Rahmen der beiden Scores ergab der Gehhilfegebrauch eine Punktsubtraktion von der Gesamtpunktzahl. Die genauen Subtraktionszahlen bei unterschiedlich ausgeprägtem Gehhilfenbedarf sind in Kapitel 3 "Material und Methoden" mit Abbildung der beiden Scores dargestellt. Die Anzahl der Patienten und ihr prä- und postoperativer Bedarf an Gehhilfen zeigt die Tabelle 31.

		Rollstuhl	Gehwagen	2 Stützen	1 Stütze	Gehstock	keine
prim. Impl.	präop.n=142	4 (2,8%)	5(3,5%)	56(39,4%)	1(0,7%)	49(34,5%)	27(19,0%)
	postop.n=138	2(1,4%)	3(2,2%)	12(8,7%)	0	36(26,1%)	85(61,6%)
Wechs.-Oper.	präop.n=9			5(55,6%)	0	0	4(44,4%)
	postop.n=10	0	0	1(10,0%)	0	0	9(90,0%)

Tab. 31 Verteilung der Fallzahlen bei der Bewertung des prä- und postoperativen Gehhilfenbedarfes

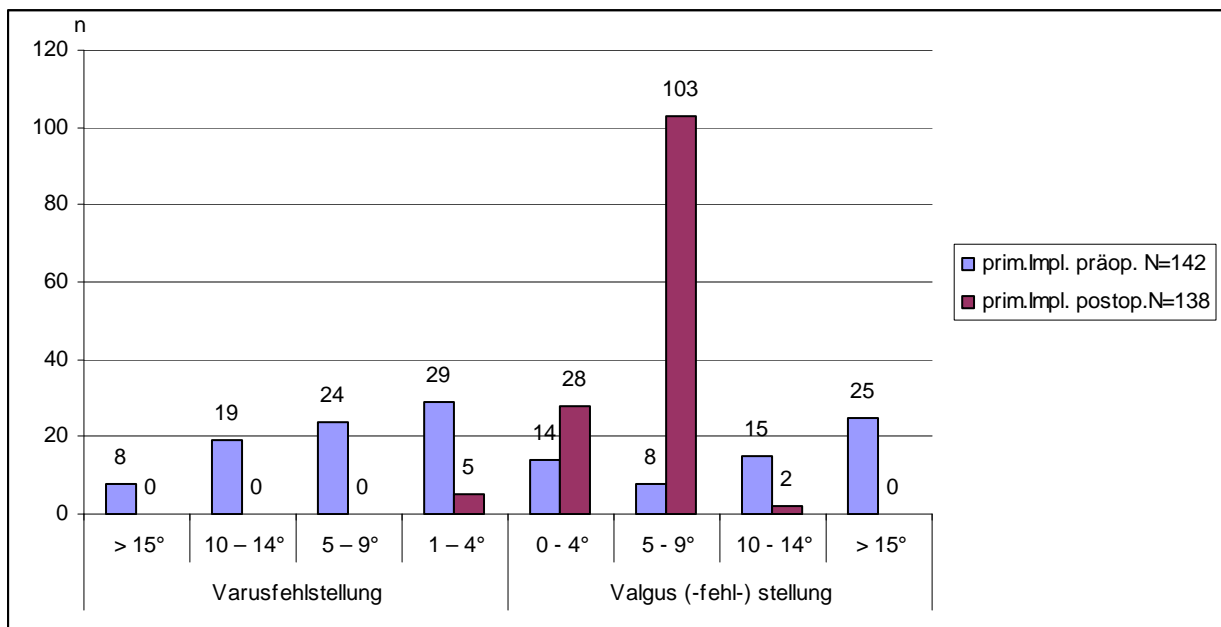
Eine hochsignifikante Steigerung der Patientenmobilität unter Verzicht von Gehhilfsmittel ist postoperativ erkennbar.

4.1.12 Alignment prä- und postoperativ

Die Bestimmung des Femorotibialwinkels prä- und postoperativ erfolgte anhand der Röntgenbilder. Unterschiedliche Grade der Achsabweichungen begründen in beiden Scores Punktabzüge von der gesamten Punktzahl. Die genauen Subtraktionszahlen bei unterschiedlich ausgeprägten Achsdeformitäten sind im Kapitel 3 "Material und Methoden" beschrieben.

Die größte präoperative varische Achsabweichung betrug 28°, die größte valgische Achsabweichung 29°.

Bei der Vermessung des Femorotibialwinkel in den präoperativen a.p.-Ganzbeinstandaufnahmen bzw. postoperativen langen a.p.-Aufnahmen des operierten Kniegelenkes wurde präoperativ ein Valgusmittelwert von 1,2° +/- 11,8° und von 5,8° +/- 2,1° postoperativ nach Primärimplantation sowie 2,6° +/- 6,6° präoperativ und 6,7° +/- 0,7° postoperativ bei Wechseloperationen ermittelt. Die Ergebnisse des gesamten Patientenkollektivs sind in der Tabelle 32 und Abbildung 22 abgebildet.



		Varusfehlstellung				Valgus (-fehl-) stellung			
		> 15°	10 – 14°	5 – 9°	1 – 4°	0 - 4°	5 - 9°	10 - 14°	> 15°
prim. Impl.	präop. N=142	8 5,6%	19 13,4%	24 16,9%	29 20,4%	14 9,9%	8 5,6%	15 10,6%	25 17,6%
	postop. N=138	0	0	0	5 3,6	28 20,3%	103 74,6%	2 1,4%	0
Wechs.- Oper.	präop. n=9	0	0	2 22,2%	1 11,1%	3 33,3%	2 22,2%	0	1 11,1%
	postop. n=10	0	0	0	0	0	10 100%	0	0

Abb. 22 und Tab. 32 Verteilung der operierten Kniegelenke nach prä- und postoperativem Femorotibialwinkel

Ausgehend von einem physiologischen valgischen Femorotibialwinkel 5-7° zeigte sich bei der statistischen Auswertung eine signifikante Verbesserung der postoperativen Befunde in beiden Patientengruppen ($p < 0,001$). Eine sichere Achskorrektur wurde durch vorgegebene 6° Valgusposition in der Prothese ermöglicht. Eine suboptimale Valgusachsposition der Kniegelenkes von $< 4^\circ$ und $> 9^\circ$ wurde durch intamedulläre Schaftabweichung der Prothesenteile begünstigt. Die Problematik der intamedullären Schaftabweichung wird in Kapitel 4.4 analysiert.

4.1.13 Analgetikabedarf prä- und postoperativ

Den prä- und postoperativen Bedarf an Schmerzmitteln widerspiegelt die folgende Tabelle.

Die absolute Zahl $n=114$ ergibt sich nach Abzug der Patienten mit Dauerschmerzmedikation bei Begleiterkrankungen. Bewertet wurde der Schmerzmittelbedarf in 4 Kategorien: -keine; -gelegentlich; 1x täglich und 2x täglich.

		Keine	gelegentlich	1 x täglich	2 x täglich
primäre Implant.	präop. n=114	52 (44,7%)	30 (26,3%)	22 (19,3%)	11 (9,6%)
	postop. n=114	108 (94,7%)	5 (4,4%)	1 (0,9%)	0
Wechsel- Operation	präop. n=9	5 (55,6%)	1 (11,1%)	1 (11,1%)	2 (22,2%)
	postop. n=9	9 (100%)	0	0	0

Tab. 33 Verteilung der operierten Patienten nach prä- und postoperativem Analgetikabedarf

4.1.14 Knieschwellung postoperativ

Die prä- und postoperative Schwellneigung des betroffenen Kniegelenkes wurde in 4 Kategorien gruppiert: keine; -selten; -oft und -ständig und in der Tabelle 34 erfasst.

		Keine	selten	oft	ständig
primäre Implant.	präop.N=141	1 (0,7%)	5 (3,5%)	24 (17,0%)	111 (94,0%)
	postop.n=138	133 (96,4%)	0	3 (2,2%)	2 (1,4%)
Wechsel-Operation	präop. N=9	0	0	0	9 (100%)
	postop.n=10	9 (90,0%)	1 (10,0%)	0	0

Tab. 34 Verteilung der operierten Kniegelenke nach prä- und postoperativer Schwellneigung

Die postoperative Schwellungsreduktion der operierten Kniegelenke ist in der Abbildung 23 dargestellt.

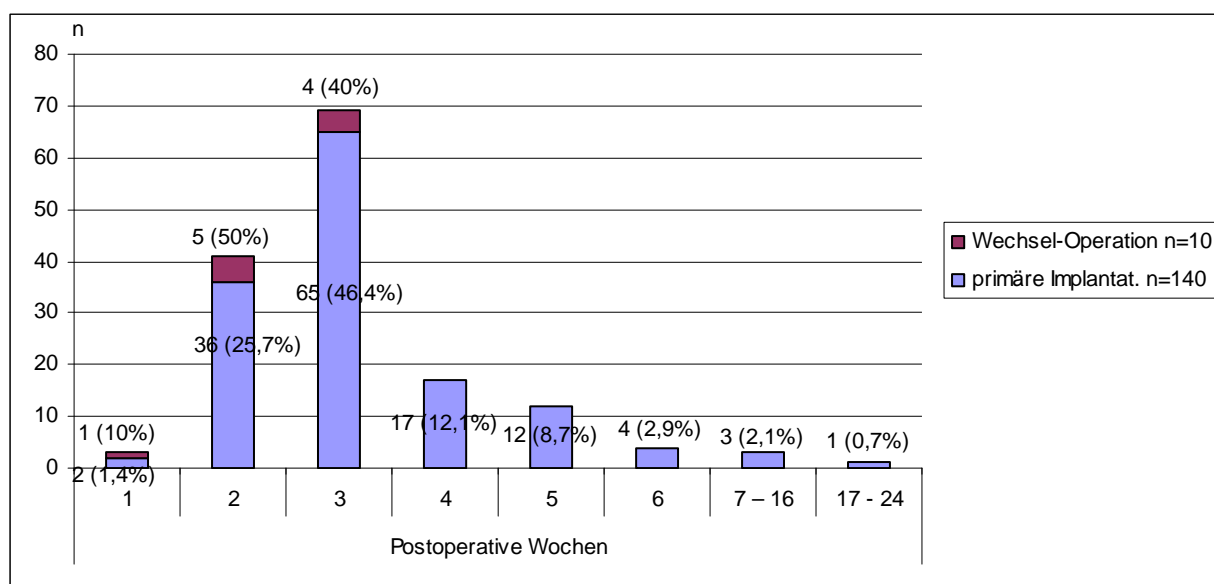


Abb. 23 Verteilung der operierten Kniegelenke nach Abschwelungstendenz postoperativ

4.1.15 Aufstehen vom Stuhl prä- und postoperativ

Die Fähigkeit, aus sitzender Position vom Stuhl ohne Hilfsmittel aufzustehen, ist in der Tabelle 35 erfasst. Die Einteilung erfolgt in 3 Gruppen: -frei möglich; -erschwert und -unmöglich

		frei möglich	erschwert	unmöglich
primäre Implant.	präop.n=142	0	60 (42,3%)	82 (57,7%)
	postop.n=137	104 (75,9%)	29 (21,2%)	4 (2,9%)
Wechsel-Operation	präop. n=9	0	1 (11,1%)	8 (88,8%)
	postop.n=10	9 (90,0%)	1 (10,0%)	0

Tab. 35 Verteilung der operierten Kniegelenke nach Möglichkeit vom Stuhl aufzustehen prä- und postoperativ

4.1.16 Tägliche Aktivität prä- und postoperativ

Die tägliche Aktivität der Patienten wurde prä- und postoperativ nach Primärimplantation und Wechseloperation in 3 Kategorien eingestuft : -hoch; -mittelaktiv und –niedrig. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 36 abgebildet.

		Hoch	mittelaktiv	niedrig
primäre Implant.	präop. n=142	0	16 (11,3%)	126 (88,8%)
	postop.n=136	99 (72,8%)	28 (20,6%)	9 (6,6%)
Wechsel-Operation	präop. n=9	0	1 (11,1%)	8 (88,8)
	postop.n=10	9 (90,0%)	1 (10,0%)	0

Tab.36 Verteilung der operierten Patienten nach täglicher Aktivität prä- und postoperativ

4.1.18 Zohlen- Zeichen prä- und postoperativ

Die retropatellare Schmerzsymptomatik wurde durch Prüfung des Zohlen-Zeichens objektiviert. Je nach Ausprägung des Zohlen-Zeichens wurden 3 Kategorien unterschieden: -keine; -mäßig und –ausgeprägte Schmerzangabe (Tabelle 37).

		keine	mäßig	ausgeprägt
primäre Implant.	präop. n=141	2 (1,4%)	32 (22,7%)	107 (75,9%)
	postop.n=138	130 (94,2%)	7 (5,1%)	1 (0,7%)
Wechsel-Operation	präop. n=10	4 (40,0%)	2 (20,0%)	4 (40,0%)
	postop.n=10	10 (100%)	0	0

Tab. 37 Verteilung der operierten Kniegelenke nach Ausprägung des Zohlen-Zeichens

4.1.18.1 Zohlen-Zeichen postoperativ bei primärer Implantation mit und ohne RPE

In der Tabelle 38 wird die Ausprägung des Zohlensymptoms nach primärer Implantation mit und ohne Retropatellarersatz dargestellt.

	Zohlenzeichen postoperativ		
	keine	mäßig	ausgeprägt
mit RPE (n=80)	77 (96,3%)	2 (2,5%)	1 (1,3%)
ohne RPE (n=58)	53 (91,4%)	5 (8,6%)	
gesamt (n=138)	130 (94,2%)	7 (5,1%)	1 (0,7%)

Tab. 38 Ausprägung des Zohlen-Zeichen nach primärer Implantation mit und ohne Retropatellarersatz

4.1.19 Auswertung sonstiger subjektiver Beschwerden

Sonstige von den Patienten geäußerte subjektiven Beschwerden sind in der Tabelle 39 aufgelistet.

		kein	ja
„kein Gefühl“	prim. Implant. n=137	133 (97,1%)	4 (2,9%)
	Wechsel-OP n=10	10 (100%)	0
Giving way	prim. Implant. n=137	123 (89,8%)	14 (10,2%)
	Wechsel-OP n=10	9 (90,0%)	1 (10,0%)
Subjekt. Instabil.	prim. Implant. n=137	129 (94,2%)	8 (5,8%)
	Wechsel-OP n=10	10 (100%)	0
Fremdkörpergefühl	prim. Implant. n=137	120 (87,6%)	17 (12,4%)
	Wechsel-OP n=10	10 (100%)	0

Tab.39. Sonstige subjektive Beschwerden

4.2 Subjektive Zufriedenheit

4.2.1 Gesamtüberblick subjektive Zufriedenheit

Die allgemeine subjektive Zufriedenheit der Patienten mit dem postoperativen Ergebnis wurde in 4 Kategorien eingestuft: -sehr zufrieden; -zufrieden; -mäßig zufrieden und –unzufrieden (Tabelle 40).

	sehr zufrieden	zufrieden	mäßig zufrieden	unzufrieden
prim. Implantat. n=138	102 (73,9%)	28 (20,3%)	6 (4,3%)	2 (1,4%)
Wechsel-OP n=10	8 (80,0%)	2 (20,0%)	0	

Tab. 40 Subjektive Zufriedenheit der Patienten postoperativ

4.2.2 Zufriedenheit postoperativ

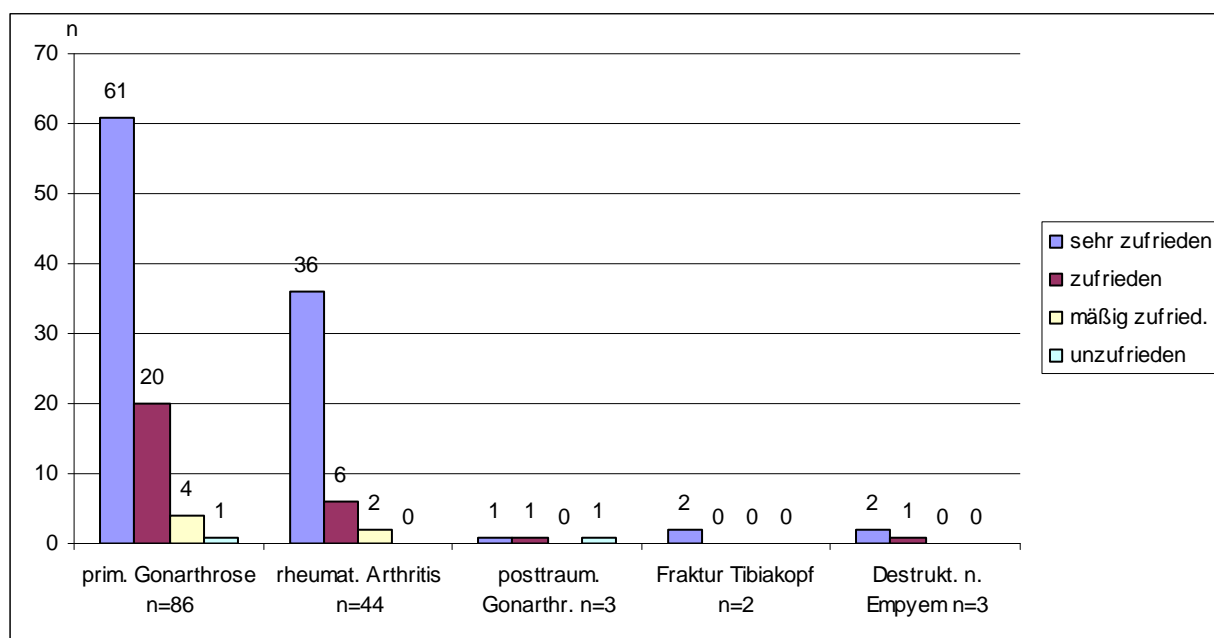
Die Tabelle 41 präsentiert die Progression der Patientenzufriedenheit in Abhängigkeit vom postoperativen Intervall. Bei 89 % der operierten Patienten nach primärer Implantation und 90% der Patienten nach Revisionseingriff wurde ein Zufriedenheitszustand binnen der ersten 4 postoperativen Wochen erreicht.

	postoperative Wochen								
	1	2	3	4	5	6	6-8	9-24	> 24
Primäre Implantat. n=140	27 21,1%	42 31,3%	24 17,9%	25 18,7%	8 6,0%	4 3,0%	1 0,7%	2 1,5%	1 0,7%
Wechsel-Operation n=10	4 40,0%	3 30,0%	1 10,0%	1 10,0%	0	0	0	0	1 10,0%

Tab. 41 Progression der Patientenzufriedenheit postoperativ

4.2.3 Postoperative Zufriedenheit bei Primärimplantation bezüglich verschiedener Primär Diagnosen

In Abhängigkeit von den Primär Diagnosen verteilen sich die subjektiven Einschätzungen der Patienten wie folgt:



	sehr zufrieden	zufrieden	mäßig zufried.	unzufrieden
prim. Gonarthrose n=86	61 (70,9%)	20 (23,3%)	4 (4,7%)	1 (1,2%)
rheumat. Arthritis n=44	36 (81,8%)	6 (13,6%)	2(4,5%)	0
posttraum. Gonarthr. n=3	1 (33,3%)	1 (33,3%)	0	1 (33,3%)
Fraktur Tibiakopf n=2	2 (100%)	0	0	0
Destrukt. n. Emyem n=3	2 (66,7%)	1(33,3%)	0	0

Abb. 24 und Tab. 42 Zufriedenheit nach Primärimplantation in Abhängigkeit von den Primär Diagnosen

4.3 Einfluss der Begleiterkrankungen auf die postoperativen Ergebnisse

Das Gesamtpatientenkollektiv wurde in Abhängigkeit vom Einfluss der Begleiterkrankungen auf den Allgemeinzustand und die Mobilität in 3 Gruppen eingeteilt:

- **ohne Einfluss: n = 105** - Patienten ohne Begleiterkrankungen oder mit Begleiterkrankungen ohne Einfluss auf das postoperative Ergebnis
- **mäßiger Einfluss: n = 31** - Patienten mit multiplen Gelenkbeschwerden und/oder mit Begleiterkrankungen mit mäßigem Einfluss auf das postoperative Ergebnis
- **deutlicher Einfluss: n = 11** - Patienten mit multiplen Gelenkbeschwerden und/oder mit Begleiterkrankungen mit erheblichem Einfluss auf das postoperative Ergebnis

Die Verteilungskriterien wurden bereits in Kapitel 3 "Material und Methoden" vorgestellt.

4.3.1 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die prä- und postoperative Durchschnittspunktzahl im HSS-, Knee- und Function-Score

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die prä- und postoperativen Durchschnittspunktzahlen in den genannten 3 Patientengruppen.

