

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Würzburg
Direktor Prof. Dr. med. M. Rudert

**Klinische Ergebnisse nach Knieendoprothesenwechsel
in Abhängigkeit von den Knochendefekten**

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Katharina Eulert
aus Coburg

Würzburg, März 2010

Referent: Prof. Dr. med. F. Gohlke

Koreferent: Prof. Dr. med. M. Rudert

Dekan: Prof. Dr. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:

13. 01. 2011

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Zielsetzung	1
2. Historische Entwicklung	3
3. Prothesenmodelle	5
4. Patientengut und Methodik	8
5. Ergebnisse	17
5.1. Klinische Ergebnisse	
5.1.1. Voroperation und Verlauf	17
5.1.2. Funktion nach Knieendoprothesenwechsel	17
5.1.2.1. Function Score und Schulnote	17
5.1.2.2. Gegenüberstellung Einschätzung subjektiv Patient / objektiv Untersucher	18
5.1.2.3. Patientenzufriedenheit und Re-OP	18
5.1.3. Postoperative Schmerzen	20
5.1.4. Analgetika in Abhängigkeit von Prothesenmodell und Knochendefekt	22
5.1.5. Function Score in Abhängigkeit von Prothesenmodell und Knochendefekt	24
5.1.6. Komplikationen postoperativ	26
5.2. Radiologische Ergebnisse	27
5.3. Röntgenbilder im Verlauf	29
6. Diskussion	34
7. Zusammenfassung	45
8. Literaturverzeichnis	46

9.	Anhang: Nachuntersuchungsbogen Klinisch	52
	Nachuntersuchungsbogen Radiologisch	57
10.	Abkürzungsverzeichnis	59

Danksagung

Lebenslauf

1. Einleitung

Die Endoprothetik des Kniegelenkes hat in den letzten Jahren einen beispiellosen Fortschritt gemacht. Die Anzahl der implantierten Knieprothesen hat die der Hüftprothesen nahezu eingeholt und es wird davon ausgegangen, dass weltweit, mit steigender Tendenz, mehr als 500.000 Knieendoprothesen jährlich eingesetzt werden (*Kirchner u. Lobenhoffer, 2003*). Allein in Deutschland geht man von ca. 80 bis 100 Tausend künstlichen Kniegelenken pro Jahr aus (*Stein et al., 2006*).

Die kontinuierliche Verbesserung des Prothesendesigns, die Standardisierung der OP-Techniken und die Optimierung der eingesetzten Materialien haben die Lebensdauer einer Knieendoprothese deutlich verbessert. Mittlerweile besteht eine 90prozentige Chance auf eine Standzeit von 15 Jahren nach Implantation einer Knie-TEP, sodass aufgrund der guten Ergebnisse die Akzeptanz bei Patienten und Ärzten stetig zunimmt.

Zwar hat die positive Gesamtentwicklung den endoprothetischen Kniegelenkersatz zu einem vertrauenswürdigen Verfahren werden lassen, dennoch ist dieser Eingriff nicht selten mit postoperativen Komplikationen und Revisionsoperationen verbunden. Bereits jeder zehnte kniealloplastische Eingriff ist eine Revision (*Stukenberg-Colsman u. Wirth, 2000*).

Hauptindikationen für die Wechseloperationen sind vor allem aseptische Lockerungen im Knochenlager, Komplikationen des Streckapparates, Bandinstabilität, rezidivierende Schmerzen und septische Lockerung nach Infektion.

Der Einbau und vor allem der Wechsel eines künstlichen Kniegelenkes ist eine sehr anspruchsvolle Operation. Dies liegt in den erheblich komplexeren biomechanischen Anforderungen eines künstlichen Kniegelenkes, sowie dem deutlich höheren Anteil an weichteilchirurgischen Maßnahmen im Vergleich zu einer Hüftendoprothese.

Wesentlich für ein Gelingen der Operation sind die Implantatwahl und die individuelle präoperative Operationsplanung. Angesichts der Vielfalt der verfügbaren Prothesenmodelle gilt es allerdings den Überblick zu bewahren und entsprechend der Indikation das für den jeweiligen Patienten geeignete System zu wählen. Auch wenn sich die Anzahl der Komplikationen drastisch verringert hat, scheint bis zum heutigen Zeitpunkt ein „goldener Standard“ der besten Implantationsmethode nicht eindeutig definierbar zu sein.

Die Ziele einer Revisionsoperation sind in erster Linie Schmerzfreiheit bei ausreichender Stabilität und Beweglichkeit, diese sind mit jedem erneuten Eingriff immer schwerer zu erreichen. Vor allem die häufig auftretenden ausgeprägten Knochendefekte erfordern ein hohes Maß an Erfahrung und eine optimale präoperative Vorplanung, um eine ausreichende Stabilisierung und Anpassung der Revisionsprothese zu gewährleisten. Das Spektrum der bei Revisionen einsetzbaren Implantate reicht üblicherweise von un- oder nur teilweise gekoppelten Oberflächenersatz bis zu vollgekoppelten Scharnierendoprothesen. In Fällen schwerer ossärer, ligamentärer und/oder muskulärer Defekte können Tumorspezialendoprothesen oder Arthrodesenimplantate eine Rückzugsmöglichkeit darstellen (*Steinhauser et al., 2006*).

Neben der Restaurierung des periprothetischen Knochenlagers und der präzisen Ausrichtung der Implantate hat die Auswahl des für die individuelle Situation des Patienten optimalen Revisionsimplantats einen großen Einfluss auf das postoperative Ergebnis. Die wichtigsten Unterschiede zwischen den Implantaten liegen im Ausmaß der rekonstruierten Gelenkflächen (uni-, bi-, trikompartimental), sowie im Grad der mechanischen Kopplung zwischen femoralem und tibialem Gelenkteil. Starr gekoppelte Prothesen zeigen eine höhere Lockerungsrate. Eine verbleibende Instabilität aufgrund fehlender Kopplung führt dagegen, über die Zunahme des Abriebs und der schmerzhaften Funktionsstörung, zum Fehlschlagen der endoprothetischen Versorgung (*Perka et al., 2006*).

Im Wesentlichen hängt der Erfolg der Revisionsoperation von der achsgerechten Positionierung der Komponenten ab, dem Erreichen einer symmetrischen Bandspannung in Flexion und Extension, der Wiederherstellung der Gelenklinie sowie der Einstellung der korrekten Patellahöhe (*Perka et al., 2006*). Potentielle Komplikationen die eine spätere Revision erfordern könnten müssen vorab berücksichtigt werden. Ebenso sollte die Klinik auf eine gewisse Modellbeständigkeit achten.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es die Ergebnisse von Knieendoprothesenwechsell in Abhängigkeit von den präoperativen Defekten des Knochenlagers zu analysieren. Zu diesem Zweck wurden 74 Patienten (75 Kniegelenke) klinisch und radiologisch nachuntersucht, die sich in den Jahren von 1985 – 1996 am König-Ludwig-Haus Würzburg einer Revisionsoperation am Kniegelenk unterziehen mussten.

In diesem Zusammenhang vergleicht die retrospektive Studie vor allem die mittelfristigen Therapieergebnisse der Revisionsoperationen mit Standard-Endoprothesen und stellt diese dem Ersatz mit Individualprothesen, die bei sehr ausgedehnten Knochendefekten erforderlich werden, gegenüber.

Aufgrund der großen Varianz der Ausgangssituation, die in der präoperativen Modellvielfalt begründet ist, sowie der Bandbreite der Grunderkrankungen und der implantierten Revisionsendoprothesen, kann nur eine Einzelfallstatistik erstellt werden.

Die Anwendung anerkannter Scores, die Klassifikation der Prothesenmodelle, sowie die Einteilung der operierten Kniegelenke nach Knochendefekten unter Anlehnung an die AORI-Klassifikation sollen zu Rückschlüssen auf das künftige Therapiemanagement bei Revisionen am Kniegelenk führen. Als Arbeitshypothese wird angenommen das für den Therapieerfolg in erster Linie die sorgfältige anatomische Anpassung der Prothese an die individuelle Defektsituation des Knochens entscheidend ist (*Engh, 1997*).

2. Historische Entwicklung

Die heutige operative Therapie der Gonarthrose lässt sich mehr als 100 Jahre zurückverfolgen und hat ihre Wurzeln in der Behandlung der Rachitis und ihrer Folgeerkrankungen, sowie der Behandlung der Gelenktuberkulose. Im Laufe der Zeit wurden diese Krankheiten zusehends seltener und die degenerativen Gelenkerkrankungen traten mehr und mehr in den Vordergrund.

Die Entwicklung der Endoprothetik ist eng mit der Arthroplastik verbunden und als Vorreiter ist *Themistocles Gluck (1853-1942)* zu nennen, der bereits im Jahr 1881 einen Artikel veröffentlichte der sich mit der „Transplantation, Regeneration und entzündlichen Neubildung“ von Geweben auseinandersetzte. Gluck war überzeugt, dass „man im Stande ist, epitheliale Elemente, Knochen, Knochenmark, Haare, Sehnen, Muskeln und Nerven zu überpflanzen“. Er hielt den dauerhaften Ersatz von körpereigenem Gewebe durch die „reaktionslose Einheilung“ von Fremdkörpern für möglich und fertigte Endoprothesen, Platten und Marknägel aus Elfenbein, das damals als ideales Material erschien, da es eine organische Verbindung mit der Knochensubstanz einging. 1891 musste Gluck jedoch aufgrund von Eiterungen und Fistelungen ein Scheitern seiner Experimente zugeben. Dies führte vorerst zu einem Stillstand der Forschungen auf dem Gebiet des Gelenkersatzes in Deutschland.

Als weiterer Vorläufer der Knieendoprothetik gilt die Interpositionsarthroplastik, die erstmals 1860 von *Verneuil* beschrieben wurde und auch von *Helferich (1894)*, *Murphy (1905)*, *Baer (1918)* und *Mac Ausland (1933)* angewandt wurde. Als Interpositionsmaterial zwischen den resezierten Knochenenden wurden vor allem Muskelgewebe, Faszienlappen, Haut, tierische Membranen und Fettgewebe verwendet. Die Hauptproblematik dieser Methode bestand jedoch entweder in einer verbleibenden Bewegungseinschränkung oder einer starken Instabilität des operierten Gelenkes.

Bei der weiteren Entwicklung auf dem Gebiet der Knieendoprothetik muss grundsätzlich zwischen der Forschung im Bereich der Teilprothetik und der Entwicklung im Bereich der Totalendoprothetik unterschieden werden.

1939 konzipierte *W.C. Campell* ein Vitalliumimplantat für das distale Femurende. Vitallium, bestehend aus 30 % Chrom, 5 % Molybdän und 65 % Kobalt, war 1938 von *Venable und Stuck* entwickelt worden und galt als besonders gewebefreundliche und widerstandsfähige Legierung.

Neben den femoralen Hemiarthroplastiken wurden in den fünfziger Jahren tibiale Hemiarthroplastiken von *McKeever (1955)* und *Mac Intosh (1958)* entworfen, die gute bis sehr gute Ergebnisse nach der Implantation aufwiesen. Die Problematik aller Hemiarthroplastiken lag jedoch in der Implantatluxation und im Verschleiß des gegenüberliegenden Gelenkknorpels mit entsprechenden subjektiven Beschwerden.

Parallel zur Entwicklung der Teilendoprothetik verlief die Entwicklung der Totalendoprothetik. Die erste Scharnierendoprothese mit starrer Achse wurde von *B. Walldius* im Jahr 1951 implantiert. Diese zementfreie Prothesenform wurde anschließend von *Shiers (1954)* und *Young (1958)* modifiziert. Im Gegensatz dazu entwickelte *Mazas (1973)* ein Prothesenmodell zur Zementfixation, die Guepar-Endoprothese.

Die weitere Forschung führte dann zur GSB-Prothese (*Gschwend-Scheier-Bahler*), einer non-constrained-Scharnierprothese, mit halbstarr gekoppelten Achsen bis hin zur *Blauth-Scharnierprothese*, die erstmals 1972 eingesetzt wurde. Dieser Prothesentyp wird auch heute noch verwendet.

Zeitgleich zur Entwicklung der Scharnierendoprothesen stellte *Mac Intosh 1956* einen einseitigen bzw. doppelseitigen Ersatz des Tibiaplateaus aus Acryl vor. Durch unterschiedliche Höhen dieses Prothesenmodells konnten Instabilitäten und Achsfehlstellungen korrigiert werden.

Der Vorläufer der heutigen unikompartimentalen Modelle, das „Modularknie“ kam 1972 auf den Markt (*Marmor*). Seine Tibiakomponenten waren in Anlehnung an die Oberflächenprothesen von *Mac Intosh* in unterschiedlichen Breiten und Dicken erhältlich um Varus- oder Valgusdeformitäten ausgleichen zu können. Nachteil dieser Prothesenform ist, dass sie beim Wechsel auf eine Vollprothese den Ausbau aller Kompartimente erfordert und häufig tiefe Knochendefekte, vor allem am tibialen Lager, hinterlässt.

Eine neue Ära in der Prothesenentwicklung begann 1966, als *Gunston* eine halbgekoppelte zementierte Knieendoprothese entwickelte, das sogenannte „polycentric knee“. Dies war der erste Versuch mit einer Metall-auf-Kunststoff-Artikulation, unter Belassung der Knieligamente, um den physiologischen Bewegungsablauf zu erhalten. Basierend auf diesem modularen System wurden die Geometric-Prothese von *Coventry et al.* 1972, die UCI-Prothese von *Waugh et al.* 1973 und das „total-condylar-knee“ 1976 von *Insall et al.* entwickelt.

Mit Beginn der achtziger Jahre wurden zunehmend ungekoppelte Gleitflächenprothesen verwendet, die durch einen geringgradigen Knochenverlust, Erhalt des hinteren Kreuzbandes und press-fit-Implantation der Femurkomponente charakterisiert sind. Dieser Prothesentyp ist bis heute das am häufigsten eingesetzte Modell, da es auch als *PFC-Modular-Kniegelenk* zur Verfügung steht und somit für vielfältige Indikationen (Varus- oder Valgusdeformitäten, Instabilität der Kniegelenke, Revisionen) einzusetzen ist. Auch die Weiterentwicklung im Bereich der Schaftprothesen hat in den letzten Jahren Fortschritte gemacht, sodass mittlerweile auch schwere Knochendefekte mit langfristig guten Ergebnissen zu versorgen sind.

Eine solide Verankerung der neuen Komponenten, Rekonstruktion der Gelenklinie und ligamentäre Balance lässt sich in der Regel unter Verwendung der aktuellen Generation modularer Revisionssysteme erreichen. Lediglich dann, wenn aufgrund fehlender ligamentärer Stabilität auch mit einem teilgekoppelten Gelenk keine ausreichende Luxationssicherheit herzustellen ist sind modifizierte Scharnier- oder Rotationsendoprothesen vorzuziehen (*Gohlke et al., 1997*)

Die Frage der besten Implantationsmethode und des besten Prothesenmodells ist bis heute noch in der Diskussion und kann nicht allgemeingültig beantwortet werden. Der physiologische Bewegungsablauf des Kniegelenkes kann jedoch durch die mittlerweile zur Verfügung stehenden Prothesenmodelle und Implantationstechniken weitgehend erhalten werden.

3. Prothesenmodelle

Die Klassifikation von Prothesentypen ermöglicht das Modelle einer Gruppe untereinander verglichen bzw. verschiedene Prothesenklassen einander gegenübergestellt werden können. Der Vorteil zeigt sich in einer besseren Auswertbarkeit hinsichtlich der Beurteilung des erzielten Therapieergebnisses.

Blauth unterscheidet zum Beispiel 1977 prinzipiell nur zwischen sogenannten Teil- und Totalendoprothesen. Bei der teilprothetischen Versorgung erfolgt der Ersatz einer Gelenkfläche oder eines Gelenkkörpers, die Totalprothese entspricht dem Ersatz des gesamten Kniegelenkes.

Mitte der 70er Jahre kam zunehmend der Oberflächenersatz zur Anwendung und wurde schrittweise weiterentwickelt. Hierbei handelt es sich um nicht gekoppelte, sogenannte kraftschlüssige (achsfreie, unconstraint) Endoprothesen. Sie erlauben ein nahezu normales Rollgleitverhalten und ermöglichen auch bei Bedarf den Ersatz eines einzelnen Gelenkkompartiments. Für den Einsatz dieser Modelle ist eine ausreichende ligamentäre Gelenkführung erforderlich. Der ungekoppelte Oberflächenersatz (GFE) ist die am häufigsten verwendete Knieprothese und stellt mittlerweile die Standardvariante bei der Erstversorgung der Gonarthrose dar.

Aufgrund der steigenden Revisionszahlen führte die Weiterentwicklung hin zu den modernen, modularen Endoprothesen. Mit diesen Systemen hat der Operateur intraoperativ die Möglichkeit das Kunstgelenk der individuellen ossären oder ligamentären Defektsituation anzupassen. Heute wird grundsätzlich zwischen gekoppelten und ungekoppelten Prothesen unterschieden (*Jerosch, 1997*).

Zu den gekoppelten Prothesen werden als Subgruppe die nur teilweise gekoppelten (semi-constraint) Kunstgelenke gerechnet, die eine gewisse Rollgleitbewegung bzw. eine Rotation erlauben. Der prinzipielle Aufbau entspricht dem Standardoberflächenersatz. Durch eine spezielle Konstruktion des Kunststoffinlays und des Metallschildes auf der Femurrolle unterstützt die Prothese die Stabilität des Gelenkes. Die Indikation für die Verwendung teilgekoppelter Alloarthroplastiken sind vor allem ausgeprägte Kapsel-Band-Instabilität oder ein funktionsloses hinteres Kreuzband.

Bei der vollgekoppelten Endoprothese ist die Oberschenkel-Komponente durch einen Achsmechanismus mit der Tibia verbunden. Bei den modernen Systemen ist damit neben der Flexion und Extension auch eine leichte Rotation möglich. Ihr Nachteil besteht im relativ großen Knochenverlust bei der Implantation, so dass im Falle einer Revision große Knochendefekte auszugleichen sind. Die ausladenden Verankerungsteile sind bei diesem Prothesendesign jedoch zwingend erforderlich, um die auftretenden Kräfte gleichmäßig auf das umgebende Knochenlager übertragen zu können.

Differentialindikation für die unterschiedlichen Prothesentypen des Kniegelenkes (*Dt. Ärzteblatt, Heft 8, Febr.97*)

Schlittenprothese	Oberflächenersatz achsfreie Implantate	Scharnierprothese achsgekoppelte Impl.
Unikompartimentale Destruktion, keine wesentliche Achsabweichung, stabiler Kapsel-Band-Apparat, Beugedefizit unter 20°, kein Streckdefizit, vorwiegend medial betonte Arthrose, einseitige Femurkondylennekrosen, M.Ahlbäck	Stabile Seitenbandführung, intaktes hinteres Kreuzband, Achsfehlstellungen bis 25°, kein ausgeprägtes Genu recurvatum.	Keine langstielige ipsilaterale Hüftprothese, erhebliche knöcherne Substanzdefekte, ligamentäre Insuffizienzen, Achsabweichungen von mehr als 25°

Wenn aufgrund fehlender ligamentärer Stabilität mit einem teilgekoppelten Prothesenmodell keine ausreichende Luxationssicherheit herzustellen ist, kommen modifizierte Scharnier- oder Rotationsendoprothesen zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um teil- bis vollgekoppelte Implantate, die noch mindestens einen Freiheitsgrad zulassen und gegen Luxation gesichert sind. Die Ultima Ratio nach schweren Verlusten an Knochen und Weichteilen, wie sie zum Beispiel nach rezidivierenden Infekten entstehen, sind sogenannte „Salvage procedures“, bei denen erhebliche funktionelle Einbußen in Kauf genommen werden. Hier gilt die Schmerzfreiheit als vorrangig gegenüber der Beweglichkeit des Gelenkes. Für diese schweren Defektsituationen wurden im König-Ludwig-Haus in Zusammenarbeit mit der Firma Link individuell gefertigte zementfreie Schäfte und metaphysäre Ansatzstücke in Kombination mit einer modifizierten Rotationsendoprothese verwendet (sog. „Custom made“- Prothese). Arthrodesenprothesen, eine Weiterentwicklung des Arthrodesennagels, wurden bei fehlendem Streckapparat implantiert und zeichnen sich durch zementfrei verankerte, individuell gefertigte Schäfte die über ein Zwischenstück aneinander gekoppelt werden, aus. Eine individuelle Fertigung wird erforderlich, wenn an den Resten der Metaphyse keine tragfähigen Auflageflächen verbleiben und die Verankerung von Standard-Schäften in den gelenknahen Anteilen der Diaphyse nicht sicher erscheint (Gohlke et al., 1997).

Die Prothesenverankerung muss als Unterscheidungskriterium bei der Verwendung der unterschiedlichen Prothesentypen ebenfalls herangezogen werden. Die voll- oder teilgekoppelten Implantate werden nahezu alle mit Hilfe von Zement implantiert. Diskutiert wird dagegen noch über die beste Implantationsmethode der nichtgekoppelten Oberflächenprothesen. Aktuell liegt der Anteil der zementfrei verankerten Prothesen deutlich niedriger als der Anteil der zementierten Prothesen, da die Langzeitergebnisse der zementfrei verankerten Systeme nicht nachweislich besser waren (endoportal e.G, Berlin 2008). An der Tibia hat sich ein zementiertes Plateau als vorteilhaft erwiesen, da hier technisch keine press-fit-Verankerung möglich ist. Auch für den Patellarückflächenersatz hat sich dieses Vorgehen weitgehend durchgesetzt, da zementfreie Patellakomponenten mit metallischer Rückfläche zu erheblichen Früh- und Spätproblemen Anlass gaben.

Im Gegensatz dazu scheint für den Femur die zementfreie Implantation durchaus gerechtfertigt. Mittlerweile hat sich auch die Möglichkeit der Hybridversorgung etabliert, das heißt die Femurkomponente wird ohne Zement, die Tibiakomponente mit Zement eingesetzt. Der Knochenzement ist ein Zwei-Komponenten-Klebstoff, der innerhalb von 10 Minuten vollständig aushärtet. Dem Zement ist ein Antibiotikum beigemischt, um Infektionen vorzubeugen. Die zementfreien Prothesen weisen eine raue Metalloberfläche auf, in die der Knochen fest einwachsen kann.

Die unterschiedlichen Legierungen der Prothesenmodelle stellen ein weiteres Unterscheidungsmerkmal dar. Das Femurimplantat besteht aus speziellem Edelstahl (Chrom, Kobalt, Molybdän), der weitgehend eisen- und nickelfrei ist. Bei Allergien gegen einen dieser Stoffe können alternativ Prothesen aus einer Titan-Aluminium-Verbindung verwendet werden. Neuerdings werden auch Implantate mit einer extrem festen, noch glatteren Keramikbeschichtung implantiert.

Ein besonderes Problem stellt der Werkstoff Polyethylen dar, da er einem hohen Verschleiß, das heißt Abrieb, unterliegt. Mittlerweile bietet sich ein Tibiaplateau aus hoch vernetztem, sehr abriebfestem Polyethylen kombiniert mit einem Patellarückflächenersatz aus Polyethylen ohne Metalllager, als günstige Lösung an.

Die Suche nach biologisch verträglichen Materialien hat zu Beschichtungen auf Tantal-, Niob- und Zirkoniumoxidbasis geführt, deren Vorteil darin liegt, dass sie im Gegensatz zu den technischen Werkstoffen wie Titan, Aluminium usw. die spezifische Proteinadsorption an der Prothesenoberfläche unterstützen und einer Prothesenlockerung entgegenwirken (Gradinger et al, 2006).

Die neueste Entwicklung in der Knieendoprothetik führt zu der mobile-bearing-Knieprothese mit einem an die Oberfläche des Femurkondylus angepassten, mobilen PE-Einsatz. Dieser bewegt sich im Rahmen vorgegebener Limitierungen oder auch völlig uneingeschränkt auf dem Tibiaplateau. Die Kombination aus hoher Kontaktfläche im gesamten Bewegungsradius des Gelenkes und fehlender axialer Führung soll theoretisch den Abrieb des PEs verringern und die Belastung der Implantat-Knochen-Verankerung minimieren. Zum anderen gibt es die fixed-bearing-Knieprothese, bei der das PE-Inlay an der Tibiakomponente fixiert wird. Langzeiterfahrungen müssen noch abgewartet werden (*Bourne, 2000*).