Patientengruppe	HSS-Score		Knee-Score		Function-Score	
	präop. n=150	postop. n=147	präop. n=150	postop. n=147	präop. n=150	postop. n=147
ohne Einfluss	40,6	94,0	24,2	95,3	38,3	85,5
Zuwachs	53,3		71,2		47,2	
mäßiger Einfluss	37,7	93,1	20,0	95,9	35,3	76,9
Zuwachs	55,3		75,9		41,5	
deutlich. Einfluss	30,4	78,9	18,4	94,8	15,9	43,2
Zuwachs	48,5		76,4		27,2	

Tab. 43 Prä- und postoperative Durchschnittspunktzahl in HSS-, Knee- und Function-Score in Abhängigkeit von den Begleiterkrankungen

Folgende grafische Darstellung zeigt Zuwachs der Durchschnittspunktzahlen in HSS-, Knee- und Function-Score in Abhängigkeit von den Begleiterkrankungen

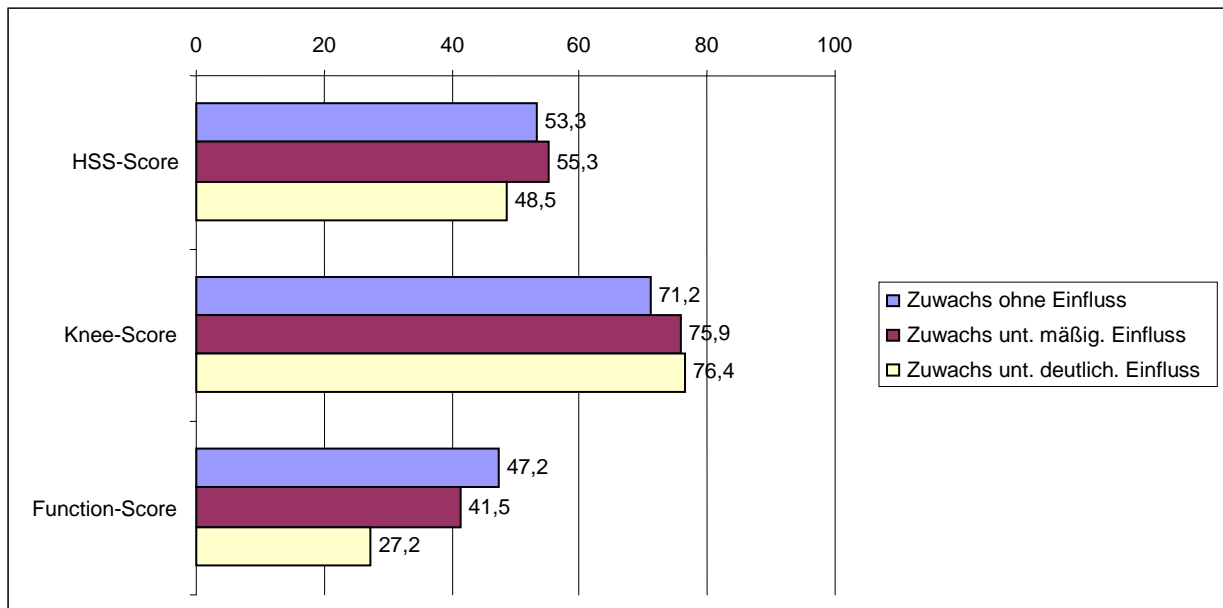


Abb. 24 Postoperativer Zuwachs der Durchschnittspunktzahlen in HSS-, Knie- und Function-Score in Abhängigkeit von den Begleiterkrankungen

Bei statistischer Berechnung der prä- und postoperativen Durchschnittspunktzahlen wurde zwischen den 3 Patientengruppen im HSS- und Funktionsteil vom Knee-Society-Score ein höchst signifikanter Unterschied mit $p \leq 0,001$ und ein nicht signifikanter Unterschied im klinischen Teil vom Knee-Society-Score mit $p > 0,1$ festgestellt. Somit ist der Einfluss von Begleiterkrankungen auf die funktionellen Ergebnisse in beiden Scores deutlich erkennbar.

In den folgenden Tabellen ist der Einfluss der Begleiterkrankungen auf die Punktzahl im HSS-Score und auf zusätzliche Funktionsparameter dargestellt.

4.3.2 Einfluss der Begleiterkrankungen auf die postoperative Gehstrecke und Stehfähigkeit

Der Einfluss der Begleiterkrankungen auf die postoperative Gehstrecke und Stehfähigkeit ist in der Tabelle 44 dargestellt.

Patientengruppe	<100 m	100-500 m 30' Stehen	500-1000 m < 30' Stehen	Uneingeschränkt
ohne Einfluss	1 (1,0%)	2 (1,9%)	6 (5,7%)	96 (91,4%)
mäßiger Einfluss	0	2 (6,5%)	5 (16,1%)	24 (77,4%)
deutlich. Einfluss	3 (27,3%)	5 (45,5%)	1 (9,1%)	2 (18,2%)

Tab. 44 Postoperative Steh- und Gehfähigkeit im HSS-Score in Abhängigkeit von den Begleiterkrankungen

Betrachtet man die Kategorie „uneingeschränkte Geh- und Stehfähigkeit“ mit maximaler Punktzahl von 12 im HSS-Score postoperativ, wird der hohe Verlust von Ergebnispunkten in den

Gruppen mit mäßigem (77,4%) und deutlichem (18,2%) Einfluss gegenüber Patienten ohne Einfluss (91,4%) klar erkennbar.

4.3.3 Einfluss von Begleiterkrankungen auf das postoperative Treppensteigen und die Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln

Der Einfluss der Begleiterkrankungen auf das postoperative Treppensteigen und die Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln ist in der Tabelle 45 gezeigt.

Patientengruppe	nur mit Unterstützung		ohne Stützen möglich	
	Treppenst.	Transport	Treppenst.	Transport
ohne Einfluss	8 (7,6%)	9 (8,6%)	97 (92,4%)	96 (91,4%)
mäßiger Einfluss	6 (19,4%)	5 (16,1%)	25 (80,6%)	26 (83,9%)
deutlich. Einfluss	11 (100%)	11 (100%)	0	0

Tab. 45 Postoperative Treppensteigefähigkeit und Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel im HSS-Score in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen

Bei 19,9% der Patienten mit mäßigem und bei 100% der Patienten mit deutlichem Einfluss der Begleiterkrankungen wurde die maximale Punktzahl von 5 bei der (Treppensteigefähigkeit ohne Unterstützung) im HSS-Score postoperativ nicht erreicht. Dem entgegen stehen nur 7,6% der Patienten in der Gruppe, bei denen keine Beeinflussung durch Begleiterkrankungen vorlag. Vergleichbare Resultate erbrachte die Befragung zur Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel. Bei 16,1% Patienten mit mäßigem und bei 100% Patienten mit deutlichem Einfluss der Begleiterkrankungen gegenüber 8,6% Patienten ohne Einfluss wurde die maximale Punktzahl von 5 nicht erreicht.

4.3.4 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die Muskelkraft postoperativ

Der Einfluss der Begleiterkrankungen auf die Kraft der Oberschenkelmuskulatur ist in der Tabelle 46 abgebildet.

Patientengruppe	mangelhaft	mittelmäßig	Gut	ausgezeichnet
ohne Einfluss	0	0	8 (7,6%)	97 (92,4%)
mäßiger Einfluss	0	0	4 (12,9%)	27 (87,1%)
deutlich. Einfluss	0	0	8 (61,5%)	5 (38,5%)

Tab. 46 Postoperative „Muskelkraft“ in HSS-Score in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen

In der Patientengruppe ohne beeinflussende Begleiterkrankungen erreichten 7,6% keine maximale Punktbewertung, in der Kategorie „mäßige Beeinflussung“ 12,9%. In der Gruppe mit deutlichem Einfluss der Begleiterkrankungen erzielten 61,5% keinen maximalen Kraftgewinn.

4.3.5 Einfluss von Begleiterkrankungen und Gehhilfengebrauch postoperativ

Der Einfluss der Begleiterkrankungen auf den Gehhilfenbedarf ist in der Tabelle 47 abgebildet.

Pat.-Gruppen	keine	Gehstock	2 Gehstütz.	Gehwagen	Rollstuhl
ohne Einfluss	80 (76,2)%	21 (20,0%)	4 (3,8%)	0	0
mäßig.Einfluss	14 (45,2)%	13 (41,9%)	4 (12,9%)	0	0
deutl.Einfluss	0	2 (15,4%)	6 (46,2%)	3 (23,1%)	2 (15,4%)

Tab. 47 Postoperativer Gehhilfenbedarf im HSS-Score in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen

12,9% der Patienten mit mäßigem und 84,7% der Patienten mit deutlichem Einfluss der Begleiterkrankungen brauchten zum Nachuntersuchungszeitpunkt 2 Gehstützen bzw. einen Gehwagen oder einen Rollstuhl. Somit wird in diesen Gruppen die Gesamtpunktzahl durch die Subtraktion von Ergebnispunkten erheblich minimiert.

4.3.6 Einfluss von Begleiterkrankungen auf tägliche Aktivität postoperativ

Der Einfluss der Begleiterkrankungen auf die postoperative tägliche Aktivität ist in der Tabelle 48 dargestellt.

Patientengruppe	hoch	mittelaktiv	niedrig
ohne Einfluss	91 (86,7%)	12 (11,4%)	2 (1,9%)
mäßiger Einfluss	16 (51,6%)	15 (48,4%)	0
deutlich. Einfluss	1 (9,1%)	3 (23,7%)	7 (63,6%)

Tab.48 Postoperative tägliche Aktivität in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen

Unabhängig von der Knie- TEP-Implantation führte bei 63,6% der Patienten die deutliche Einflussnahme der Begleiterkrankungen zu einem niedrigen Aktivitätsniveau. In der Gruppe ohne bzw. mit mäßiger Beeinflussung durch Begleiterkrankung war ein niedriger Aktivitätslevel nur bei 1,9% bzw. 0% zu ermitteln.

4.3.7 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die postoperative subjektive Zufriedenheit

In Abhängigkeit von vorliegenden Begleiterkrankungen verteilt sich die postoperative Zufriedenheit der Patienten wie folgt:

Patientengruppe	sehr zufrieden	zufrieden	mäßig zufrieden	unzufrieden
ohne Einfluss	81 (77,1%)	17 (16,2%)	6 (5,7%)	1 (1,0%)
mäßiger Einfluss	23 (74,2%)	8 (25,8%)	0	0
deutlich. Einfluss	6 (46,2%)	6 (46,2%)	0	1 (7,7%)

Tab. 49 Postoperative Zufriedenheit in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen

Mit 92,4% zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten aus der Gruppe mit deutlichem Einfluss und 100% zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten aus der Gruppe mit mäßigem Einfluss wird die postoperative subjektive Zufriedenheit von den Begleiterkrankungen nur unwesentlich beeinflusst.

4.4 Auswertung der röntgenologischen Befunde

Auf den antero-posterioren und seitlichen Röntgenaufnahmen der Kniegelenke wurde die Position des femoralen und tibialen Prothesenschaftes zur knöchernen Achse des Femur- und Tibiaschaftes (Medianlinie des mittleren und distalen diaphysären Drittels) bestimmt.

4.4.1 Intramedulläre Achsabweichung der Femurkomponente (n=149)

a) Abweichung in Frontalprojektion

Im anterior-posterioren Strahlengang wich die Längsachse des femoralen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Femurschaftes in 9 (5,8%) Fällen um 3-5° nach medial und in 3 (1,9%) Fällen um 3-4° nach lateral ab.

	Medial									Lateral							
	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N	0	0	0	2	1	6	3	0	132	0	2	2	1	0	0	0	0
%	0	0	0	1,3	0,6	3,9	1,9	0	85,2	0	1,3	1,3	0,6	0	0	0	0

Tab. 50 Seitliche Abweichung des femoralen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Femurschaftes

b) Abweichung in Sagittalprojektion

Im seitlichen Strahlengang wich die Längsachse des femoralen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Femurschaftes in 2 (1,2%) Fällen um 4-6° nach dorsal und in 2 (1,6%) Fällen um 5-6° nach ventral ab.

	Dorsal									Ventral							
	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N	0	0	1	0	1	0	0	0	143	0	2	0	0	1	1	0	0
%	0	0	0,6	0	0,6	0	0	0	92,3	0	1,3	0	0	0,6	0,6	0	0

Tab. 51 anterior-posteriore Abweichung des femoralen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Femurschaftes

4.4.2 Intramedulläre Achsabweichung der Tibiakomponente

a) in Frontalprojektion

Im anterior-posterioren Strahlengang wich die Längsachse des tibialen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Tibiaschaftes in 31 (20,1%) Fällen um 3-5° und in 3 (1,9%) Fällen um 6-7° nach lateral ab.

	Medial									Lateral							
	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N	0	0	0	0	0	0	0	0	100	1	14	19	8	4	2	1	0
%	0	0	0	0	0	0	0	0	64,5	0,6	9,0	12,3	5,2	2,6	1,3	0,6	0

Tab. 52 Seitliche Abweichung des tibialen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Tibiaschaftes.

b) in Sagittalprojektion

Im seitlichen Strahlengang wich die Längsachse des tibialen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Tibiaschaftes in 3 (1,9%) Fällen um 3-5° und in einem (0,6%) Fall um 8° nach dorsal ab.

	Dorsal									Ventral							
	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N	1	0	0	1	1	1	0	0	143	2	0	0	0	0	0	0	0
%	0,6	0	0	0,6	0,6	0,6	0	0	92,3	1,3	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 53 Anterior-posteriore Abweichung des tibialen Prothesenschaftes von der knöchernen Achse des Tibiaschaftes

4.4.3 Resorptionssaumbildung und Osteopenie entlang der Implantate

Resorptionssäume und osteopenische Aufhellungen entlang der Implantate bzw. des Knochenzementes wurden an der langen seitlichen und an den a.p.- Aufnahmen des Kniegelenkes beurteilt. Die Zonenverteilung und Ausprägungsstufen der Saumbildung wurden ausführlich im Kapitel 3 „Material und Methoden“ beschrieben.

a) Resorptionssaumbildung und ausgedehnte Aufhellungen am Femurimplantat

Insgesamt zeigten 52 (35,1%) der operierten Kniegelenke nach Implantation einer RT-Knie-TEP mehr oder weniger ausgeprägte Resorptionssäume und bzw. oder Knochendemineralisierung an der Implantat- bzw. Knochenzementgrenze. Die Verteilung dieser Knochenreaktionen nach Zonen und in Abhängigkeit von ihrer Ausprägung ist in den folgenden Tabellen und Diagrammen dargestellt.

Saum	anterior-posterior					seitlich				
	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5
Keine	131 88,5%	131 88,5%	140 94,6%	140 95,6%	138 93,2%	128 86,5%	104 70,3%	139 93,9%	140 94,6%	135 91,2%
<1mm	6 4,1%	5 3,4%	5 3,4%	5 3,4%	8 5,4%	9 6,1%	32 21,6%	5 3,5%	5 3,4%	11 7,4%
1-2mm	2 1,4%	4 2,7%	2 1,4%	1 0,7%	2 1,4%	3 2,0%	6 4,1%	1 0,7%	2 1,4%	1 0,7%
>2mm	0	0	1 0,7%	1 0,7%	0	0	0	1 0,7%	1 0,7%	1 0,7%
nur Aufhellung	9 6,1%	8 5,4%	0	0	0	6 4,1%	4 2,7%	2 1,4%	0	0
<1mm + Aufhell.	0	0	0	0	0	1 0,7%	1 0,7%	0	0	0
1-2mm + Aufhell.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>2mm + Aufhell.	0	0	0	0	0	1 0,7%	1 0,7%	1 0,7%	0	0

Tab. 54 Resorptionssaumbildung und ausgedehnte Aufhellungen am Femurimplantat (n=148)

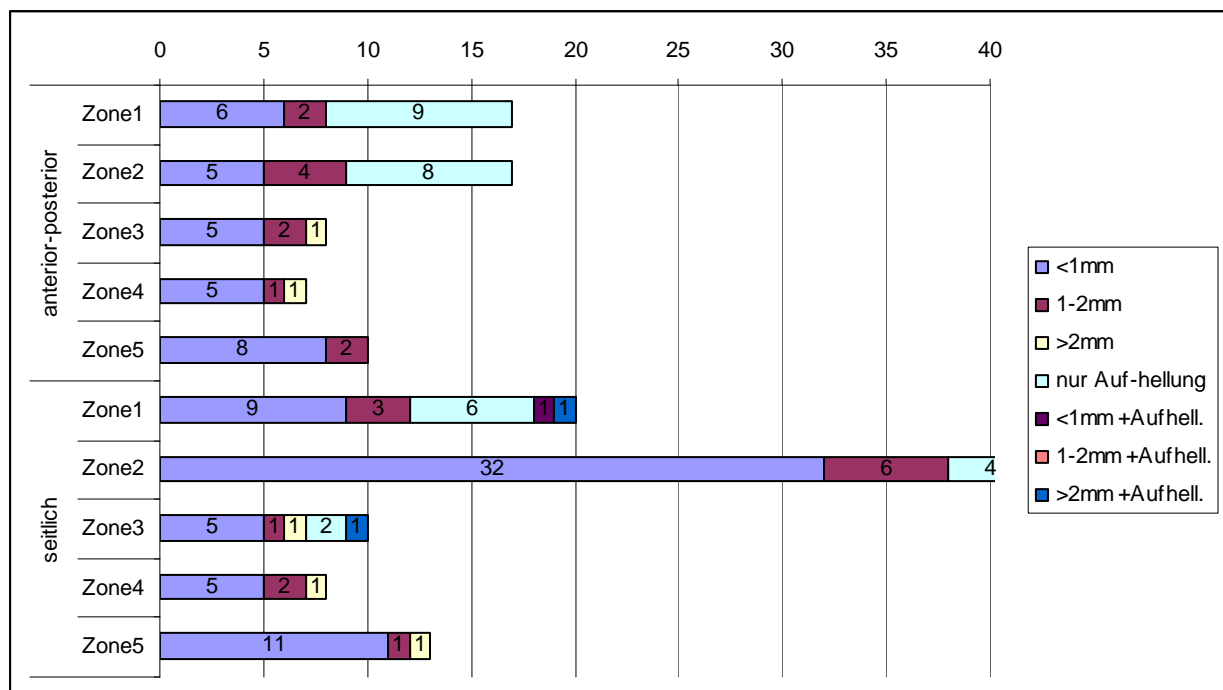


Abb 25 Verteilung der Resorptionssaumbildungen und ausgedehnten Aufhellungen am Femurimplantat über die Zonen

Die am häufigsten beobachtete radiologische Knochenveränderung war eine Sklerosensaumbildung von <1 mm bis 2 mm, die klinisch nicht relevant war.

Eine Saumbildung >2 mm wurde im a.-p.- Strahlengang in 1 (0,7%) Fall medial und in 1 (0,7%) Fall lateral des Femurprothesenschaftes sowie im seitlichen Strahlengang jeweils bei einem Kniegelenk (0,7%) ventral und dorsal des Prothesenschaftes und an der Prothesenspitze gesehen.

Eine knöcherne Demineralisierung entlang der Prothese wurde im a.-p.-Strahlengang in 9 (6,1%) Fällen am medialen und in 8 (5,4%) Fällen am lateralen Femurkondylus sowie im seitlichen Strahlengang in 7 (4,8%) Fällen dorsal des retropatellaren Prothesenschildes, in 2 (1,4%) Fällen ventral des Prothesenschaftes und in 5 (3,4%) Fällen dorsal des Scharnierkastens beobachtet.

Jeweils in einem (0,7%) Fall wurde im ventralen und dorsalen Kastenbereich im seitlichen Strahlengang eine Saumbildung >2 mm mit ausgedehnter Aufhellung der Knochensubstanz festgestellt.

b) Resorptionssaumbildung und ausgedehnte Aufhellungen am Tibiaimplantat

	anterior-posterior					Seitlich				
Saum	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5
keine	91 61,5%	108 73,0%	140 94,6%	146 98,6%	108 73,0%	97 65,6%	113 76,4%	117 79,1%	141 95,3%	102 68,9%
<1mm	37 25,0%	26 17,6%	3 2,0%	1 0,7%	38 25,7%	26 17,6%	27 18,2%	8 5,4%	6 4,1%	40 27,0%
1-2mm	4 2,7%	3 2,0%	1 0,7%	1 0,7%	2 1,4%	3 2,0%	3 2,0%	1 0,7%	1 0,7%	2 1,4%
>2mm	0	0	0	0	0	0	1 0,7%	0	0	0
nur Aufhellung	12 8,1%	7 4,7%	4 2,7%	0	0	17 11,5%	4 2,7%	22 14,9%	0	1 0,7%
<1mm + Aufhell.	4 2,7%	4 2,5%	0	0	0	4 2,7%	0	0	0	3 2,0%
1-2mm + Aufhell.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>2mm + Aufhell.	0	0	0	0	0	1 0,7%	0	0	0	0

Tab. 55 Resorptionssaumbildung und ausgedehnte Aufhellungen am Tibiaimplantat (n=148)

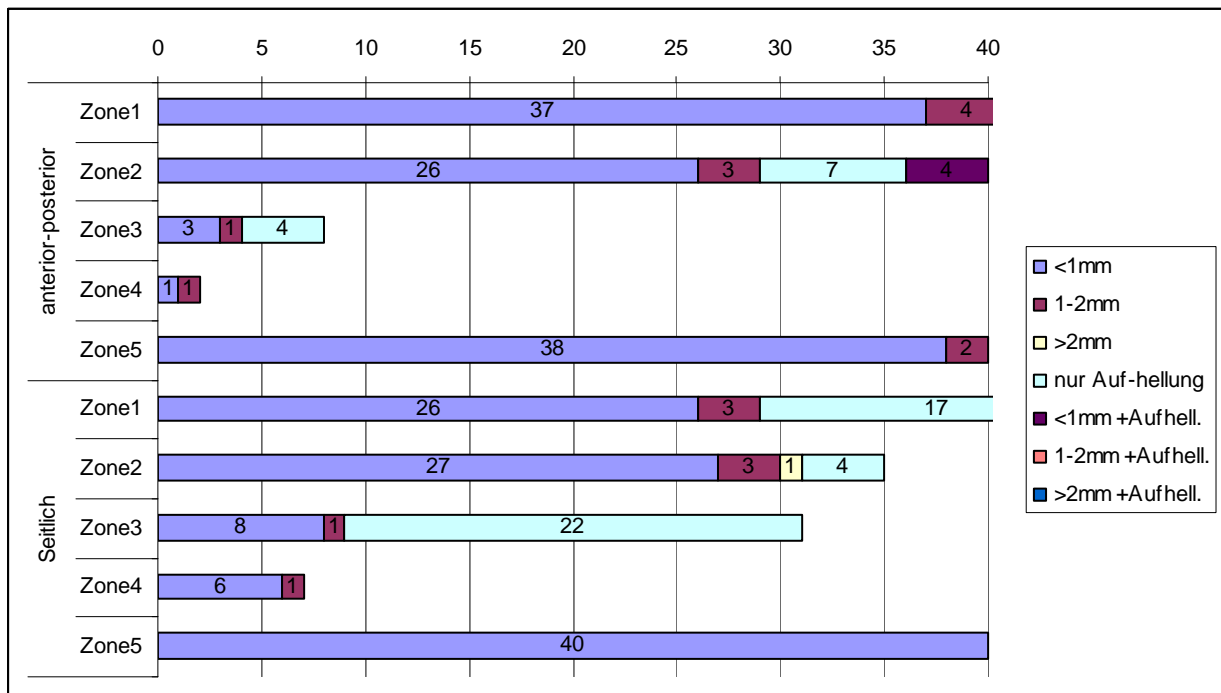


Abb 26 Verteilung der Resorptionssaumbildungen und ausgedehnten Aufhellungen am Tibiaimplantat über die Zonen

Die häufigste radiologische Knochenveränderung tibial war eine Sklerosesaumbildung von <1 mm bis 2 mm, die klinisch nicht relevant war.