Aufgrund des hohen Anteils an Frauen, die eine Knieendoprothese benötigen (66 %) wurde im Mai 2006 in den USA eine Knieprothese entwickelt, deren Femur-Anteil speziell für Frauen hergestellt wird. Diese ist insgesamt etwas schmaler als herkömmliche Prothesen und entspricht im Gesamtdesign mehr der weiblichen Anatomie und den biomechanischen Anforderungen beim weiblichen Geschlecht. Mittlerweile werden diese Prothesen auch in Deutschland eingesetzt. Langzeitergebnisse hierzu liegen noch nicht vor (*Kienapfel, 2007*).

Um eine Auswertung der Ergebnisse nach Revision, in Abhängigkeit vom implantierten Prothesenmodell, durchführen zu können wurde in der vorliegenden Arbeit nachfolgende Einteilung vorgenommen:

1. *Präoperativer Prothesentyp:* - unikondylär, unikompartimental (Patella, Schlitten, Tibiaplateau)
 - bikondylär (un- bzw. teilgekoppelt)
 - Schaftprothese (gekoppelt)
2. *Wechsel auf:*
 - Teilersatz: unikompartimental, unikondylär
 - Totalersatz: bikondylär ungekoppelter Gelenkflächenersatz (PFC, Microloc)
 - bikondylär teilgekoppelt (Modular, TC3)
 - gekoppelt mit langem Schaft, Scharnierendoprothesen (Blauth, Link)
 - individuell gefertigte Spezialanfertigungen (Blauth, Link)
 - Arthrodesenprothese

4. Patientengut und Methodik

In dieser retrospektiven Studie werden die Ergebnisse von 75 Knieendoprothesenwechseln in Abhängigkeit von den Knochendefekten dargestellt, die im Zeitraum von 1985-1996 am König-Ludwig-Haus Würzburg durchgeführt wurden.

Der Follow up beträgt im Durchschnitt 32,6 Monate (6 bis 120 Monate). Insgesamt wurden 93 Patienten (95 Kniegelenke) operiert, von denen 74 Patienten (75 Kniegelenke) klinisch und radiologisch nachuntersucht werden konnten. 8 Patienten waren verstorben und 11 Patienten konnten aufgrund der Entfernung, Multimorbidität oder neurologischer Problematik nicht zur Nachuntersuchung erscheinen. Der Ausgangsbefund wurde anhand des standardisierten Untersuchungsbogens und der präoperativ angefertigten Röntgenbilder erhoben und anhand der Parameter Weichteil- und Knochendefekte sowie Implantattyp analysiert.

58 Patienten (78 %) sind weiblich, der Altersdurchschnitt beträgt 71 Jahre (55-84 Jahre). 16 Patienten (22 %) sind männlich mit einem Altersdurchschnitt von 65 Jahren (52-78 Jahre), das heißt die männlichen Patienten sind im Schnitt 6 Jahre jünger als die weiblichen Patienten.

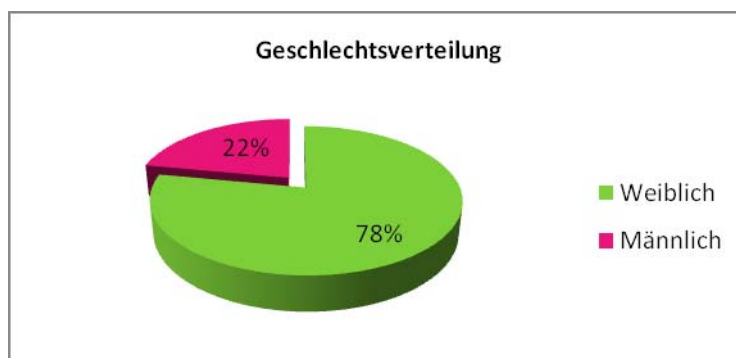


Abbildung 1: Geschlechtsverteilung im Patientengut

Bezüglich der Allgemeinerkrankungen finden sich folgende signifikanten Häufigkeiten: Diabetes mellitus liegt bei 15 Patienten (20 %) vor, 48 Patienten (64 %) geben kardiovaskuläre Probleme an, bei 20 Patienten (27 %) bestehen neurologische, endokrine oder andere internistische Erkrankungen. 35 Patienten (47 %) haben mehr als eine Allgemeinerkrankung und 12 Patienten (16 %) geben keine bekannte Grunderkrankung an.

Als Primärdiagnose vor der Erstimplantation liegen bei 58 Patienten (78 %) eine Varus- oder Valgusgonarthrose vor. 11 Patienten (15 %) leiden unter Rheumatoide Arthritis. Je 2 Patienten (3 %) geben eine Psoriasisarthritis oder Femurkondylennekrose an, bei einem Patienten (1 %) liegt primär ein Trauma vor.

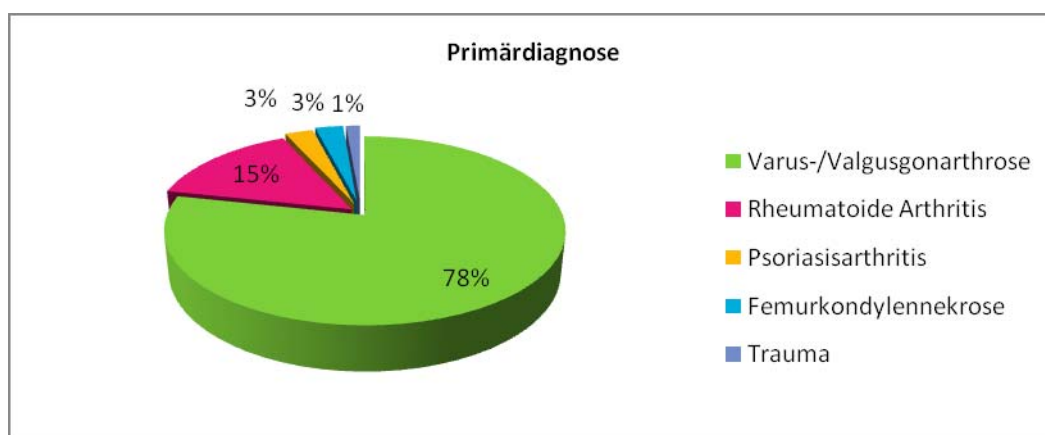


Abbildung 2: Diagnoseverteilung vor Erst-OP

Die Symptombdauer vor der Primär-OP betrug im Gesamtdurchschnitt 8,4 Jahre (min. 1 Jahr, max. 30 Jahre.)

Hinsichtlich der betroffenen Seite findet sich keine signifikante Häufung. Das linke Kniegelenk ist bei 43 Patienten (57 %) betroffen, das rechte Kniegelenk bei 32 Patienten (43 %).

42 der Primäroperationen (56 %) fanden in domo statt, bei 33 Patienten (44 %) war die Primäroperation nicht am König-Ludwig-Haus durchgeführt worden.

Insgesamt werden 90 Prothesenwechsel an 75 Kniegelenken durchgeführt, davon unterliegen 62 Kniegelenke (83 %) einem Wechsel, 11 Kniegelenke (15 %) müssen sich zwei Wechseloperationen unterziehen, an 2 Kniegelenken (3 %) finden insgesamt 3 Wechseloperationen statt.

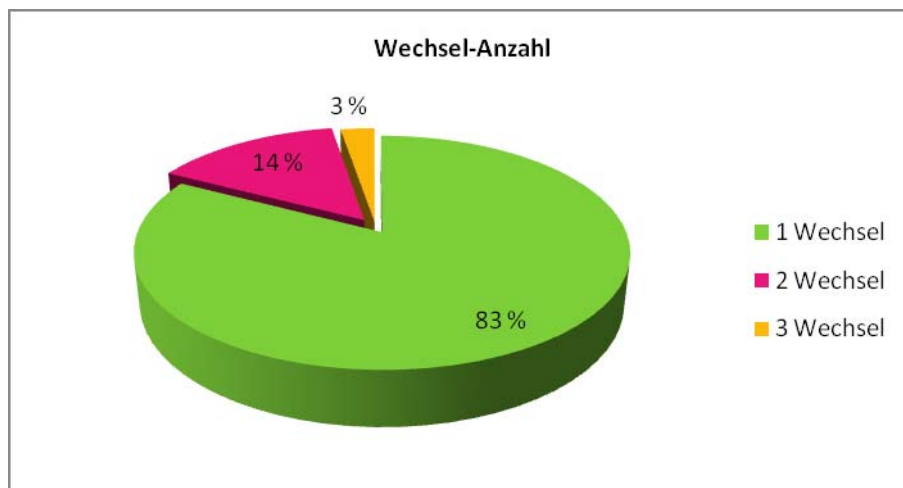


Abbildung 3: Anzahl der Wechsel pro Kniegelenk

Bei der Befragung werden im Evaluierungsbogen folgende Parameter erhoben:

Zur Überprüfung des Behandlungsergebnisses bezüglich der postoperativen Funktion, der Schmerzen und der resultierenden Aktivität, sowohl aus Patientensicht wie auch Untersuchereinschätzung (Arzt), erfolgt die Erstellung eines Fragebogens, der unter anderem Elemente des *Knee Society Clinical Rating System Score, KSS*, (Insall et al., 1989) enthält. Der *Knee Society Score* ist ein krankheitsspezifisches Instrument in das Befunde aus der körperlichen Untersuchung durch den Arzt und die Patienteneinschätzung zu Schmerz und Funktionalität eingehen. Es ist der einzige Score der die Funktion des Gelenkes und die Alltagstauglichkeit für den Patienten getrennt bewertet, zum einen im *Knee Score (KS)* durch Frage nach der Schmerzstärke (Keine = 50 Punkte, starke Schmerzen = 0 Punkte), zum anderen im *Function Score (FS)*, der die Geh- und Stehfähigkeit (unbegrenzt = 50 Punkte, Geh- und Stehufähigkeit = 0 Punkte) sowie das Treppensteigen (Normal auf und ab = 50 Punkte, Treppensteigen nicht möglich = 0 Punkte) beurteilt. Die maximal mögliche Punktzahl im FS = 100.

Zusätzlich wird vom Untersucher (Arzt) eine *objektive Note* bezogen auf das Behandlungsergebnis gegeben.

Die Bewegungsausmaße werden nach der *Neutral-Null-Methode* festgehalten. Das Ausmaß der Gelenkbeweglichkeit wird von einer definierten Nullstellung aus gemessen. Diese entspricht der anatomischen Normalstellung entsprechend dem aufrechten, geraden Stand mit hängenden Armen. Das physiologische Bewegungsausmaß am Kniegelenk beträgt Extension-Flexion: 5°/0°/140°. Die *Neutral-Null-Methode* wird aktiv vom Patienten und passiv durch den Untersucher ausgeführt.

Ergänzend werden Teile des *BOA knee function assesment chart* (s. unten) erhoben. Dieser gibt Daten über das Gangbild (flüssig, auffällig- leichte Schwunglimitierung, hinkend- geringer Schwung, stark hinkend, kein Schwung), die Art der Gehilfe (keine, Stock, Gehstütze, Rollstuhl), sowie die Instabilität des Kniegelenkes, unabhängig von der Gelenkstellung, wieder.

Die *Schmerzstärke* wird anhand mehrerer Parameter evaluiert. Dazu werden zusätzlich zum *Knee Score* (maximal 50 Punkte), der *HSS Score* (Schmerzen bei Belastung oder in Ruhe: keine = 0 bis starke = 3) und die *visuelle Analogskala* (0 = kein Schmerz, 100 = stärkste Schmerzen) herangezogen. Zudem sollten die Patienten eine *subjektive Note* des Behandlungsergebnisses vergeben (1 = sehr gut bis 6 = ungenügend) und wurden nach ihrer *Bereitschaft zu einer Wiederholungsoperation* (Ja oder Nein) gefragt.

Unter Anwendung des *Insall Score* werden die Patienten, je nach Befallsmuster der anderen Gelenke, in Kategorien A bis C unterteilt. Somit handelt es sich bei 34 Patienten (46 %) um die Kategorie A, das heißt es liegt ein unilateraler oder bilateraler Befall mit erfolgreicher OP der Gegenseite vor. Bei 25 Patienten (34 %) besteht Kategorie B, dies entspricht einem unilateralen Befall mit Beschwerden der Gegenseite. Bei 15 Patienten (20 %) besteht ein multipler Gelenkbefall oder ein stark reduzierter Allgemeinzustand entsprechend Kategorie C.

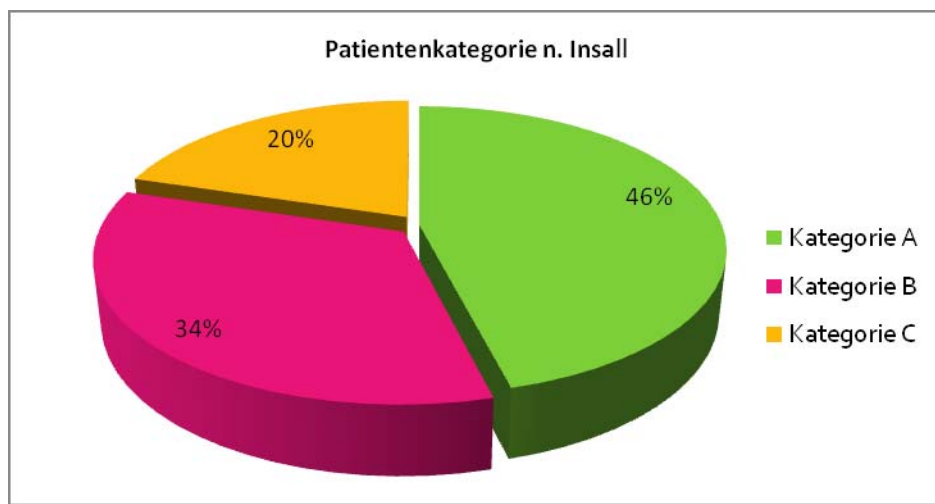


Abbildung 4: Patientenkategorie nach Insall – Häufigkeit

BOA knee function assesment chart:

Der BOA knee function assesment chart gibt noch spezifischer die Beteiligung der anderen Gelenke wieder (ipsi/contralateral: Hüfte/Sprunggelenk/ob. Extremität /Knie; normal/symptomatisch/Gelenkersatz/versteift).

Bei der klinischen Untersuchung geben 50 Patienten (67 %) einen normalen Zustand der anderen Gelenke an.

Die ipsilaterale Hüfte ist bei 18 Patienten (24 %) symptomatisch, 4 Patienten (6 %) haben einen Gelenkersatz. Beim ipsilateralen Sprunggelenk klagen 16 Patienten (22 %) über Beschwerden, 2 Sprunggelenke (3 %) sind versteift. Für die obere Extremität ipsilateral geben 22 Patienten (16 %) Beschwerden an, 2 Patienten (3 %) haben einen Gelenkersatz und bei 2 Patienten (3 %) sind die Schultergelenke versteift.

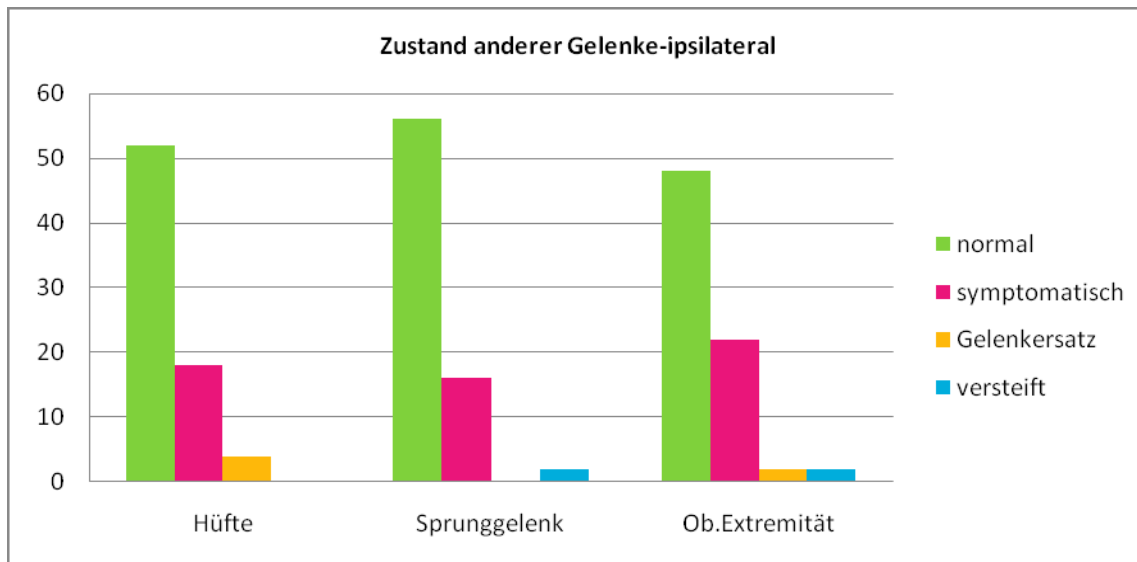


Abbildung 5: Zustand anderer Gelenke, ipsilateral

24 Patienten (32 %) geben kontralaterale Kniegelenkbeschwerden an. 23 Kniegelenke (31 %) sind bereits mit einem Gelenkersatz versorgt, 3 Kniegelenke (4 %) sind versteift. Das kontralaterale Sprunggelenk ist bei 17 Patienten (23 %) symptomatisch, 3 Sprunggelenke (4 %) sind versteift. Hinsichtlich der oberen Extremität geben kontralateral 24 Patienten (32 %) symptomatische Beschwerden an, bei 2 Patienten (3 %) besteht ein Gelenkersatz.

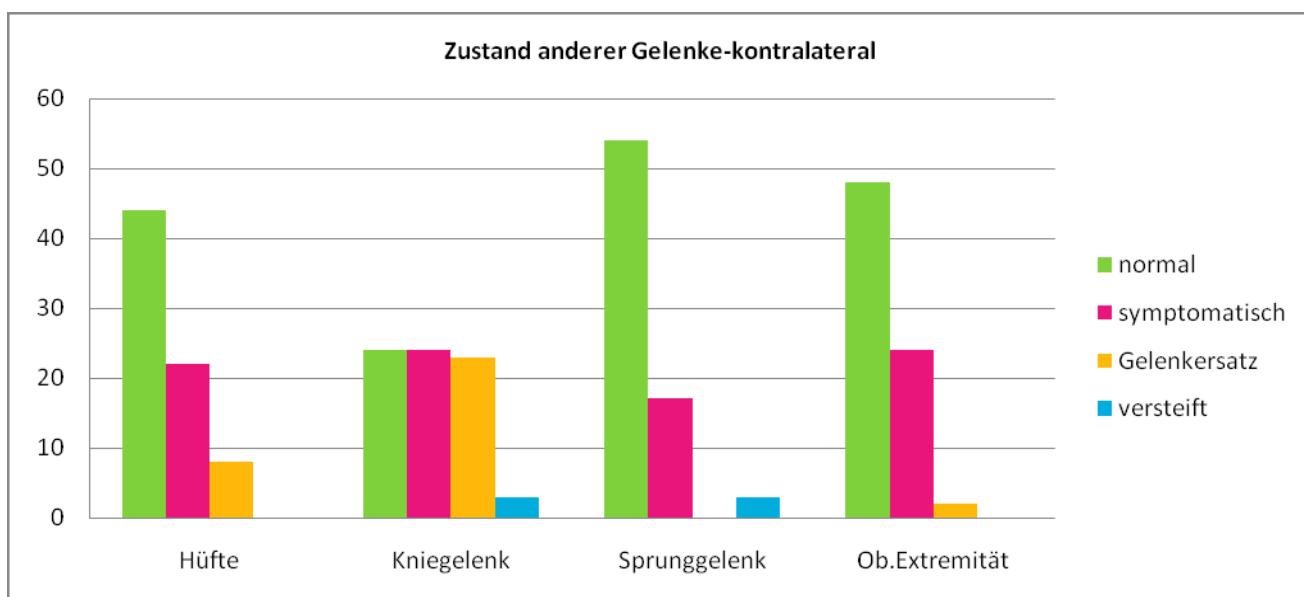


Abbildung 6: Zustand anderer Gelenke, kontralateral

Der Zustand der Wirbelsäule im vorliegenden Patientengut wird in folgender Form erhoben: asymptomatisch, symptomatisch ohne Limitierung, symptomatisch mit Limitierung oder hochgradige Funktionseinschränkung.

Bezogen auf die Wirbelsäule sind 32 Patienten (43 %) beschwerdefrei. 27 Patienten (37 %) haben Symptome, jedoch keine Einschränkung der Beweglichkeit, 12 Patienten (16 %) geben Beschwerden mit Limitierung der Beweglichkeit an, bei 3 Patienten (4 %) besteht eine hochgradige Funktionseinschränkung.

Auch der *Analgetika-Konsum* ist ein wichtiger Parameter zur Beurteilung des Behandlungserfolgs. Es wird zwischen der Schmerzmitteleinnahme aufgrund der Schmerzen im betroffenen Kniegelenk und der Einnahme wegen anderer Gründe (nie, gelegentlich, 1 bis 3 Mal/d, >3 Mal/d) unterschieden.

Die Patienten werden befragt ob, und wenn ja weshalb und wie häufig, sie Schmerzmittel einnehmen müssen. 33 Patienten (44 %) geben an keine Analgetika zu benötigen. 42 Patienten (56 %) sind auf schmerzstillende Medikamente angewiesen.

17 Patienten (40 %) nehmen keine Schmerzmittel wegen des Kniegelenkes ein, 14 Patienten (33 %) tun dies bei Bedarf und 11 Patienten (15 %) nehmen 1 bis 3 Mal täglich Schmerzmedikamente wegen des Kniegelenkes ein. Mehr als dreimal täglich benötigt kein Patient Schmerzmittel.

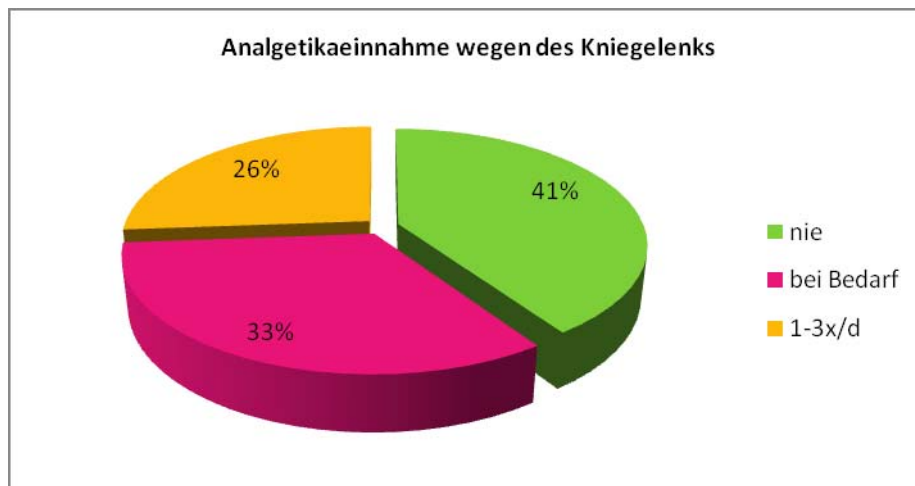


Abbildung 7: Analgetikabedarf postoperativ

Aufgrund anderer Ursachen sind 9 Patienten (21 %) gelegentlich auf die Einnahme von Schmerzmitteln angewiesen, 13 Patienten (31 %) nehmen 1 bis 3 Mal täglich Analgetika unabhängig vom Kniegelenk ein und ein Patient (2 %) ist häufiger als dreimal täglich auf Analgesie angewiesen.

Es erfolgt die Dokumentation möglicher intra- und postoperativer *Komplikationen* oder vorliegender Beschwerden. Diese werden in Früh- (bis 6 Wochen post-OP) und Spätinfektion (> 6 Wochen post-OP), Lockerung, Probleme mit dem Bandapparat, Patellabeschwerden, eingeschränkte Beweglichkeit, Thrombose und Sonstige (Wetterfühligkeit, Einklemmung, Psyche und Druckschmerz) unterteilt.

Aufgrund der Prothesenvielfalt und der Variabilität der Ausgangssituation ist es nicht möglich die bekannten statistischen Auswertungen anzuwenden.

Daher erfolgt die Einteilung des Patientengutes unter Einbeziehung der *AORI-Klassifikation* nach den Defekten des knöchernen Lagers (*Anderson Orthopaedic Research Institute, Engh 1997; s. S. 16*). Diese ermöglicht, nach eigener Modifikation, die Unterteilung des Patientengutes in Grad 1- bis Grad 4-Knochendefekte, sodass die Ergebnisse der einzelnen Patientengruppen bezüglich *Function Score* und *Prothesen-Typ* miteinander zu vergleichen sind. Die Klassifikation der implantierten Prothesenmodelle (s. S. 7) dient ebenso der besseren Auswertbarkeit der Ergebnisse. Einen besonderen Stellenwert nimmt die Gruppe der Grad-4-Defekte ein, da sie die höchsten Ansprüche an den Operateur stellt.

Ein Grad-1-Knochendefekt entspricht einem unikondylärem Defekt. Beim Grad-2-Knochendefekt besteht eine bikondyläre Schädigung mit partiellen Defekten der Metaphyse, diese sind durch Resektion ausgleichbar. Grad-3-Knochendefekte sind charakterisiert durch weitgehenden Verlust der Metaphyse und starke Schädigung der Femurkomponente mit Ablösung des Bandapparates. Bei den Grad-4-Knochendefekten bestehen zusätzlich mechanisch relevante Schädigungen der Diaphyse, die eine weite diaphysäre Verankerung erforderlich machen.

Als präoperativer Prothesentyp liegen im Gesamtkollektiv (n=75) 26 unikondyläre Implantate (34 %) vor. In 38 Fällen (51 %) sind bikondyläre, un- beziehungsweise teilgekoppelte Prothesen zu wechseln. In 11 Fällen (15 %) sind gekoppelte, ausgelockerte Scharnierprothesen betroffen.

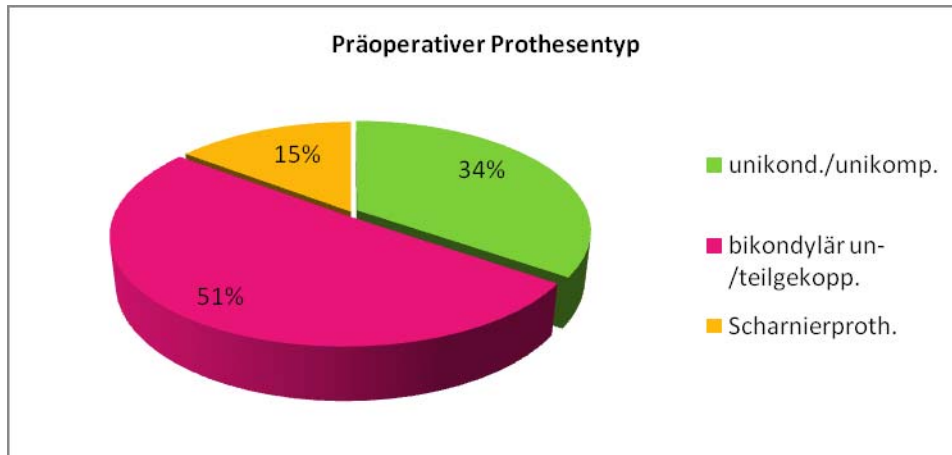


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung präoperativer Prothesentyp

Bezugnehmend auf den *Knochendefekt* handelt es sich bei 26 Kniegelenken (35 %) um Grad 1-Defekte, das heißt eine unikondyläre Schädigung. Bei 12 Kniegelenken (16 %) liegen Grad 2-Defekte vor, mit partieller, bikondylärer Schädigung der Metaphyse. In 26 Fällen (35 %) liegen Grad 3-Defekte vor, mit weitgehender Zerstörung der Metaphyse und in 11 Fällen (14 %) handelt es sich um Grad 4-Defekte mit Verlust der Meta- und Diaphyse.

Defekte des knöchernen Lagers	unikondylär geschädigt	Metaphyse bikondylär (partiell) betroffen	Metaphyse weitgehend zerstört	Meta- und Diaphyse defekt
Modifiz. AORI-Klassifikation	1.Grad	2.Grad	3.Grad	4.Grad
Anzahl, (Anteil am gesamten, untersuchten Kollektiv)	n = 26 (35 %)	n = 12 (16 %)	n = 26 (35 %)	n = 11 (14 %)

Tabelle 1: Knochendefekte bei Kniegelenksendoprothesenwechseln von 1985 – 1996

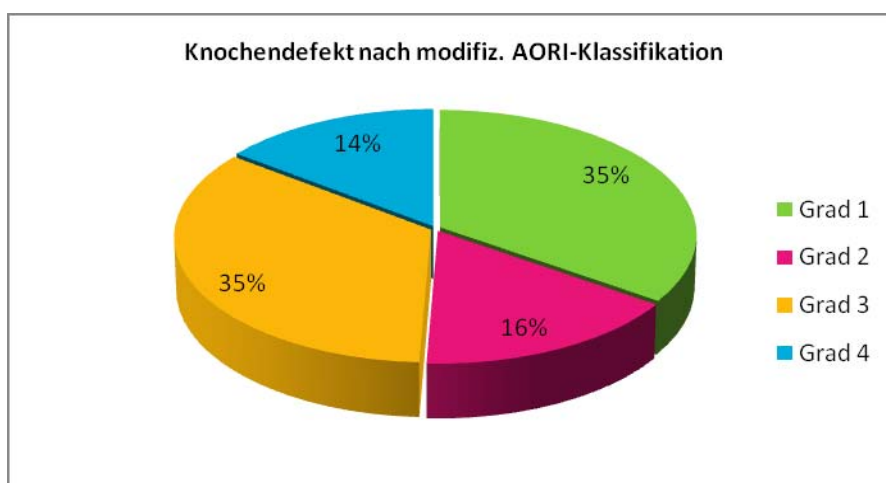


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der Knochendefekte

Die *Indikation zur Revision* wird bei 49 Kniegelenken (65 %) aufgrund einer aseptischen Lockerung gestellt. Bei 10 Kniegelenken (13 %) bestehen Patellaprobleme, 8 Kniegelenke (11 %) sind chronisch infiziert. In 4 Fällen (5%) liegt eine schwere Instabilität vor, bei 3 Kniegelenken besteht eine zunehmende Einsteifung und eine Revision (1 %) erfolgt aufgrund eines Traumas.

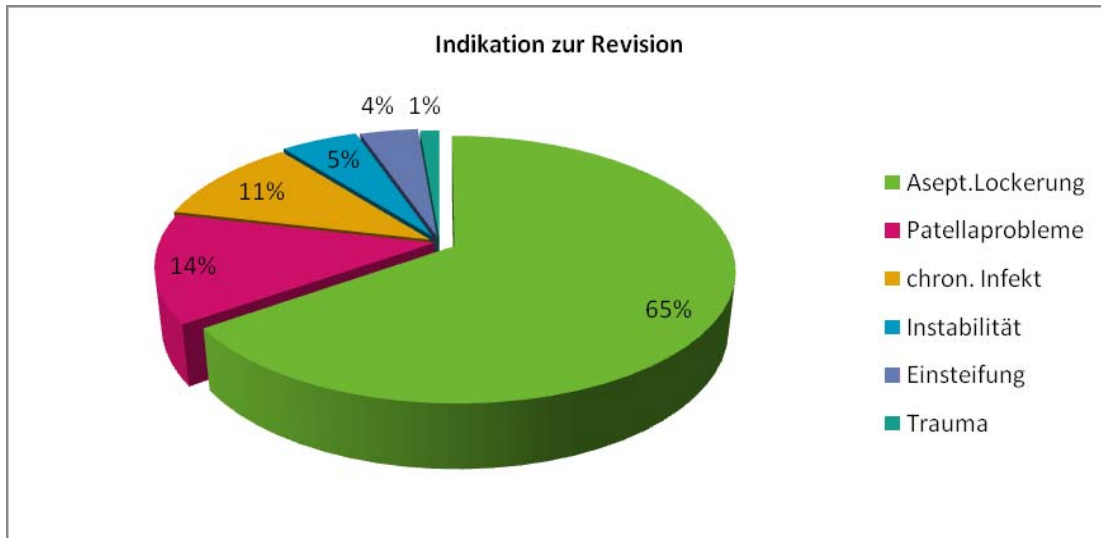


Abbildung 10: Ursachen für die Revision

32 Patienten (43%) geben eine *Voroperation* am betroffenen Kniegelenk an. Von diesen hatten 19 Patienten (59 %) mehr als eine Voroperation und 13 Patienten (41 %) eine Voroperation. Es waren in erster Linie Arthroskopien mit Knorpelshaving und/oder Menishektomie, Synovektomien und Umstellungsosteotomien durchgeführt worden. Es werden die postoperativen Komplikationen und Probleme in Abhängigkeit von den Voroperationen untersucht.

Der Prothesenwechsel erfolgt bei 11 Kniegelenken (15 %) auf unikondyläre oder unikompartimentale Implantate (Patella oder Schlitten), 23 Kniegelenke (31 %) erhalten bikondyläre, ungekoppelte Implantate (PFC oder Microloc). In 13 Fällen (17 %) wird auf ein bikondylär-teilgekoppeltes Prothesensystem gewechselt (TC3 oder Modular), in 26 (34 %) Fällen auf ein gekoppeltes System mit langem Schaft (Blauth oder Link und deren Sonderanfertigungen). Bei 2 Kniegelenken (3 %) wird eine Arthrodesenprothese implantiert.

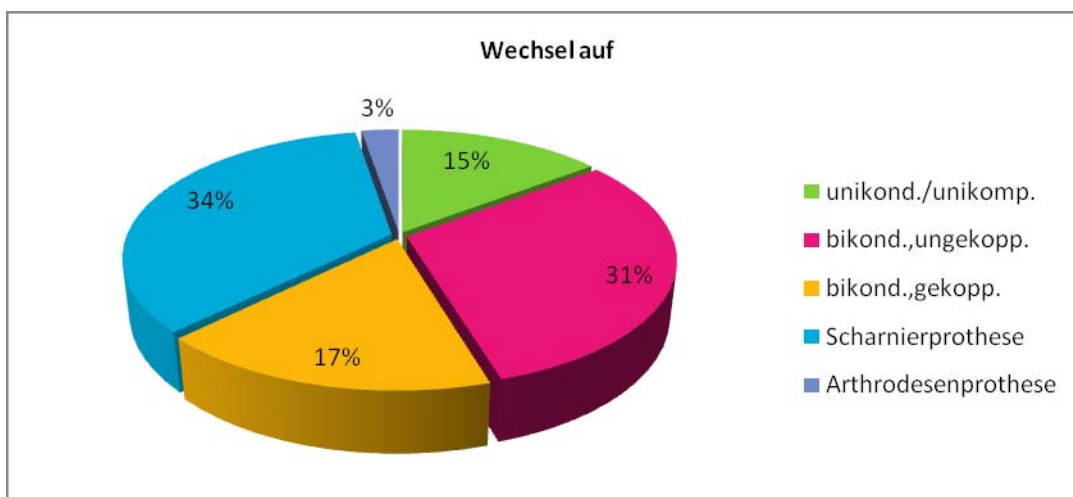


Abbildung 11: Häufigkeit der Wechselmodelle

Die radiologische postoperative Beurteilung erfolgt anhand von Röntgenbildern, angefertigt am Untersuchungstag, in anterior-posterior Bildgebung bei gestrecktem Knie sowie in lateraler Projektion bei 30° Beugung des Kniegelenkes. Zur Beurteilung der Achsabweichung erfolgt eine Ganzbeinstandaufnahme.

Orientierend wird das *Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System* angewendet, welches entwickelt wurde um einheitliche radiologische Kriterien über Kniegelenktotalendoprothesen definieren zu können (Ewald et al., 1989)

Die Auswertung der Röntgenbilder konzentriert sich auf die Kriterien *Prothesensitz und Veränderungen an den Grenzflächen*, sowie die *Charakterisierung von Knochenumbauvorgängen*. Der Wiederaufbau des knöchernen Lagers wird dokumentiert (Ja oder Nein). Wenn Ja, wird der Knochen nach Inkorporation, erkennbarem Umbau, indifferenter Knochensituation, Höhenminderung oder vollständiger Lyse beurteilt. Die Kortikalis der Diaphyse wird hinsichtlich des Abbaus oder der Dickenzunahme bei den Grad 4-Defekten radiologisch analysiert. Die Verwendung von Knochen- und wenn Ja, die Art des verwendeten Knochens (auto-/homo-/auto und homolog), wird festgehalten.

Knochentransplantate	Vorteile	Nachteile
Autolog	- vollständige Kompatibilität - osteoinduktiv und –konduktiv - vollständiger Umbau	- verfügbare Menge limitiert - Morbidität der Entnahmestelle z.B. bei Beckenkammernahme
Homolog	- Verfügbarkeit unbegrenzt - mechan. Stabilität wählbar - wenig osteoinduktiv, gemahlener Knochen osteokonduktiv	- Infektionsgefahr - Abstoßungsreaktion - unvollständiger Umbau - Preis

Tabelle 2: Eigenschaften von Knochentransplantaten

Autologes Transplantatmaterial bedeutet Empfänger und Spender sind identisch. Dieses Material steht jedoch intraoperativ nur in geringen Mengen zur Verfügung, was im Allgemeinen für die ausreichende Versorgung von Grad-4-Knochendefekten nicht ausreichend ist. Daher wird zur Rekonstruktion des knöchernen Lagers in der Regel Fremdknochen, d.h. homologer Knochen verwendet, der als sogenanntes strukturelles Transplantat (langstreckige Kortikalisspäne, kortikospongiöse Blöcke oder vollständige Teile von Femur oder Tibia) oder gemahlen angelagert wird. Als Knochenersatz werden mittlerweile biotolerante, bioinerte (z.B. aus Titan, Carbonfaser, Keramik) oder bioaktive (z.B. Tricalciumphosphat, TCP) verwendet. Ebenso wird die Versetzung des Knochens mit Knochenersatzmaterialien aus pulverisiertem, tierisch oder synthetisch gewonnenem Hydroxylapatit als Ersatzstoff propagiert. (Whiteside et al., 1997)

Nach den Operationsberichten wurde in unserem Patientengut 30 Mal (40 %) kein Knochen zum Aufbau des knöchernen Lagers benötigt, bei 24 Kniegelenken (32 %) wurde autologes Transplantat verwendet. Homologes Knochentransplantat kam in 10 Fällen (13 %) zum Einsatz und die Kombination aus auto-homologem Transplantat wurde bei 11 Kniegelenken (15 %) angewandt. Die Grad-4-KD wurden unter zusätzlicher Anlagerung von homologem, gemahlenem Knochen rekonstruiert.

Der *Transplantatumbau*, der *Implantatsitz* und der *Sitz der Patella* (medial oder lateral, superior oder inferior) werden dokumentiert, ebenso das *Spongiosa- Remodelling* (Ja oder Nein). Die *Sockelbildung* und eine mögliche *Einsinterung* werden mit Ja oder Nein beurteilt.

Abbildung 12: Einteilung der Knochendefekte nach Gohlke, 2001

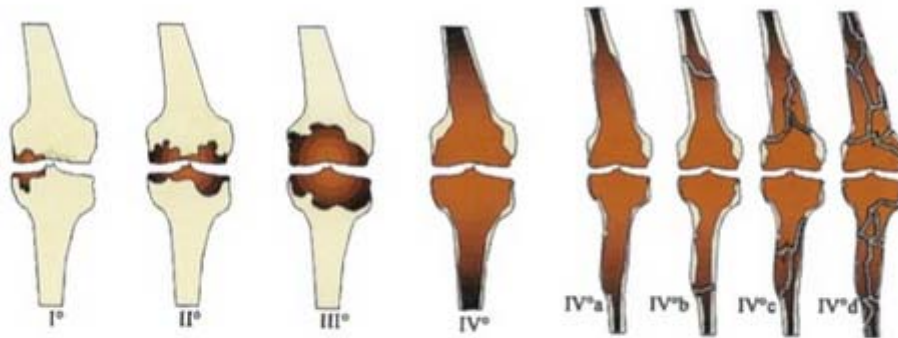


Abb.1: Modifizierte AORI-Klassifikation von Knochendefekten.

Die ursprüngliche Einteilung beinhaltet nur I°-III°, wobei IIIa° und IIIb° uni- bzw. bilateralen Verlüsten entsprechen.

Als I° werden in der vorliegenden Arbeit nur unilaterale, voll ausgleichbare Defekte mit stabilen Randzonen bezeichnet. Da die Intaktheit der Diaphyse für die Verankerung des Schaftes von erheblicher Bedeutung ist, wurde der AORI-Klassifikation ein Typ IV° hinzugefügt.

I°: unicompartimentaler Knochendefekt (Ausgleich immer durch Resektion oder anfallenden, autologen Knochen möglich.)

II°: bikondyläre Schädigung des knöchernen Lagers, wobei die Metaphyse nur partielle Defekte aufweist. T (=Tibia)-II°: Restknochen auf oder unter Niveau der Fibulaspitze.

III°: weitgehende Zerstörung der Metaphyse. Am Femur bestehen eine nahezu vollständige Aushöhlung oder durchgehende, segmentale Defekte, die zu einer Ablösung mindestens eines Seitenbandes führen. An der Tibia liegt die verbleibende Gelenklinie deutlich unterhalb des Fibulaköpfchens. Segmentale Defekte und die Aushöhlung lassen keine Abstützung an den kortikalen Randzonen mehr zu.

IV°: zusätzliche, mechanisch relevante Schädigung der angrenzenden Diaphyse.

IV°a: Aushöhlung und Verdünnung der Corticalis um mehr als 1/3 der ursprünglichen Dicke

IV°b: Querverlaufende oder Ermüdungsbruch in einer Etage

IV°c: Fragmentierung oder mechanisch instabile Ausdünnung der Corticalis mit einer Ausdehnung von mehr als 5 cm. Zur Verankerung der Diaphyse verbleibt jedoch mindestens eine Reststrecke von 4 cm.

IV°d: Irreparable, vollständige Zerstörung der Diaphysen von Femur oder Tibia, die einen kompletten endoprothetischen Ersatz (z.B. mit einer Tumorprothese) oder ein massives, strukturelles Transplantat (Allograft) erfordert.

5. Ergebnisse

5.1. Klinische Ergebnisse

5.1.1. Voroperationen und Verlauf

Im gesamten Patientengut (n=75) waren 32 Kniegelenke (43 %) zunächst gelenkerhaltend voroperiert, im Sinne einer Arthroskopie (mit der erforderlichen Therapie wie Knorpelshaving, Meniskektomie oder Synovektomie), suprakondylärer Osteotomie oder Tibiaosteotomie. Von diesen 32 Kniegelenken hatten 8 Kniegelenke (25 %) eine Voroperation erhalten, 24 Kniegelenke (75 %) waren mehr als einmal voroperiert.

Bezüglich des Einflusses der Voroperationen am revidierten Kniegelenk ergibt sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der postoperativen Komplikationsrate. Es treten in beiden Patientengruppen gleich häufig, das heißt bei 40 % postoperativ Probleme auf.

Der Operationserfolg der 32 voroperierten Patienten (43 %) wird von diesen mit der Schulnote 2,1 („Gut“) bewertet. Das nicht voroperierte Patientengut bewertet das Operationsergebnis mit der Schulnote 3,3 („Befriedigend“). Ein Grund für die gute Bewertung der ersten Gruppe sehen wir in dem postoperativ hohen Function Score, der im Patientengut der voroperierten Patienten 72 beträgt. Im Vergleich dazu erreichen die Patienten ohne Voroperation einen Function Score von 55.

In der Skala der Schmerzstärke nach Insall geben beide Patientengruppen die Schmerzstärke mit 36 an (50=kein Schmerz, 0=stärkste Schmerzen).

Hinterfragt wird dann die Bereitschaft zu einer Wiederholungsoperation der voroperierten 32 Patienten. Hier würden sich 5 Patienten (16 %) nicht einer erneuten Operation unterziehen. In der Gruppe der 43 Patienten ohne Voroperation sind 6 Patienten (14 %) nicht zu einer Re-OP bereit. Dieses Ergebnis lässt keine Rückschlüsse auf den Einfluss der Voroperationen im Hinblick auf das Outcome zu. Es lässt sich schlussfolgern, dass Voroperationen in Form von gelenkerhaltenden Maßnahmen wie suprakondyläre Osteotomie, Tibiaosteotomie oder Arthroskopie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf den weiteren Verlauf hinsichtlich der Patientenzufriedenheit haben.

Insgesamt zeigt sich, dass der Function Score der bereits voroperierten Patienten im Vergleich zu den Patienten ohne Voroperation signifikant besser ist. Dieses Ergebnis hat jedoch in der Literatur keinen Stellenwert und muss aufgrund der niedrigen Fallzahl vorerst ohne Wertung bleiben.

5.1.2. Funktion nach Knie-Endoprothesenwechsel

Die postoperative Funktion des Kniegelenkes wird mit Hilfe des *Knee Society Score (KSS)* (max. 100 Punkte, aus Summe von Funktion Gehen und Stehen (max. 50 P.) und Funktion Treppensteigen (max. 50 P.)) bestimmt. Es erfolgt eine Auswertung der Parameter Function Score, Schulnote und Prothesentyp.

5.1.2.1. Function Score und Schulnote

Die Note 1 („Sehr gut“) wird im gesamten Patientengut (n = 75) 28 Mal (37 %) gegeben. Der Function Score beträgt hier 77. 23 Patienten (31%) bewerten den OP-Erfolg mit der Note 2 („Gut“). Hier liegt der Function Score bei 62. 16 Patienten (21%) finden den Operationserfolg befriedigend (Note 3), bei einem Function Score von 55. 6 Patienten (8%) geben die Note 4 („Ausreichend“), mit einem Function Score von 28.

Nur 2 Patienten (3 %) werten den Operationserfolg mit Note 5 („Mangelhaft“). Hier besteht eine große Diskrepanz zwischen der Note die vergeben wird und dem hohen Function Score von 57 der beiden Patienten.

Beide Patienten geben starke Schmerzen in Ruhe und bei Belastung an, sie bewerten auch die Schmerzstärke im Insall Score mit 0, was stärksten Schmerzen entspricht; eine langjährig bestehende psychosomatische Grunderkrankung kann bei beiden Patienten in der Anamnese erhoben werden.

5.1.2.2. Gegenüberstellung Einschätzung subjektiv Patient/objektiv Untersucher

Um einen möglichst objektiven Eindruck über den Operationserfolg zu erhalten, werden die neutralen Untersucher (Ärzte) gebeten das Operationsergebn nach Schulnoten (1 bis 6) zu bewerten. Von diesen werden 30 Kniegelenke (40 %) mit „Sehr gut“ eingestuft. 25 Kniegelenke (33 %) erhalten die Note „Gut“, 16 Kniegelenke (21 %) erhalten die Note „Befriedigend“. Nur 4 Kniegelenke (5 %) werden von den Untersuchern mit „Ausreichend“ bewertet. 2 Patienten (3 %) erhalten die Note „Mangelhaft“; diese zwei Patienten sind nicht identisch mit den Patienten, die ihren Operationserfolg mit „Mangelhaft“ bewertet haben.

In den anderen Fällen korreliert die Einschätzung des Untersuchers (Arzt), bezogen auf den Operationserfolg, weitgehend mit der subjektiven Patientenwertung.