Eine Saumbildung >2 mm wurde in einem (0,7%) Fall im seitlichen Strahlengang am medialen Tibiakopf gesehen.

Eine knöcherne Demineralisierung entlang der Prothese lag im a.-p.-Strahlengang in 16 (10,8%) Fällen am medialen, in 11 (7,2%) Fällen am lateralen Tibiakopf und in 4 (2,7%) Fällen medial des Prothesenschaftes sowie im seitlichen Strahlengang in 21 (14,2%) Fällen am ventralen, in 4 (2,7%) Fällen am dorsalen Tibiakopf, in 22 (14,9%) Fällen ventral des Prothesenschaftes und in 4 (2,7%) Fällen an der Prothesenspitze vor. In einem (0,7%) Fall war ventral des Tibiakopfes eine Aufhellung mit Saumbildung >2 mm zu registrieren.

4.4.4 Lateral notching sowie ventraler Überstand der Femurkomponente

Die sagittale Ausrichtung der Femurkomponente wurde im seitlichen Röntgenbild ermittelt und in der Tabelle 56 abgebildet.

	korrekte Lage	ventraler Überstand	lat. notching 2 mm	lat. notching 2-3 mm	lat. notching 3-5 mm	lat. notching >5 mm
Femurteil	110(71,0%)	15 (9,7%)	6 (3,9%)	11 (7,1 %)	9 (5,8%)	4 (2,6%)

Tab. 56 Sagittale Ausrichtung der Femurkomponente (n=155)

In 15 (9,7 %) Fällen wurde eine Ventralisierung des retropatellaren Prothesenschildes mit Distanz zur ventralen Femurkortikalis erkannt. Eine dorsalisierte Prothese mit einem notching des lateralen Femurkondylus um 2-3 mm wurde in 17 (11%) Fällen und 3- >5 mm in 13 (8,4 %) Fällen festgestellt.

4.4.5 Über- und unterdimensionierte Tibiakomponente

Die Positionsanalyse der implantierten Tibiakomponente wurde im antero-posterioren und seitlichen Röntgenbild ermittelt und in der Tabelle 57 abgebildet.

	korrekte Lage	„zu klein“	medial	lateral	mediolateral	mediolateral und dorsal
Tibiasteil	127(81,9%)	4 (2,6%)	9 (5,8%)	11 (7,1 %)	3 (1,9%)	1 (0,6%)

Tab. 57 Position der Tibiakomponente (n=155)

In 4 (2,6 %) Fällen war die Tibiakomponente in der mediolateralen Ausdehnung unterdimensioniert. In 20 (12,9%) Fällen zeigte sich medial oder lateral ein Überstand der Tibiakomponente. In 4 (2,5 %) Fällen mit medio-lateralem und dorsalem Überstand ist eine zu große Prothesenwahl zu diskutieren.

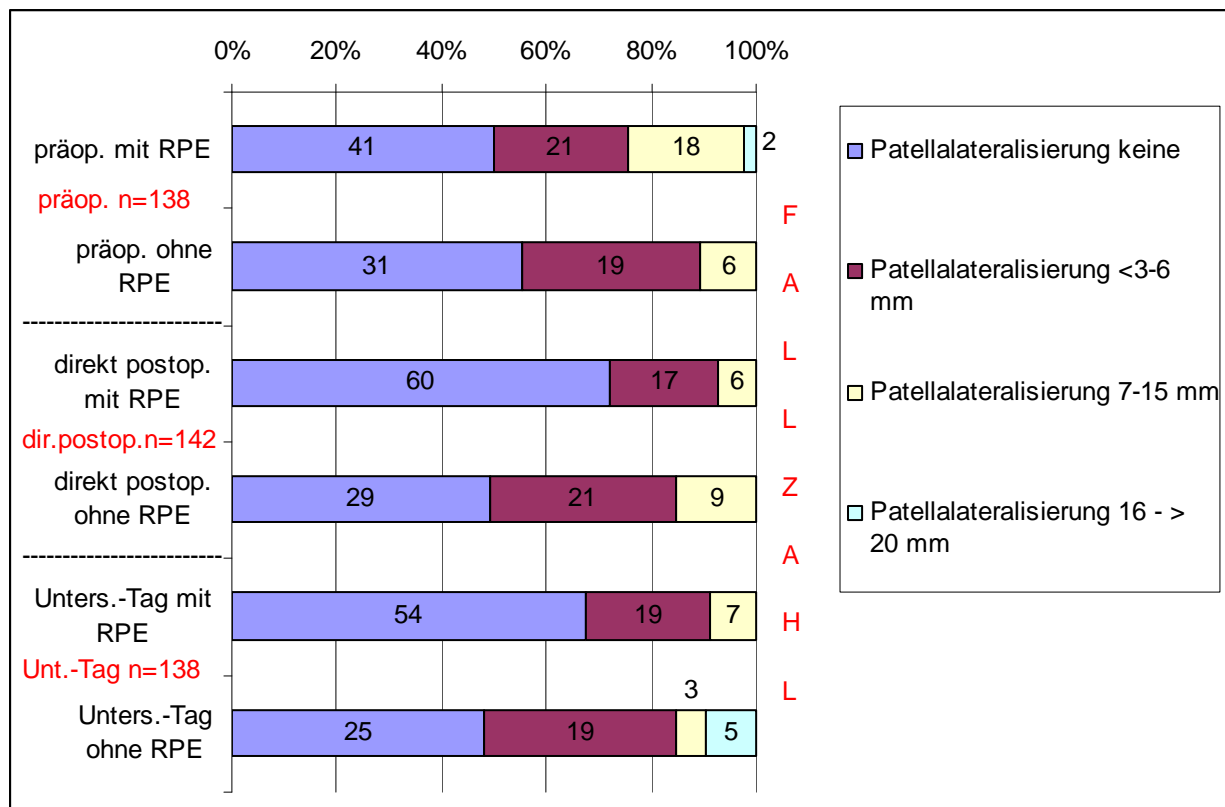
4.4.6 Röntgenologische Patellauntersuchung

In 83 (58,5%) Fällen mit Primärimplantation (n=142) wurde die retropatellare Gelenkfläche mit einem zementierten Polyethylen-Implantat ersetzt. In 59 (41,%) Fällen wurde die Patellarückfläche bei blanden Verhältnissen nach Abtragung von Osteophyten und zirkumferenter Denervierung belassen.

4.4.6.1 Lateralisierung der Patella präoperativ, postoperativ und am Untersuchungstag bei primärer Implantation

Die Lateralisierung der Patella wurde anhand der Tangentialaufnahme der Patella präoperativ, direkt postoperativ und am Untersuchungstag ermittelt. Gemessen wurde die Position der Patellamitte im Bezug zum Prothesegleitlager.

Die Ergebnisse der Analyse sind in der nachfolgenden Tabelle und Abbildung dargestellt.



		Patellalateralisierung			
		Keine	<3-6 mm	7-15 mm	16 - > 20 mm
präop.	mit RPE	41 (50,0%)	21 (25,7%)	18 (22,0%)	2 (2,4%)
	ohne	31 (55,2%)	19 (32,7%)	6 (10,4%)	0
n=138	Gesamt	72 (52,1%)	30 (28,5%)	24 (17,2%)	2 (1,2%)
direkt postop.	mit RPE	60 (72,3%)	17 (10,5%)	6 (7,2%)	0
	ohne	29 (49,2%)	21 (35,6%)	9 (15,3%)	0
n=142	Gesamt	89 (62,7%)	38 (26,7%)	15 (10,5%)	0
Unters.-Tag	mit RPE	54 (67,5%)	19 (23,8%)	7 (2,5%)	0
	ohne	25 (43,1%)	19 (32,7%)	3 (15,5%)	5 (8,6%)
n=138	Gesamt	79 (57,2%)	38 (27,5%)	10 (11,6%)	5 (3,6%)

Abb. 27 und Tab. 58 Prä- und postoperative Lateralisierung der Patella bei Patienten mit RPE und ohne PRE

Am Untersuchungstag wurde bei 57,2% der untersuchten Kniegelenke eine exakte Patellaposition ermittelt. In 11,6% der Fälle bestand eine Lateralisierung von 7-15 mm. Eine Patellalateralisierung bis zur Subluxation wiesen 3,6% Kniegelenke auf. Eine Lateralisierungstendenz <3-6 mm lag in 27,5% der Fälle vor.

Erwähnenswert ist die hohe Zahl der ausgeprägt lateralisiert laufenden Patellae mit 24,1% ohne RPE gegenüber nur 2,5% mit RPE. Auch geringfügige Lateralisierungen <3-6 mm waren ohne RPE deutlich häufiger als mit RPE zu verzeichnen.

Eine leichte Zunahme der Lateralisierungstendenz im späteren postoperativen Interval gegenüber dem unmittelbar postoperativen Befund wurde beobachtet.

4.4.6.2 Sinterung der Patella bei primärer Implantation (n=138)

Die maximale Dicke der Patella wurde röntgenologisch auf der Tangentialaufnahme der Patella sowie Seitenaufnahme des Kniegelenkes direkt postoperativ und am Untersuchungstag vermessen und verglichen. Die Ergebnisse der Vermessungen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

	Patellasinterung				
	Keine	2 mm	3-4 mm	5-6 mm	> 6 mm
mit RPE (n=80)	78 (97,5%)	0	2 (2,5%)	0	0
ohne RPE (n=58)	52 (89,7%)	1 (1,7%)	2 (3,4%)	2 (3,4%)	1 (1,7%)
Gesamt n=138	130 (94,2%)	1 (0,7%)	4 (2,9%)	2 (1,4%)	1 (0,7%)

Tab. 59 Postoperative Sinterung der Patella bei Patienten mit RPE und ohne PRE

In 3 (5,1%) Fällen ohne RPE wurde eine Sinterung der Knochensubstanz von 5-6 und >6 mm festgestellt. Eine Höhenminderung um 3-4 mm lag in jeweils 2 (2,5% bzw. 3,4%) Fällen mit und ohne RPE vor. Statistisch gesehen lag der Höhenverlust bei der belassenen Patella signifikant höher ist als bei der ersetzten Patella.

4.5.7 Periartikuläre Ossifikationen nach primärer RT-Knie-TEP-Implantation

Die Ermittlung und Vermessung der periartikulären Ossifikationen nach primärer RT-Knie-TEP-Implantation erfolgte anhand von Röntgenaufnahmen im seitlichen und antero-posteriorem Strahlengang. Röntgenologisch wurde das Ossifikationsvolumen als A x B x C in Kubikzentimeter berechnet. Die folgenden Tabellen zeigen die Ossifikationsgröße sowie Lokalisation der Ossifikation am Kniegelenk.

		PAO gesamt bei 47 Fälle (33,1%)					
	keine	<1 cm ³	1-2 cm ³	2-3 cm ³	3-4 cm ³	4-5 cm ³	>5 cm ³
n=142	95 66,9%	7 9,4%	20 14,1%	11 7,7%	6 4,2%	1 0,7%	2 1,4%

Tab. 60 Verteilung der periartikulären Ossifikationen nach primärer Knie-TEP-Implantation nach ihren Größe

4.4.7.1 Lokalisation der periartikulären Ossifikationen

		Vorwiegend:					
	med.Fem.- kondylus	med.Fem- kondylus m.Quadr.	Quadr.- sehne	lat.Fem.- kond	Periost Femur- schaft	Tibiakopf seitlich	andere Lokalis.
n=47	34 72,3%	2 4,3%	5 10,6%	2 4,3%	1 2,1%	2 4,3%	1 2,1%

Tab. 61 Verteilung der periartikulären Ossifikationen nach primärer Knie-TEP- Implantation nach der Lokalisation am Kniegelenk

In 47 (33,1%) Fällen zeigten sich postoperativ periartikuläre Ossifikationen. Diese waren vorwiegend am medialen Femurkondylus (34 (72,3%) Fälle) und/oder im Bereich der Quadrizepsehne (7 (14,9%) Fälle) lokalisiert. Seltener wurden Ossifikationen am lateralen Femurkondylus, am Femurschaft sowie am Tibiakopf gesehen.

Größere Ossifikationen 3-5 und >5 cm³ blieben in unserem Patientengut ohne Einfluss auf das klinische und funktionelle Resultat.

4.6 Postoperative Komplikationen nach primärer Implantation und Revisionsoperation

Frühe und spätere allgemeine sowie lokale Komplikationen (n=155) wurden aus den Krankenakten, durch Befragung der Patienten und Auswertung der Röntgenaufnahmen am Untersuchungstag ermittelt. Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über diese Komplikationen:

a) allgemeine Komplikationen

	primäre Implantat. (n=142)	Wechsel- Operation (n=10)	Reimplantation (n=3)
Herzinsuffizienz früh postop.	2	0	0
Pneumonie früh postop.	1	0	0
Apopl. Insult später postop.	2	0	0

Tab. 62 Frühe und spätere allgemeine Komplikationen nach primärer Knie-TEP-Implantation und Revisionsoperationen

b) Lokale frühe postoperative Komplikationen

	primäre Implantat. (n=142)	Wechsel- Operation (n=10)	Reimplantation (n=3)
Wundheilungsstörung revisionsbedürftig	1	0	0
Wundheilungsstörung nicht revisionsbedürftig	1	0	0
Bewegungsseinschränkung mit Kniegelenkbrisement	4	0	0

Tab. 63 Frühe lokale Komplikationen nach primärer Knie-TEP-Implantation und Revisionsoperationen

c) Spätere lokale postoperative Komplikationen

	primäre Implantat. (n=142)	Wechsel- Operation (n=10)	Reimplantation (n=3)
Femurfraktur	4 (2,8%)	0	0
Patellafraktur	4 (2,8%)	0	0
RPE-Lockerung	1 (0,7%)	0	0
Patellaknochennekrose	2 (1,4%)	0	0
Patellasub-, luxation	3 (2,1%)	0	0
fibr.Ankylose mit Arthrolyse	0	1 (1,0%)	0
Empyem mit sept.Ausbau	4 (2,8%)	0	2 (66,6%)
gesamt nach prim. Implant.	18 (12,6%)		
davon Patellakomplikationen	10 (7,0%)		
gesamt sept. Ausbau	6 (3,8%)		
gesamt Komplikationen	21(davon 10 47,6%Patella) (13,5%)		

Tab. 64 Spätere lokale Komplikationen nach primärer Knie-TEP-Implantation und Revisionsoperationen

Mit 21 Fällen durchgemachter Komplikationen liegt die Gesamtkomplikationsrate nach Implantation einer RT-Knie-TEP in der vorliegenden Studie bei 13,5%.

6 (3,8%) Fälle erlitten zu einem späteren Zeitpunkt ein Kniegelenksempyem mit temporärem septischem TEP-Ausbau. In 2 Fällen davon bestand ein rezidivierendes Empyem bei Zustand nach septischem Ausbau und Prothesenreimplantation. Alle Patienten mit septischen Komplikationen hatten als Primärdiagnose eine hochfluoride rheumatoide Arthritis.

Eine Femurschaftfraktur mit offener Reposition und Osteosynthese wurde bei 4 (2,8%) Patienten registriert. Bei 2 Patienten mit Femurschaftfrakturen bestand ein Hüftgelenkersatz der gleichen Seite. Eine Lockerung des Femurprothesenteiles wurde bei keiner Schafffraktur beobachtet.

Eine Arthrofibrose nach Knie-TEP-Wechsel benötigte eine offene Arthrolyse des Kniegelenkes. Am Untersuchungstag präsentierte sich der Patient als zufrieden mit gutem klinischem und funktionellem Ergebnis.

47,6% (10 Fälle - 7%) aller Komplikationen waren durch Patellaprobleme bedingt.

In 4 (2,8%) Fällen wurde bei röntgenologischer Nachuntersuchung der Erstimplantierten eine Patellafraktur festgestellt. Die Verteilung dieser Komplikation in Abhängigkeit von ersetzter oder belassener Patella zeigt folgende Tabelle.

	keine Patellafraktur	mit Patellafraktur
mit RPE n=83	80 (96,4%)	3 (3,6%)
ohne RPE n=59	58 (98,3%)	1 (1,7%)
Gesamt n=142	138 (97,2%)	4 (2,8%)

Tab. 65 Postoperative Patellafraktur bei Patienten mit RPE und ohne PRE

Patienten mit einem Retropatellarersatz zeigten mit 3,6% häufiger Patellafrakturen als Patienten ohne Rückflächenersatz (1,7%).

3 (3,6%) implantierte Retropatellarersätze wiesen röntgenologisch eine eindeutige revisionsbedürftige Implantatlockerung auf.

Eine Knochennekrose der Patella mit massiver Sinterung wurde bei 2 Patienten ohne Retropatellarersatz festgestellt.

Bei 3 (2,1%) Patienten mit nicht ersetzter Patellarückfläche wurde eine extreme Lateralisierung der Patella diagnostiert.

5. Diskussion

Im Folgenden sollen unsere ermittelten Resultate mit Ergebnissen der Literatur verglichen und Schlussfolgerungen für die weitere Indikationsstellung, Durchführung, Nachbehandlung und Auswertung bei achsgeführter Knieendoprothetik gezogen werden.

5.1 Diskussion des Patientengutes

Mit den Ergebnissen von 155 (70,9%) nachuntersuchten Kniegelenken nach Implantation einer RT-PLUS™ Solution - Knie- TEP stand für diese Studie eine mit den Arbeiten anderer Autoren vergleichbar große Fallzahl zur Verfügung, die aussagekräftige Ergebnisse lieferte.

Lediglich bei der statistischen Auswertung der Patienten mit Revisionsimplantaten ist die geringe Fallzahl zu berücksichtigen. Zur definitiven Errechnung von Wahrscheinlichkeiten und Signifikanz ist für diese Patientengruppe eine größere Anzahl von Fällen erforderlich.

Die durchgeführten Operationen erstreckten sich von April 1997 bis Ende Dezember 1999 mit kontinuierlich steigender Anzahl von RT-PLUS™ Solution- Implantationen. Bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 22,82 Monaten lagen dieser Arbeit kurzfristige Ergebnisse zu Grunde. Die Varianz der Follow-up-Zeiten mit einem Minimum von 11 und einem Maximum vom 44 Monaten ist insbesondere bei dem Parameter „postoperative röntgenologische Veränderungen“, insbesondere hinsichtlich der Prothesenliegezeiten und möglicher Lockerungszeichen zu berücksichtigen. Eine Weiterführung der Studie ist zur Ermittlung der mittel- und langfristigen Ergebnisse in unserer Klinik vorgesehen.

Mit 67,38 Jahren liegt der Altersdurchschnitt der operierten Patienten zum Zeitpunkt der Operation gegenüber einigen Literaturstudien niedriger (24, 82, 93, 105) zu anderen vergleichbar (26, 33, 35, 77, 102, 103). Die Geschlechtsverteilung mit einem deutlichen Überwiegen des weiblichen Geschlechts von ca. 5:2 stimmt weitgehend mit den Angaben von anderen Autoren überein (9, 24, 33, 35, 81, 82, 93, 103, 105).

Mehr als die Hälfte der Patienten (58,5% Frauen und 52% Männern) war zum Operationszeitpunkt zwischen 61 und 75 Jahre alt. Allerdings wurde bei 32% der Männer und bei 11,6% der Frauen die Knieprothese bis zum 61. Lebensjahr eingebaut. Dem deutlich niedrigeren Altersdurchschnitt in dieser Studie entspricht einerseits die große Anzahl von relativ jungen Patienten mit schweren rheumatischen Gelenkdestruktionen (47 Fälle, 30,3%) andererseits

eine etwas großzügigere Indikationsstellung zur Implantation einer Rotations-Scharnierprothese bei primärer Gonarthrose (87 Fälle 56,1%), posttraumatischer Gonarthrose, sekundärer Gonarthrose nach Gelenksempyem und traumatischen Verletzungen in unserem Patientengut. Ausschlaggebend bei der Indikationsstellung war das Bestreben der Operateure, ein sehr gutes funktionelles Ergebnis und damit eine höhere Lebensqualität so früh wie möglich zu erreichen. David R. Diduch zeigt mit seiner Langzeitstudie bei 108 Knie-TEP-Implantationen im Alter von 22 bis 55 Jahren, dass insbesondere bei sehr aktiven Patienten trotz des frühen Implantationszeitpunktes die Vorteile gegenüber den Nachteilen überwiegen (16).