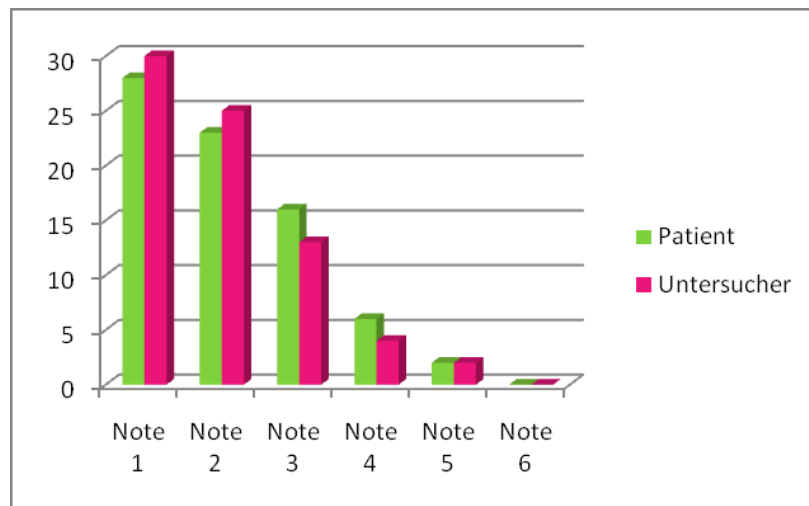


Abb. 13: Gegenüberstellung Operationserfolg Patient/Untersucher

Zusätzlich beurteilen die Untersucher die Beeinträchtigung des Patienten durch das operierte Kniegelenk. Aus deren Sicht sind postoperativ 46 Patienten (61 %) nicht, 14 Patienten (19 %) teilweise und 12 Patienten (16 %) vor allem durch das operierte Kniegelenk eingeschränkt. Bei 2 Patienten (3 %) besteht die körperliche Beeinträchtigung ausschließlich durch das betroffene Kniegelenk. Diese beiden Patienten erhielten eine Arthrodesenprothese. Bei dieser Fragestellung ist der hohe Anteil an multimorbiden Patienten nicht zu vernachlässigen, das heißt bei 33 Patienten (45 %) ist die Gehfähigkeit zusätzlich durch Beschwerden des gegenseitigen Kniegelenkes oder benachbarter Gelenke beeinträchtigt.

5.1.2.3. Patientenzufriedenheit und Re-OP

Zur Evaluation der Patientenzufriedenheit werden diese nach ihrer Bereitschaft zu einer Wiederholungsoperation gefragt und gebeten eine Schulnote von „Sehr gut“ bis „Ungenügend“, bezogen auf den Operationserfolg, zu vergeben.

62 Patienten (84 %) geben an, dass sie sich einer Wiederholungsoperation unterziehen würden (Gruppe 1). In diese Gruppe sind 11 Patienten (18 %) mit Grad-4-Knochendefekt eingeschlossen, die zusätzlich als eigenständige Untergruppe bewertet werden.

12 Patienten (16 %) verneinen die Frage nach einer Re-OP. (Gruppe 2)

Desweiteren werden alle drei Gruppen nach der postoperativen Schmerzstärke in Anlehnung an den Insall Score gefragt (50 = kein Schmerz, 0 = stärkste Schmerzen).

Der Function Score wird dem Untersuchungsbogen entnommen und für jede der 3 Patientengruppen (Re-OP Ja mit Grad-4-KD; Re-OP Ja, Grad-4-KD als Untergruppe; Re-OP Nein) getrennt gemittelt.

	Gruppe 1 Re-OP: Ja	Gruppe 1 Re-OP: Ja Grad 4-KD	Gruppe 2 Re-OP: Nein
	62 Pat., 84 %	11 Pat., 18 %	12 Pat., 16 %
Notendurchschnitt in Bezug auf Frage der Re-OP: (1 = Sehr gut, 2 = Gut, 3 = Befriedigend, 4 = Ausreichend, 5 = Mangelhaft, 6 = Ungenügend)	1,9	2,3	3,3
Function Score (max. Punktzahl = 100)	65	39	56
Schmerz nach Insall Score (50 = kein Schmerz, 0 = stärkste Schmerzen)	39	34	27

Tabelle 3: Wiederholungs-OP Ja oder Nein

Für die Patienten mit Bereitschaft zu einer Wiederholungsoperation ergibt sich ein Notendurchschnitt von 1,9 für den OP-Erfolg. Die Gruppe der Grad-4-Knochendefekte ist darin eingeschlossen, diese 11 Patienten (18 %) alleine vergeben für die Operation im Mittel die Note 2,3. Die Patientengruppe, die eine Re-OP ablehnt bewertet den Operationserfolg nur mit 3,3 und somit deutlich schlechter, als die Patienten der Gruppe 1 und auch eine Note schlechter als die Gruppe der Grad-4-Knochendefekte alleine.

Der Function Score der Gruppe 1 beträgt im Mittel 65 und hebt sich nicht wesentlich vom Function Score der Gruppe 2 ab. Die Patienten mit Grad-4-Defekt haben mit 39 den deutlich schlechtesten Function Score. In diesem Patientengut sind jedoch alle Patienten zu einer Wiederholungsoperation bereit. Daher lässt sich folgern, dass der postoperativ erreichte Function Score bei dieser Fragestellung nicht das entscheidende Kriterium für die subjektive Beurteilung des Operationserfolges ist.

Der Parameter der Schmerzstärke nach dem Insall Score beträgt in Gruppe 1 durchschnittlich 39. Hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, die die mittlere Schmerzstärke mit 27 angibt und sich keiner Wiederholungsoperation unterziehen würde. Die Grad-4-Defekte geben eine Schmerzstärke von 34 an. Hieraus lässt sich schließen, dass der postoperative Schmerz das entscheidende Kriterium bei der Frage nach einer Re-OP ist. Dies spiegelt sich auch in der Benotung des Operationserfolges (s. Tabelle 3) wieder. Der Notendurchschnitt der Gruppe 2 ist signifikant schlechter, als der Notendurchschnitt der Gruppe 1.

Die gute Bewertung durch die Gruppe der Grad-4-Defekte resultiert unseres Erachtens aus der langen Krankheitsvorgeschichte dieser Patienten und der damit verbundenen niedrigen Erwartungshaltung an die erfolgte Revision. Dieses Patientengut ist vor allem durch die geringeren Schmerzen im Vergleich zum Vorbefund so zufrieden, dass die Bewertung des Operationserfolges bei den Patienten mit Grad-4- Knochendefekt, im Vergleich mit den anderen Patientengruppen, sehr gut ausfällt.

Das Ergebnis dieser Fragestellung zeigt, dass auch Grad-4-Knochendefekte hinsichtlich der Parameter Schmerz und subjektiver Einschätzung des Operationsergebnisses durch den Patienten mit gutem Erfolg zu operieren sind.

Die Entscheidung für oder gegen eine Wiederholungsoperation, sowie die Notengebung der Patienten war vom verwendeten Prothesentyp unabhängig. Es findet sich keine auffällige Häufung eines Prothesenmodells in einer der Gruppen 1 oder 2. Jeder Prothesentyp ist in jeder Gruppe nahezu gleich häufig vertreten.

5.1.3. Postoperative Schmerzen

Die Bestimmung der Schmerzausprägung erfolgt unter anderem anhand der *visuellen Analogskala* (0 = kein Schmerz, 100 = max. Schmerz). Dabei ordnen 38 Patienten (51 %) ihre Schmerzstärke zwischen 0 bis 25 ein, hier besteht vor allem „Wetterfühligkeit“. 21 Patienten (28 %) finden sich im Bereich zwischen 26 bis 50 wieder. 13 Patienten (17 %) geben eine Schmerzstärke von 51 bis 75 an, hier steht vor allem die Patellaproblematik im Vordergrund. Nur 2 Patienten (3 %) ordnen ihre Schmerzstärke zwischen 76 und 100 auf der Analogskala an. Diese zwei Patienten sind identisch mit den Patienten, die auch den Operationserfolg mit der Note 5 bewerten. Hieraus lässt sich schließen, dass der Parameter Schmerz ein entscheidender Faktor bei der Bewertung des Operationserfolges ist.

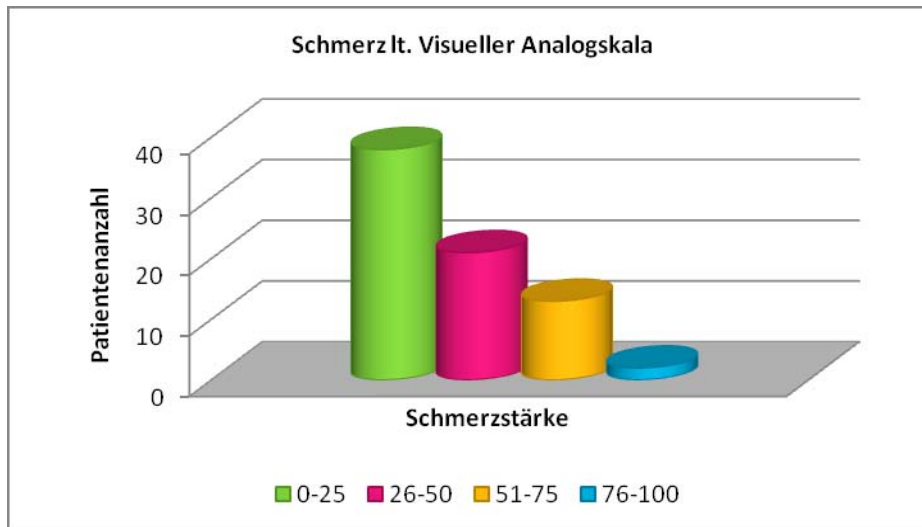


Abbildung 14: Postoperative Schmerzstärke nach visueller Analogskala

Zusätzlich wird der Parameter Schmerz noch mit Hilfe des *Insall Scores* erhoben (max. 50 Punkte). Schmerzfreiheit liegt bei 23 Patienten (31 %) vor. Gelegentlich leichte Schmerzen geben 18 Patienten (24 %) an, leichte Schmerzen beim Treppensteigen beklagen 2 Patienten (3 %), leichte Schmerzen beim Gehen und Treppensteigen geben 9 Patienten (12 %) an und gelegentlich mäßige Schmerzen 15 Patienten (20 %). Über ständige mäßige Schmerzen klagen 4 Patienten (5 %) und bei 3 Patienten (4 %) liegen starke Schmerzen vor.

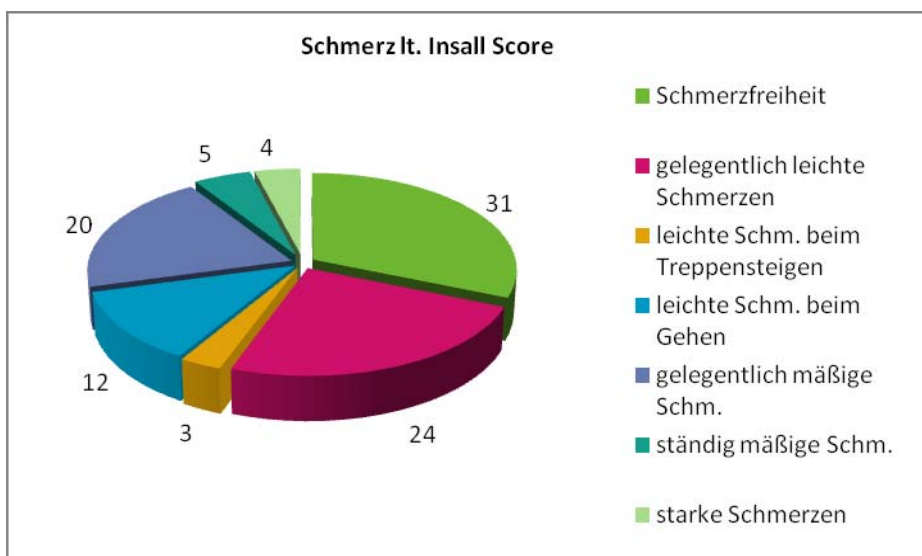


Abbildung 15: Postoperative Schmerzstärke nach Insall Score

Schmerz nach Insall Score in Abhängigkeit vom Prothesentyp:

	unicomp./unikond.	bikondylär	bikondylär teilgekoppelt	gekoppelt mit langem Schaft	Arthrodeese
	15 %	31 %	17 %	35 %	3 %
Schmerz (0-50)	27	38	41	34	25

Tabelle 4: Schmerz und Prothesentyp

Schmerz nach Insall Score in Abhängigkeit vom Knochendefekt:

	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
	35 %	16 %	35 %	14 %
Schmerz (0-50)	33	45	34	33

Tabelle 5: Schmerz und Knochendefekt

Vergleicht man die *postoperative Schmerzstärke der verschiedenen Prothesenmodelle*, so fällt das gute Ergebnis der bikondylären Prothesen auf, die mit einer Schmerzstärke von 40 im Gesamtergebnis deutlich besser abschneiden, als die unikompartimentalen bzw. unikondylären Prothesenwechsel mit einer Schmerzstärke von 27. Überraschend gut ist das Ergebnis der gekoppelten Scharnierprothesen, die hinsichtlich des Parameters Schmerz nicht wesentlich schlechter abschneiden als der Prothesentyp des GFE. Die unikompartimentalen bzw. unikondylären Prothesenwechsel sind, bezogen auf die postoperativen Schmerzen, mit einer Schmerzstärke von 27 bzw. 25 nach dem Insall Score nahezu gleichzusetzen mit den Arthrodesenprothesen. Das Ergebnis dieser Fragestellung wird bestätigt durch das Ergebnis in 5.1.4, bei dem nach der Analgetikaeinnahme in Abhängigkeit vom Prothesentyp gefragt wurde (s. S. 22).

Bei der Frage der *Schmerzausprägung in Abhängigkeit vom Knochendefekt* zeigt sich, dass die Gruppe der Grad-2-Knochendefekte postoperativ die geringsten Schmerzen haben. Die Schmerzstärke nach dem Insall Score berechnet sich hier im Mittel mit 45. Bei den anderen Knochendefekten bestehen keine Signifikanzen bezüglich des Parameters Schmerz. Sowohl die Gruppe der Grad-1-Knochendefekte, als auch die Gruppe der Grad-4-Knochendefekte geben eine Schmerzstärke von 33 nach dem Insall Score an. Dieses Ergebnis bestätigt sich im Punkt 5.1.4., bei dem nach dem Zusammenhang von Knochendefekt und Analgetikaeinnahme gefragt wird. Dieses Ergebnis bestätigt, dass auch schwere Knochendefekte wie die Grad-4-Knochendefekte hinsichtlich des Parameters Schmerz bei Revisionen sehr gut zu versorgen sind.

In Bezug auf Einlaufschmerzen geben 24 Patienten (32 %) postoperative Einlaufschmerzen an, 50 Patienten (68 %) verneinen die Frage nach postoperativen Einlaufschmerzen.

Bei der Auswertung der *Einlaufschmerzen in Bezug auf das implantierte Prothesenmodell* geben 4 Patienten (36 %) nach einem unikompartimentalen Wechsel Schmerzen an, 4 Patienten (17 %) nach dem Wechsel auf eine bikondylär ungekoppeltes Prothesenmodell, 4 Patienten (31 %) nach dem Wechsel auf ein bikondylär teilgekoppeltes Prothesensystem und 12 Patienten (46 %) klagen über Einlaufschmerzen nach Implantation einer Scharnierprothese.

Dieses Ergebnis entspricht nahezu dem Ergebnis bei der Frage nach *Einlaufschmerzen in Abhängigkeit vom intraoperativen Knochendefekt*. Bei den Grad- 1-KD klagen 8 Patienten (31 %) über Einlaufschmerzen, bei den Grad- 2-KD 12 Patienten (17 %), bei den Grad- 3-KD 9 Patienten (35 %) und bei den Grad- 4-KD geben 11 Patienten (45 %) postoperativ Einlaufschmerzen an.

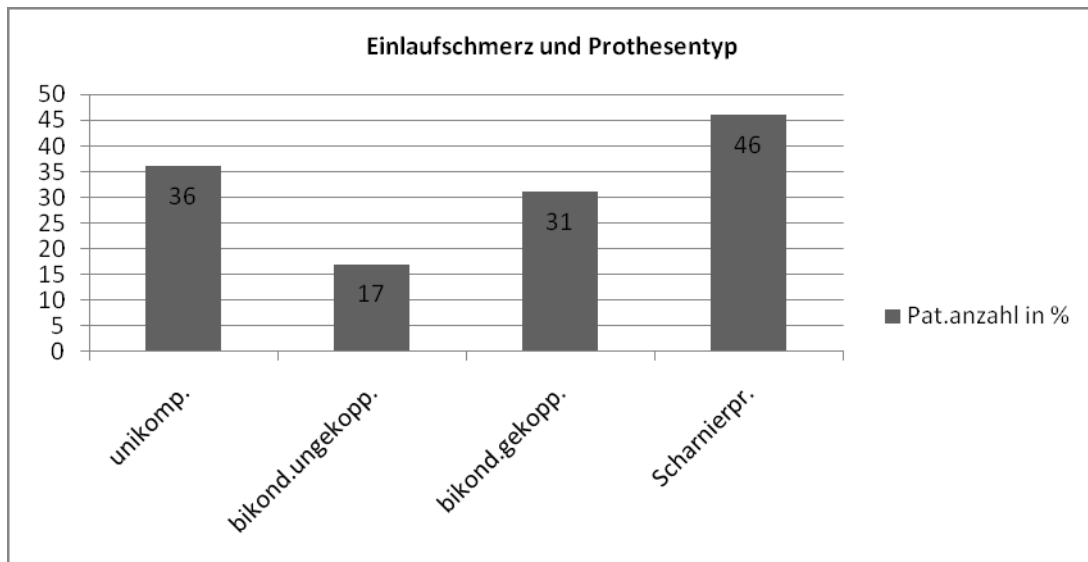


Abbildung 16: Einlaufschmerz in Abhängigkeit vom Prothesentyp

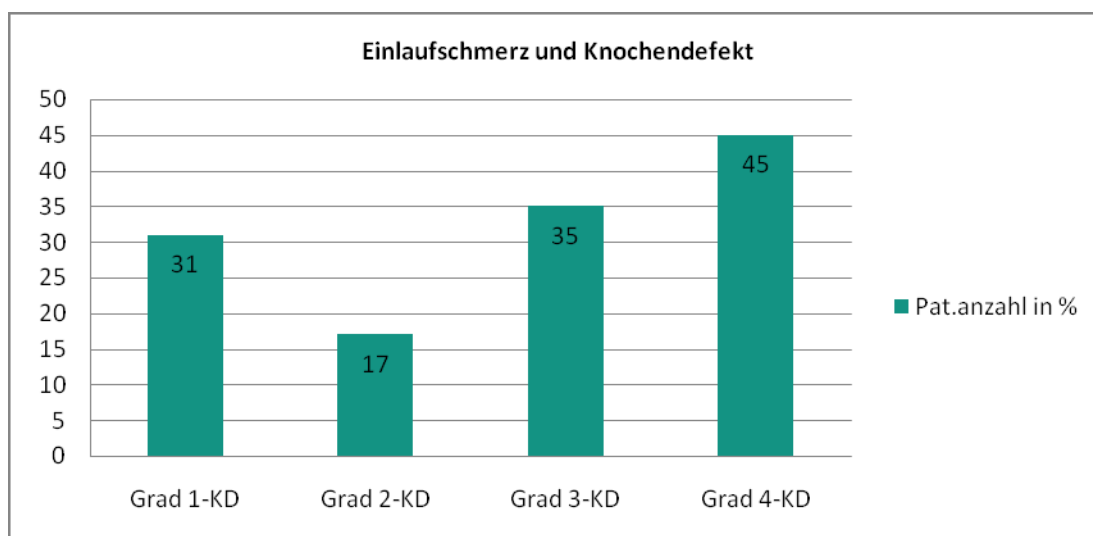


Abbildung 17: Einlaufschmerz in Abhängigkeit vom Knochendefekt

Auch hier bestätigt sich das insgesamt gute Ergebnis, vor allem der bikondylären ungekoppelten Prothesenmodelle. Es wird deutlich, dass der Parameter Einlaufschmerz auf die subjektive Beurteilung des Operationsergebnisses wenig Einfluss hat. Bei den Grad 4-Knochendefekten geben 45 % Einlaufschmerzen an, diese bewerten die Operation dennoch mit einem Notendurchschnitt von 2,3 als Gut (s. S. 19).

5.1.4. Analgetika in Abhängigkeit von Prothesentyp und Knochendefekt

Eine weitere Fragstellung war, ob der *Analgetikabedarf* in Zusammenhang mit dem implantierten Prothesenmodell und dem vorausgehenden Knochendefekt steht.

Im Gesamtgut nehmen 33 Patienten (44 %) postoperativ keine Analgetika ein. 42 Patienten (56 %) geben einen Analgetikabedarf an. Wegen des Kniegelenkes nehmen 14 Patienten (19 %) Schmerzmittel bei Bedarf, 11 Patienten (15 %) ein- bis dreimal täglich. 17 Patienten (23 %) benötigen aufgrund anderer Ursachen gelegentlich oder bis zu dreimal täglich Schmerzmedikamente. Nur ein Patient nimmt mehr als dreimal täglich schmerzstillende Medikamente wegen anderer Gründe ein. Dieser Patient bewertet den OP-Erfolg mit sehr gut.

Von den 11 Kniegelenken mit unikompartimentalen Wechsel geben 4 Patienten (39 %) an, regelmäßig Analgetika einzunehmen. Nach dem Wechsel von 23 Kniegelenken auf ungekoppelte, bikondyläre Prothesenmodelle benötigen 6 Patienten (26 %) täglich Schmerzmittel, nach Implantation von 13 bikondylär, teilgekoppelten Prothesen brauchen 4 Patienten (31 %) Analgetika. Nach einer Revision von 26 Kniegelenken auf eine gekoppelte Schaftprothese machen 9 Patienten (35 %) regelmäßig von Schmerzmitteln Gebrauch.

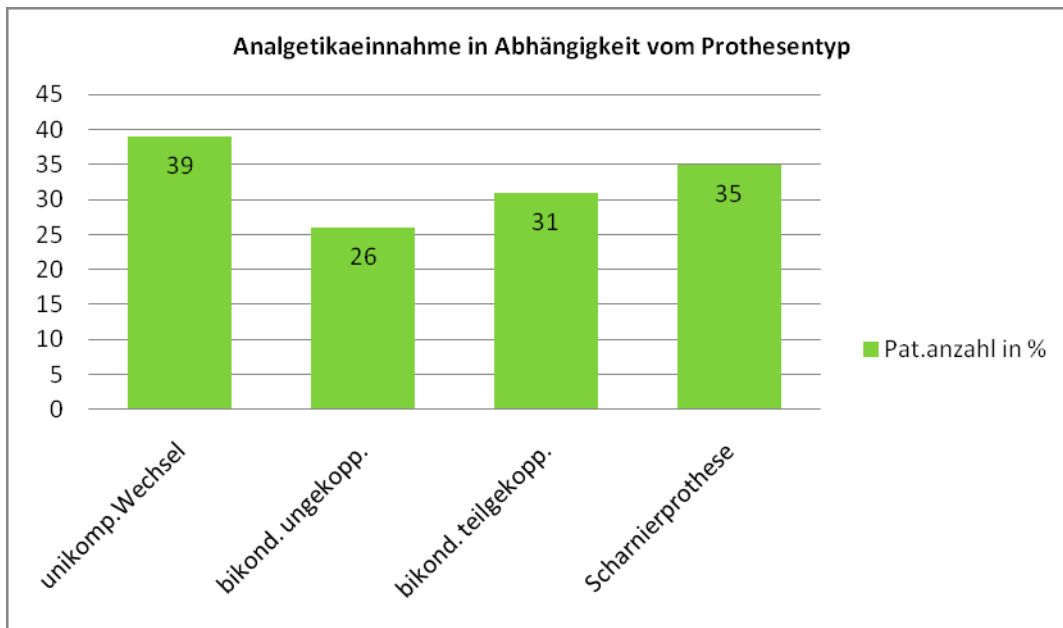


Abbildung 18: Analgetika in Abh. vom Prothesentyp

Diese Zahlen sind kongruent mit denen der subjektiven Wertung des Behandlungserfolgs durch die Patienten. Bezugnehmend auf die Analgetikaeinnahme fällt auf, dass nur 6 Patienten (26 %) mit einem Gleitflächenersatz Schmerzmittel benötigen.

Die unikompartimentalen Wechsel gehen nicht, wie erwartet, mit einem besseren Outcome bezüglich des Analgetikakonsums einher, obwohl sie operativ im Vergleich doch einem kleineren Eingriff entsprechen. Es kann gefolgert werden, dass die postoperative Einnahme von Analgetika primär unabhängig vom implantierten Prothesentyp ist.

Es wird die mögliche Abhängigkeit der bestehenden intraoperativen Knochendefekte und der postoperativen Einnahme von Analgetika geprüft. Bei den Grad-1-Knochendefekten nehmen 9 Patienten (35 %) regelmäßig Schmerzmittel ein. Bei den Grad-2-Knochendefekten sind 3 Patienten (25 %) auf Analgesie angewiesen. 10 Patienten mit Grad-3-Knochendefekten (38 %) und 3 Patienten mit Grad-4-Knochendefekten (27 %) nehmen postoperativ schmerzstillende Medikamente ein.

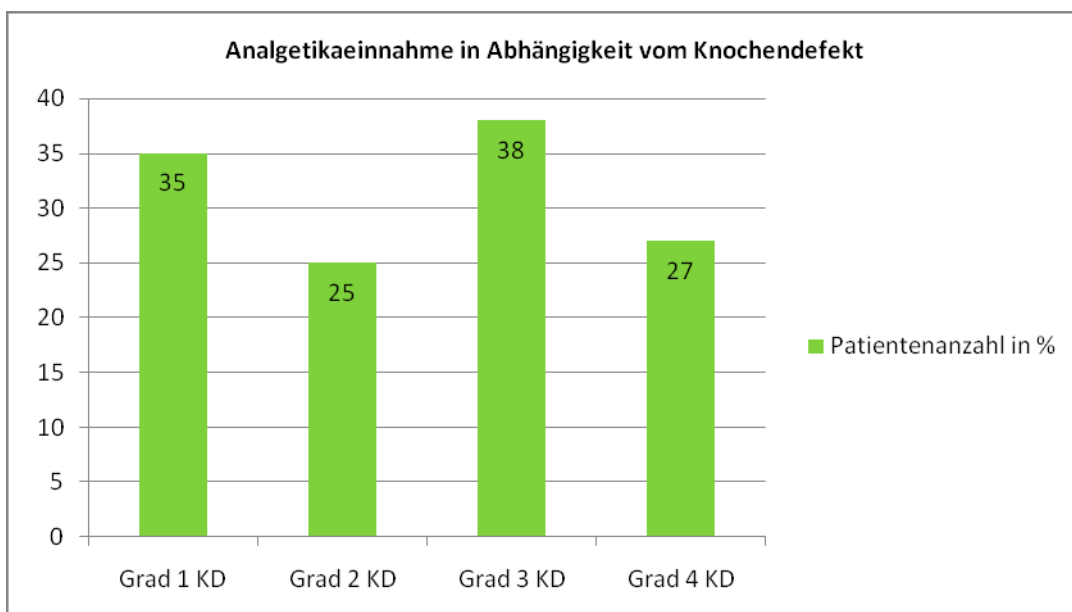


Abbildung 19: Analgetika in Abh. vom Knochendefekt

Anhand dieser Zahlen kann somit nicht von einem Zusammenhang des intraoperativen Knochendefekts und der Analgetikaeinnahme nach OP ausgegangen werden.

Das gute Abschneiden der Grad-4-Knochendefekte bei dieser Fragestellung bestätigt die Schlussfolgerung aus Punkt 5.1.3.: Es können auch ausgedehnte Knochendefekte positiv im Hinblick auf den Parameter Schmerz versorgt werden.

5.1.5. Function Score in Abhängigkeit von Prothesenmodell und Knochendefekt

Im Gesamtergebnis bezogen auf den *Function Score* sind 23 Patienten (31 %) mit einem Function Score von 100 bis 80 als sehr gut bis gut einzustufen, 31 Patienten (43 %) erreichen einen FS zwischen 79 bis 60, was einem befriedigend bis ausreichend entspricht. 20 Patienten (26 %) erreichen im FS eine Punktzahl kleiner als 60, was einem unbefriedigenden Ergebnis gleichkommt. Insgesamt liegen die Ergebnisse bezogen auf den postoperativ erreichten Function Score deutlich hinter den Ergebnissen nach Primär-OP.

Es zeigt sich, bezogen auf den Function Score, ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem verwendeten Prothesenmodell und dem Ausmaß der Beweglichkeit.

Die 11 Patienten (15 %) mit dem geringsten Eingriff am Kniegelenk in Form eines unikondylären bzw. unikompartimentalen Wechsels haben postoperativ den höchsten Function Score mit 76.

23 Patienten (31 %) erhielten einen bikondylären ungekoppelten Gelenkersatz, der resultierende Function Score beläuft sich auf 73. In der Patientengruppe, die mit einer bikondylären gekoppelten Endoprothese versorgt wurde befinden sich 13 Patienten (17 %) mit einem durchschnittlichen Function Score von 63.

26 Patienten (35 %) wurde eine gekoppelte Scharnierendoprothese mit langem Schaft implantiert, hier beträgt der resultierende Function Score 55. Das Blauth-Modell (15 KG) erreicht mit 61 einen deutlich besseren Function Score, als die Gruppe der Spezialendoprothesen der Fa. Link (11 KG) mit einem Function Score von 39. Dies ist wiederum in der erheblich schwierigeren Ausgangssituation der Grad-4-KD begründet, sowie durch den Einschluss der zwei verwendeten Arthrodesenprothesen. Vor der letzten Revision waren alle Patienten mit Grad-4-Knochendefekt nicht mehr gehfähig.

Gegenüberstellung Function Score und Prothesentyp:

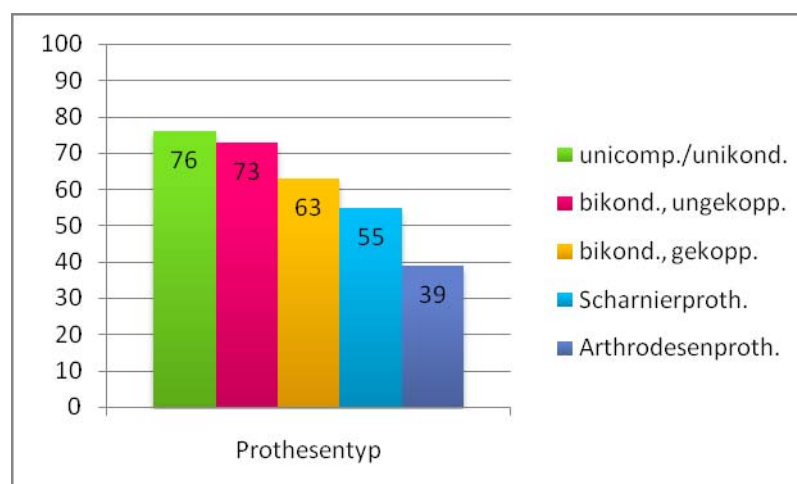


Abbildung 20: Prothesentyp und resultierender Function Score

Function Score und Knochendefekt:

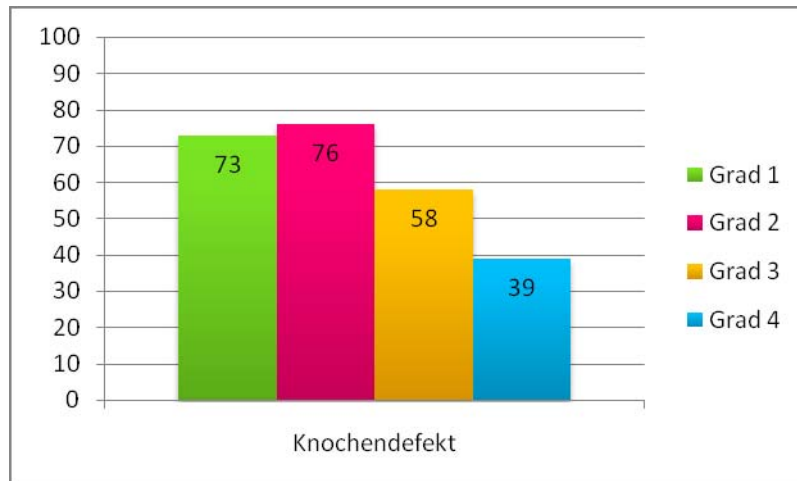


Abbildung 21: Knochendefekt und resultierender Function Score

Die Gegenüberstellung von Function Score und verwendetem Prothesenmodell ist weitgehend parallel zum Ergebnis bezogen auf den Function Score und den präoperativen Knochendefekt. Die Grad-1-KD erreichen postoperativ einen FS von 73 (76), die Grad-2-KD einen FS von 76 (73), bei den Grad-3-KD resultiert ein FS von 58 (63) und bei den Grad-4-KD ein FS von 39 (39).

Im Hinblick auf den Prothesentyp wird auch die subjektive Benotung der Patienten in die Auswertung einbezogen.

Die 11 Patienten (14 %), die einem unikompartimentalen Wechsel unterzogen wurden bewerteten den Operationserfolg durchschnittlich mit der Note 1,6. Nur bezogen auf die Tibiaplateauwechsel und die Patellawechsel beträgt der Notendurchschnitt 2,5. Die Gruppe der 24 Patienten (32 %), die auf einen ungekoppelten Gleitflächenersatz gewechselt wurden, vergibt die Note 1,9. Das Prothesensystem der bikondylär gekoppelten Prothesen erhält von den 13 Patienten (17 %) ebenfalls die Note 1,9. Überraschend gut schneiden die gekoppelten Scharnierendoprothesen ab, sie werden im Schnitt von den 26 Patienten (35 %) mit der Note 2,3 bewertet, die Arthrodesenprothesen mit einer 3,0. Diese Note entspricht einem Befriedigend.

Auffallend ist das relativ schlechte Ergebnis (Note 2,5) der unikompartimentalen Endoprothesenwechsel, da sie operativ gesehen doch einen vermeintlich kleineren Eingriff darstellen, im Gegensatz zu dem ausgedehnten operativen Vorgehen bei der Arthrodesenimplantation (Note 3,0).

Positiv weicht das Modular-Knie in der Gesamtwertung ab. Es erhält bei 8 Revisionen die Note 1,5, nur eine Revision wird hier mit einer 3,0 bewertet, wobei es sich in diesem Fall bereits um den zweiten Endoprothesenwechsel handelt. Der zweite Prothesentyp in der Klasse der teilgekoppelten bikondylären Prothesen, das TC 3-Modell, wird mit einer 2,5 bewertet.

Die im Vergleich schlechte Benotung der Blauth/Link-Spezialendoprothesen muss im Zusammenhang mit der Gesamt-Wechselanzahl gesehen werden. Bei 4 Kniegelenken (50 %) lag der zweite, bei einem Kniegelenk (10 %) bereits der 3. Wechsel vor.

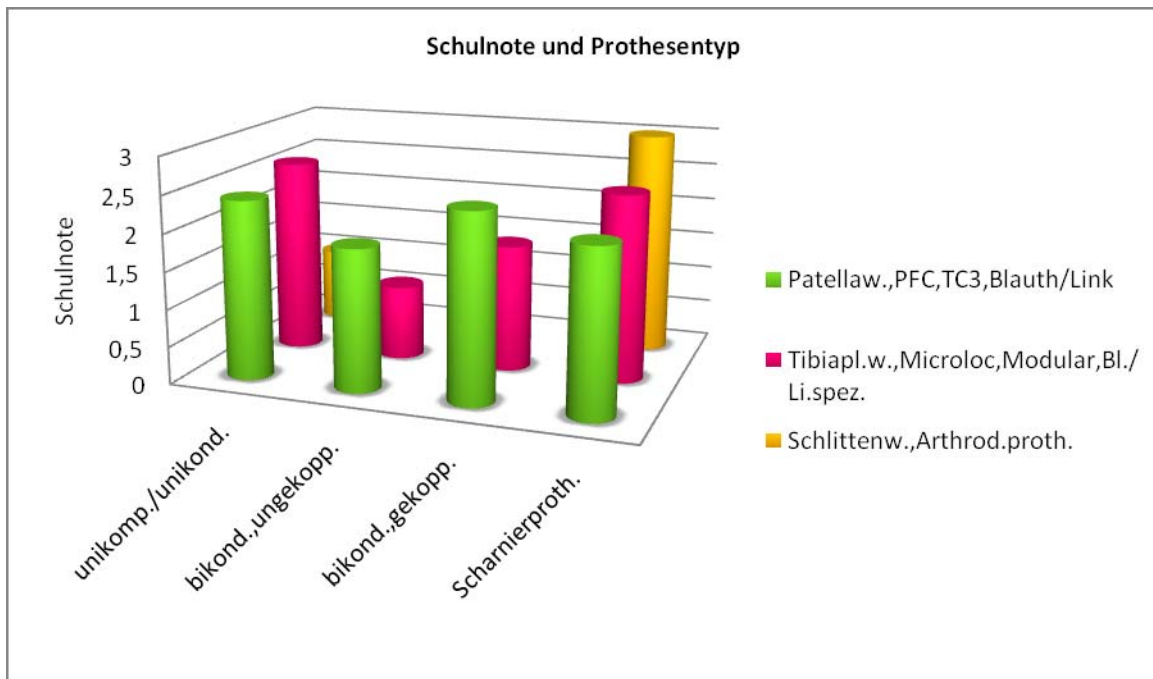


Abbildung 22: Schulnote in Abhängigkeit vom Prothesentyp

Aufgrund der niedrigen Patientenzahlen in jeder Gruppe ist es nicht möglich statistische Signifikanzen herauszuarbeiten.

5.1.6. Komplikationen postoperativ

An *Komplikationen* finden sich im Gesamtkollektiv 3 Patienten (4 %) mit Spät-Infekt, das heißt mehr als ein Jahr postoperativ aufgetreten, und 1 Patient (1 %) mit einer tiefen Beinvenenthrombose. Unter diesen 4 Patienten befand sich kein Patient mit Grad-4- Knochendefekt.

Auffallend hoch ist die Rate an Problemen mit dem Streckapparat, die bei 13 Kniegelenken (17 %) in Form von Muskelinsuffizienz, retropatellare Schmerzen oder Subluxation nach lateral gefunden werden. Eine Instabilität, d.h. Aufklappbarkeit in der Frontalebene um mehr als 2 cm, ist bei 6 Kniegelenken (8 %) nachweisbar.

Radiologische Lockerungszeichen, die mit Beschwerden korrelieren, finden sich in 2 Fällen (3 %).

Desweiteren geben 14 Patienten (19 %) einen Druckschmerz im Tibiaschaftbereich an, davon war in 13 Fällen eine Blauthendoprothese implantiert worden. Über wetterabhängige Schmerzen im Kniegelenk klagen 7 Patienten (9 %), Einklemmungserscheinungen geben 2 Patienten (3 %) an.

Von den 11 Patienten (15 %), die mit einer Individualprothese versorgt wurden, werden je zweimal (18 %) Probleme mit dem Streckapparat oder eine Bewegungseinschränkung, d.h. Flexion < 90°, angegeben. Die Einschränkung der Flexion war in einem Fall (9 %) durch die Ausbildung heterotoper Ossifikationen verursacht.

Im gesamten Patientengut findet sich somit eine therapiebedürftige Komplikationsrate von 19 %.

Bezugnehmend auf den Prothesentyp und den Knochendefekt zeigt sich, außer dem oben beschriebenen Druckschmerz im Tibiaschaftbereich der Blauthendoprothese, keine signifikante Häufung von Komplikationen in einer bestimmten Patientengruppe. Die geäußerten Beschwerden sind jedoch mit Analgetika gut zu beherrschen und bedürfen keiner weiteren korrigierenden Therapie.

5.2. Radiologische Ergebnisse

Komplikationen wie *Ossifikationen* und *Achsabweichungen* werden dokumentiert.

Nach Auswertung der Operationsberichte konnte bei 30 Kniegelenken (40 %) auf die Verwendung von Knochen verzichtet werden. Hier erfolgte der Ausgleich des Knochendefektes durch die implantierte Prothese. 24 Kniegelenke (32 %) wurden mit autologem Knochen versorgt, 10 Kniegelenke (13 %) erhielten homologen Knochen und bei 11 Kniegelenken (15 %) wurde zum Ausgleich des Knochendefektes auto- und homologes Knochen-Transplantat verwendet.

Knochendefekte	I ° n=26 (35 %)	II ° n=12 (16 %)	III ° n=26 (35 %)	IV ° n=11 (14 %)
Ausgleich durch Resektion	11	7	9	-
autolog (aus reseziertem Knochen)	10	4	9	1
homolog	3	-	4	3
homolog+autolog	-	-	4	7

Tab 6: Knochen-Transplantation bei Knie-TEP-Wechsel (n=75 Kniegelenke)

Die autologen Transplantate (n=24) finden sich bei 10 Grad-1-Defekten, 4 Grad-2-Defekten, 9 Grad-3-Defekten und einem Grad-4-Knochendefekt. Bei 16 Kniegelenken (67 %) lassen sich keine Lysezeichen nachweisen, 8 Kniegelenke (33 %) weisen einen Lysesaum auf.

In 10 Fällen wird homologer Knochen verwendet bei 3 Grad-1-Defekten, 4 Grad-3-Defekten und 3 Grad-4-Defekten. Lysesäume treten bei 3 Kniegelenken (33 %) auf. Bei 7 Kniegelenken (67 %) sind keine Lysesäume sichtbar.

Auto- und homologes Transplantat kommt bei 4 Grad-3-Defekten und 7 Grad-4-Defekten zur Anwendung. Hier lassen sich postoperativ in 6 Fällen (55 %) Lysesäume nachweisen. 5 Kniegelenke (45 %) weisen keine Lysesäume auf.

Hinsichtlich der implantierten Prothesenmodelle in Zusammenhang mit dem verwendeten Transplantat zeigt sich, dass bei den Grad-4-Defekten und der Verwendung von auto-homologem Knochen (n=7) in 6 Fällen (86 %) Lysesäume nachweisbar sind. Hier wurden 4 Link-Prothesen, 1 Modular-Prothese und 1 Arthrodesen-Implantat implantiert. Diese Häufung kann durch den schweren präoperativen Knochendefekt hervorgerufen sein, denn im restlichen Patientengut ist kein Zusammenhang zwischen dem implantierten Prothesentyp und den postoperativen Lysesäumen zu erkennen.

Bei 17 (23 %) von 75 Kniegelenken finden sich radiologisch Lysesäume. Bei den Grad-4-KD waren radiologisch keine sicheren Zeichen einer Lockerung oder einer Instabilität der implantierten Prothese zu erkennen.

Es findet sich keine signifikante Häufung von der Art des Knochen-Transplantates und den postoperativen Lysesäumen und ebenso besteht kein ersichtlicher Zusammenhang zwischen der Wahl des angewandten Transplantatmaterials und der Größe des Knochendefektes.

Wie erfahrungsgemäß zu erwarten war, findet man die großen Grad-4-Knochendefekte nach einer Explantation von gekoppelten Scharnierprothesen, das heißt Blauth, Link oder Arthrodesenprothese. In dieser präoperativen Prothesengruppe befinden sich 10 der 11 Patienten mit Grad-4-Defekt. Bei einem Kniegelenk war ein bikondylär teilgekoppelter Gelenkflächenersatz ausgebaut worden. In nahezu allen Fällen die mit Individualprothesen versorgt wurden, konnte radiologisch ein zumindest partieller Wiederaufbau beobachtet werden. Der eingebrachte Knochen zeigte eine Remodellierung der Konturen und eine Neuformation von Trabekeln, vor allem in den Bereichen, die von ortständigem Eigenknochen umschlossen, bzw. noch von dünnen Resten der ursprünglichen Kortikalis bedeckt waren.

Bei den Individualprothesen zeigten sich am Femur keine Lockerungszeichen. An der Tibiakomponente ist einmal eine Einsinterung von 1,5 cm erkennbar gewesen. Zweimal ist eine röntgenologisch nachweisbare, im Verlauf gleichbleibende, Saum- bzw. Sockelbildung zu erkennen, wovon eine, wegen klinischer Beschwerden, zur Revision mit erneutem Wechsel der Tibiakomponente führte. Aufgrund dieser Erfahrungen wurde für die tibialen Schäfte in der Folgezeit die Zementiertechnik bevorzugt.

Bei den 3 individuell gefertigten zementfreien Arthrodesenimplantaten (27 %) aufgrund eines fehlenden Streckapparates ist postoperativ radiologisch eine deutliche Zunahme der Kortikalisdicke im Bereich der knöchernen Verankerung, sowie eine Überbrückung des Gelenkspaltes durch den angelagerten Knochen um das Implantat nachzuweisen. Es konnte bei allen 3 Patienten eine schmerzfreie Belastung des Kniegelenkes erreicht werden.

Die Spongiosa war anhand der Röntgenbilder in 40 Fällen (53 %) nicht zu beurteilen. Bei 34 Kniegelenken (45 %) war ein Remodeling nachweisbar. In einem Fall (1 %) war kein Remodeling erkennbar.

Eine Sockelbildung war in der anterior-posterior Projektion des Kniegelenkes bei 57 Kniegelenken (76 %) nicht darzustellen. In 5 Fällen (7 %) war eine Sockelbildung nachweisbar und 13 Röntgenbilder (17 %) waren diesbezüglich nicht zu beurteilen.

Das Ergebnis hinsichtlich der Einsinterung der Prothese verläuft parallel. Der Nachweis einer Sockelbildung ist jedoch nicht verbunden mit dem Nachweis einer Einsinterung. Bei 3 Kniegelenken (4 %) sind sowohl Sockelbildung als auch Einsinterung zu erkennen.

Der Sitz der Patella in der radiologischen Darstellung ist bei 65 Kniegelenken (87 %) regelrecht. In 6 Fällen (8 %) ist die Patella seitlich verschoben. 2 Kniegelenke (3 %) weisen einen Patellatiefstand auf; in 2 Fällen (3 %) besteht ein Hochstand der Kniescheibe. Ein Ligamentum patellae weist starke Ossifikationen auf, was eine Hypomobilität der Patella zur Folge hat. Bei diesem Prothesenmodell handelt es sich um eine Spezialanfertigung der Firma Link. Die betroffene Patientin wird auf die Möglichkeit einer Verbesserung durch operative Remobilisation des Ligamentum patellae aufmerksam gemacht. Bis Studienende konnte sie sich nicht zu diesem Schritt entschließen.

Radiologische Verläufe von Wechseloperationen

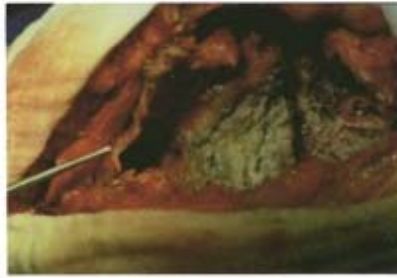
Quelle: Praxis der Knieendoprothetik, J. Eulert und J. Hassenpflug 2001, Springer-Verlag

Kapitel 14 S.169-178

Behandlung von Knochendefekten, Allgemeine Therapiekonzepte, F. Gohlke

Kapitel 20 S.265-269

Revisionen I, Prothesenwechsel bei ausgedehnten Knochendefekten mittels Individualprothese oder Arthrodesenimplantat, F. Gohlke und K. Eulert



a.



Abb. 4a-d: Wechsel einer ausgelockerten GSB-Prothese (Ermüdungsbruch der Tibia) auf eine individuell gefertigte Rotationsprothese bei einer 74-jährigen Patientin mit rheumatoider Arthritis (Knochendefekte F-IV^a, T-IV^c nach Prothesenentfernung)

a. Intraoperativer Befund einer Aushöhlung der Metaphysen nach Entfernung der einzementierten Femurkomponente und Ausräumung von Abriebpartikeln und Granulationsgewebe. Am Femur verbleibt nach Entfernung des Zementköchers auf einer Distanz von 15 cm nur noch eine ca. 2 mm dünne Knochenlamelle. Durch Osteoporose und langjähriges Stress-shielding ist es zu einem fortschreitenden Abbau der Kortikalis gekommen.

b. + c. Röntgenbefund prae-op. und 3 Monate später.

d. Remodellierung der Tibia und Zunahme der Dicke der Femurkortikalis innerhalb von 2 Jahren.



a.



b.

c.