Der Anteil von Patienten mit primärer Gonarthrose, rheumatischer Destruktion und anderen Gelenkerkrankungen differiert in der Literatur. Das Überwiegen einer Diagnose über die anderen ist stark von der Spezialisierung der jeweiligen Kliniken abhängig. In unserem Patientengut umfassen die Rheumapatienten mit 30,3% nahezu 1/3 der Fälle, was entweder vergleichbar (43, 93) oder teilweise viel mehr als im Literaturvergleich war (33, 35, 74, 103). Überdurchschnittlich hoch war der Anteil der Rheumapatienten von 63,9% bei Wülker und Böhm (102). Hier wurden die Patienten mit GSB- und ES-Prothesen versorgt. Normalerweise liegt die primäre Gonarthrose als Indikation zur Knie-TEP-Implantation in der Bevölkerung deutlich höher als die sekundäre Gonarthrose und rheumatische Destruktionen. Es muss berücksichtigt werden, dass der Patient mit der Diagnose „Rheumatoide Arthritis“ in allen Aspekten der Knieendoprothetik aufwendiger, kostenintensiver und komplikationsträchtiger ist (83).

Voroperationen erhöhen den Schwierigkeitsgrad und können die postoperative Infektionsrate erhöhen. Bei 14,7% unseres Patientengutes war das Kniegelenk voroperiert. Eine hohe Zahl von voroperierten Kniegelenken von 22,5% berichten Hagena und Hofmann (35), von 31,1% Gschwend und Siegrist (4) und von 33% Stuckenberg-Colsman und Wirth (93).

In unserem Patientengut muss man bei einer hohen Multimorbiditätsrate von vornherein mit Einschränkungen im alltäglichen Leben ausgehen, die bei der Bewertung der Ergebnisse von Bedeutung sein können (28). Bei 32,3% unserer Patienten wurden die klinischen und funktionellen Ergebnisse durch die Begleiterkrankungen erheblich beeinflusst.

5.2 Diskussion der Methodik

Die vorliegende Untersuchung ist eine retrospektive Analyse, so dass nicht alle Parameter bei Patienten standardmäßig prä- und postoperativ erfasst werden konnten. Dies ist ein deutliches Defizit retrospektiv angelegter Untersuchungen.

Die Behandlungsergebnisse wurden anhand des HSS-Knee-Scores nach Ranawat und Shine von 1973 (80) und Knee-Society-Scores nach Insall et al. von 1989 (51) bewertet.

Zum Erreichen eines breiteren Literaturvergleiches wurden die Behandlungsergebnisse mit beiden gängigen Scores präsentiert. Zusätzlich wurden durch einen selbst entwickelten Datenerhebungsbogen I (A und B) weitere wichtige Parameter ausgewertet.

5.3 Diskussion der Indikationsstellung

Eine Hauptindikation zur Implantation einer Knieendoprothese bleibt nach wie vor eine persistierende Schmerzsymptomatik bei entsprechenden Gelenkveränderungen (25).

Wie alle anderen Autoren (9, 24, 26, 38, 74, 82, 91, 96, 103, 104, 106) sehen wir die klassische Indikationen zur Implantation von achsgeführten Knieprothesen bei hochgradigen knöchernen Zerstörungen, Instabilitäten, Fehlstellungen der Beinachse, ausgeprägten Kontrakturen des Kniegelenkes, fortgeschrittener Osteoporose und bei Revisionseingriffen. 86,4% unserer Fälle der primären Implantation und 90% der Fälle mit Wechseloperationen wiesen röntgenologisch schwerste Destruktionszeichen auf. Bei den restlichen Patienten lagen schwerste Bandinstabilitäten vor.

Da sich das RT-PLUS™ Solution- System durch sparsame knöcherne Resektion auszeichnet und konstruktionsbedingt eine rasche postoperative Stabilität und Belastbarkeit anbietet, wurde in unserer Klinik das Indikationsspektrum zur achsgeführten Implantation wesentlich ausgebaut. Viel großzügiger wurde die Rotations- Knie- TEP bei Patienten im höheren Lebensalter, mit schlechter Muskelfunktion, Übergewicht, bei posttraumatischer und postinfektiöser Gonarthrose, mit frischer traumatischer Verletzung (Tibiakopffraktur) implantiert. Bei Patienten mit hochaktiver rheumatoiden Arthritis, bei denen die Bandinstabilität bei RA-Progression zu erwarten ist, wurde bei uns die Indikation zur achsgeführten Implantation besonders erweitert. Breitere Verwendung von Scharniersystemen bei Patienten mit schwerer RA schlug bereits 1989 Nieder aus der Endo-Klinik Hamburg vor (74). Heinert und Engelbrecht (43) sowie H. Thabe

(96) meinen, dass im Falle fraglicher langjähriger Bandstabilität nach TEP-Implantation, die Stabilität durch die Prothesenkonstruktion garantiert werden sollte.

Auch bei jungen Rheumapatienten, bei denen Wechsel-Operationen zu erwarten sind, würden wir das RT-PLUS™ Solution- System verwenden, um adäquate Belastbarkeit, gute Funktionalität, insbesondere bessere Beugefähigkeit und somit eine höhere Lebensqualität zu gewährleisten.

Die Indikation zur Implantation eines RT-PLUS™ Solution-Systems sehen wir bei Gelenkdestruktion mit Arthrofibrose. Arthrofibrosen treten posttraumatisch, postinfektiös und bei voroperierten Gelenken gehäuft auf. Die postoperativen Ergebnisse bei Arthrofibrosen mit Gelenkersatz sind schwer prognostizierbar. Statistisch gesehen ist etwa jede 6. Knie-TEP-Revision auf eine postoperative Arthrofibrose zurückzuführen (30). Nach Oberflächenersatz mit Arthrofibrose ist eine Arthrolyse mit Resektion der vernarbten Kreuz- und Kollateralbänder und kompletter TEP- Wechsel auf ein achsgeführtes System empfehlenswert.

Übergewichtigkeit als Risikofaktor im Hinblick auf die Komplikationsinzidenz und die Länge der Standzeit einer Knieprothese ist unumstritten. Eine doppelt bis dreifach höhere Lockerungs- und Abriebgefahr sowie die Gefahr der Bänderinsuffizienzen nach TEP- Implantation wurden bei übergewichtigen Patienten berichtet. (23, 58, 100). 36,4% der Patienten aus unserem Patientengut waren übergewichtig bis adipös (BMI >25). Hier sehen wir Übergewicht mit einem BMI >30 als Indikation zur Implantation einer achsgeführten Knie- TEP.

Im Vergleich mit nicht- oder teilgekoppelten kondylären Prothesensystemen schneiden die modernen Scharniersysteme insgesamt keineswegs schlechter ab (9, 86, 68, 43, 106). Dennoch plädieren nicht alle Autoren für eine breitere Anwendung von Scharniersystemen (25). Hube und Reichel aus Halle (48) halten die Versorgung mit modularen nicht gekoppelten oder mit posterior stabilized System für günstiger als mit Scharniersystemen. Nur im Falle der absoluten Bandinsuffizienz sehen die Autoren die Indikation zur Rotations-Knie-TEP-Implantation.

Als Indikationsgrenzen für das RT-System Modell ENDO werden von Baars (2) und Sellckau (91) aus der ENDO-Klinik Hamburg die maximale Valgusdeformität, bullöse Kapselerweiterungen, voluminöse Weichteile, starke Muskelatrophie, große Knochendefekte genannt. In unserem Patientengut sahen wir bisher für die Implantation der Rotationsprothese bei normaler primärer und sekundärer Gonarthrose oder rheumatischer Destruktion keine

Indikationsgrenzen. Durch die Einführung des RT-PLUS™ Solution- Systems konnten wir von der Implantation starrer Scharniersysteme fast vollständig Abstand nehmen. Nur im Falle des absoluten Verlustes von aktiven stabilisierenden Strukturen wie Streck- und Beugeapparat, zum Beispiel bei tumorösen Geschehen, Luxationsgefahr z.B. Patellektomie und schwachem Streckapparat halten wir voll gekoppelte Scharniersysteme für indiziert.

5.4 Diskussion des Rotationsfreigrades einer Knie totalendoprothese

Starr gekoppelte Scharnier-Kniegelenktotalendoprothesen sowie teilgekoppelte Systeme mit polyzentrischer Rotationsachse sind vom Optimum der normalen Biomechanik des Kniegelenkes weit entfernt. (8, 13, 18, 31, 53). Eine drastische Reduktion des physiologischen Gelenkspiels im Sinne der Rotation und des roll-back- Ablaufs wurde von M. Schwitalle et al. (95) durch photogrammetrische Untersuchung des Kniegelenkes nach Vollscharnier-Knie-TEP nachgewiesen. In Anbetracht der relativ neuen Erkenntnisse in der Biomechanik des Kniegelenkes, bei denen die Rotation im Femorotibialgelenk als Schlüsselposition betrachtet wird, sollte eine Knie totalendoprothese eine Rotationsfähigkeit besitzen (74, 90, 103).

Die wenigen gekoppelten Scharniersysteme mit Rotationsmöglichkeit sind eine Alternative zur starr gekoppelten Scharnierprothese. Die Konstruktion erlaubt eine begrenzte Rotation bei einem physiologischen roll-back-Mechanismus mit gewisser Elongation im Gelenk, ein Mechanismus, der Lockerungs- und Abriebsgefahr verringern soll (43, 74, 82, 103). Eine achsgeführte Prothese mit Rotationsmöglichkeit stabilisiert sich selbst und nähert sich maximal dem physiologischen Bewegungsablauf des Gelenkes. Diese Kombination erlaubt im täglichen Gebrauch schon relativ früh postoperativ die Funktionen, die für die starren Scharniersystemen eher ungewöhnlich sind, zum Beispiel ein völlig harmonisches Fahrradfahren und Gehen oder Tanzen. Die Knochensubstanzverluste sind bei RT-Prothesen relativ sparsam und entsprechen ungefähr den Verlusten bei Implantation eines breit verwendete Posterior Stabilized Knee System (82).

5.5 Diskussion der Implantatgrößenauswahl

Die Wahl der adäquaten Implantatgröße ist in der Endoprothetik bei konfektionierten Prothesen trotz eines breiten Angebotes an verschiedenen Prothesengrößen nicht immer problemlos. Grundsätzlich kann eine falsche Komponentengröße die postoperativen Ergebnisse erheblich beeinträchtigen. „Zu große“ Prothesenteile mit seitlichem Überstand führen oft zur Irritation von Gelenkkapselstrukturen und werden von therapieresistenter Schmerzsymptomatik begleitet. Ventraler Überstand besonders des Femurteiles irritiert und überspannt unnötig den

Streckapparat, was schnell Patellakomplikationen initiieren kann. Zu Überlastung des Streckapparats führt eine Proximalisierung des Kniegelenkspaltes unter Implantation eines höheren Polyethylen-Tibiainlay. Im Falle der Gelenkinstabilität bei Knochendefekten an den Femurkondylen sollte die Instabilitätsbeseitigung nicht durch Tibiaplateauerhöhung sondern durch Aufbau knöcherner Defekte erfolgen. Eine zu kleine Prothesenkomponente führt zu vermehrter Knochenresektion und erhöht die mechanische Belastung auf das femorotibiale Inlay und die Knochen- Zementgrenze mit Steigerung von Abrieb- und Lockerungsgefahr.

Nach Auswertung der postoperativen Röntgenbilder wurde in unserem Patientengut bei 9,7% der Fälle ein ventraler Überstand des Femurteiles festgestellt. Bei 18,1% der Fälle wurden dezente Ungenauigkeiten bei der Tibiapositionierung beschrieben. Klinisch gesehen war die ventrale Streckapparatirritation mit ausgeprägter Schmerzsymptomatik bei einer Patientin Folge eines nicht optimalen Implantatsitzes. Bei einem Patient wurde ein lateraler Tibiaüberstand von 4mm für Schmerzen und Flexionseinschränkungen verantwortlich gehalten.

Eine ventrolaterales Notchen der Femurcorticalis war bei 19,4% der Fälle festzustellen. Dadurch bedingte chronische postoperative Schmerzen sowie periprothetische suprakondyläre Frakturen haben wir bei unseren Patienten nicht beobachtet.

Eine über- oder unterdimensionierte Implantatgröße war überwiegend bei anatomisch kleinen oder sehr großen Kniegelenken zu verzeichnen, da das Prothesensortiment erst später durch Prothesengröße 2 und 10 ergänzt wurde. Auch die anfängliche Lernkurve sollte bei neu verwendetem Prothesensystem berücksichtigt werden.

5.6 Diskussion der Ergebnisse

5.6.1 Diskussion der Score-Ergebnisse

Die Behandlungsergebnisse wurden mit dem Score von Ranawat und Shine (HSS) bewertet. In unserem Patientengut zeigte sich nach primärer Implantation in 98,5% und nach Wechseloperation bei 100% der Fälle ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Nur in 2 Fällen nach Primärimplantation (1,5%) wurde ein mittelmäßiges Ergebnis erzielt. Die Durchschnittsgesamtpunktzahlen im HSS-Score dieser Studie wuchsen nach primärer Implantation der RT-PLUS™ Solution- Knieendoprothese von 39,2 auf 92,8 Punkte. Bei Wechseleingriffen verbesserten sich die Zahlen von 36,0 auf 92,2 Punkte.

Die Durchschnittsgesamtpunktzahlen im Knee- und Function- Score dieser Studie konnten durch die Implantation der RT-PLUS™ Solution- Knieendoprothese bei Primäreingriffen von 22,8 bzw. 35,5 Punkten auf 95,5 bzw. 80,7 Punkte verbessert werden. Bei Wechseleingriffen steigerten sich die Zahlen von 21,8 bzw. 33,3 auf 96,7 bzw. 81,0 Punkte. Die Verbesserung nach Primär- und Wechseleingriffen unterschied sich statistisch nicht signifikant, wobei die geringe Fallzahl bei Revisionsgruppe (n=10) berücksichtigt werden muss.

6 Fälle der primären Implantationen, bei denen es zum septischen Ausbau kam, wurden aus den postoperativen Score-Bewertungen ausgeschlossen und als Komplikationen dargestellt. Würden wir diese 6 Fälle in die HSS- Score- Ergebniskategorie "ungenügend" einordnen, ergeben sich für das Gesamtpatientengut 94,4% gute und sehr gute Ergebnisse.

Bezüglich des prä- und postoperativen Ergebnisses nach HSS-Bewertungsschema und Punktverteilung im Knee- und Function-Score variieren die Angaben in der Literatur in vergleichbaren Studien (4, 24, 63, 64, 70, 76, 82, 93, 101). Tendenziell liegen in diesen Studien die präoperativen Ergebnisse bzw. Durchschnittspunktzahlen eher höher und postoperative niedriger als in der vorliegenden Arbeit. Das heißt, trotz der schlechteren Ausgangsbefunde wurden im vorliegenden Patientengut überwiegend bessere klinische Ergebnisse erreicht.

Übereinstimmend mit der Literatur verbesserten sich die Absolutzahlen des Knee-Scores (Schmerz, Stabilität, Bewegungsumfang) stärker als für den Funktions-Score (Gehstrecke und Treppensteigen), welcher von weiteren Faktoren wie Begleiterkrankungen, Altersschwäche etc. abhängig sind. Dies verdeutlicht die weit größere Einflussnahme auf die kniespezifischen als auf die allgemeinen Funktionsparameter. Der postoperative Punktzuwachs lag für die Parameter Schmerz, Stabilität und Bewegungsumfang mit 73,8 Punkten deutlich höher als bei den Funktionsparametern Gehen und Treppensteigen mit einem Punktzuwachs von 45,2. Das bestätigt sich auch bei den Wechseloperationen mit einem Punktzuwachs von 74,9 gegenüber 47,8.

Im vorliegenden Patientengut war der Anteil der guten und sehr guten Ergebnisse nach Implantation der RT-PLUS™ Solution Knieprothese deutlich höher oder ähnlich im Vergleich zu den Literaturergebnissen nach Implantation teilgekoppelter Prothesen von Typ GSB (35, 33, 102), vollgekoppelter Systeme nach Blauth (9) und Prothesen mit Rotationsmöglichkeit Typ Orthoplast (42, 84), RT-PLUS™ Solution (82), RT-Prothese Model ENDO (24, 74, 96, 103)

So wurden in der Studie der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft und Raumfahrt e.V. (DFVLR) in der Kategorie „teilgekoppelten Prothesen“ 78,3% als gut bis sehr gut bewertet (79).

Hagena und Hofmann zeigten für die GSB-Prothese 74,6% gute bis sehr gute Ergebnisse auf (35).

Für das Orthoplastknie veröffentlichte Heimel in einer 1980 erschienen Arbeit über 35 Kniegelenke, in 71,4% schmerzfreie Gelenke mit einer guten Funktion. 85,2% der Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation zufrieden (42).

Retinski zeigte in einer 1990 durchgeführten Nachuntersuchung, bei 39 mit Orthoplastprothesen versorgten Patienten und einem Nachuntersuchungszeitraum von 43,4 Monaten in 74,4% der Fälle gute bis sehr gute Ergebnisse (84).

Schlemmer beschreibt in einer Studie 83% gute bis sehr gute Erfolge bei Patienten, die mit einer rotationsfähigen Knieprothese versorgt wurden (88).

93,3% gute bis sehr gute Fünfjahresergebnisse ermittelte Gschwend et al. bei 30 GSB-II-Prothesen (32).

G. Fuchs aus dem Klinikum Bayreuth (24) berichtet über 86% exzellente und gute Ergebnisse im Insall- Score und 84% im HSS- Score nach RT-Knieprothese vom Typ Link ENDO.

H. Thabe (96) ermittelte nach Versorgung mit dem ENDO-RT-Modell und Bewertung im HSS-Score bei 81,8% Rheumapatienten sehr gute bis gute Ergebnisse.

E. Reiß et al (82) beschreiben einen mittleren Punktzuwachs von durchschnittlich 42 Punkten im HSS- Score und 102 Punkten im Knee- Society- Score nach Implantation von 55 RT-PLUS™ Solution- Prothesen. Postoperativ lagen 86 Prozent der Patienten im Bereich „exzellent“ und „good“. In eigenem Patientengut steigerte sich der mittlere Punktwert im Knee- Society-Score um 119, im HSS- Score um 53,7 nach Primärimplantation.

Bontemps berichtete über 268 Kniegelenksendoprothesen, in einer gemischten Studie mit verschiedenen Prothesendesigns insgesamt 87% gute bis sehr gute Erfolge (12).

S. Fuchs et al (26) ermittelten nach 22 Revisions-Implantationen mit Scharnierprothesen „Genesis-constrained“ und „Blauth“ eine durchschnittliche postoperative Punktzahl im HSS-Score von 67,5, im Knee-Score 65,9 und im Funktions-Score 57,0 Punkte. Die Ergebnisse wurden eher als mittelmäßig betrachtet. Unsere eigene Analyse in 10 Fällen von Wechseloperationen ermittelte einen durchschnittlichen postoperativen Punktwert im HSS - Score von 92,2 im Knee- Score 96,7 und im Funktion- Score 81,0. Unsere Resultate können auf Grund der geringen Fallzahl nur eingeschränkt bewertet und verglichen werden.

5.6.1.1 Diskussion der Score- Ergebnisse in Abhängigkeit von Primär Diagnosen

Die durchschnittlichen Ergebnisgesamtpunktzahlen für beide Scores wurden in Abhängigkeit von den Primär Diagnosen in der Tab. 23 bei Kapitel „Ergebnisse“ dargestellt. Es lässt sich feststellen, dass bei Patienten mit Rheumatoider Arthritis der Punktzuwachs in Rahmen der HSS- und Knee-Society-Scores etwas höher ist bei Patienten mit primärer Gonarthrose. Das Ergebnis deckt sich nicht mit den Resultaten von Billotti von 1995, der in der Gruppe mit primärer Gonarthrose eine Verbesserung des Knee-Scores von durchschnittlich 52,7 auf 94,1 (Zuwachs 41,4) und in der Gruppe mit Rheumatoider Arthritis von durchschnittlich 57,2 auf 86,2, (Zuwachs 29,0) nach Verwendung des PFC-Oberflächenersatzes feststellte (4). Eine Erklärung für die umgekehrte Relation könnte darin liegen, dass mit achsgeführten Prothesen insbesondere beim Rheumatiker dauerhaft stabile Gelenke erreicht werden, währenddessen nach Oberflächenersatz sekundäre Instabilitäten zu vermuten sind. In eigenen Patientengut hat sich bei schwersten rheumatischen Gelenkdestruktionen ein achsgeführtes Prothesensystem sehr bewert.