Abb. 5a-c: Wechsel einer ausgelockerten GSB-Prothese (Z. n. Wechsel der tibialen Komponente auswärts) mit Ermüdungsbruch des Femur bei einer 64-jährigen Patientin. Korrekturosteotomie am Femur, Stabilisierung mittels zementfreier, individuell gefertigter Schäfte und Auffüllung der Defekte mit homologem, gemahlenem Knochen
a. Intraoperativer Befund nach Entfernung der Femurkomponente und Blick auf Abrieb auf den zerstörten Anteile der Femurkondylen.
b. Präoperativer Röntgenbefund
c. Befund 6 Monate post op.: Knöchernerne Konsolidierung, deutliche Umstrukturierung am Tibiakopf und Dickenzunahme der femoralen Kortikalis.

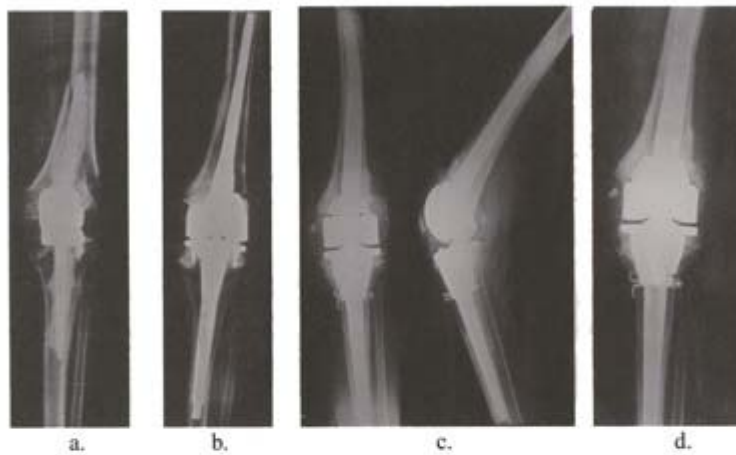


Abb. 6a-b: Wechseloperation nach ausgelockerter Sonderprothese bei einer 85-jährigen Patientin.

a. Zustand nach Wechsel einer Guepar-Prothese (a.) auf die Sonderanfertigung einer Blauth-Prothese (b). Diese wurde wegen einer erneuten Lockerung 5 Jahre später gegen eine Link-Rotationsendoprothese mit individuell angefertigten, zementfreien Schäften und metaphysären Modulen ausgetauscht.

c. Röntgenbefund post-op. und nach einem Jahr (d).



a.

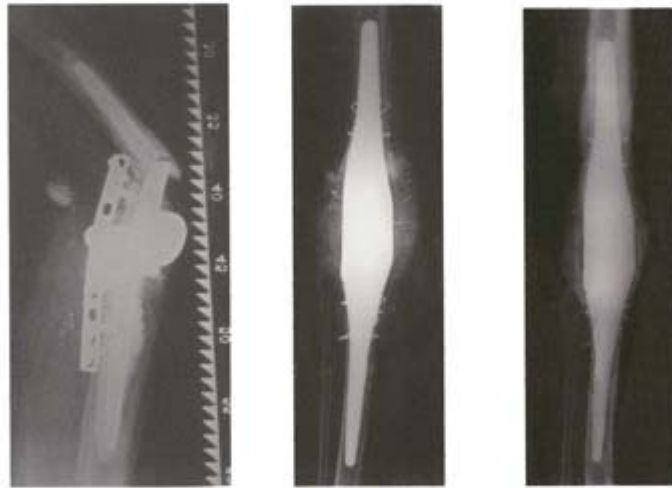


Abb. 6a-d: Arthrodesen-Prothese

Zustand nach auswärtig durchgeführtem Versuch einer Arthrodesese bei liegender, ausge-
lockterter Scharnierprothese und nachfolgenden Ermüdungsbruch bei einer 80-jährigen
Patientin. Der Streckapparat wurde bei den vorhergehenden Eingriffen reseziert.

a. intrartikulärer Situs mit größeren Mengen von Detritus, Abriebpartikeln und frag-
mentierten Anteilen der Metaphysen.

b. Praeoperative Röntgenbilder.

c. und d. Rekonstruktion mit zementfrei eingebrachter Arthrodesen-Prothese post-OP
und 1 Jahr später. Die Patientin kann die Extremität wieder schmerzfrei belasten.

6. Diskussion

Nahezu die Hälfte der Patienten (43 %) in der folgenden Studie war vor der ersten Knieprothesenimplantation mindestens einmal voroperiert im Sinne einer Arthroskopie mit entsprechender Therapie oder einer Umstellungsosteotomie.

In der Literatur wird selten auf den Einfluss von Voroperationen am Kniegelenk und den weiteren Verlauf hingewiesen. Über Langzeitergebnisse nach Tibiakopfoosteotomie (TKO) berichten *Hassenpflug et al. 1998*. Die Überlebensrate der 148 nachuntersuchten Kniegelenke betrug 96 % nach 12 Jahren. 74 % der Patienten waren subjektiv mit dem Operationsergebnis zufrieden. 10 Patienten wurde im Schnitt nach 1,5 Jahren eine Knieprothese implantiert. Nach *Keene und Dyreby (1983)* besitzt die präoperative Arthroskopie vor der Osteotomie nur einen geringen Stellenwert. Im Gegensatz dazu empfehlen *Schultz und Gobel (1999)* die Arthroskopie mit der Umstellungsosteotomie, da sie eine dickere und stabilere Knorpelregeneration bei den Patienten mit simultaner intraartikulärer Therapie festgestellt haben. *Hassenpflug et al. (2001)* bestätigen den positiven Einsatz korrigierender Osteotomien, der als biologische Alternative zur Endoprothetik beurteilt wird, da gerade bei jüngeren Patienten dadurch der Einbau einer Knieendprothese hinausgezögert und bisweilen auch ganz vermieden werden kann. Andererseits entstehen, abhängig vom Typ der Osteotomie, häufig Vernarbungen und eine Verkürzung des Lig. patellae, die postoperativ zu Bewegungseinschränkungen und einer Patella baja nach Knie-TEP-Implantation führen.

Schneider et al. veröffentlichten 2004 die Langzeitresultate von Knieendprothesen nach Tibiakopfumstellungsosteotomien im Vergleich zu Patienten ohne Voroperation. Es wurden die Parameter Alter, Geschlecht, BMI, Diagnose und Implantattyp berücksichtigt. Hinsichtlich des American Knee Society Score (AKS) und des postoperativen Function Score (FS) ergab sich für die Patienten mit stattgehabter TKO ein besseres Ergebnis, nicht jedoch im Hinblick auf die Überlebenszeit der Prothesen, den postoperativen Kneescore und die Zufriedenheit der Patienten. *Schneider* kommt trotzdem zu dem Schluss, dass die TKO im Langzeitverlauf einen prognostisch günstigen Faktor darstellt.

Da auch in der vorliegenden Studie ein deutlich besseres Ergebnis der Patienten mit vorangehender Arthroskopie oder Voroperationen im Sinne gelenkerhaltender Maßnahmen hinsichtlich des postoperativen Function Scores (72 versus 55) nachzuweisen ist, lohnt sich in Zukunft sicher ein Blick auf die Zusammenhänge zwischen Voroperation und postoperativem Verlauf nach Knieendprothetik. Auch der Operationserfolg nach der Revision wurde von den voroperierten Patienten deutlich besser bewertet (2,1 versus 3,3). Bezogen auf den Parameter Schmerz haben die durchgeführten Voroperationen vor der TEP-Implantation kein besseres Ergebnis erzielen können, ebenso nicht im Hinblick auf die postoperative Komplikationsrate nach der Revision des Kniegelenkes.

Die nächste Fragestellung bezieht sich auf den vom Patienten subjektiv empfundenen OP-Erfolg. Die Einschätzung der Patienten (subjektiv) und der Untersucher (objektiv) hinsichtlich des Operationsergebnisses sind hier nahezu kongruent. Die 2 Patienten, die den OP-Erfolg deutlich schlechter bewerten als der neutrale Untersucher, haben anamnestisch eine lange Vorgeschichte mit einem daraus resultierenden chronischen Schmerzsyndrom. Eine psychische Überlagerung ist bei diesen beiden Patienten möglich, da der resultierende Function Score 57 beträgt und objektiv bei der Untersuchung keine fassbaren Ursachen für die deutliche Einschränkung des revidierten Kniegelenkes erkennbar sind.

In der Literatur finden sich zu dem Einfluss langer Krankheitsverläufe auf das Operationsergebnis kaum Hinweise. *Insall* verweist 1983 bereits auf die Hauptprobleme von Prothesendesign und Patientenfaktoren wie Adipositas, Knochenqualität und Aktivität, die Einfluss auf das OP-Ergebnis nehmen. *Salaffi et al.* fordern 1991 auch die Berücksichtigung psychologischer Einflüsse bei den Bewertungen der Endoprothesenergebnisse. Diese Aussage wird durch die Arbeit von *Anderson et al.* 1996 bestätigt, die feststellen, dass die globalen Scores, wie zum Beispiel der HSS- Score, schon durch einen schlechten Allgemeinzustand stark beeinflusst werden, und somit das wirkliche Ergebnis einer Kniegelenksendoprothesenimplantation nicht wiedergeben.

Es wurde auch überprüft, ob sich ein Zusammenhang zwischen der Patientenzufriedenheit nach erfolgter Revision und der Bereitschaft zu einer erneuten Wiederholungsoperation findet. Im vorliegenden Patientengut sind 84 % der Patienten mit dem OP-Erfolg so zufrieden, dass sie sich einer Wiederholungsoperation unterziehen würden. Darunter befinden sich auch alle Patienten mit den Grad-4- Knochendefekten. Nur 16 % wären nicht zu einer Re-OP bereit; nach unserer Meinung ist in dieser Patientengruppe der Parameter Schmerz der die Entscheidung beeinflussende Faktor. Im Studienverlauf bestätigte sich, dass auch Grad-4- Knochendefekte suffizient und erfolgreich revidiert werden können, denn diese Patientengruppe bewertet auch den OP-Erfolg mit der Schulnote „gut“. Hier würden sich alle Patienten einer Re-OP unterziehen, auch wenn dieses Patientengut ein deutlich schlechteres Ergebnis in Bezug auf den postoperativen Function Score hat. Es ist anzunehmen, dass die Patienten mit Grad-4-Knochendefekt vor allem aufgrund der verbesserten Schmerzsymptomatik mit dem Operationserfolg zufrieden sind.

Azer et al. (2005) gehen von hohen 59 % befriedigenden bis schlechten Ergebnissen nach einer Revisionsendoprothesenoperation aus. Sie plädieren für die Notwendigkeit des Infektausschlusses, wenn die Patienten nach Implantation einer Knieendoprothese über anhaltende Schmerzen klagen. Eine genaue Anamnese sowie körperliche Untersuchung zusammen mit einer überdachten Differentialdiagnose sind bei der Diagnosefindung und der damit möglichen, effektiven Therapie laut *Azer* entscheidend.

Allgemein ist der Aussage von *Schwitalle et al.* (2001) zuzustimmen, der die Problematik der Vergleichbarkeit der Gesamtergebnisse, von Studien zur Knieendoprothetik, erkannt hat. Während Fallzahl, Beobachtungsdauer, Revisionsrate und Fehlschläge leicht quantifizierbar sind, hängt die Gesamtbewertung des OP-Erfolgs von dem zugrundelegenden Bewertungsschema ab. So ist, trotz Verwendung anerkannter und empfohlener Scores, die große Spannweite der in anderen Studien erzielten Gesamtergebnisse erklärbar.

Auch *Weiss et al.* (2002) beschreiben die allgemein angewandten Scores und Bewertungsschemata zur Beurteilung des Erfolges nach Implantation von Knieendoprothesen als nicht aussagekräftig und sinnvoll. Diese Scores spiegeln laut *Weiss* nur Bruchstücke aus dem Leben eines Patienten wieder und gehen nicht auf die individuellen Bedürfnisse und Erwartungen des Patienten ein, welche wiederum sehr variabel sind und abhängig vom Alter, der Grunderkrankung und Lebensführung des Einzelnen. *Weiss et al.* bewiesen mit einem eigens entworfenen Fragebogen, dass die Zufriedenheit der Patienten nach Implantation einer Knieprothese nicht mit den üblichen Scores korreliert, welche sich nur auf die Gehfähigkeit und das Treppensteigen beziehen. Denn auch 72 % der bettlägerigen Patienten zeigten sich mit dem Operationsergebnis zufrieden. Hinzu kommt, dass das Patientengut mit Indikation zu einer Knieendoprothese immer jünger wird, und somit die Ansprüche an die Funktion postoperativ steigen.

Nach *König et al.* (2001) sind die folgenden Empfehlungen praxisnah orientiert und dienen so einer besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Zur Beurteilung des Kniegelenkes vor und nach der Operation kann der Knee Society Clinical Rating Score empfohlen werden, denn er enthält die wichtigsten Parameter. Der Function Score der Knee Society ist laut *König* zu wenig detailliert und sollte durch den SMFA (*Engelberg et al.* 1996), einer Kurzform des MFA (Musculoskeletal Function Assessment Questionnaire, *Swiontkowski et al.* 1999), ersetzt werden. Mit diesem werden die Kategorien des täglichen Lebens, Mobilität, emotionale Verfassung sowie Hand- und Armfunktion erfasst. Zur radiologischen Beurteilung kann der KSS nach wie vor empfohlen werden. Zur Klassifikation von präoperativen Defekten ist die auch hier angewandte und modifizierte AORI-Klassifikation sinnvoll.

Dieser neue Ansatz der Bewertung des Operationserfolgs nach Knieendoprothesenwechseln entspricht auch den Erfahrungen in der durchgeführten Studie. Die postoperative Zufriedenheit und die Notengebung der Patienten, bezogen auf das Gesamtergebnis, waren nach Studienlage unter anderem unabhängig vom Prothesentyp und der postoperativen Beweglichkeit. Es bestand jedoch eine deutliche Korrelation zur postoperativen Schmerzstärke.

Daraus lässt sich folgern, dass die bis dato angewandten Bewertungsmuster primär den Operateuren zur Beurteilung ihres Operationserfolges dienen. Sie geben jedoch nur teilweise den tatsächlichen Gewinn an Lebensqualität für den einzelnen Patienten wieder.

Im vorliegenden Studiendesign wurde der Parameter Schmerz, aufgrund seiner Relevanz für die Zufriedenheit der Patienten, mit Hilfe unterschiedlicher Fragestellungen beleuchtet.

Besonders positiv bei der Nachfrage nach der postoperativen Schmerzstärke und dem Parameter Einlaufschmerz hat die Gruppe der bikondylären Prothesenmodelle abgeschnitten, hinsichtlich des Knochendefektes die Patienten mit Grad-2-Knochendefekt. Auch die Zahlen der Analgetikaeinnahme bezogen auf den Knochendefekt bzw. den Prothesentyp gehen mit diesen Ergebnissen parallel. Erstaunlich ist, dass die unikompartimentalen Wechsel in vorliegender Arbeit nicht signifikant besser im Vergleich zu den anderen Prothesentypen abschneiden, obwohl man hier doch von einem vergleichsweise kleinen Eingriff ausgehen kann. Das präoperative Prothesenmodell und der damit verbundene präoperative Knochendefekt verhalten sich in den meisten Fällen kongruent. Dies sollte u.E. für den Operateur zu einer besseren Einschätzung der zu erwartenden intraoperativen Verhältnisse vor der Revision beitragen.

Dieser These widerspricht eine schwedische Studie mit 14222 unikompartimentalen Endoprothesen, die im Zeitraum von 1975 bis 1995 implantiert wurden. Laut *Barett (2005)* wurden davon 1153 (7,7 %) revidiert, davon 232 Kniegelenke wieder auf einen unikompartimentalen Ersatz (UKA). Fünf Jahre nach der Revision war die Gesamt-Revisionsrate der UKA auf UKA dreimal so hoch wie die Revisionsrate der UKA auf ein bikondyläres Prothesenmodell. Bei den Revisionen, die nach 1986 durchgeführt wurden, lag die CRRR (cumulative re-revision rate) bei dem Wechsel einer unikompartimentalen Prothese auf ein unikompartimentales Modell bei 31 %. Im Gegensatz dazu lag die CRRR bei der Revision einer unikompartimentalen Prothese auf eine Totalendoprothese nur bei 4,9 %. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass fehlgeschlagene unikompartimentale Prothesen besser auf eine Totalendoprothese zu wechseln sind. Es wird in dieser Studie außerdem deutlich, dass die Ergebnisse nach fehlgeschlagener unikompartimentaler Prothesenimplantation abhängig sind vom ursprünglichen Prothesenmodell und der verwendeten Implantationstechnik, der Ursache des Versagens und der Erfahrung des Operateurs.

Studien, die Aussagen zum postoperativen Analgetikagebrauch in Abhängigkeit vom Prothesenmodell machen, finden sich in der Literatur bis dato nicht. Entscheidend für den langfristigen Verlauf scheint jedoch laut *Wagner et al. (2006)* schon die perioperative und postoperative Analgesie zu sein. Diese wirken dem Risiko der Knieeinstiefung durch schmerzbedingte Schonung und Ruhigstellung der Extremität entgegen.

Diese Ansicht wird auch von *Giesä et al. (2006)* bestätigt, der es als eine Verpflichtung in der Patientenversorgung ansieht, dem Patienten eine suffiziente Schmerztherapie zukommen zu lassen. Schmerztherapiestandards sollten seines Erachtens eine Selbstverständlichkeit sein, denn die ausreichende postoperative Analgesie kann Nebenwirkungs- und Komplikationsraten senken. Dadurch wird wiederum die Mobilisierbarkeit der Patienten gesteigert und deren Zufriedenheit gefördert. *Wagner et al. (2006)* weisen neben den medizinischen Gesichtspunkten eines optimalen Schmerzmanagements auch auf die nicht zu vernachlässigende gesundheitsökonomische und gesundheitspolitische Bedeutung hin; die initial höheren Kosten einer suffizienten Schmerztherapie stehen einer beschleunigten Rekonvaleszenz und einem verbessertem funktionellen Ergebnis gegenüber.

Laut einer Studie zur Qualitätsverbesserung der postoperativen Schmerztherapie (*Meissner et al., 2008*) bestehen bei deren Anwendung noch deutliche Defizite im klinischen Alltag, obwohl differenzierte medikamentöse Verfahren und qualitativ hochwertige Leitlinien zur Verfügung stehen. Gemessen wurden die Parameter Maximalschmerz, Funktionseinschränkung Mobilisierung und Respiration, die Funktionseinschränkung Schlaf, der Wunsch nach Schmerzmitteln, die Zufriedenheit u.a. Dieses Projekt zeichnet sich durch strikte Ergebnisorientierung aus Patientenperspektive aus.

In der vorliegenden Studie zeigen sich die Parameter Einlaufschmerz in Abhängigkeit vom Prothesenmodell und vom Knochendefekt kongruent. Die Patienten mit Grad-4-Knochendefekten und Scharnierprothesen klagen signifikant häufiger über Einlaufschmerzen als die Patienten mit Grad-2-KD und Wechsel auf ein bikondylär gekoppeltes Prothesenmodell. Diese Beobachtung sollte in die zukünftige peri- und postoperative Schmerztherapie einfließen.

Der fach- und operationsspezifische Vergleich der postoperativen Schmerzintensität offenbart erwartungsgemäß große Unterschiede. Der Maximalschmerz postoperativ war in der Traumatologie/Orthopädie am höchsten. Für eine ganzheitliche Beschreibung von Qualität sind jedoch laut *Meissner* auch die Einbeziehung der funktionellen Auswirkungen und die Berücksichtigung schmerztherapiebedingter Nebenwirkungen notwendig. Diese Aussage wird in der vorliegenden Arbeit bestätigt, denn die große postoperative Zufriedenheit der Grad-4-Knochendefekt-Patienten ist nicht allein nur anhand der Messung des Parameters Schmerz oder Funktion zu erklären, sondern sie bezieht sich vor allem auch auf die „Alltagstauglichkeit“ des Kniegelenkes für dieses Patientengut.

Diese Alltagstauglichkeit wird im Hinblick auf das implantierte Prothesenmodell genauer untersucht. In der Literatur werden Knieprothesen mit einer starren Kopplung zwischen Ober- und Unterschenkel und monozentrischer Kinematik aus praktischer Sicht im höchsten Maß kontrovers beurteilt. Laut *Hassenpflug (2003)* liegen die Nachteile in einer erhöhten Infektionsrate und einer erschwerten Entfernung bei der Revision. Im Gegensatz dazu sind die Vorteile in einer einfacheren operativen Implantationstechnik, einer primär stabilen Lastübertragung ohne Weichteilbalancierung und einer potentiell größeren femorotibialen Kongruenz zu sehen. In klinischen Studien zeigen sich widersprüchliche Langzeitresultate. Als Primärimplantat bei schweren knöchernen Defekten, ausgeprägten Fehlstellungen der Beinachse und Bandinstabilitäten oder als Revisionsimplantat, haben sie nach wie vor einen festen Stellenwert. Auch bei älteren Patienten sind gekoppelte Prothesenmodelle gut einzusetzen, da durch sie eine rasche postoperative Mobilisation ermöglicht wird. Diese Meinung deckt sich mit den eigenen Ergebnissen, da auch hier mit diesen Prothesenmodellen noch eine ausreichende Bewegungsfähigkeit zu erreichen ist. Der Function Score in der Gruppe der Grad-4-Defekte beträgt in der vorliegenden Studie 39 und alle 11 Patienten waren aufgrund des Gesamtergebnis zu einer Wiederholungsoperation bereit.

In einer Überlebensanalyse von Blauth-Prothesen, zum Beispiel, zeigt sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 92 % nach 11 Jahren. Auch wenn davon ausgegangen werden muss, dass die niedrige Rate von 0,8 % aseptischer Prothesenlockerung auf das insgesamt reduzierte Aktivitätsniveau im fortgeschrittenen Alter zurückzuführen ist, stehen somit die Ergebnisse der Blauth-Knieendoprothese den Ergebnissen kondylärer Implantate in nichts nach (*Blauth u. Hassenpflug, 1991*).

Auch *Munzinger et al.* bestätigen 1987, dass in ihrem Patientengut im Schnitt 6 Monate nach Implantation einer Arthrodesenprothese bei 34 Kniegelenken (80 %) ein knöcherner Durchbau nachzuweisen war.

Laut *Bengston et al. (1991)* haben starr gekoppelte Prothesen eine erhöhte Infektionsrate von 15 %. Diese Beobachtung stimmt nicht mit der hier durchgeführten Studie überein. Die Infektionsrate ist in der vorliegenden Arbeit im Vergleich zu den non-constrained-Prothesen nicht signifikant erhöht.

Nazarian et al. (2002) untersuchten 207 Kniegelenke, die sich zwischen 1988 und 1996 einer Kniegelenksrevision unterziehen mussten. Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit lag bei 4,2 Jahren. 161 Kniegelenken war ein Insall-Burstein constrained-Modell mit Schaft und 55 Kniegelenken ein I-B II constrained-Modell ohne Schaft implantiert worden. Im Vergleich der Score-Differenzen zeigt sich in beiden Gruppen ein deutlicher Anstieg des Kniescores von 52 auf 86 bzw. 85 postoperativ. Das postoperativ gemessene Bewegungsausmaß (Range Of Motion) betrug im Schnitt zwischen 4° und 106°. Es kam in beiden Gruppen gleich häufig zu Komponentenlockerungen, sodass die Autoren zu dem Ergebnis kommen, dass die Verwendung einer semi-constrained-Prothese nicht zwangsläufig einen intramedullären Schaft erfordert.