5.6.1.2 Diskussion der Score- Ergebnisse in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen

In 28,5 % der Fälle wurde ein mäßiger oder deutlicher Einfluss der Begleiterkrankungen auf das postoperative Ergebnis festgestellt. Die Auswirkungen der Begleiterkrankungen sind an niedrigen präoperativen Durchschnittspunktzahlen besonders im HSS-Score und im Funktionsteil des Knee-Society-Scores erkennbar. In allen 3 Gruppen zeigten sich beim Punktzuwachs keine signifikanten Unterschiede. Lediglich bei den Patienten mit deutlichem Einfluss würde beim Funktion-Score der Punktzuwachs abgebremst. Hinsichtlich des Gesamtergebnisses bestehen signifikante Unterschiede im HSS-Score und im Funktionsteil des Knee- Society- Scores, ein nicht signifikanter Unterschied im klinischen Teil des Knee-Society-Scores. Das heißt die Begleiterkrankungen beeinflussen insbesondere die Score-Funktionsparameter.

Eindeutig ist der Einfluss der Begleiterkrankungen auf die Punktzahl der einzelnen HSS-Score- und zusätzlichen Funktionsparameter wie Geh- und Stehfähigkeit, Treppensteigefähigkeit, Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Muskelkraft. Unter Begleiterkrankungen leidet auch die allgemeine Aktivität.

Dagegen wird die postoperative subjektive Zufriedenheit mit dem operierten Kniegelenk mit 92,4% zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten aus der Gruppe mit deutlichem Einfluss und 100% zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten aus der Gruppe mit mäßigem Einfluss von der Begleiterkrankungen nur wenig beeinflusst.

Die genauen Kriterien für den Einfluss der Begleiterkrankungen auf den postoperativen Patientenzustand sind fließend und naturgemäß von Subjektivität der Patienten und des Untersuchers abhängig. Die Beschreibung der Kriterien erfolgte bereits in Kap. 3 Material und Methoden – Begleiterkrankungen.

Relativ selten werden in der Literatur die Ergebnisse nach Knieendoprothetik in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren analysiert. A. König 1996 spricht von Osteopenie, Muskelatrophie, Kapsel-Band-Laxizität, knöcherner Destruktion und multiplen Gelenkbefall bei Rheumapatienten als ungünstige Bedingungen in der Knieendoprothetik (63).

A. König und S. Kirschner 2003 (62) beschreiben signifikant niedrigere Kniescore-Ergebnisse bei funktionslimitierenden Begleiterkrankungen, bei Übergewicht und bei über 85 Jahre alten Patienten.

G. König erwähnt in seiner Arbeit über den multiplen endoprothetischen Gelenkersatz an Hüft- und Kniegelenken von Patienten mit rheumatoider Arthritis das höhere Risiko von Narkoseproblemen, Infektionen und osteoporosebedingten Frakturen (64).

Feinglass et al. (23) fanden bei steigendem Patientenalter, männlichem Geschlecht, Übergewicht, Komorbidität, Vorliegen einer Rheumatoiden Arthritis sowie bei einer bilateralen Knie-TEP-Implantation eine erhöhte Inzidenz an perioperativen Komplikationen. Die Beeinträchtigung der allgemeinen Mobilität durch nicht-kniegelenkbezogene Ursachen wird auch von anderen Autoren bestätigt (4, 100).

5.6.1.3 Diskussion des Score-Parameters Schmerz

Mit 88,2% schmerzfreien operierten Kniegelenken nach primärer Implantation war eine deutliche, signifikante Verbesserung der prä- zu postoperativen Befunde bezüglich des Parameters Schmerz festzustellen. Dieses Ergebnis liegt im Bereich vergleichbarer Studien, zum Teil auch deutlich über diesen. So beschreiben Reiß et al. (82), J. Billotti (4), A. König (62), Hagena und Hofmann (32), Wülker und Böhm (102), Gschwend und Siegrist (33), W. Blauth und J. Hassenpflug (9) eine deutliche postoperative Minderung der Schmerzintensität zwischen 79,6 bis 92,6% ihres Patientengutes.

S. Oehme und U. Plaaß (76) beschreiben in der PFC-Multicenterstudie maximal 64,4% schmerzfreie Patienten nach Implantation des PFC-Oberflächenersatzes verschiedener Modelle.

Die 22 Patienten nach Revisions-Implantation von Scharniersystemen bei S. Fuchs et al. (26) ergaben in der Kategorie „Schmerz“ einen Mittelwert von 18,9 Punkten, was deutlich niedriger liegt als bei unserem Patientengut.

Bei M. Zinck und R. Sellckau klagten 12,4% der Patienten nach Implantation des RT-Systems ENDO über anteriore Knieschmerzen (103).

Als zusätzlicher Parameter zur Schmerzbeurteilung wurde die prä- und postoperative Schmerzmitteleinnahme ermittelt. Aus dieser Parameter-Gruppe wurden die Patienten ausgeschlossen, die im Rahmen von Begleiterkrankungen wie Rheumatoide Arthritis regelmäßig schmerzlindernde Medikamente einnahmen. Aufgrund retropatellarer Beschwerden nach primärer Implantation brauchten 5 Patienten (4,4%) gelegentlich und 1 Patient (0,9%) Analgetika 1mal täglich. 94,7% der Operierten benötigten keine Schmerzmedikamente.

5.6.1.4 Diskussion der Score-Parameter Gehstrecke, Stehfähigkeit, Treppensteigen, Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Gehhilfengebrauch, Muskelkraft und des Zusatzparameters Aufstehen vom Stuhl

In 83,8% der Fälle konnten die Patienten nach primärer Implantation mehr als 1000 Meter Gehstrecke postoperativ bewältigen und länger als 30 Minuten stehen. In 8,1% der Fälle lag die Gehstrecke zwischen 500 und 1000 Metern.

Die in der Literatur gefundenen Angaben postoperativ belaufen sich bei Hagena und Hofmann (35) auf 98,4% "außer Haus", weiterhin 72,1% mit einer Gehstrecke von mindestens 500 Meter.

Zum Vergleich waren es (bezüglich der Gehstrecke von >500 m) präoperativ bei uns nur 8,5%, bei Hagena und Hofmann 13,5%.

S. Oehme und U. Plaaß (76) ermittelten 10 Jahre nach Implantation eines PFC-Oberflächenersatzes eine Gehstrecke mehr als 1000 Metern bei maximal 63,9% der Operierten nach Implantation verschiedener PFC-Modelle.

Nach Implantation von RT-PLUS™ Solution- Endoprothesen bei Reiß et al. (82) konnte die durchschnittliche präoperative Gehstrecke von 235 Metern auf durchschnittlich 7000 (von 20 bis 10 000) Metern vergrößert werden.

Andere Autoren beschreiben eine Verbesserung der 1000-Meter-Gehstrecke bei 51% bis 98,4% der Fälle (4, 26, 63, 70, 94,102).

Der postoperative Gebrauch von Gehhilfen wurde für beide Scores ermittelt. Im Rahmen der beiden Scores ergab der Gehhilfegebrauch eine Punktsubtraktion von der gesamten Punktzahl. Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurde in 61,1% der Fälle keine Gehhilfe mehr benötigt und 26,1% nutzten einen Gehstock. In der Studie von Martin konnten sich 71% und in der Studie von Billotti 98% der Patienten nach PFC-TEP-Implantation ohne Gehhilfe fortbewegen (4, 70). Bei E. Reiß et al (82) konnte nach RT-PLUS™ Solution-Implantation eine deutliche Reduktion bei der Benutzung von Gehstützen erzielt werden.

In unserer Studie wurde das Benutzen von Gehhilfen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung als Gehhilfebedarf gewertet. Bei ausführlicher Patientenbefragung relativierte sich die Einschätzung, da ein größerer Teil der Patienten den Gehstock nur aus Sicherheitsgründen nutzte. Viele der Untersuchten gaben an, einen ebenen Weg von 500 bis 1000 Metern oder 2-Etagen-Treppensteigen ohne Hilfsmittel zu bewältigen. Der signifikante Einfluss schwerer Begleitzuständen zeigte sich in der Regel durch Nutzung vom Gehwagen oder Rollstuhl.

Die Auswertung des Parameters "Treppensteigen" wurde im Rahmen des HSS-Scores durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnten 83,8% der Operierten ohne Unterstützung bzw. ohne Geländer Treppen bewältigen (2 Etagen).

Vergleichbare postoperative Ergebnisse beim Treppensteigen konnten auch die Patienten der Studie von Martin (70) aufweisen. Wülker und Böhm berichteten von 3,9% ihres Patientengutes,

für die postoperativ das Treppensteigen unmöglich war. Weitere 10% konnten nur mit fremder Unterstützung und 75,1% nur beschwerlich Treppensteigen (102).

Ähnlich wie beim Treppensteigen verteilen sich die Ergebnisse hinsichtlich des Parameters „problemlose Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln“. 83,8% unseren operierten Patienten konnten öffentliche Verkehrsmittel problemlos benutzen.

Im Rahmen des HSS-Scores zeigte sich postoperativ eine deutliche Verbesserung der Treppensteigefunktion und Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel. Der Punktzuwachs war hier nicht so gravierend wie bei anderen Parametern.

S. Fuchs et al (26) fanden eine deutlich eingeschränkte Fähigkeit des Treppensteigens nach Implantation der Scharniermodelle, leider ohne quantitative Angaben.

Beim Analysieren der Muskelkraft als isolierter Score-Parameter wurden nur gute und ausgezeichnete Ergebnisse (100%) bei den operierten Patienten festgestellt. Dass die alleinige exzellente Quadrizepskraft für die Geh- und Aufstehfunktion unzureichend ist, lässt sich beim Überprüfen der Funktion „vom-Stuhl-aufstehen“ bestätigen. Hier verteilen sich unsere Ergebnisse ganz anders: vom Stuhl frei aufstehen konnten nur 75,9% der Untersuchten. Bei 21,2% war diese Funktion erheblich erschwert und bei 2,9% gar nicht möglich. Man muss betonen, dass beim Aufstehen vom Stuhl aus 95° Flexion im Kniegelenk viel mehr Muskelkraft, Schmerzfreiheit und Koordination im Vergleich zum Strecken des Kniegelenkes gegen Widerstand benötigt werden. Diese Funktion wird praktisch bei jedem suboptimalen Ergebnis und bei jeder Komplikation nach TEP-Implantation schnell beeinträchtigt. Besonders empfindlich ist die „vom-Stuhl-aufstehen“-Funktion bei gereiztem Knie wegen mechanischer TEP-Komplikationen, bei schmerzhafter Arthrofibrose, falschem Patellatracking und bei Insuffizienz der sehnigen Strukturen des Streckapparats. Gleichzeitig braucht diese Funktion die Synergie von anderen Muskelgruppen und benachbarten Gelenken und wird schnell von anderen Faktoren beeinflusst.

Dass der Parameter „Muskelkraft“ isoliert betrachtet durch die Implantation einer Knieprothese unwesentlich beeinflusst wird, zeigt die Studie von S. Fuchs et al (26). Die Autorin fand keine signifikanten Unterschiede der Beinmuskel-EMG-Ableitungen zwischen der nicht operierten Kontrollgruppe und Patienten nach TEP-Implantation. Gleichzeitig wurde bei operierten Patienten nach Implantation der starren Scharnierprothesen die Treppensteigefunktion erheblich beeinträchtigt sowie das Gangbild verändert. In der Analyse von S. Fuchs hatten die Patienten

keine wesentliche Beeinflussung durch andere Gelenke oder Begleitkrankheiten, so dass die Gangbildstörungen und Beeinträchtigung der Treppensteigefunktion auf die fehlende Rotationsmöglichkeit im Kniegelenk zurückgeführt wurde.

5.6.1.5 Diskussion des Score-Parameters: Beweglichkeit des Kniegelenkes

Neben der Schmerzreduktion ist eine ausreichende Beweglichkeit des Kniegelenkes ein weiteres Ziel des künstlichen Gelenkersatzes. Für die verschiedenen Verrichtungen des täglichen Lebens sind in der Literatur mittlere notwendige Flexionswerte beschrieben. Zum Treppensteigen ist eine Flexion des Kniegelenkes von 83°, zum bequemen Sitzen von 93°, zum Schnüren der Schuhe von 106°, zum Aussteigen aus der Badewanne von 135°, zum Beten in kniender Position von 150° erforderlich (57, 101). Für das beschwerdefreie und ökonomische Gehen ist eine volle Streckfähigkeit des Kniegelenkes Voraussetzung.

Bei der Analyse der postoperativen Beweglichkeit der Kniegelenke wurde der Bewegungsumfang mit der Neutral-Null-Durchgangsmethode analysiert, besonderes Augenmerk wurde auf die maximale Flexion postoperativ und Streckhemmung gelegt. Entsprechend dem HSS-Score wurde bei 86,2% der Patienten nach primärer Implantation postoperativ eine Beweglichkeit zwischen 100° und mehr als 140° erreicht. Im Vergleich hatten präoperativ nur 37,6% der Patienten diese Kniegelenksbeweglichkeit, eine Verbesserung des Parameters ist eindeutig erkennbar.

Der Parameter maximale Flexion des Kniegelenkes nach primärer Implantation wurde besonders betrachtet, die Ergebnisse stimmen mit den o. g. Werten weitgehend überein. 89% der Patienten erreichten postoperativ nach Primärimplantation eine maximale Flexion von 100° bis 140°. Der Mittelwert der postoperativ maximal erreichten Flexion lag in dieser Studie bei 126,5°

Bei 97,1% der Fälle wurde postoperativ keine Streckhemmung gefunden. 2 Patienten hatten einen Streckdefizit mehr als 11° und 2 Patienten einen Streckdefizit von 5 bis 10°. Die Bewertung des Streckdefizits geht sowohl im HSS-Score als auch im klinischen Teil des "Knee-Society"- Scores ein. In beiden Scores ergab die Streckhemmung eine Punksubtraktion von der gesamten Punktzahl. Eine detaillierte Berechnung und Beurteilung des Streckdefizits wurde in HSS-Score dargestellt.

Die in dieser Arbeit ermittelte deutliche postoperative Steigerung des Bewegungsausmaßes um durchschnittlich mehr als 20° ist den Arbeiten von Billotti und A. König über die Ergebnisse nach Oberflächenersatz deutlich überlegen, die Autoren berichten über eine durchschnittliche Verbesserung des Bewegungsumfanges von 10° (4, 63).

Auch S. Oehme und U. Plaaß (76) berichten über eine mittlere maximale Flexion von 105,8° bei PFC-Oberflächenersatz, der Wert lag niedriger als in unserer Analyse. Zu einem ähnlichen Resultat kamen D. Wohlrab et al. mit 107,33° nach Implantation eines LPS-System mit fixierter Plattform. Ein zu unserer Studie vergleichbares Ergebnis wurde mit 122,5° nach Implantation eines LPS-Oberflächenersatz mit mobiler Plattform erreicht (101).

E. Hagena konnte bei der Untersuchung von 66 Patienten nach Implantation einer GSB-Prothese keine Besserung des Bewegungsumfanges finden. Der erreichte mittlere Bewegungsumfang lag hier bei 93,1° bei Rheumapatienten und 102,4° bei Arthrosepatienten (37).

F.-W. Hagena und Hoffmann fanden bei 72,9% der Patienten eine Beweglichkeit zwischen 90° und mehr als 110°(35).

Wülker und Böhm bestimmten eine durchschnittliche Beugung von 95,7° +- 23,7° (102).

Die postoperative mittlere Flexion bei Gschwend und Siegrist wurde mit 108° +-12° ermittelt (33).

Bei Blauth und Hassenpflug (9) konnten 98% der Patienten nach Implantation einer Blauth-Knie-TEP- mehr als 90° beugen.

Bei S. Fuchs et al wurde bei starr gekoppelten Scharniersystemen ein mittlerer Bewegungsumfang von 96,8° gemessen (26).

M. Zinck und R. Sellckau ermittelten durch Fragebogenaktion nach Implantation des RT-Modelles ENDO eine volle Streckmöglichkeit bei 92% und eine Beugefähigkeit von mindestens 90° bei 83% der Patienten (103).

In der Studie von Reiß et al (82) konnten 84% der Patienten nach Implantation einer RT-PLUS™ Solution-TEP das Kniegelenk über 100° beugen. Eine Vergrößerung des Streckdefizits war bei keinem Patienten in dieser Gruppe zu verzeichnen.

Knieendoprothesen mit Achsführung erlauben postoperativ eine bessere Kniegelenksbeweglichkeit. Bei Implantation der RT-PLUS™ Solution werden beide Seiten- und Kreuzbänder reseziert und ggf. auch ein laterales release durchgeführt, bei Erfordernis kann auch ein queres Kapselrelease mit Querinczision des Tractus iliotibialis indiziert sein. Somit werden die passiven stabilisierenden Strukturen entfernt, ein Fakt, der die durchweg besseren Bewegungsergebnisse erklären könnte.

Auch M. von Knoch et al (57) sehen nach Auswertung ihrer Ergebnisse die Ursache für die gute Beweglichkeit postoperativ in der Resektion des Bandapparates. Die Autoren beschreiben nach Implantation von Rotationsprothesen Typ ENDO-Model ein leichteres Erreichen der Flexion von über 100°.

5.6.1.6 Diskussion der Score-Parameter Alignment und seitliche Kniegelenkstabilität

Die Alignmentbeurteilung erfolgte bei der röntgenologischen Vermessung des Femorotibialwinkel.

Das Erreichen der physiologischen Achsposition des Kniegelenkes sollte durch die Implantation der zementierten achsgeführten RT-PLUS™ Solution nicht schwer sein. Trotzdem wurde die physiologische Achsstellung von 5° bis 9° nur bei 74,6% Patienten nach primärer TEP-Implantation ermittelt. Bei 25,4% wurde eine größere oder kleinere Achsabweichung festgestellt. Dabei zeigten 5 Patienten 1° bis 4° Varusstellung und 2 Patienten eine Valgusposition zwischen 10° bis 14°. Mögliche Ursachen für die Entstehung der Achsabweichungen sind unpräzise Zentrierung der Schäfte, Asymmetrie der Condylen oder Rotationsfehlstellungen oder sonstige Knochendeformitäten wie Tibia vara oder valga.

Die postoperative Analyse der Kniegelenkstabilität im Sinne der Seitenstabilität kann man nach Implantation einer achsgeführten Knieprothese eigentlich als überflüssig betrachten. Da die Seitenstabilität eine Voraussetzung für die Funktion einer achsgeführten Prothese ist, würde jede Seiteninstabilität ein absolutes revisionsbedürftiges Prothesenversagen bedeuten. In unserem Patientengut wurde keine Seiteninstabilität festgestellt. Als ein Bestandteil der Untersuchungsscores wurde die Kniegelenkinstabilität beurteilt.

5.6.2 Diskussion des zusätzlichen Parameters - tägliche Aktivität

Die tägliche Aktivität als Zusatzkriterium zur postoperativen Ergebnisdiskussion ist in der Literatur nicht oft anzutreffen. Aus eigener Sicht ist der Parameter aber für die Objektivierung der funktionellen Ergebnisse und die Patientenzufriedenheit repräsentativ.

Als mittlere Aktivität wurden leichte Hausarbeit und Lebensmittelversorgung gewertet. Eine hohe Aktivität schließt zusätzlich sportliche Aktivitäten, schwierigere Hausarbeiten, Reisen und eine Gehstrecke über 1000 Meter ein. Bei 88,8% niedrig aktiven und 11,3% mittelaktiven Patienten präoperativ zeigten postoperativ 72,8% der Patienten eine hohe Tagesaktivität.

In der Literatur existiert keine allgemein verbindliche Definition des Begriffes „Lebensqualität“. Lebensqualität wird als mehrdimensionales Konstrukt, bestehend aus körperlichem Befinden, psychischer Verfassung, sozialer und häuslicher Integration und Fähigkeit betrachtet (62).

A. König und S. Kirschner 2003 (62) berichten nach internationaler Literaturanalyse über eine durchschnittliche Erhöhung der Lebensqualität nach Implantation einer Knieendoprothese.

Allerdings betonen K. Knahr et al. (56), dass sich die Lebensqualität nach Implantation einer Knieendoprothese zwar erhöht, aber im Vergleich zu der normalen altersgleichen Population diese noch eindeutig beeinträchtigt ist. Besonders reduziert sei die Lebensqualität bei Frauen.

5.6.3 Diskussion der zusätzlichen Parameter Knieschwellung und sonstige subjektive Beschwerden

Zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung bestand bei 2% des Patientenguts nach Primärimplantation (1,4%) eine Kniegelenkschwellung. 3 Patienten (2,2%) klagten über häufiges Anschwellen des Kniegelenkes. Alle Patienten mit Schwellungsneigung berichteten über eine ventrale Schmerzsymptomatik oder es wurden Patellakomplikationen festgestellt. Bei 84,2% des Patientenguts reduzierte sich die Knieschwellung zur 4. postoperativen Woche. Betrachtet man die Knieschwellung als Ausdruck des Reizzustandes, so hatten in unserer Auswertung nur wenige Patienten einen dauerhaften Reizzustand. Gschwend und Siegrist ermittelten 3 Jahre postoperativ nach GSB-TEP, die für ihre Patellaproblematik bekannt ist, bei 55,6% der Untersuchten eine milde, mittlere oder starke Schwellung des Kniegelenkes.

Eine Giving way-Symptomatik als postoperative Beschwerde wurde bei 14 (10,2%) Patienten nach primärer Implantation und bei einem Patienten (10%) nach Wechsel-Operation

dokumentiert. In 6 Fällen präsentierte sich giving way als Symptom einer Patellakomplikation. In weiteren 8 Fällen nach Primärimplantation und einem Fall nach Wechseleingriff konnten die Missempfindungen nicht genauer eingeordnet werden. Dazu gehören Angaben wie „kein Gefühl im Kniegelenk nach der Operation“, „subjektive Instabilität im Gelenk beim Gehen“, „Fremdkörpergefühl im Kniegelenk“ und „Giving way“ ohne erkennbare morphologische Ursache. Die dadurch bedingte Beeinträchtigung wurde unterschiedlich schwer angegeben, vom einfachen Hinweis, dass eine Beeinträchtigung vorliegt bis zu den sehr unangenehmen und funktionsstörenden Beeinflussungen. Klinisch zeigten sich keine entsprechenden Korrelate, mehrere Patienten äußerten ein dadurch bedingtes Unsicherheitsgefühl, die Notwendigkeit zur Nutzung von Gehhilfen, Fakten, die letztendlich auch zu Punktabzügen bei den Score-Ergebnissen führten. Als mögliche Ursache kommt eine gestörte propriozeptive Innervation nach TEP-Implantation in Frage. Da es sich in dieser Arbeit um kurzfristige Ergebnisse mit minimalem follow-up von 11 Monaten handelt, bleiben längerfristige Ergebnisse abzuwarten, vielleicht verbessert sich das Koordinationsgefühl dieser Patienten mit der Zeit. Auch das Fremdkörpergefühl im Kniegelenk relativiert sich vielleicht über einen längeren Zeitraum. Andere Autoren belegen, dass die funktionellen und physischen Einschränkungen auch nach 12 Monaten postoperativ erheblich sind. So wird für Männer eine um etwa 38% und für Frauen um etwa 28% geringere Kraft der Knieextensoren im Vergleich zu einer gesunden Normalpopulation angegeben (99).

5.6.4 Diskussion des zusätzlichen Parameters subjektive Zufriedenheit

Kriterien für die subjektive Zufriedenheit waren „die Operation unter gleichen Bedingungen wieder durchführen zu lassen“ und „die Operation weiter zu empfehlen“. Das wichtigste Kriterium für die Zufriedenheit nach der Operation ist immer die Schmerzfreiheit, von der die Lebensqualität absolut abhängig ist. Viele Patienten würden für die Schmerzbefreiung bzw. Schmerzlinderung einen gewissen mechanischen Funktionsausfall in Kauf nehmen. Eine große Rolle spielen in der postoperativen Zufriedenheit der zuvor bestehende Leidensdruck und die Erwartungshaltung des Patienten. So wird ein Patient mit schwerer Gelenkdestruktion und funktionellen Einbußen leichter zufrieden gestellt sein als ein Patient mit kleineren Beeinträchtigungen. 94,2% unserer Patienten gaben an zufrieden und sehr zufrieden zu sein. Der sehr hohe Prozentsatz der zufriedenen Patienten korreliert mit den sehr guten postoperativen Score-Ergebnissen sowohl nach primärer als auch nach Revisionsimplantation. Die 8 Fälle mäßig- und unzufriedener Patienten verteilten sich in Abhängigkeit von verschiedenen

Primär Diagnosen nahezu gleich. In der Gruppe der Wechseloperationen waren nur zufriedene und sehr zufriedene Patienten.

Die Zufriedenheit unserer Patienten lag etwas höher als die Angaben der DFVLR-Studie, in der 85,4% der Patienten die Operation wiederholen lassen würden (79).

F.-W. Hagena zeigte, dass sich 88,1% seiner Patienten erneut zur GSB-TEP-Implantation einschließen würden (35). Bei E. Hagena sind 85% der Patienten nach Versorgung mit GSB-System subjektiv zufrieden (37).

Eine vergleichbare Zufriedenheit von 94,8% besteht bei Wülker und Böhm (102).

S. Fuchs et al (25) beschreiben erstaunliche 90% zufriedene Patienten nach GSB-TEP-Implantation trotz mehr als 40% Reoperationsquote wegen einer Patellaproblematik.

In der Analyse von M. Zinck und R. Sellckau (103) besteht bei 87% der Operierten nach Implantation eines RT-Modells ENDO eine hohe Zufriedenheit, 7% bewerteten das Resultat als „ausreichend“. 7% der Patienten aus dieser Studie waren unzufrieden.

In unserer Studie waren 88,8% der zufriedenen Patienten zum Ende der 4. Woche von großen Zweifeln und Ängsten weitgehend befreit. Dieser Zeitraum entspricht dem Zeitabschnitt, wo in der Regel die zweite Hälfte der Rehabilitationsbehandlung stattfindet. Das postoperative Resthämatom, die Knieschwellung und der größte Teil der Restschmerzen gehen zurück.

5.7 Diskussion der Röntgenbefunde

5.7.1 Röntgenanalyse von Femur- und Tibiakomponente

5.7.1.1 Ausrichtung von Femur- und Tibiakomponente

Die Mehrzahl der Prothesenschäfte wurde in korrekter Position implantiert und wichen nicht mehr als 4° im Markraum ab. Trotzdem bestand in einzelnen Fällen eine erkennbare Alignmentabweichung in Varus- oder Valgusrichtung. Eine Auswirkung der Dezentrierungen auf die kurzfristigen postoperativen Ergebnisse bemerkten wir in unserem Patientengut nicht.

Die Implantation der Prothesenkomponenten in vermehrter Flexion kann, wie von Kisser 1991 beschrieben, Flexionskontrakturen verursachen (65). Durch die konstruktive Überstreckbarkeit der RT-Prothese von 5°, wirkt sich die Fehlimplantationen in Retroflexion im Sinne einer

Beugekontraktur erst ab insgesamt 5° aus. Problematisch ist eine zentrierte Schaftimplantation bei Patienten mit bereitem Markraum, insbesondere bei sehr starker Osteopenie mit sehr weicher Spongiosa. Hier besteht potentiell Platz für Abweichungen. In diesen Fällen wäre die Nutzung eines Centralizer-Caps zu diskutieren.

5.7.1.2 Resorptionssaumbildung und Osteopenie entlang der Femur- und Tibiakomponenten

Röntgenologische Saumbildung und ausgedehnte Aufhellungen an der Knochen-Zement-Grenze (radiolucent lines) wurden bei 35,1% der Operierten beobachtet. Am häufigsten wurden diese Veränderungen als Resorptions-Sklerosesaumbildung <1 mm bis 2 mm gesehen. Neben der Sklerosesaumbildung wurden die nicht begrenzten Aufhellungen im Sinne der knöchernen Demineralisierung (gelenknahe Osteopenie, stress shielding) entlang der Prothese bzw. des Zementes beobachtet. Dieses Phänomen deutet auf eine verringerte Kraftaufnahme in diesem Bereich hin (82). Es bestand keine klinische Relevanz bei den beschriebenen Veränderungen. Nur bei einer Patientin mit Rheumatoider Arthritis und nachgewiesener schwerer Osteoporose wurde eine Saumbildung von mehr als 2 mm beobachtet und als Resorption gewertet. Klinisch bestand hier zum Zeitpunkt der Untersuchung keine klinische Lockerungssymptomatik, dennoch wurde das Risiko einer Prothesenlockerung als erhöht eingeschätzt und kurzfristige Kontrolluntersuchung eingeplant. Säume und Aufhellungen am Knochen-Zement-Interface werden bei allen Prothesensystemen gefunden. In anderen Studien wurde oft versucht, eine Korrelation zwischen einem Saum und anderen Parametern, wie Patientenalter, -größe, -gewicht herzustellen. Außerdem wollte man eine Prognose für die Überlebensdauer der Prothese ermitteln. Die Ergebnisse waren nie aussagekräftig (17, 65).

Haunschild et al. stellten statistisch signifikant häufiger Säume bei Lageabweichung der Prothesen fest (40). Dagegen konnten Kristensen et al. dieses nicht bestätigen (66).

Diese Arbeit, sowie viele andere Untersuchungen, haben gezeigt, dass Säume im Bereich des Tibiaplateaus öfter zu finden sind als im Bereich der Femurkomponente (9, 27, 28, 40, 66, 72, 73). Außerdem haben diese Studien verdeutlicht, dass dünne, nicht progrediente Säume bis 2 mm keine sicheren Hinweise für eine Prothesenlockerung sind. Sie treten meist schon früh postoperativ auf und bleiben dann unverändert. Eindeutige Lockerungszeichen dagegen sind eine schnelle Progredienz der Säume und eine Migration der Prothese. Eindeutige Ursachen des Auftretens der Säume sind noch nicht abschließend geklärt. Es wird gedeutet als Folge thermischer Nekrose mit konsekutiver Resorption, die durch Wärmeentwicklung und Toxizität

bei der Zementabbindung entsteht. Auch Mikrobewegungen an der Knochen-Zement-Grenze und das ungenügende Eindringen des Zementes in die Spongiosa werden für das Auftreten der Säume verantwortlich gemacht (72, 85). Ritter et al (85) beschreiben einen statistisch gesicherten Zusammenhang zwischen der intraoperativen Reinigung des Implantatlagers sowie der Einbringung des Zementes unter Druck und der Häufigkeit des Auftretens von Säumen innerhalb der ersten Jahre. Auf die Entstehung der Säume im ersten Jahr weist Haunschild et al (40) hin.

5.7.2 Postoperative periartikuläre Ossifikationen

Insgesamt wurden bei 47 Patienten (33,1%) postoperativ periartikuläre Ossifikationen gefunden. Die periartikulären Ossifikationen waren in der Mehrzahl der Fälle am medialen Femurkondylus, selten im Quadrizepsehnenbereich und anderen Regionen lokalisiert und waren meistens unter 5 cm³ groß. In unserer Auswertung hatten die bestehenden Ossifikationen keinen Einfluss auf das klinische und funktionelle Ergebniss.

5.8 Patellabeurteilung: Röntgenanalyse von Patella, klinische Symptomatik, Patellakomplikationen

In 83 (58,5%) Fällen der primären Implantation wurde die retropatellare Gelenkfläche mit einem zementierten Polyethylen-Implantat ersetzt. In 59 (41,%) Fällen wurde die Patellarückfläche bei relativ gut erhaltenem Zustand belassen und auf die Implantation eines Rückflächenersatzes verzichtet. Relativ groß war das Anteil der postoperativ lateralisierten Patellae in Bezug auf das Prothesengleitlager. Bei 11,6% der Fälle wurde eine deutliche Lateralisierung 7-15 mm und bei 3,6% der Kniegelenke eine ausgeprägte Patellalateralisierung bis zur Subluxation festgestellt. Mit 24,1% der Prothesen ohne Retropatellarersatz liegt die Zahl der ausgeprägt lateralisierten Patellae (7mm - <20 mm) gegenüber nur 2,5% Prothesen mit Rückflächenersatz deutlich höher. Auch die Lateralisierungstendenz <3-6 mm ist bei den Prothesen ohne Retropatellarersatz deutlich höher als in den Fällen, wo ein Rückflächenersatz erfolgte.

Die Sinterung der Patella wurde anhand der Kniescheibenhöhe beurteilt. Die Sinterungstendenz war bei belassener Patella signifikant höher ist als bei der ersetzten Patella. 10,3 % der nicht ersetzten Kniescheiben haben zum Untersuchungszeitpunkt von 2 bis >6 mm an Höhe verloren. Die minimale Sinterung der Patella von 2-3 mm muss sich nicht unbedingt nachteilig auswirken (92, 93). Die Anpassung der belassenen Patella an die geometrische Form des Gleitlagers ist als Patella-Remodelling bekannt (92, 93).

Ein ausgeprägtes Zohlen-Symptom hatte postoperativ eine Patientin mit Lockerung des Retropatellarersatzes. Ein leichtes Zohlen-Zeichen zeigten häufiger die Patienten (8,6%) ohne Rückflächenersatz. Letzendlich beeinflussten schwache bis mäßige anteriore Knieschmerzen die klinischen und funktionellen Ergebnisse nur wenig.

Bei den insgesamt in 10 Fällen (7%) beobachteten Komplikationen war in unserer Studie die Patella häufigste Ursache mit 47,6% . Eine höhere Tendenz zur Patellafraktur zeigten Patienten mit ersetzter Patellarückfläche (3,6%) gegenüber Patienten ohne Rückflächenersatz (1,7%). In 2 Fällen war die Patellafraktur mit einer Lockerung des Rückflächenersatzes begleitet. In einem Fall bestand ein gelockerter Rückflächenersatz ohne Patellafraktur. Eine Patellaknochennekrose mit massiver Patellasinterung und positivem Zohlen-Symptom wurde bei 2 Patienten ohne Retropatellarersatz beobachtet. Zu den Patellakomplikationen wurden 3 Fälle (2,1%) extremer Patellalateralisierung (ohne Retropatellarersatz) gezählt.

Als Ursache für schlechte Behandlungsergebnisse und für TEP-Revision werden in der Literatur wiederholt Patellaprobleme beschrieben (1, 14, 15, 25, 29, 33, 40, 42, 45, 69, 74, 87, 93, 102). So zeigen Hagena und Hofmann bereits 1985, dass bei Patienten mit einer Knieendoprothese eine deutliche Mehranreicherung der Patella im 99m-Tc-MDP-Szintigramm stattfindet. Die Patellae speichern nach Knie-TEP-Implantation 3,5 bis 4-fach stärker als bei normalen Probanden. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass eine veränderte Biomechanik sowohl zu einem gestörten Tracking als auch zu einer Veränderung der Kniescheibe und damit zu Schmerzen führen kann (36).

Bei Vergleich unserer Ergebnisse mit anderen Autoren finden sich in der Literatur bezüglich der retropatellaren Symptomatik ähnliche Werte. So lassen sich bei Schlemmer et al. 23% (88), Retinski 10,8% (84), Röttger ca. 20% (86), Hagena und Hofmann 7,8% (35), Fuchs et al. 15% bis 45% (25), Plutat et al. (106) 8,9% bis 24% retropatellare Beschwerden nachlesen.

Wülker und Böhm haben bei 79% nach GSB-Knie-TEP-Implantation eine Patellsubluxation und bei weiteren 6,7% vollständige Patellaluxation gefunden (102).

Nach Implantation von RT-Modellen ENDO berichten M. Zinck und R. Sellckau über 3,9% der Patienten mit Schmerzen im Femoropatellargelenk und über eine totale oder Hemipatellektomie wegen einer Patellaproblematik bei 1,4% der Fälle (103).

K. Heinert und E. Engelbrecht registrierten 4% Patellektomien und 20% retropatellare Schmerzen 10 Jahre nach Implantation von St.-Georg-Scharnierprothesen (43). Sie stellten fest, dass sich Fehlstellungen mit ventralem Überstand des Femurteiles bei den St. Georg Prothesen mit höheren Presskräften negativ auf die Retropatellararthrose auswirkten.

Aktuell betonen einige Autoren, dass Komplikationen der Patella wenig Prothesentyp bezogen sind (35, 73). Da nahezu alle modernen Prothesensysteme mit vertieftem und nach lateral abgechrägtem Femoralgleitlager ausgestattet sind, bestehen für das Patellagleiten relativ gleiche Bedingungen. Viel wichtiger ist hier adäquate Knochenresektionsebene, präzise Prothesenpositionierung im Sinne der Rotation, maximaler Dorsalisierung und Lateralisierung und Weichteilbalance (3, 93). Für eine Prothese mit Rotationsmöglichkeit sollten zusätzlich die weichteiligen Hindernisse der Rotationsfähigkeit intraoperativ beseitigt werden.

5.8.1 RPE: Diskussion pro und contra

Die Position der Autoren bezüglich der Notwendigkeit Retropatellarersatz ja oder nein bleibt in der Literatur nach wie vor kontrovers.

Befürworter eines Retropatellarersatzes führen als Vorteile vor allem den reduzierten anterioren Knieschmerz und eine bessere Funktion an (55, 59, 71, 89). Andererseits wird wiederholt über anteriore Knieschmerzen nach Rückflächenersatz der Kniescheibe (1, 15, 45, 69, 87) und über hohe Revisionsrate an der Patellaprothese (3, 14, 15, 29, 69, 93) berichtet.

Die Versorgung der Patella mit einem Rückflächenersatz beseitigt die Patellaproblematik auch in unserem Patientengut nicht zwangsläufig. Im Sinne des anterioren Schmerzsyndroms sowie der Patellalateralisierung sprechen wir bei unseren Ergebnissen nach RPE-Implantation von einer signifikanten Verbesserung und nicht von Beseitigung des Problems. Neben den Vorteilen des Rückflächenersatzes ist bekannt, dass ein Retropatellarersatz auch eine Reihe von schwerwiegenden revisionsbedürftigen Komplikationen provozieren kann. Eine progrediente retropatellare Arthrose ist auch bei ersetzter Rückfläche, dort wo ein Kontakt zwischen Patellaknochenrand und Femurteil entsteht, möglich, wie in 2 Fällen in unserem Patientengut beobachtet.

Die radiologische Untersuchung zeigte sich im Vergleich zu den klinischen Untersuchungsergebnissen eine höhere Zahl unerwünschter Ergebnisse. Diese Diskrepanz wurde bereits 1985 von Nieder, Engelbrecht und Keller beschrieben. Die Autoren sahen schwer

veränderte Kniescheiben, die bestens funktionierten, und beobachteten aber genau das Gegenteil bei wenig veränderten Patellae mit gravierender klinischer Symptomatik. Sie lehnten den primären Ersatz der Patella mit der Begründung ab, dass nur in 3-4 % nach Implantation der St. Georg Prothese aufgrund der retropatellaren Beschwerden eine Patellektomie notwendig sei und setzten diese niedrige Komplikationsrate in Relation zu den möglichen Schwierigkeiten nach RPE-Implantation (74).

Auch W. Blauth und J. Hassenpflug beschreiben keinen statistischen Zusammenhang zwischen retropatellaren Beschwerden und Position der Patella. Bei ausgeprägten Strukturveränderungen der Patella in der Studie von Blauth und Hassenpflug, wie Sklerose und Zysten war die Zunahme von Beschwerden festzustellen. Nur 47% der Patienten ohne RPE wiesen eine regelrecht zentrierte Kniescheibe auf. Die anderen 53% liefen lateralisiert in unterschiedlicher Ausprägung. Bezüglich des Rückflächenersatzes beschreiben die Autoren geringere Beschwerdeausprägung ohne Rückflächenersatz als mit Retropatellarersatz (9).

H. Thabe (96) verzichtete auf den Patellarückflächenersatz bei Rheumatikern und stellte fest, dass durch die Thermodenervation, Verkleinerung, wenn notwendig –eine Resektionsarthroplastik / Dachosteotomie, sowie durch additive Weichteileingriffe, wie laterales release die Retropatellarsymptomatik sich auf unter 5% senken ließen.

S. Rehart et al. (83) empfiehlt beim Rheumatiker im Stadium 4-5 nach Larsen die Implantation eines Retropatellarersatzes.

Auch Stuckenborg-Colsman und Wirth (93) haben auf die primäre RPE-Implantation verzichtet. Sie sehen als Voraussetzung für eine schmerzfreie Patellafunktion ein optimales Petalla-Tracking, das intraoperativ mit einem Weichteilbalancing hergestellt werden muss. In ihrer Arbeit von 2003 (92) beschreiben Autoren einen signifikant höheren retropatellaren Druck nach Retropatellarersatz im Vergleich zur physiologischen und nativ belassenen Patella.

H. Schröder-Boersch 1998 (89) findet nach sehr umfangreicher Literaturübersicht und eigener Beobachtung, dass die Vorteile nach Rückflächenersatz der Kniescheibe überwiegen und befürwortet prinzipiell den Retropatellarersatz. Schröder-Boersch empfiehlt ein differenziertes Vorgehen bei der Indikationsstellung zum Rückflächenersatz. Ungeeignet für einen RPE wären vor allem Patienten mit schlechter Knochensubstanz, junge Patienten, Durchblutungsstörungen

der Patella sowie milde Veränderungen der Patellarückfläche. Die Notwendigkeit eines lateralen Patellareleases wird in der Literaturanalyse ebenso kontrovers angegeben.

Unumstritten ist die ausgeprägte Durchblutungsminderung nach einem breiten Release bei einem gleichzeitigen medialen parapatellaren Zugang (107). Hier wäre aus unserer Sicht der mögliche Erhalt der Arteria genus superior lateralis ratsam.

J. Kordelle et al. (59) erforschten durch eine prospektiv randomisierte Studie die klinischen Score-Ergebnisse mit und ohne Retropatellarersatz und fanden 12 Monate postoperativ signifikant bessere Score-Ergebnisse und subjektive Zufriedenheit bei Operierten mit Patellaersatz. Neben den guten funktionellen Ergebnissen fand der Autor keine mechanische und andere Komplikationen seitens der Kniescheiben mit Rückflächenersatz.

Reiß et al (82) fanden nach 55 RT-PLUS™ Solution- TEP- Implantationen bei 2 ersetzten und 2 nicht ersetzten Patellae radiologische Zeichen einer Patellanekrose. Alle diese Patienten waren klinisch beschwerdefrei.

Einer der wichtigsten Faktoren, die den Patellalauf beeinflussen, ist die Rotationsausrichtung der Femur- und Tibiakomponente. S. Hofmann et al. (46) betonen nach eigener Erforschung und Literaturanalyse, dass die Patellaprobleme meist sekundäre Folge der Fehlpositionierung (vor allem Malrotation) der Prothesenkomponenten sind. Sogar die minimale Innenrotationposition der Tibiakomponenten um 3-5° und Femorausrichtung auf 0° kann zur Patellasubluxation, erhöhtem Anpressdruck mit Reizung des vorderen Kniegelenkes, Schmerzen und Entwicklung einer Arthrofibrose, sowie zum frühzeitigem Polyethylenabrieb am tibialen Inlay führen.