Einig sind sich jedoch alle Autoren darüber, dass die Indikation zum Einbau von fest gekoppelten Endoprothesen mit langen intramedullären Schäften bei jüngeren Patienten nur mit großer Zurückhaltung gestellt werden sollte. Zumal durch die in dieser Altersgruppe erhöhten Belastungen mit hoher Wahrscheinlichkeit aseptische Lockerungen zu erwarten wären. Zudem sind die Rückzugsmöglichkeiten nach Versagen ein großer Nachteil der starr gekoppelten Endoprothesen mit langen intramedullären Schäften. Dies wird schon 1981 durch volumetrische Studien von *Hankin et al.* gestützt, der bestätigt, dass der metaphysäre Knochenverlust bei Verwendung von uni- oder bikompartimentalen Knieendoprothesen geringer ist, als bei der Anwendung von trikompartimentalen, semiconstrained und vor allem Scharnierprothesen.

In der Literatur finden sich nur wenige Arbeiten, die das Ausmaß des intraoperativen Knochendefekts mit der postoperativ zu erzielenden Funktion in Zusammenhang bringen.

Jacobs et al. unternahmen erstmals 1988 eine Unterteilung der inhomogenen Gruppe der Knieendoprothesenrevisionen anhand der zugrunde liegenden Ursachen. Sie unterschieden aseptische Lockerungen, Instabilitäten, Implantationsfehler und Fälle mit ungeklärter Schmerzursache voneinander. Mit Ausnahme der letzten Gruppe konnten postoperativ in der Mehrzahl der Fälle gute und sehr gute Ergebnisse erzielt werden. *Goldberg et al.* erkannten im gleichen Jahr, dass die Ergebnisse nach Knieendoprothesenwechseln von der Anzahl der vorhergehenden Revisionen und dem präoperativen Prothesentyp abhängen. Sie machten deutlich, dass ein Vergleich der meisten Studien schon allein aufgrund der unterschiedlichen Kriterien, die für Erfolg und Scheitern angesetzt werden, schwierig ist. *Goldberg* und *Rand* sind sich einig, dass nur schlechte Ergebnisse zu erzielen sind, wenn eine weniger- constrained-Prothese nach einer mehr- constrained Prothese eingebaut wird.

In den darauf folgenden Jahren erfolgte nun der Versuch, die Operationsplanung mittels einer Klassifikation von Knochendefekten zu vereinfachen, um für die Auswertung der Ergebnisse vergleichbare Gruppen bilden zu können (*Rand 1991, Insall 1993*). Denn auch, wenn langstielige Revisionsimplantate erforderlich waren, wurden die Ergebnisse damals nicht nach dem Ausmaß der Knochendefekte analysiert, obwohl die Lebensdauer der verwendeten Implantate wesentlich von der Verankerung im knöchernen Lager abhängt (*Murray et al. 1994, Mow und Wiedel 1994*).

Bis 1993 (*Morrey et al.*) gab es kein allgemeingültiges System bezogen auf die Lokalisation oder das Ausmaß der Knochendefekte nach Revisionsoperationen. *Morrey* unterteilte jetzt erstmals in Typ I: lokalisierter Knochenverlust mit teilweise noch vorhandenem metaphysealen und kortikalen Knochen, Typ II: Verlust der Metaphysen, jedoch intakter kortikaler Knochen, Typ III: Verlust des metaphysealen und kortikalen Knochens und Typ IV: Globaler Knochenverlust bei neoplastischen Destruktionen. Als entscheidender Parameter gilt somit die Zerstörung der Ansatzstellen der Kollateralbänder oder aber die Notwendigkeit, diese Ansatzstellen zu resezieren.

Eine allgemeingültige Klassifikation hinsichtlich der Einteilung der Knochendefekte hat sich auch bis heute nicht durchsetzen können. *Reichel et al.* zum Beispiel unterteilen 2006, in Anlehnung an *Engh und Parks (1994)*, die Knochendefekte in nur drei Schweregrade und analysieren auf dieser Basis eine Studie mit 150 Knierevisionen.

Elia und Lotke (1991) untersuchten 40 Kniegelenke, die sich einer Revision aufgrund einer aseptischen Lockerung unterziehen mussten. Sie versuchten die Ergebnisse im Zusammenhang mit dem Grad des Knochenverlustes oder dem Grad der Instabilität des Weichteilmantels zu sehen. Der Follow up betrug im Schnitt 41 Monate. Bei allen Kniegelenken bestand ein Knochendefekt von mind. 1 cm in der Tiefe und es waren mehr als 50 % der Gelenkfläche von Femur oder Tibia betroffen. Dies entspricht in der hiesigen Studie vergleichsweise den Grad-2-Defekten (s.Abb.12, S.16). In allen Fällen wurden Schaftprothesen implantiert. Die Gesamtkomplikationsrate betrug 30 % (12 KG), eine erneute Revision war bei 10 % (4 KG) erforderlich. Infektionen traten nicht auf. In 75 % konnten gute bis exzellente Ergebnisse erzielt werden. Der Knee Society Score stieg nach der Revision von 41 auf 77,6 an. Der Function Score nahm von 93 auf 96 zu, nur 2 Patienten verschlechterten sich hinsichtlich des Bewegungsausmaßes.

Die Erfahrungen sind vergleichbar mit der von *Gohlke et al. 2001* durchgeführten Studie. Beide Arbeiten kommen zum selben Ergebnis: Die Verwendung von Knochentransplantat und modularen Systemen bringt Vorteile in der Revisionstechnik. Bei einem Vergleich der Arbeiten von *Elia* und *Gohlke* wird jedoch die Diskrepanz darüber, was als schwerwiegender Knochendefekt zu bewerten ist, deutlich.

1997 verwendeten *Bugbee und Engh* die auch für die vorliegende Arbeit bevorzugte AORI-Klassifikation zur Unterteilung ihres Krankengutes. Dieses beinhaltete 19 Grad-3-Defekte, die mit unterschiedlichen Implantaten, teilweise auch unter Verwendung von Allografts, versorgt wurden. Sie konnten durch diese Einteilung den ungünstigen Einfluss ausgedehnter Knochendefekte auf die postoperativ erzielte Funktion deutlich machen. Es war ein Rückgang der mit „Gut“ bewerteten Ergebnisse von 84 % auf 74 % von den Grad-1-Defekten zu den Grad-3-Defekten erkennbar. Es kam an der Tibia zu einem Einsintern der zementfrei verankerten, individuell angefertigten Schäfte. Dies deckt sich mit den Erfahrungen der hier durchgeführten Studie, die bestätigt, dass am Femur eher als an der Tibia ein sicherer press-fit der Schäfte zu erzielen ist. Für die Tibia ist deshalb eine zusätzliche Abstützung am metaphysären Restknochen erforderlich, ansonsten ist die Zementierung zu bevorzugen. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass, trotz der Ausdehnung des Knochendefekts und der Größe des Wechselimplantates, laut der Studie von *Bugbee und Engh*, ein hohes Maß an Zufriedenheit der Patienten mit Grad-3-Knochendefekten nach der Revision bestand. Eine Erfahrung, die sich auch im hier nachuntersuchten Patientengut bestätigen lässt.

Bei eingehender Betrachtung der vorliegenden Studie ist festzustellen, dass die niedrigeren Funktionswerte bei den Grad-3- und Grad 4-Defekten in erster Linie auf die vorausgegangenen Weichteilschäden und die schlechte Allgemeinsituation zurückzuführen waren. Es bestanden vor allem Restbeschwerden bedingt durch eine Insuffizienz des Streckapparates und der Patella. Das Prothesendesign oder postoperative Komplikationen spielten eine eher untergeordnete Rolle bei der abschließenden Funktionsbeurteilung. Dennoch ist nicht zu vernachlässigen, dass bei genauer Aufschlüsselung deutliche Defizite in der erzielten Funktion bei Grad-4-Knochendefekten, im Vergleich zu weniger schweren Fällen, aufgezeigt werden. Ebenso liegen die Ergebnisse der Revisionsoperationen, bezogen auf den postoperativen Function Score, deutlich unter den Ergebnissen nach der Primär-Operation.

Eine Analyse der Ergebnisse nach Knie-Endoprothesenwechsel macht deutlich, dass nur wenig vergleichbare Daten über die Behandlung von Knochendefekten, die den Bereich der Metaphysen überschreiten, existieren. Es handelt sich entweder um Bestandteile inhomogener, größerer Serien oder um Einzelfälle, bei denen sehr unterschiedliche Bewertungskriterien zur Anwendung kommen. Während von 1975 – 1985 überwiegend einzementierte, modifizierte Scharnierprothesen bei Revisionen implantiert wurden, zeichnet sich in den letzten Jahren ein Wandel hin zu den zementfreien Schäften und modularen Implantaten in Kombination mit Knochenersatzplastiken ab (*Samuelson 1988*). Diese Entwicklung ist aufgrund der zu erwartenden positiven Langzeitergebnisse zu begrüßen.

2006 berichteten *Radnay et al.* über vergleichbar gute Erfolge bei der Verwendung von trabekulären Zapfen aus Metall (Tantalum), die eine gute Rekonstruktion von tiefen Knochendefekten ermöglichen und den sonst erforderlichen ausgedehnten Knochenersatz in Form von `structural allograft` verringern; dies kann auch durch den Einsatz von Stielverlängerungen erreicht werden. Nach durchschnittlich 10 Monaten waren radiologisch keine deutlichen Lockerungszeichen oder Komponentenwanderung zu erkennen. Auch *Meneghini et al. (2008)* berichten über positive Ergebnisse bei der Verwendung von Tantalum-Zapfen. Zum einen war eine Verbesserung des Knee-Society-Scores von 52 auf durchschnittlich 85 Punkte zu beobachten, zum anderen zeigten alle Implantate radiologisch einen knöchernen Einbau an der Kontaktstelle mit der Tibia.

Diese Ergebnisse werden auch von *Kirschner et al. (2006)* bestätigt, die allerdings noch die präzise Feststellung des Versagensgrundes als wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Revision sehen. Sie empfehlen bei ungedeckten Knochendefekten ebenfalls die Versorgung mit Augmentation und Stielverlängerung, bei gedeckten Knochendefekten kann die Auffüllung mit Knochentransplantat erfolgen. Das Revisionsmodell sollte modular an das Ausmaß des Knochendefekts angepasst werden. In diese Studie waren nur Patienten mit einer unikompartimentalen/unikondylären Knieprothese eingeschlossen. Für die Analyse des Implantatversagens sind Besonderheiten, wie z.B. prothesenspezifische Komplikationen oder das Fortschreiten der Arthrose in dem nicht ersetzten Kompartiment, zu beachten. Aufgrund dieser Ergebnisse wird laut *Kirschner* nur noch in Einzelfällen die Revision einer unikondylären Knieprothese erneut mit einer unikondylären Prothese erfolgen; in der Regel ist mit einer Konversion auf eine bikondyläre Prothese zu rechnen. Dieser Aussage ist uneingeschränkt zuzustimmen, denn die unikompartimentalen Wechsel schneiden im Gesamtergebnis nicht signifikant besser ab, als die Wechsel auf eine Individualprothese bei ausgedehnten Knochendefekten.

Engl und Ameen (2007) bestätigen, dass die Versorgung des tibialen Knochendefekts mitentscheidend für das Ergebnis der Kniegelenkrevison ist. Sie operierten 49 Kniegelenke von denen nach durchschnittlich 97 Monaten 46 Kniegelenke nachuntersucht werden konnten. Es zeigte sich, dass ein structural allograft zur Behandlung ausgedehnter, tibialer Knochendefekte empfohlen werden kann; nur 4 Patienten (9 %) mussten sich einer erneuten Revision unterziehen, davon 2 (4 %) aufgrund einer Infektion des Kniegelenks.

Bei Grad-3- und Grad-4-Knochendefekten wird derzeit übereinstimmend eine Entlastung der Metaphyse durch eine langstreckige diaphysäre Verankerung empfohlen. Die Frage der Fixierung –zementiert oder zementlos– wird seit Jahren, ebenso wie das Ausmaß der Prothesenkopplung, kontrovers diskutiert.

Fuchs et al. (1996) führen an, dass in der Literatur Erfolgsraten von 56 – 94 % nach 8 – 10 Jahren für die Implantation zementierter Gleitflächenprothesen angegeben werden. Nach eigenen Erfahrungen konnten sie jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen zementierter und zementfreier Verankerung feststellen. Sie bevorzugen als GFE im Hinblick auf die verschiedenen Verankerungsmöglichkeiten das MG-Revisionsmodell, welches auch bei Rheumatikern teilweise zementlos mit guten Ergebnissen zu implantieren ist. Bei zementfreien Systemen sind die Beobachtungsraten jedoch deutlich kürzer. *Dodd et al. (1990)* verglichen 18 paarweise Implantationen (eine Seite zementiert, bilateral unzementiert) mit einer durchschnittlichen Implantationsverweildauer von 5 Jahren für beide Implantationsformen. Hinsichtlich der funktionell klinischen Ergebnisse ergaben sich keine Unterschiede zwischen der zementierten und unzementierten Implantationsform. Dies trifft auch für das radiologische Erscheinungsbild, insbesondere die Osteolysesäume, und die subjektive Patientenzufriedenheit zu.

Knahr et al. (1990) erhielten über 72 % gute Ergebnisse, 4 Jahre nach Implantation einer zementfreien PCA-Prothese. Auch *Kraay et al. (1991)* gehen davon aus, dass im Rahmen von Langzeitstudien die Überlegenheit der zementfreien Implantationstechnik gegenüber der total zementierten Verankerung zunehmen wird. Dies wird von *Jerosch et al. (1998)* bestätigt, die die Erfahrung gemacht haben, dass der Knochenverlust bei der Revision zementfreier Tibiakomponenten größer sein kann, als bei der Revision zementierter Tibiakomponenten. Zudem kann nach ihren Erfahrungen eine beschleunigte Rehabilitation durch die Zementiertechnik garantiert werden.

Von *Ranawat et al. (2001)* wurden vorwiegend zementfreie Press-fit-Stiele verwendet, wenn die Komponenten mit ausreichender Torsionsstabilität zu implantieren waren. Nur in den seltenen Fällen mit extremem Knochenverlust und nicht mehr vorhandener Torsionsstabilität wird die Implantation zementierter Stiele empfohlen oder als Rückzugsmöglichkeit bei Lockerung einer zementfreien Stielverankerung. Bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 4,5 Jahren (0,5 – 7 Jahre) waren die Ergebnisse im KSS-Score bei 86 % der 42 Patienten gut oder exzellent. In keinem Fall war eine erneute Revision notwendig.

Jazwari et al. (2001) verglichen an Leichen die Verankerung von Knieendoprothesen mit 75-mm Stiel und zementierter Implantation mit denen von Revisionsprothesen mit 150 mm-Stielen, die mittels press-fit-Technik implantiert worden waren. Die Ergebnisse der beiden Gruppen hinsichtlich der Stabilität waren vergleichbar gut.

Von Individualprothesen wird entweder in der Behandlung periprothetischer Frakturen (*Marsden et al. 1989, Cordeiro et al. 1990*) oder im Zusammenhang mit „salvage“-Operationen bei gelockerten Scharnierprothesen berichtet. Eine Kombination mit massiven Allografts scheint kurz- bis mittelfristig meist zu guten Resultaten zu führen (*Mow et al. 1993; Harris et al. 1995*). Die Langzeit-Überlebensraten, die Kosten und das Infektionsrisiko werden jedoch kritisch beurteilt. So berichten *Stockley et al. (1992)* über 2 Frakturen (10 %) und 3 Infektionen (15 %) bei 20 Fällen, in denen unterschiedliche Prothesentypen mit strukturellen Transplantaten kombiniert wurden.

Laut *Gohlke et al. (2001)* sind modifizierte Scharnier- oder Rotationsendoprothesen nur dann zu bevorzugen, wenn aufgrund fehlender ligamentärer Stabilität mit den herkömmlichen modularen Revisionsystemen keine ausreichende Luxationssicherheit herzustellen ist. Die größte Anzahl von Knie-TEP-Revisionen kann jedoch unter Verwendung von modularen Standardendoprothesen durchgeführt werden, da sich die knöchernen Defekte nach unikompartimentalen Schlittenprothesen oder GFE meist nur auf den metaphysären Bereich erstrecken. Der Aussage von *Goldberg* ist zuzustimmen, dass es keinen bevorzugten Implantattyp gibt, der am besten für Revisionen geeignet wäre. Das geeignete Modell muss für jeden Patienten gefunden und unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse implantiert werden.

Dennis fordert 1998, dass mit jeder Revision, vor allem bei jungen Patienten, der Operateur vorausschauend denken und die möglicherweise erforderliche Re-Operation schon im Auge haben sollte. Als Voraussetzung für eine erfolgreiche Revision sieht *Dennis* die Schaffung eines gesunden, gut durchbluteten Knochenbettes an. Die Verwendung von Allografts führt nach seinen Erfahrungen zu einer Wiederherstellung des knöchernen Lagers und es ist eine präzise Defektdeckung mit überschaubaren Kosten möglich. Zudem hat sich Knochen-Transplantat auch als tragfähiger als andere Materialien erwiesen. Der Nachteil dieser Technik liegt jedoch in dem möglicherweise fehlenden knöchernen Durchbau oder einem Einsintern der Prothese. Ein frühzeitiges Eingreifen bei den ersten Anzeichen von Lockerung ist erforderlich, um den Defekt möglichst klein zu halten.

Diesen Aussagen kann nur bedingt zugestimmt werden. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist eine knöcherne Integration zementfreier Schäfte in strukturellen Allografts ohne Kontakt mit Eigenknochen nicht zu erwarten. Eine mechanisch stabile Verbindung kann nur durch Zementierung oder eine zusätzliche Fixierung (z.B. Verriegelungsschrauben, Cerclage) erreicht werden. Eine dauerhafte Stabilität zementfreier Schäfte erfordert – wie auch in der Hüftendoprothetik – eine Verankerungsstrecke im verbliebenen, autochthonen Knochen von mindestens 4-5 cm. Eine kritische Betrachtung des hier vorgestellten Verfahrens muss jedoch den relativ kurzen Nachbeobachtungszeitraum, die hohen Kosten, sowie den erheblichen logistischen Aufwand berücksichtigen. Die notwendige Knochenanlagerung erfordert das Führen einer Knochenbank, so dass die Durchführung derartiger Eingriffe in Anbetracht des steigenden Kostendrucks immer mehr orthopädischen Zentren vorbehalten sein wird.

Eine Auswertung der postoperativen Komplikationen ist gerade in der Knieendoprothetik unumgänglich. Es zeigt sich jedoch in den letzten Jahren ein Wandel bezüglich der Häufigkeitsverteilung von Komplikationen nach erfolgter Revision. 1986 war der häufigste Ausbaugrund für eine Knieendoprothese laut *Insa* die Infektion, an zweiter Stelle stand die Komponentenlockerung. Weitere Gründe waren nach seinen Studien die Fehlpositionierung des Implantates, die Dislokation, die ligamentäre Instabilität, Frakturen, eingeschränkte Beweglichkeit, Patellaluxation und Schmerz. Nach seinen Erfahrungen sind die Ergebnisse nach Revision eine Knie-TEP selten so gut, wie die einer Primäroperation. Dieser Aussage kann uneingeschränkt zugestimmt werden.

Chuckler beschreibt 1996 die Ursachen für das Versagen einer Knieendoprothese in anderer Reihenfolge. Zu diesem Zeitpunkt stand bereits die aseptische Lockerung an erster Stelle, gefolgt von der Infektion und design- und operationstechnischen Fehlern. Ein weiterer häufiger Ausbaugrund war nach seinen Erfahrungen persistierender Schmerz.

1997 fand eine Umfrage an orthopädischen, chirurgischen und unfallchirurgischen Kliniken statt, die ergab, dass es sich mittlerweile bei jedem zehnten kniealloplastischen Eingriff um eine Revision handelte. Diese erfolgten in 42 % aufgrund einer aseptischen, in 17 % aufgrund einer septischen Lockerung. 20 % der Austauschoperationen waren durch Probleme des Streckapparates notwendig geworden und 9 % wegen persistierender Schmerzen. Periprothetische Frakturen waren in 6 % der Fälle für eine Revision verantwortlich. Eine Aufschlüsselung nach Komplikationen in Abhängigkeit vom Prothesenmodell erfolgte in dieser Erhebung nicht.

Jerosch et al. dagegen unterscheiden 1997 implantatspezifische Komplikationen, die einen Revisionseingriff erfordern.

SCHLITTENPROTHESE	OBERFLÄCHENERSATZ	SCHARNIERPROTHESE
Höchste Lockerungsrate -medial ~ 7 Jahre -lateral ~ 5 Jahre	Mittlere Lockerungsrate -nach ~ 10 Jahren	Geringste Lockerungsrate
Geringste Infektionsrate 2 – 8 %	Mittlere Infektionsrate 2 – 17 %	Höchste Infektionsrate 2 – 23 %
Geringste Patellaproblematik < 10 %	Mittlere Patellaproblematik 5 – 20 %	Häufigste Patellaproblematik 8 – 40 % Implantatbruch < 2 %

Abbildung 23: Implantatspezifische Komplikationen

Der häufigste Ausbaugrund von Kniealloarthroplastiken ohne Infektion war 1997 laut *Jerosch* die aseptische Lockerung im Knochenlager, die Instabilität des Gelenkes, schlechtes Beinalignment und Fehlpositionierung der Komponenten.

Mittlerweile werden laut *Sharkey et al.* weltweit jährlich 35.000 Knieendoprothesen revidiert. Er veröffentlichte 2002 in Texas eine Studie mit 203 Patienten und 212 Kniegelenken, die sich einer Revision unterziehen mussten. Es wurde eine Unterteilung in Früh- (< 2 Jahre) und Spätversager (> 2 Jahre) vorgenommen und nach den Ursachen der Fehlschläge gesucht. In manchen Kniegelenken waren mehrere Gründe für das Scheitern der Revision verantwortlich. Mit einer Häufigkeit von 25 % ist der PE-Abrieb, vor allem bei den Spätversagern zu nennen. Die Komponentenlockerung war in 24 % der Fälle Ursache für die Wiederholungsoperation mit einer in beiden Gruppen gleich großen Häufigkeit. Bei den Frühversagern fanden die Revisionen vor allem aufgrund von Instabilität bei 21,2 %, Infektion bei 17,5 %, Arthrofibrose bei 14,6 % und Achsabweichung bei 11,8 % statt. Diese Zahlen sind identisch mit den Ergebnissen von *Lonner, 2005*.

Nach *Lonner (2005)* ist nach einer erfolgreichen Kniegelenksrevision eine Funktionsverbesserung des Kniegelenkes zu erwarten. Nach einer Metaanalyse von 37 Studien liegen die Ergebnisse einer Revisionsoperation deutlich unter denen einer Primärimplantation, jedoch ist auch bei einer Revision eine Verbesserung des Knee-Society-Scores hinsichtlich Funktion und Klinik nachzuweisen. Die Wiederholungsoperation hat jedoch im Vergleich zur Erst-OP eine frühere und höhere Komplikationsrate. Die Mehrzahl der Studien geben eine Erfolgsquote zwischen 46 % und 84 % in einem Zeitraum von 3,5 – 5 Jahren an.

Die häufigsten Versagensgründe waren demnach PE-Abrieb (25 %), aseptische Lockerung (24 %), Instabilität (21 %), Infektion (17,5 %), Arthrofibrose (14,6 %), Malalignment (11,8 %), Patellanekrose (4,2 %) und Frakturen (2,8 %). Die Notwendigkeit einer Wiederholungsoperation nach der Revision liegt nach diesen Studien bei 15 %, von denen wiederum an die 44 % zwei oder mehr Ergänzungsoperationen nach sich ziehen.