Auf die Entwicklung einer sekundären Arthrofibrose bei retropatellarer Problematik weist auch Gollwitzer et al. (30).

5.8.2 Patellamanagement

Zum Gewährleisten des zentrierten Patellalaufes und zur Minimierung des Patellaanpressdruckes bei primärer RT-PLUS™ Solution- Implantation empfehlen wir folgende Schritte:

Bei medialer Arthrotomie nach dem medianen Hautschnitt verläuft der Kapselschnitt nah am Ansatz des M. vastus medialis. Dabei bleibt der mediale Sehnenrand ca. 3-4 mm breit. Die Quadrizepssehne wird bei diesem Zugang nur minimal inzidiert. Das parapatellare Teil des

Schnittes verläuft 1 bis 1,5 cm vom Patellarand medialisiert. Auch infrapatellar bietet sich an, die Schnittführung von der Patellarsehne ca. 1,3 cm zu distanzieren.

Die beiden Seiten- und Kreuzbänder, die Musculus popliteus-Sehne sowie die kontrakte dorsale Kapsel werden abgelöst. Später nach Komponentenimplantation wird auch der Tractus iliotibialis in Höhe des Kniegelenkes quer inzidiert. Durch radikale Ablösung der passiven stabilisierenden Strukturen wird die Innenrotation des Unterschenkels und damit die Patellamedialisierung ermöglicht.

Bei der Implantation der Prothesenteile wird die adäquate Prothesengröße, dezente Proximalisierung, mögliche Dorsalisierung und Lateralisierung der Femur- und Tibiaimplantate sowie die Achskorrektur auf physiologische Werte, insbesondere bei Valgusfehlstellungen angestrebt. Intramedulläre zementierbare Schäfte können in einem breiten oder deformierten Markraum summiert bis zu 11° valgus abweichen und begünstigen damit das lateralisierte Patella-Tracking. Besondere biomechanische Bedeutung hat die adäquate Rotation der Komponenten. Anstrebenswert wäre die Tibiateilpositionierung in $6-8^\circ$ Außenrotation zur Tuberositas-tibiae-Achse und die Positionierung der Femurkomponente in $5-6^\circ$ Außenrotation zur Epikondylen-Achse. Bei außenrotierter und dorsalisierter Position des Femurteiles wird häufig ein „lateral notching“ bis 3-4 mm in Kauf genommen. Da die Prothese weit nach proximal intramedullär verankert wird, bestehen beim „lateral notching“ keine klinische und funktionelle Nachteile.

Die Notwendigkeit des lateralen Patellarelease wird bei 90° Flexion nach Probeimplantation der Femur- und Tibiakomponenten beurteilt. Besteht eine Lateralisierungstendenz der Patella sollte das laterale Retinaculum längs über die ganze Strecke vom Tibiakopf bis zum Ansatz des Musculus vastus lateralis inzidiert werden. Der Abstand vom lateralen Patellarand sollte ca. 1,5 cm betragen. Anschließend erfolgt die ggf. die oben erwähnte quere Inzision des Tractus iliotibialis. Bei Durchführung des Releases empfehlen wir die Arteria genus superior lateralis zu erhalten. In der Mehrzahl der Implantationsfälle und des lateralen Releases gelingt das Abpräparieren und Schützen der o.g. Arterie auf der Innenseite der Lateralkapsel. Ein bis subcutan durchgreifendes Release ist bei primärer Implantation in der Regel nicht notwendig und wegen der Patelladurchblutung, subkutaner Hämatombildung und temporär offen bleibendem Gelenk nicht ratsam.

Das Management der Patellarückfläche wird letztendlich intraoperativ entschieden und ist auch abhängig von der Erfahrung des Operateurs. Zur Verfügung stehen Thermodenervation der Rückfläche mit Resektion der degenerativen Anbauten, dachförmige Osteotomie sowie Implantation des Rückflächenersatzes. Zu Entlastung des Patellaanpressdrucks bietet sich bei großer Patellahöhe die dachförmige Osteotomie der Rückfläche an. Sie wird leicht exzentrisch unter Medialisierung des Firstes durchgeführt. Die Entscheidung zur Implantation eines Patellarückflächenersatzes sollte streng differenziert getroffen werden. Gegen den Rückflächenersatz sprechen ausgeprägte Osteopenie, hohe Aktivität des jungen Patienten. Eher für einen Patellaersatz sprechen schon präoperativ festgestellte Retropatellararthrose mit Schmerzen, subchondraler Sklerose und Randanbauten, rheumatische Destruktionen mit guter Knochensubstanz. Die Implantation des Retropatellarersatzes ist kein Mittel zur Patellarezentrierung. Diese sollte durch korrekte Implantationstechnik und Weichteilmanagement erreicht werden.

Die Implantation eines RPE erfolgt in zementierter Verankerung möglichst cranialisiert und medialisiert. Der überstehende laterale Patellarand muss entweder reseziert oder mindestens schräg geglättet werden. Die summierte Patellahöhe nach RPE-Implantation darf nicht die präoperative Patellahöhe überschreiten.

Anschließend erfolgt im Rahmen des Weichteilmanagements die mediale Kapselraffung, ggf. mit Sehnendopplung, ggf. unter Medialisierung und Distalisierung des Musculus vastus medialis-Ansatzes wie nach Insall beschrieben (52). Die entstehende in manchen Fällen intraoperative mediale Überkorrektur (Übermedialisierung) des Streckapparats hat postoperativ keine Auswirkung auf die femoropatellare Kinematik.

Nach Ausschöpfung aller patellarezentrierenden Maßnahmen bleibt am Ende, insbesondere bei Revisionsoperationen, die mediale Transposition der Tuberositas tibiae, welche jedoch nur sehr selten erforderlich ist.

5.9 Diskussion der Komplikationen

In unserer Untersuchung waren bei 21 unserer Patienten (13,5%) postoperative Komplikationen zu beobachten.

An allgemeinen Komplikationen registrierten wir in unserem Patientengut in 2 Fällen eine frühe postoperative Herzinsuffizienz und eine Pneumonie in einem weiteren Fall, sowie einen Apoplex in 2 Fällen im späteren postoperativen Verlauf, wobei eine Kausalität zwischen den beiden Apoplex-Geschehen und der Implantation der Kniegelenktotalendoprothese nicht nachweisbar war. Die in der Literatur häufig erwähnten postoperativen Venenthrombosen sahen wir in unserem Patientenkollektiv sowohl früh als auch spät nicht. Der Vergleich der allgemeinen Komplikationen mit anderen Autoren ist erschwert, da die Definition der Komplikationen unterschiedlich gehandhabt wird.

Von intraoperativen Komplikationen wie intraoperative Frakturen, Schaftperforationen, Gefäß- und Nervenverletzung, Verletzung des Streckapparats blieben die Patienten in der vorliegenden Studie verschont. Nicht zuletzt spielt hier das hoch entwickelte Implantationsinstrumentarium als auch die Erfahrung der Operateure eine Rolle.

Als frühe lokale Komplikationen präsentierten sich eine nicht revisionsbedürftige Wundheilungsstörung bei partieller Wunddehiszenz und eine revisionsbedürftige Wunddehiszenz bei massivem Hämarthros. Dieses Gelenk wurde revidiert, Hämatom und Koagel ausgeräumt, das Gelenk gespült und verschlossen.

In 4 Fällen erfolgte postoperativ ein Brisement in Narkose wegen eines unbefriedigenden Bewegungsumfanges im unmittelbar postoperativen Verlauf.

Die Wundheilungsstörungen und Bewegungseinschränkungen führten zu keiner weiteren späteren Komplikation wie z.B. Protheseninfekt oder Arthrofibrose.

Im späteren Verlauf kam es in 4 Fällen (2,8%) nach primärer Implantation zu einer Femurfraktur oberhalb der Prothese. In 2 Fällen führten unfallbedingte adäquate Krafteinwirkung zur Fraktur. In 2 Fällen lag kein adäquates Trauma zu Grunde, in beiden Fällen bestand gleichzeitig ein Zustand nach Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese auf der gleichen Seite.

In einem Fall einer progredienten Arthrofibrose nach Wechsel-Operation wurde eine ausgedehnte offene Arthrolyse mit lateralem und dorsalem Kapselrelease und Wechsel des tibialen Polyethyleninlays gegen ein niedrigeres durchgeführt. Zu einem Rezidiv der Arthrofibrose nach Arthrolyse kam es in diesem Fall nicht.

Eine aseptische Lockerung, eine Prothesenluxation, ein Materialversagen im Sinne eines Bruchs oder fortgeschrittene Osteolysen beobachteten wir bei unserem kurzfristigen follow up nicht.

In 4 Fällen nach primärer Implantation bei rheumatischer Destruktion und in 2 Fällen nach Revisionseingriff wurde das Implantat wegen eines Infektes temporär ausgebaut. Damit liegt die Infektionsrate im vorliegenden Patientengut nach primärer Implantation einer RT-PLUS™ Solution-Endoprothese bei 2,8%.

Bei der Interpretation und der Diskussion aller Ergebnisse ist zu bedenken, dass der Beginn eines neuen Operationsverfahrens mit einer Lernkurve verbunden ist, so dass spätere Analysen häufig bessere Resultate ergeben. (49).

Hinsichtlich der Infektionsrate bei achsgeführten zementierten Prothesen und nach Oberflächenersatz weisen mehrere Autoren daraufhin, dass die Infektabwehrmöglichkeiten im Bereich des Markraumes bei langen zementierten intramedullären Schäfte im Vergleich zu den epimetaphysären eingebrachten Oberflächenersätzen schlechter sind (33, 74). Somit wäre anzunehmen, dass die Infektionsrate bei achsgeführten zementierten Prothesen mit größerem Interface höher als bei Oberflächenprothesen ist. Besonders bei immunsupprimierten bzw.-kompromitierten Patienten, z.B. bei Rheumapatienten ist eine höhere Infektgefahr zu postulieren.

A. Claus et al. beschreiben eine Gesamtkomplikationsrate von 11,3%. (105). Die Autoren werteten in dieser Arbeit intraoperative und frühe postoperative Komplikationen bei 17641 Primärimplantationen von verschiedenen Prothesensystemen im Rahmen der Qualitätssicherung aus.

In der Studie von E. Hagen wurden bei 21% nach Implantation einer GSB-Prothese Komplikation gesehen (37).

In der DVFLR- (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt) Studie wird in 10,7% der Fälle bei teilgekoppelten Prothesen über eine Revisionsoperation berichtet (74).

F.-W. Hagen und Hofmann beschreiben bei lang- und mittelfristigen Ergebnissen nach GSB-TEP-Implantation ca. 19,5% revisionsbedürftige Komplikationen nach einem follow up 2 Jahren nach der Implantation (35).

G. Fuchs aus dem Klinikum Bayreuth registrierte in ihrer Analyse (24) 17% Implantat- und operationsspezifische Komplikationen bei langfristiger Beobachtung nach Implantation einer ENDO-RT-Knieprothese.

Reiß et al. ermittelten nach Implantation des gleichen Rotationsmodelles bei 55 Patienten 6 Wundheilungsstörungen und Infekte, 5 tiefe Venenthrombosen, 1 septische Lockerung des Femurteiles, 2 periprothetische Frakturen und eine Patellafraktur (82).

Ein Literaturvergleich mit anderen gekoppelten Prothesenmodellen zeigt hinsichtlich der Lockerungs- und Infektproblematik folgende Ergebnisse:

Die Infektionsraten bewegen sich in der Literatur zwischen 1,3% bis 15% (33, 43, 63, 70, 74, 103)

M. Zinck und R. Selckau ermittelten 1,6% tiefe in einer Langzeitstudie von Rotationsknieprothesen Modell ENDO (103).

K. Heinert und E. Engelbrecht berichten 10 Jahre nach Implantation von 912 St.-Georg-Scharnierprothesen nur über einzelne aseptische Komplikationen und eine Infektionsrate von 2,9%. Signifikant häufiger waren hier mit 3,5% Rheumapatienten betroffen (43).

Retinski gibt für Orthoplastprothesen eine aseptische Lockerungsrate von 6,9% an, 5,9% Prothesen waren in seiner Arbeit septisch gelockert (84).

Gschwend et al geben für die GSB I Prothese 2,23% aseptische Lockerungen an, Infekte wurden bei insgesamt 6,69% Prothesen beobachtet (32).

Für die GSB III Prothese fanden Gschwend und Siegrist 1991 (33) eine Infektionsrate von 5%, aseptische Lockerungen wurden nicht beobachtet. Bei 7,2% der Fälle entwickelte sich eine revisionsbedürftige Komplikation.

Röttger beschreibt für die Scharnierendoprothese Modell St. Georg (erste Generation) 2,21% septische Lockerungen und 5,75% Femurfrakturen (86).

Eine Nachuntersuchung von GSB-Prothesen von Hagena und Hofmann erbrachte 4,0% septische Komplikationen (35).

Blauth und Hassenpflug fanden in einer Langzeitstudie nach Implantation einer Blauth-Prothese bei 9% Patienten einen frühen oder späteren Protheseninfekt (9).

Über sehr gute und gute Ergebnisse mit relativ niedriger Komplikationsrate wird wiederholt nach Implantationen der Rotationsknieprothese Modell ENDO berichtet. E. Nieder (74) beschreibt insgesamt 3,9% Komplikationen nach Implantation von 1075 RT-Prothesen ENDO mit relativ niedriger Infektionsrate von nur 1,3% sowie 0,9% Patellarevisionen.

Verglichen mit unserem Patientengut wurden 2,8% der Prothesen temporär septisch ausgebaut und nach Sanierung reimplantiert. Eine aseptische Lockerung sahen wir bei unserem kurzen Nachbeobachtungszeitraum in keinem Fall.

6. Zusammenfassung :

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Behandlungsergebnisse nach Implantation einer RT-PLUS™ Solution-Knieendoprothese zu ermitteln und mit der internationalen Literatur zu vergleichen. Dazu wurden 155 Fälle mit einem mittleren follow up von 23,93 Monate analysiert, die vorliegenden Resultate sind damit ausschließlich Frühergebnisse. Die Implantationen wurden im Zeitraum vom 13. Mai 1997 bis 23. Dezember 1999 in der Orthopädischen Klinik des Klinikum Berlin-Buch durchgeführt. In 142 Fälle erfolgte eine Primärimplantation, bei 10 Fällen eine Wechseloperation und in 3 Fällen eine Reimplantation nach septischem Prothesenausbau. 136 Patienten konnten nachkontrolliert werden. In 16 Fällen erfolgte der beidseitige Gelenkersatz in 2 Sitzungen und in 3 Fällen die beidseitige Implantation simultan in einer Sitzung. 88 Kniegelenke (56,8%) wurden rechtseitig und 67 Gelenke (43,2%) linksseitig ersetzt. In 83,9% (n=130) der Fälle handelte es sich um Frauen und in 16,2% (n=25) waren Männer betroffen. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 67,38 Jahre.

Die RT-PLUS™ Solution-Knieendoprothese ist ein zementierbares Scharniersystem mit Rotationsmöglichkeit. Die Konstruktion erlaubt eine begrenzte Rotation mit einem physiologischen roll-back-Mechanismus mit gewisser Elongation im Gelenk, wodurch eine maximale Annäherung an den physiologischen Bewegungsablauf des Gelenkes entsteht.

Die Indikation zur Implantation eines RT-PLUS™ Solution-Systemes besteht bei fortgeschrittener Gelenkdestruktion (unabhängig von der Genese) mit ausgeprägter Bandinstabilität, fortgeschrittenen Kontrakturen und erheblichen Achsabweichungen

(insbesondere bei rheumatischer Destruktion), hohem Patientenalter, schlechter Knochenqualität, muskulärer Schwäche, erheblichem Übergewicht, Revisionsituationen oder Arthrofibrosen. Indikationsbegrenzend sind größere Verluste an aktiven und passiven Stabilisatoren, größere Verluste des Streck- und Beugeapparats, große knöcherne Defekte wie zum Beispiel bei Tumoren oder ausgeprägten Paresen. Größere knöcherne Defektsituationen, wie z.B. bei Wechseloperationen oder Reimplantationen können mit dem RT Modularsystem versorgt werden, intraoperativ ist problemlos ein Umsteigen auf das Modularsystem möglich. Für onkologische Patienten mit größeren diaphysären Resektionen und Verlusten von Weichteilen sind RT-PLUS™ Solution-Systeme weniger geeignet. Hier sind die spezielle Tumor-(Modular)-Prothesen zu bevorzugen.

Mit dem HSS-Bewertungsschema von Ranawat und Shine wiesen 98,5% der Kniegelenke nach Primärimplantation und 100% der Fälle nach Wechseloperation ein sehr gutes Ergebnis auf.

Die Durchschnittsgesamtpunktzahlen im Knee- und Function-Score dieser Studie konnten durch die Implantation der RT-PLUS™ Solution-Knieendoprothese bei Primäreingriffen von 22,8 bzw. 35,5 Punkten auf 95,53 bzw. 80,72 Punkte verbessert werden. Bei Wechseleingriffen war eine Steigerung von 21,8 bzw. 33,3 auf 96,7 bzw. 81,0 Punkte zu verzeichnen.

Das RT-Prothesensystem erlaubt eine Knieflexion bis 140° und bietet dabei eine absolute Stabilität.

Eine radikale klinische und funktionelle Verbesserung sowie eine Steigerung der Lebensqualität ließ sich in allen einzelnen Ergebnisparametern feststellen.

Insbesondere die funktionellen Ergebnisse waren stark von verschiedenen Einflussfaktoren, wie Begleiterkrankungen und –zustände und Übergewicht abhängig.

Im Literaturvergleich sind die Ergebnisse nach Implantation des RT-Systems gegenüber anderen modernen Prothesensystemen vergleichbar oder besser.

Die Rehabilitation nach RT-TEP-Implantation ist relativ kurz und für die Patienten relativ unkompliziert.

Die Implantationstechnik der Prothese ist zwar standardisiert, benötigt aber dennoch Aufmerksamkeit beim Positionieren der Prothesenkomponenten. Insbesondere bei

osteopenischer Knochensituation mit weitem Markraum muß der intramedullären Ausrichtung besonderes Augenmerk geschenkt werden.

In unserer Untersuchung mit kurzfristigem Nachuntersuchungszeitraum beobachteten wir keine intraoperative Komplikationen, keine aseptische Lockerungen oder ein mechanischen Prothesenversagen, hier bleiben mittel- und langfristige Ergebnisse abzuwarten.

Mit 13,5% Gesamtkomplikationen und 2,8% späten Protheseninfekten liegen die Komplikationsraten vergleichbar oder besser zu Literaturangaben.

Die postoperativ relativ häufig ermittelte retropatellare Symptomatik ist unseres Erachtens nicht auf das Prothesendesign zurückzuführen. Durch eine optimale Prothesengrößenbestimmung und -positionierung und eine Weichteilausbalance lässt sich das retropatellare Komplikationspotenzial auf ein Minimum senken.

Die Indikationen zum Retropatellarersatz sollte differenziert und werden individuell gestellt werden. Der Retropatellarersatz ist kein Mittel zur Patellarezentrierung.

Zusammenfassend konnten in dieser Untersuchung sehr gute Ergebnisse nach Implantation eines RT-PLUS™ Solution Systems im kurzfristigen Verlauf ermittelt werden. Die RT-PLUS™ Solution-Knietotalendoprothese ist sowohl für den Primäreingriff als auch für die Revisionsimplantation geeignet, es stellt ein mehr oder weniger universales Prothesensystem für verschiedenste dargestellte Indikationen dar. Zur Analyse der Überlebensrate der RT-PLUS™ Solution-System sind langfristige Beobachtungszeiträume erforderlich, hier bleiben die Ergebnisse abzuwarten.

Danksagung:

Herrn Professor Dr. J. Zacher danke ich für die Überlassung des Themas und für seine Unterstützung im Rahmen sowohl dieser Arbeit als auch meiner gesamten Aus- und Weiterbildung in Bereich der orthopädischen Chirurgie.

Besonders bedanke ich mich bei Frau Dr. A. Gursche für ihre freundschaftliche, geduldige und hilfreiche Unterstützung im Verlauf der gesamten Arbeit sowie für eine fortbildende Zusammenarbeit im klinischen Alltag.

Meiner Frau Dr. M. Brinsuk bin ich sehr dankbar für die mentale als auch technische Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Ein herzliches Dankeschön gilt meinen Eltern Herrn Dr. W. Brinsjuk und Frau L. Brinsjuk-Richter für die Berufsorientierung und die stetige Motivierung bei der Fertigstellung dieser Dissertation.

Literatur

1. Abraham, W., Buchanan, J.R., Daubert, H., Greet, R.B., Keefer, J. (1988): Should the patella be resurfaced in total knee arthroplasty? Efficacy of patellar resurfacing. Clin. Orthop. 236: 128-134
2. Baars, G.W. (2000): Knieendoprothetik: Das optimale Implantat für jeweilige Indikation finden. Orthopäde 29 Suppl 1: 1-2
3. Bachfischer, K., Karpf, P.M., Schüler-Karpf, E. (2000): Management aseptischer Patellakomplikationen. Arthrosemangement Knie S. 207 - 212 Steinkopff – Verlag (Hrsg. L. Rabenseifner)
4. Billotti, J., Klimkiewicz, J., Bednarczyk, P., Alexander, N., Zimmermann, M.C. (1995): The clinical results of the P.F.C. knee prosthesis. J. of Orthop. Rheum. 8 (3): 140 – 145
5. Benninghoff, A. (1994): Anatomie; Urban & Schwarzenberg
6. Biomedical Business International (04/1994): European Markets for Orthopaedic Implants, Fracture Repair and Related Devices; Report # 161
7. Bitsch, Th. (1997): Hrsg. Klinikleitfaden Rheumatologie, Gustav Fischer
8. Blauth, W., Skripitz, W., Bontemps, G. (1977): Kniegelenkendoprothetik; Z. Orthop. 115: 665-678
9. Blauth, W., Hassenpflug, J. (1991): Scharnierendoprothesen des Kniegelenkes; Orthopäde 20: 206 – 215
10. Blauth, W., Donner, H. (1979): Zur Geschichte der Arthroplastik; Z. Orthop. 117: 997-1006
11. Blömer, W. (2000): Knieendoprothetik – Herstellerische Probleme und technologische Entwicklungen. Orthopäde 29: 688 – 696
12. Bontemps, G. (1985): Differenzialindikation und Ergebnisse in der Kniegelenkendoprothetik – Vergleich kraft- und formschlüssiger Modelle; Aus: Kniegelenkendoprothetik – eine aktuelle Bestandsaufnahme. Hrsg.: Lechner, F.; Ascherl, R.; Blümel, G.; Hungerford. DS. 1985 Schattauer Verlag Stuttgart: 153-159
13. Buchanan, J.R., Greer, R.B., Bowman, L.S., Shearer, A., Gallaher, K. (1982): Clinical experience with the variable axis total knee replacement. J. Bone Joint Surg 64 A: 337-346
14. Cameron, H.V., Fedorkow, D.M. (1982): The Patella in total knee arthroplasty. Clin. Orthop. 165: 197-199
15. Clayton, M., Thirupathi, R. (1982): Patellar complications after total condylar arthroplasty. Clin. Orthop. 170: 152-155.
16. Diduch, D.-R., Insall, J.-N., Scott, N., Scuderi, G.R., Font-Rodriguez, D. (1997): Total knee replacement in young, active patients. J. Bone and Joint Surg. 79-A: 575-582
17. Ecker, M.L., Lotke, P.A., Windsor, R.E., Cella, J.P. (1985): Long-term results after total knee arthroplasty. Clin. Orthop. 216: 151-158
18. Engelbrecht, E. (1981): Ersatz der großen Körpergelenke (außer Hüfte). Chirurg 52: 681-688

19. Engelbrecht, E., Nieder, E., Strickle, E., Keller, A. (1981): Intrakondyläre Kniegelenkendoprothese mit Rotationsmöglichkeit – Endo-Model. *Chirurg* 52: 368 – 375
20. Engelbrecht, E., Heinert, K., Nieder, E. (1983): Überlegungen nach Abschluß von Fallkontrollstudien mit Hüft- und Kniegelenkersatz. *Chirurg* 54: 221-225
21. Ewald, F.C., (1989): The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin. Orthop.* 248: 9-12
22. Freeman, M.A.R., Lavai, J.P. (1983): Replacement of the knee in rheumatoid arthritis using Imperial College London Hospital prosthesis (ILCN) 1977-1979. *Ann. Acad. Med. Singapore* 12: 213-224
23. Feinglass, J., Amir, H., Taylor, P., Lurie, I., Manheim, L.M., Chang, R.W., (2004): How safe is primary knee replacement surgery? Perioperative complications rates in Northern Illinois, 1993-1999. *Arthritis Rheum.* 15(51): 110-116
24. Fuchs, G. (2000): Totale Kniegelenkrotationsendoprothesen. *Orthopäde* 29: 48 - 49
25. Fuchs, S., Gierse, H., Maaz, B. (1993): Ist die GSB-Knieprothesenimplantation aufgrund der Patellaproblematik noch vertretbar? *Z. Orthop.* 131: 425 – 430
26. Fuchs, S., Volmer, M., Rosenbaum, D. (2001): Klinisch-funktionelle Ergebnisse von gekoppelten Kniegelenkendoprothesen. *Unfallchirurg* 104: 150 – 57
27. Gallannaugh, C. (1992): The Attenborough and Gallannaugh knee prosthesis for total knee arthroplasty: a comparison and survival analysis. *Clin. Orthop.* 281: 177-88
28. Gill, G.S., Mils, D.M. (1991): Long-term follow-up evaluation of 1000 consecutive cemented total knee athroplasties. *Clin. Orthop.* 273: 66-76
29. Goldberg, V.M., Figgie, H.E., Figgie, M.P. (1989): Technical consideration in total knee surgery. Management of patella problems. *Orthop. Clin. North. Am.* 20: 189-199
30. Gollwitzer, H., Burkhart, R., Diehl, P., Gradinger, R., Bühren, V. (2006): Therapie der Arthrofibrose nach Kniegelenksendoprothetik. *Orthopäde* 35: 143-152
31. Gschwend, N., Loeher J. (1981): The Gschwend-Scheier-Bähler (GSB) replacement of the rheumatoid knee joint. *Reconstr. Surg. Traumatol.* 18: 174 194
32. Gschwend, N., Ivosevic-Radovanovic, Scheier, H., Bähler, A., Munziger, U. (1987): Langzeitergebnisse mit der GSB-I-Prothese. Aus „Primär- und Revisions-Arthroplasik Hüft- und Kniegelenk“ Hrsg. Endo-Klinik, Hamburg; Springer Verlag: 2-23
33. Gschwend, N., Siegrist, H. (1991): Das GSB-Kniegelenk - Revisionseingriffe und Infektionen. *Orthopäde* 20: 197-205
34. Gunston F.H. (1971): Polycentric knee arthroplasty. *J. Bone Joint Surg* 53-B2 : 272-277
35. Hagena, F.-W., Hofmann, G.O. (1984): Lang und mittelfristige Ergebnisse nach Implantation der GSB-Kniegelenks-Endoprothese. *Unfallheilkunde* 87: 133-143

36. Hagedorn, F.-W., Hofmann, G.O. (1985): Implantationsbedingte Pathomechanik des femoropatellaren Gleitlagers nach Knieendoprothetik; Aus: Kniegelenksendoprothetik – eine aktuelle Bestandsaufnahme Hrsg.: Lechner, F.; Ascherl, R.; Blümel, G.; Hungeford. DS. 1985 Schattner Verlag Stuttgart: 153-159
37. Hagedorn, E., (1980): Mittelfristige Ergebnisse nach Implantation der GSB-Kniegelenks-Endoprothese. Inaug.-Dissert. Univ. München
38. Hassenpflug, J. (2003): Gekoppelte Knieendoprothesen. Orthopäde 32: 484-489
39. Hassenpflug, J., Carr A.J., Goodfellow, J., Huiskes, I.R., Lang, G., Maronna, U., Plitz, W. (1993): Knieendoprothetik - Achsknie oder Oberflächenersatz? - Workshop Paris 4/1993; Orthopäde 5 Beilage
40. Haunschild, J., Hassenpflug, J., Hahne, H.J., Schmithüsen, F. (1992): Radiologische Langzeitbeobachtungen an den Prothesengrenzschichten. In: Die Blauth Knieendoprothese; Hrsg. J. Hassenpflug, Verlag Hans Huber: 151-154
41. Haunschild, J., Hassenpflug, J., Hahne, H.J. (1992): Klinische Erfahrungen mit unserer Patellaprothese. In: Die Blauth Knieendoprothese: Grundlagen, gegenwärtiger Stand und Ausblick. Hrsg. J. Hassenpflug, Verlag Hans Huber, 1992: Kap. 24
42. Heimel, R. (1980): Klinische Erfahrungen mit totalen Kniegelenksrotationsprothese, Typ „Orthoplast“. Unfallheilkunde 83: 473-476
43. Heinert, K., Engelbrecht, E. (1988): Langzeitvergleich der Knie-Endoprothesensysteme „St. Georg“. Chirurg 59: 755-762
44. Herzog, R., Morscher, E. (1991): Fehlschläge in der Kniegelenkprothetik - Eine Analyse der Knieprothesen- und Komponentenwechsel von 1980 – 1987. Orthopäde 20 221 – 226
45. Hofmann, G.O., Hagedorn, F.W. (1985): Pathomechanics of the femoropatellar joint following total knee arthroplasty. Clin. Orthop. 224: 251-259
46. Hofmann, S., Romero, J., Roth-Schiftl, E., Albrecht, T. (2003): Rotationsfehlstellungen der Komponenten als Ursache chronischer Schmerzen und vorzeitigem Prothesenversagen bei Knieendoprothesen. Orthopäde 32 (6): 469-476
47. Hungerford, D.S., Kenna, R.V., Krackow, K.A. (1982): The Porous-Coated Anatomic total knee. Orthop. Clin. N. America 13(1): 103-122
48. Hube, R., Reichel, H. (2003): Modulare Revisionssysteme in der Knieendoprothetik. Orthopäde 32: 506-515
49. Jerosch, J., Heisel, J. (2000): Kniegelenkendoprothetik; Springer-Verlag
50. Jäger, M., Wirth, C.-J. (2001): Praxis der Orthopädie; Hrsg. C.-J. Wirth, Georg Thieme Verlag, Stuttgart
51. Insall, J.N., Dorr, L.D., Scott, R.D., Scott, W.N. (1989): Rationale of The Knee Society Clinical Rating System. Clin. Orthop. 248: 13 – 14
52. Insall, J.N., Bullough, P.G., Burstein, A.N. (1979): Proximal “tube” realignment of the patella for chondromalacia patellae. Clin. Orthop. 144: 63-69

53. Insall, J.N., Dethmers, D.A. (1982): Revision of total knee arthroplasty. *Clin. Orthop.* 170: 123-130
54. Kapandji, I.A. (1992): *Funktionelle Anatomie der Gelenke*; Enke, Stuttgart
55. Kajino, A., Yoshino, S., Kameyama, S., Kohda, M., Nagashima, S. (1997): Comparison of the results of bilateral total knee arthroplasty with and without replacement for rheumatoid arthritis. A follow-up note. *J. Bone Joint Surg. Am.* 79: 570-574
56. Knahr, K., Korn, V., Kryspin-Exner, I., Jagsch, R. (2003): Lebensqualität der Patienten fünf Jahre nach Knie-Arthroplastik. *Z. Orthop.* 141: 27-32
57. Knoch, von, M., Brocks, R., Siegmüller, C., Ribaric, G., Leupolt, L., Förster, von, G. (2000): Knieflexion nach Rotationsknieprothese. *Z. Orthop.* 138: 66-68
58. Knutson, K., Lewold, S., Robertsson, O., Lindgren, L. (1994): The Swedish knee arthroplasty register. A nation-wide study of 30 003 knees 1976-1992. *Acta Orthop. Scand.* 65: 374-386
59. Kordelle, J., Schleicher, I., Kaltschmidt, I., Haas, H., Grüner, M.R. (2003): Patellarrückflächenersatz bei Patienten ohne wesentliche retropatellare Beschwerdesymptomatik. *Z. Orthop.* 141: 557-562.
60. Kovanov, W.W. (1978): *Operative Chirurgie und topographische Anatomie: Kap. 4.* Moskwa, Midizina
61. Kraemer, M., Rabenseifer, L. (1997): Mittelfristige Ergebnisse PFC-Modular im Vergleich mit Osteonics-Oberflächengleitersatz. In: Rabenseifer, L.: *Probleme der Knieendoprothetik*; Thieme Verlag Stuttgart New York: 154 – 160
62. König, A., Kirschner, S. (2003): Langzeitergebnisse in der Knieendoprothetik. *Orthopäde* 36 (6): 516-526
63. König, A., Scheidler, M., Rader, C., Gohlke, F., Löhr, J., Eulert, J. (1996): Mittelfristige Ergebnisse der Press-fit-Condylar-Knieprothese bei rheumatoider Arthritis und Gonarthrose. *Orthop. Praxis* 32: 471-474
64. König, G. (1981): Beitrag zum multiplen endoprothetischen Gelenkersatz an Hüft- und Kniegelenken. *Z. Orthop.* 119: 65-71
65. Krismer, M., Stöckl, B., Achammer, T., Penz, T., Weber, F. (1991): Mittelfristige Ergebnisse mit Kinematikprothese. *Orthopäde* 29: 181-188
66. Kristensen, O., Nafai, A., Kjaersgaard-Andersen, P., Hvid, J., Jansen, J. (1992): Long-term results of total condylar knee arthroplasty in rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg.* 74-B: 803-806
67. Küsswetter W., Baumann D. (1980): Langzeiterfahrungen mit dem Waldius-Knie. *Orthop. Prax.* 16: 970-973
68. Laskin, R.S. (1990): Total condylar knee replacement in patients who have rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg.* 72 (Am): 529-535
69. Leblanc, J.M. (1989): Patellar complication in total knee arthroplasty. A literature review. *Orthop. Rev.* 18: 296-304

70. Martin, S.D., McManus, J.L. (1994): Press-Fit Condylar Total Replacement – Five to nine year follow-up American Academy of Orthopaedic Surgeons Meeting, New Orleans, LA USA
71. Mont, M.A., Yoon, T.R., Krakow, K.A., Hungerford, D.S. (1999): Eliminating patellafemoral complications in total knee arthroplasty. *J. Arthroplasty* 12: 91-98
72. Miehle, R., Schwenen M.(1980): Beurteilung von Kniegelenkendoprothesen im Röntgenbild. *Z. Orthop.* 118: 66-72
73. Mochizuki, R.M.; Schurman, D.J. (1979): Patellar complications following total knee arthroplasty. *J. Bone Joint Surg.* 61 (Am): 879
74. Nieder, E. (1991): Schlittenprothese, Rotationsknie und Scharnierprothese Model St. Georg® und ENDO-Modell®. *Orthopäde* 20: 170 – 180
75. Nieder, E.; Engelbrecht, E.; Keller A. (1991): Totale intrakondyläre Scharniergelenkendoprothese mit Rotationsmöglichkeit- Endo-Modell; Aus: *Kniegelenkendoprothetik – eine aktuelle Bestandsaufnahme* Hrsg.: Lechner, F.; Ascherl, R.; Blümel, G.; Hungerford, D.S. Schattauer Verlag Stuttgart: 119-135
76. Oehme, S., Plaaß, U. (2000): 10 Jahre Erfahrung mit der PFC-Knieendoprothese. *Orthopäde* 29 Suppl 1: 28-33
77. Plitz, W. (1991): Endoprothetik am Kniegelenk. *Orthopäde* 20: 166 – 169
78. Plitz, W., Ungethüm, M. (1992): Dauerbelastungstests der Blauth-Prothese; Die Blauth Knieendoprothese: Grundlagen, gegenwärtiger Stand und Ausblick; Hrsg. J. Hasenpflug, Verlag Hans Huber, 1992, Kap.2
79. Preussner, B., Seebauer, R. (1984): Therapieergebnisse der Endoprothetik am Kniegelenk; In: *Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft und Raumfahrt e.V. (DFVLR) (Hrsg.): Ergebnisberichte zum Programm „Forschung und Entwicklung im Dienste der Gesundheit; Verlag TÜV Köln Rheinland*
80. Ranawat CS.; Shine JJ. (1973): Duo-condylar total knee arthroplasty. *Clin. Orthop.* 94: 185-195
81. Rabenseifner, L., Trepte, C.T. (2001): *Endoprothetik Knie; Steinkopff Darmstadt*
82. Reiß, E., Veigel, H., Malzer, U., Schuler, P. (2000): Ergebnisse mit dem RT-PLUS™ Solution Rotationsknie. *Orthopädische Praxis* 36: 611-616
83. Rehart, S., Schwinnen, I., Rittmeister, M., Kerschbaumer, F. (2002): Knieendoprothetik von Patienten mit rheumatoider Arthritis und Arthrose – Vergleich des Ressourcenbedarfes. *Orthopäde* 31: 1179-1186
84. Retinski, N. (1992): *Klinische und röntgenologische Nachuntersuchung einer achsgeführten rotationsfähigen Knie-Total-Endoprothese vom Typ Dadurian/Orthoplast mit komplettem Ersatz des femoropatellaren Gelenkes. Inaug.-Diss. Düsseldorf 1992*
85. Ritter, M.A., Herbst, S.A., Keating, E.M., Faris, P.M. (1994): Radiolucency at the bone-cement interface in total knee replacement - the effects of bone-surface preparation and cement technique. *J. Bone and Joint Surg.* 76-1: 60-65

86. Röttger, J. (1987): Mittelfristige Ergebnisse nach Schlitten- und Scharnierendoprothese Modell St. Georg; Primär- und Revisionsarthroplastik Hüft- und Kniegelenk. Hrsg. 1987 Endo-Klinik Hamburg; Springer Verlag; Berlin, Heidelberg: 37-46
87. Roffmann, M., Hirsch, D.M., Mendes, D.G., (1980): Fracture of the resurfaced patella in total knee replacement. Clin. Orthop. 148: 112-119
88. Schlemmer, H.; Ascherl, R.; Vogt, G.; Lechner, F. (1985): Alloarthroplastik des Knies – 14 Jahre klinische Erfahrungen; Aus: Kniegelenksendoprothetik – eine aktuelle Bestandsaufnahme Hrsg.: Lechner, F.; Ascherl, R.; Blümel, G.; Hungerford. DS. 1985 Schattauer Verlag Stuttgart: 275-295
89. Schröder-Boersch, H. (1998): Der Patellarrückflächenersatz in der Knieendoprothetik. Orthopäde 27: 600-611
90. Schröder-Boersch, H. (2001): Gelenkmechanik und das Design moderner Knieprothesen – Zeit zum Umdenken. Z. Orthop. 139: 3-7
91. Sellckau, R., Klüber, D., Foerster, G. v. (2000): Der Stellenwert der Rotations-Knieendoprothese in der Versorgung der schweren Varusgonarthrose. Hrsg. L. Rabenseifner Steinkopff – Verlag; Arthrosemangement Knie: 75 - 81
92. Stukenborg-Colsman, C., Ostermeier, S., Burmester, O., Wirth, C.-J. (2003): Dynamische In-vitro-Messung des retropatellaren Drucks nach alloplastischem Kniegelenkersatz. Orthopäde 32: 319-322
93. Stukenborg-Colsman, C., Wirth, C.-J. (2000): Knieendoprothetik – Klinische Aspekte. Orthopäde 29: 732 – 738
94. Schwägerl, W., Czurda, N., Böhler, N. (1981): Erfahrungen mit der endoprothetischen Versorgung des Kniegelenkes : Eine mittelfristige Vergleichstudie von verschiedenen Prothesentypen. In: Kniegelenkendoprothetik bei chronischer Polyarthritiden-juvenile chronische Polyarthritiden, Hrsg.: Jäger, M., Hofer, H., Häckel, H.; Akt. Probl. in Chir. und Orth., Bd. 15, Verlag Hans Huber, Bern Stuttgart Wien: 51 – 57
95. Schwitalle, M., Schwitalle, E.M., Just, A., Köller, S., Mark, T., Bodem, F. (2003): Photogrammetrische Untersuchung des Kniegelenkes nach Implantation von Scharnierprothesen. Orthopäde 32: 274-281.
96. Thabe, H. (2000): Oberflächenersatz beim Rheumatiker. Orthopäde 29 Suppl 1: 25-27
97. Trampisch H.J., Windler J. (1999): Medizinische Statistik. Springer-Verlag
98. Waldius B. (1954): Arthroplasty of the knee joint, employ an acrylic prosthesis; Acta Orthop. Scand. 23: 121-131
99. Walsh, M.L.J., Woodhouse, S.G., Thomas, E. (1998): Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. Phys. Ther. 78: 248-258
100. Winiarsky, R., Barth, P., Lotke, P. (1998): Total knee arthroplasty in morbidly obese patients. J. Bone Joint Surg. 80A.: 1770-1774
101. Wohlrab, D., Ditzl, J., Herrschelmann, R., Schietsch, U., Hein, W., Hube, R. (2005): Bietet das NexGen LPS Flex mobile-Knieprothesensystem Vorteile gegenüber dem NexGen LPS? – Ein Vergleich klinischer und radiologischer Ergebnisse. Z. Orthop. 143: 567-572

102. Wülker, N., Böhm, S. (1994): Ergebnisse des patello-femorales Gelenkersatzes bei verschiedenen Knieendoprothesen Typ GSB und ES. Z. Orthop. 132: 412-419
103. Zinck, M., Sellckau, R. (2000): Rotationsknieprothese ENDO-Model. Orthopäde 29: 38 – 42
104. Zichner L., Hofem R., Marx A. (2000): Scharnier-Knieglenks-Endoprothese; Orthopäde 29: 52-53
105. Claus, A., Asche, G., Brade, J., Bosing-Schwenkglenks, M., Horchler, H., Müller-Färber, J., Schumm, W., Weise, K., Scharf, H.-P. (2006): Identifizierung von Risikofaktoren postoperativer Komplikationen in der primären Knieendoprothetik. Unfallchirurg 109: 5-12
106. Plutat, J., Friesecke, G., Klüber, D. (2000): Scharnierendoprothese ENDO-Modell – Modell mit Zukunft? Orthopäde 20 Suppl 1: 56-58
107. Ogata, K., Shively, R.A., Shoenecker, P.L., Chang, S.L. (1987): Effects of standard surgical procedures on the patellar blood flow in monkeys; Clin. Orthop. 215: 254-9

Lebenslauf

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

Erklärung an Eides Statt

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass die Dissertation mit dem Thema: "Ergebnisse nach Implantation der achsgeführten Knie totalendoprothese RT-PLUS™ Solution bei verschiedenen " von mir selbst und ohne unzulässige Hilfe Dritter erfasst wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeit darstellt und dass die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.

Berlin, den

.....

Juri Brinsuk