Im Großen und Ganzen bestätigt die Metaanalyse von *Lonner* in Bezug auf die Komplikationen die Ergebnisse von *Ranawat (2002)*. Dieser untersuchte 9 Studien ohne septische Revisionen mit mindestens 2 Jahren Nachuntersuchungszeit. Gute oder exzellente Ergebnisse wurden bei 70 % der Patienten erreicht. Die Ergebnisse sind somit schlechter als bei der Primärimplantation, die in mehr als 90 % der Fälle gute und sehr gute Ergebnisse erzielt. *Ranawat* berücksichtigt jedoch, dass aufgrund der unterschiedlichen Eingangsdiagnosen die zur Revision geführt haben, die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar sind. Eine Revision bei initialem PE-Verschleiß muss seiner Meinung nach zu einem besseren Ergebnis führen als ein Prothesenwechsel bei Instabilität oder ausgeprägtem Knochenverlust. Die Gesamtkomplikationsrate der Studien von *Ranawat* lag bei 9 %. Am häufigsten (3 %) kam es zu Problemen am Streckapparat (Patellaproblematik), weitere häufige Komplikationen mit jeweils 2 % waren Instabilität, Komponentenlockerung und Infektion. Prothesenbruch, Frakturen und Wundheilungsstörungen werden mit einer Häufigkeit unter 1 % angegeben. Diese Ergebnisse werden durch die vorliegende Studie bestätigt. Auch hier zeigte sich ein deutlich besseres Abschneiden der Grad-2-Knochendefekte und der Versorgung durch einen Gleitflächenersatz, als bei der Revision der Grad-3- und Grad-4-Knochendefekte mit stärker gekoppelten Prothesen.

Sheng et al. (2003) veröffentlichten eine Metanalyse von 33 Studien mit einer Anzahl von 1.356 Patienten. Der Zeitraum der Nachuntersuchung lag zwischen 6 und 108 Monaten. Verantwortlich für die Revisionen war in erster Linie die aseptische Lockerung (55 %), die auch die Hauptkomplikation nach der Revisionsoperation darstellte. Weitere Gründe für die Wechsel-OP waren der PE-Abrieb (11 %), Instabilität (10 %) und Infektion (7 %). Die Studien wurden mit Hilfe der anerkannten Scores KSS, HSS und Bristol-Score ausgewertet. Die Faktoren Rasse, Prothesenmodell, Voroperationen und postoperative Rehabilitation wurden aufgrund ihrer Variabilität nicht berücksichtigt. Es zeigte sich, dass in jüngeren Studien eine Verbesserung der Ergebnisse bezüglich aller messbaren Parameter wie zum Beispiel Funktion, Beweglichkeit und Schmerz zu erzielen war. Dies führte *Sheng* auf die technischen Fortschritte im Prothesendesign, einer Verbesserung der chirurgischen Technik, der Patientenselektion und dem postoperativen Management, zurück. Die Gesamtkomplikationsrate betrug 19 %, die häufigsten Komplikationen waren aseptische Lockerung (18 %), Infektion (16 %) und Patellaprobleme (15 %). Laut *Sheng* gilt die Revisionsoperation nach Knieendoprothesenimplantation als eine sichere und erfolgreiche Maßnahme, auch wenn die Komplikationsrate hoch erscheint.

Diese Schlussfolgerung entspricht mit einer Gesamtkomplikationsrate von 19 % den in der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten. Die Infektionsrate der Spätinfekte ist mit 4 % jedoch vergleichsweise als sehr niedrig anzusehen. Es war kein Allograft, sondern meist homologer, gemahlener Knochen verwendet worden. Auffallend im Gesamtkollektiv war eine hohe Rate an Problemen mit dem Streckapparat (17,6 %), die sich entweder als retropatellare Schmerzen, Subluxationen nach lateral, oder funktionelle Insuffizienz äußerten. Die Ursache dafür ist, nach den hier gemachten Erfahrungen, im Streckapparat zu suchen. Zum einen führt der in den Vor-Operationen häufig durchgeführte Patella-Ersatz zu einem Substanzverlust am Weichteilmantel. Zum anderen führt eine vorherige Tibia-Kopf-Osteotomie häufig zu einer kranial verlagerten Tuberositas tibiae.

Bei den Individualprothesen wurden je zweimal Probleme mit dem Streckapparat oder eine Bewegungseinschränkung von weniger als 90° Flexion beobachtet. Zwei Patienten klagten über einen intermittierenden Schmerz im Schaftbereich.

Zum Abschluss der Studie wird eine radiologische Kontrolle unter besonderer Berücksichtigung der Grad-4-Knochendefekte durchgeführt.

Robinson und Mullike (1995) bestätigen die in dieser Arbeit gemachte Erfahrung, dass die angefertigten Röntgenbilder das Ausmaß der Knochendefekte oft nur unzureichend darstellen. Auch *Herzog und Morscher (1991)* sind der Meinung, dass der radiologische Befund und das Beschwerdebild des Patienten keineswegs parallel verlaufen müssen und sich die Indikation zur Revision vorwiegend auf die subjektiven Beschwerden des Patienten stützt. Radiologische Veränderungen sind oft lange vor den Beschwerden sichtbar.

Dorn und Kiss (2001) vertreten die Ansicht, dass partielle Saumbildungen im Röntgenbild bei klinisch unauffälligem Befund nicht überbewertet, jedoch regelmäßig radiologisch nachkontrolliert werden sollten. Obwohl durchgehende Saumbildungen ab 2 mm als radiologische Lockerung anzusehen sind, können Beschwerden fehlen. Bei Auftreten einer Schmerzsymptomatik empfiehlt sich die weitere Abklärung z.B. mittels Szintigraphie.

Dem stimmen auch *Friedman et al. (1990)* zu. Hier wurden 129 Kniegelenke im Mittel nach 5,2 Jahren nachuntersucht und mit den Ergebnissen nach Primärimplantation verglichen. Es zeigte sich auch nach der Revisionsoperation eine Verbesserung der Werte hinsichtlich Funktion, Instabilität, Beweglichkeit und Schmerz, wenn auch nicht so signifikant wie nach der Primärimplantation. Die Zunahme an Lysesäumen war nicht mit einer Zunahme der Fehlschläge verbunden. Die Versagens-Rate lag bei 5,8 %.

Dies deckt sich mit den in der vorliegenden Studie gemachten Erfahrungen. In nahezu allen Fällen dieses Patientengutes wurde zumindest ein partieller knöcherner Wiederaufbau beobachtet. Der eingebaute Knochen zeigte eine Remodellierung der Konturen und eine Neuformation von Trabekeln, dies vor allem in den Bereichen mit Resten der ursprünglichen Kortikalis oder ortsständigem Eigenknochen. Es ist kein Zusammenhang zwischen der Art des Knochentransplantates und den postoperativen Lysesäumen oder zwischen der Art des Knochentransplantats und der Größe des Knochendefekts zu erkennen. Lediglich bei den Grad-4 KD sind bei 86 % Lysesäume erkennbar, diese blieben jedoch ohne klinische Relevanz.

Einigkeit herrscht bei allen Autoren in Bezug auf das Auftreten von Saumbildungen im Bereich der Tibiakomponente. Dies kommt häufiger bei zementfreien Implantaten als bei zementierbaren Prothesen vor und führte in der vorliegenden Arbeit bei einem Patienten wegen klinischer Beschwerden zu einer weiteren Revision mit erneutem Wechsel der Tibiakomponente.

8. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit berichtet über die klinischen und radiologischen Ergebnisse von 75 Knieendoprothesenwechseloperationen, die zwischen 1985 und 1996 am König-Ludwig-Haus Würzburg durchgeführt wurden und nachuntersucht werden konnten. Der durchschnittliche Follow-up betrug 32,6 Monate (6 bis 120 Monate). Als Bewertungsmaßstab diente der Knee Society Score und der Roentgenographic Evaluation Score nach Ewald. Zur Auswertung wurde das Patientengut anhand der intraoperativ vorliegenden Knochendefekte in 4 Subgruppen unterteilt. Es lag bei 26 Patienten ein Grad-1- Knochendefekt, bei 12 Patienten ein Grad-2-Knochendefekt und bei 26 Patienten ein Grad-3-Knochendefekt vor. 11 Patienten wiesen einen hochgradigen Grad-4-Knochendefekt auf und wurden aufgrund der Schwere der Erkrankung als Subgruppe besonders beachtet. Die Revision der Grad-1- bis Grad-3-Defekte erfolgte überwiegend auf modulare Standardimplantate oder Standardrevisionssysteme. Die Gruppe der Grad-4-Defekte wurde unter Verwendung von individuell gefertigten Rotationsendoprothesen der Firma Link revidiert.

Die Gesamtkomplikationsrate lag bei 19 %. Die Komplikationsrate der Individualprothesen war nicht höher als die bei der Versorgung mit Standardimplantaten. Die Zufriedenheit der Patienten mit dem OP-Erfolg betrug 84 %. In der Gruppe der Grad-4-KD fand sich kein unzufriedener Patient. Dies ist durch die weitgehend erzielte Schmerzfreiheit im Vergleich zum präoperativen Befund zu erklären, denn alle Patienten dieser Gruppe waren vor dem Zeitpunkt der Revisions-OP nicht mehr gehfähig und litten unter starken Schmerzen. Bezogen auf die subjektive Beurteilung des OP-Erfolges durch den Patienten fällt das relativ schlechte Abschneiden der unikompartimentalen Endoprothesenwechsel auf. Ansonsten finden sich im Hinblick auf den OP-Erfolg keine auffälligen Häufungen bezogen auf den Prothesentyp. Die Ergebnisse der Revisionsoperationen bezogen auf den postoperativen Function Score (67 versus 84) liegen jedoch deutlich unter den Ergebnissen der Primär-OP.

Im Gesamtkollektiv war eine hohe Rate (17 %) an Problemen mit dem Streckapparat zu verzeichnen, die sich als Subluxationen, retropatellare Schmerzen oder funktionelle Insuffizienz äußerten. Bei den Individualprothesen konnten je zweimal Probleme mit dem Streckapparat oder eine größere Bewegungseinschränkung (Flexion < 90°) beobachtet werden. Die Komplikationen zeigten keine Häufung bezogen auf einen bestimmten Prothesentyp und waren auch weitgehend unabhängig vom Ausmaß des Knochendefekts. Weitere Voraussetzungen für gute Langzeitergebnisse sind somit, nach unserer Erfahrungen, vor allem die suffiziente Weichteildeckung der Endoprothese. Bis auf eine niedrige Infektionsrate ließen sich in unserem Patientengut im Vergleich mit den Ergebnissen der Literatur keine auffälligen Abweichungen erkennen.

Radiologisch konnte in fast allen Fällen ein knöcherner Wiederaufbau beobachtet werden. Bei den Individualprothesen waren am Femur keine Lockerungszeichen erkennbar. An der Tibia konnte einmal ein Einsinken (von 1,5 cm) und zweimal eine Saum- bzw. Sockelbildung nachgewiesen werden, die jedoch in der Verlaufskontrolle nicht progredient waren. Aufgrund klinischer Symptome führte dieser Befund in einem Fall zu einer weiteren Revision und erneutem Wechsel der Tibiakomponente.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass neben der Wiederherstellung des periprothetischen Knochenlagers unter Anlagerung von homologem gemahlenen Knochen und der präzisen Ausrichtung der Implantate die Auswahl des für die individuelle Situation des Patienten optimalen Revisionsimplantates einen großen Einfluss auf das Ergebnis der Revision hat. Es zeigte sich deutlich, dass auch Grad-4-Knochendefekte operativ noch sehr erfolgreich zu versorgen sind. In Fällen schwerer ossärer, ligamentärer und muskulärer Defekte können Arthrodesenimplantate oder Tumorspezialendoprothesen eine Rückzugsmöglichkeit darstellen.

8.Literaturverzeichnis

1. Agneskircher JD, Lobenhoffer P (2003):
Endoprothetik des Kniegelenkes. Z Chirurg 74 N.2, Febr.2003
2. Anderson JG, Wixson RL, Tsai D, Stulberg SD, Chang RW (1996):
Functional outcome and patient satisfaction in total knee patients over the age of 75. J Arthroplasty 11: 831-840
3. Azer NM, Thornhill TS (2005):
The painful total knee arthroplasty. J Bono, R Scott: Revision Total Knee Arthroplasty. Springer Verlag NY, Chapter 3: 24-35
4. Barrett WP (2005):
Total Knee Arthroplasty following prior unicompartmental replacement. J Bono, R Scott: Revision Total Knee Arthroplasty, Springer Verlag NY, Chapter 19: 206-218
5. Bengston S, Knutson K (1991):
The infected knee arthroplasty. Acta Orthop Scand 62: 301-311
6. Blauth W, Hassenpflug J (1991):
Scharnierprothesen des Kniegelenkes. Z Orthopäde 20: 206-215
7. Bourne RB (2000):
Primary Knee Replacement: Management and Alternatives. Medscape Orthopaedics & Sports Medicine eJournal, Conference Report, The 8th Annual North American Hip and Knee Symposium, Aspen- Colorado, Jan. 20-22 2000
9. Bugbee WD, Engh GA (1997):
Results of cemented revision total knee arthroplasty. In Engh GA, Rorabeck CH: Revision total knee arthroplasty. Williams & Wilkins, Baltimore, 296-319
10. Cordeiro EN, Costa RC, Carazzato JG, Silva JD (1990):
Periprosthetic fractures in patients with total knee arthroplasties. Clin Orthop 252: 182-189
11. Dennis D (1998):
Management of Bone Defects. Int. Ed. Orthopaedics today, Sept. /Oct. 1998: 16
12. Dodd CAF, Hungerford DS, Krackow KA (1990):
Total knee arthroplasty fixation. Clin Orthop 260: 66-70

13. Dorn U, Kiss H (2001):
Zementiert – Zementfrei? J Eulert: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 159-167
14. Elia EA, Lotke PA (1991):
Results of revision total knee arthroplasty associated with significant bone loss. Clin Orthop 271: 114-121
15. endoport.de (2008):
Verankerung einer Knieendoprothese. Revisionsoperationen. Das Netzwerk der Endoprothetik, Berlin, Mai 2008
16. Engelberg R, Martin DP, Agel J (1996):
Musculoskeletal function assessment .: criterion and construct validity. J Orthop 14: 182-192
17. Engh GA, Ammeen DJ (2007):
Use of structural allografts in revision total knee arthroplasty in knees with severe tibial bone loss. J Bone Joint Surg Am 89 (12): 2640-7
18. Ewald FC (1989):
The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System. Clin Orthop 284: 9-12
19. Friedman RJ, Hirst P, Poss R, Kelley K, Sledge CB (1990):
Results of revision total knee arthroplasty performed for aseptic loosening. Clin Orthop 255: 235-241
20. Fuchs GA, Richter A, Kerschbaumer D, Dorsch Ch (1996):
Der bikondyläre Gleitflächenersatz vom Typ Miller-Galante I: Zementierte, teilzementierte oder zementfreie Verankerung. Stuhler T: Gonarthrosen, Thieme Verlag, 198-204
21. Giesa M, Jage J, Meurer A (2006):
Post-operative pain management in orthopaedic surgery and traumatology. J Orthop 35: 211-222
22. Gohlke F, König A, Rader Ch, Eulert K, Eulert J (1997):
Individuell angepasste, zementfreie Verankerung beim Knieendoprothesenwechsel mit ausgedehnten, diaphysären und metaphysären Knochendefekten. Z Orthop 135: A 90
23. Gohlke F (2001):
Behandlung von Knochendefekten. Allgemeine Therapiekonzepte. J Eulert: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 169-176
24. Gohlke F, Eulert K (2001):
Prothesenwechsel bei ausgedehnten Knochendefekten mittels Individualprothese oder Arthrodesenimplantation. J Eulert: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 265-272

25. Goldberg VM, Figgie MP, Figgie HE, Sobel M (1998)
The results of revision total knee arthroplasty. Clin Orthop 226: 86-92
26. Gradinger R, Gollwitzer H (2006):
Beschichtungen auf Implantaten. R. Gradinger: Ossäre Integration, Springer Verlag Berlin, 53-61
27. Hankin F, Lonie KW, Matthews LS (1981):
The effect of total knee arthroplasty prosthesis design on the potential for salvage arthrodesis: measurements of volumes, length and trabecular bone contact areas. Clin Orthop 155: 52
28. Harris A, Poddar S, Gitelis S, Sheinkop MB, Rosenberg AG (1995):
Arthroplasty with a composite of an allograft and a prosthesis for knees with severe deficiency of bone. J Bone Joint Surg 77-A: 373-385
29. Hassenpflug J, Plötz GMJ (2001):
Alternativen zur Endoprothetik. Eulert J: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 7-18
30. Hassenpflug J (2003):
Constrained knee prosthesis. Z Orthopäde 32: 6
31. Hassenpflug J, Haugwitz V, Hahne A (1998):
Langfristige Ergebnisse nach Tibiakopfosteotomie. Z Orthop 136: 154-161
32. Herzog R, Moscher E (1991):
Fehlschläge in der Knieendoprothetik. Z Orthop 20: 221-226
33. Insall JN (1986):
Revision of total knee replacement. Instructional Course Lectures 35: 290-296
34. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN (1989):
Rationale of the Knee Society Rating System. Clin Orthop 248: 13-14
35. Insall JN (1993):
Revision of aseptic failed total knee arthroplasty. In Insall JN (ed): Surgery of the knee. New York, Churchill- Livingstone, 935-957
36. Jazwari LM, Bai B, Kummer FJ, Hiebert E, Stuchin SA (2001):
The effect of stem modularity and mode of fixation on tibial component stability in revision total knee arthroplasty. J Arthroplasty 16: 759-767

37. Jerosch J, Fuchs S, Heisel J (1997):
Knieendoprothetik - eine Standortbestimmung. Dt. Ärzteblatt 94, C 346-350
38. Jerosch J, Heisel J (1998):
Knieendoprothetik. Eulert J: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 225
39. Keene JS, Dyreby JR (1983):
High tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee. J Bone Jt Surg 65-A: 36-42
40. Kienapfel H (2007):
Zwei Drittel aller Patienten mit Endoprothesen sind Frauen. Ärzte Zeitung online, Fachbereich Chirurgie, 30.05.2007
41. Kirschner S, Lützner J, Fickert S, Günther K-P (2006):
Revision unikondylärer Knieprothesen. Z Orthopäde 35: 184-191
42. Knahr K, Salzer M, Schmidt W (1990):
A radiological analysis of uncemented PCA tibial implants with a follow up period of 4-7 years. J Arthroplasty 5: 131
43. König A, Hassenpflug J (2001):
Dokumentation, Evaluierung und Scores. J Eulert: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 205-215
44. Kraay MJ, Mayers SA, Goldberg VM, Figgie HE, Couroy PH (1991):
"Hybrid" total knee arthroplasty with the Miller-Galante prosthesis. Clin Orthop 272: 32
45. Lonner JH (2005):
Prodromes of Failure After Revision Total Knee Arthroplasty. V.Bono, RD. Scott: Revision Total Knee Arthroplasty, Springer Verlag: 265-268
46. Marsden F, Kjaergaard-Andersen P, Juhl M, Sneppen O (1989):
A custom made prosthesis for treatment of suprakondylar femoral fractures after total knee arthroplasty; report of four cases. J Orthop Trauma 3: 333-337
47. Meissner W, Mescha S, Rothaug J, Zwacka S, Goettermann A, Ulrich K, Schleppeers A (2008):
Qualitätsverbesserung der postoperativen Schmerztherapie. Dt. Ärzteblatt, Jg. 105, 50: 865-870
48. Meneghini RM, Lewallen DG, Hanssen AD (2008):
Use of porous tantalum metaphyseal cones for severe tibial bone loss during revision total knee replacement. J Bone Joint Surg 90: 78-84

49. Mow S, Wiedel JD (1994):
Non-cemented revision total knee arthroplasty. Clin Orthop 309: 110-115
50. Munzinger U, Knessl J, Gschwend N (1987):
Arthrodese nach Knie-Arthroplastik. J Orthopäde 16: 301-309
51. Murray PB, Rand JA, Hansen AD (1994):
Cemented long stem revision total knee arthroplasty. Clin Orthop 309: 116-123
52. Nazarian DG, Mehta S, Booth RE (2002):
A Comparison of Stemmed and Unstemmed Components in Revision Knee Arthroplasty. Clin Orthop 404: 256-262
53. Perka S, Tohtz S, Matziolis G (2006):
Achskorrektur bei Knie-TEP-Revisionen. J Orthopäde 35: 136-142
54. Radnay CS, Scuderi GR (2006):
Management of bone loss: augments, cones, offset stems. Clin Orthop 446: 83-92
55. Ranawat CS, Miyasaka KC, Rasquina VJ (2001):
Knieendoprothesenwechsel mit einem modularen Revisionssystem. J Eulert: Praxis der Knieendoprothetik, Springer Verlag Berlin, 255-264
56. Rand JA (1995):
Revision total knee arthroplasty for aseptic loosening. In Lotke PA (ed.): Knee arthroplasty Raven Press New York, 177-217
57. Reichel H, Hube R, Birke A, Hein W (2002):
Knochendefekte beim Knieendoprothesenwechsel: Klassifikation und Management. Zentralblatt für Chirurgie 127: 880-885
58. Salaffi F, Cavalieri F, Nolli M, Ferraccioli G (1991):
Analysis of disability in knee osteoarthritis. Relationship with age and psychological variables but not with radiographic score. J Rheumatol. 18: 1581-1586
59. Samuelson KM (1988):
Bone grafting and noncemented revision arthroplasty of the knee. Clin Orthop 226: 93-102
60. Schneider M, Mau H, Pritsch M, Bensch (2004):
Langzeitresultate von Knieendoprothesen nach Tibiakopfumstellungsosteotomien: eine matched pair Analyse. Berlin, 68. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie

61. Schultz W, Gobel D (1999):
Articular cartilage regeneration of the knee joint after proximal tibial valgus osteotomy: a prospective study of different intra- and extraarticular operative techniques. *Knee Surg Sports Traumatolog Arthrosc* 7: 29-36
62. Schwitalle M, Eckhardt A, Heine J (2001):
Ergebnisse der Press-Fit-Condylar-Prothese (PFC). *J Eulert: Praxis der Knieendoprothetik*, Springer Verlag Berlin, 217-225
63. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri, Jacoby SM (2002):
Why are knee replacements failing today? The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 69th Annual Meeting, February 13-17, 2002
64. Sheng P, Lehto M, Kataja M, Hallonen P, Moilanen T, Pajamäki K (2003):
Patient outcome following revision total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Int. Orthopaedics*, Springer-Verlag 2003, 10.1007
65. Stein von T, Gollwitzer H, Kruis C, Bühren V (2006):
Arthrodese nach Knieendoprothetik am Beispiel der Septischen Lockerung. *J Orthopäde* 35, N.9, 946-955
66. Steinhäuser E, Burgkart R, Gerdemeyer L (2006):
Biomechanische Aspekte von Wechselkomponenten für den Kniegelenkersatz. *J Orthopäde* 35, N.9, 128-135
67. Stockley I, Mc Auley JP, Gross AE (1992):
Allograft reconstruction in total knee arthroplasty. *J Bone Jt. Surg* 74 Br: 393-397
68. Stukenberg-Colsman C, Wirth C-J (2000):
Knieendoprothetik – Klinische Aspekte. *J Orthopäde* 29, N.8, August 2000, 732-738
69. Swionowski MF, Engelberg R, Martin DP, Agel J (1999):
Short musculoskeletal function assessment questionnaire: validity, reliability and responsiveness. *J Bone Jt. Surg* 81 A: 1245-1260
70. Wagner KJ, Kochs EF, Krautheim V, Gerdemeyer L (2006):
Perioperative Schmerztherapie in der Kniegelenkendoprothetik. *J Orthopäde* 35: 153-161
71. Weiss JM, Noble PC, Conditt MA, Kohl HW, Roberts SBS, Cook KF, Gordon MJ, Mathis KB (2002):
Post-operative pain management in orthopaedic surgery and traumatology. *J Orthopäde* 35: 211-222
72. Weiss JM, Noble PC, Conditt MA, Kohl HW, Roberts SBS, Cook KF, Gordon MJ, Mathis KB (2002):
What Functional Activities Are Important to Patients With Knee Replacements? *Clin Orthop* 404: 172-188

Nachuntersuchungsbogen

NAME:

VORNAME:

GEBURTSDATUM:

GESCHLECHT:

OP-SEITE: Rechts

Links

DATUM: Primär-OP

Ausbau 1 / Einbau 1

Ausbau 2 / Einbau 2

Ausbau 3 / Einbau 3

DIAGNOSE: Arthrose
Rheumatoide Arthritis
Femurkondylennekrose
Trauma
Psoriasisarthritis
Polyarthrose
Sonstige

SYMPTOMDAUER: in Jahren

VOROPERATIONEN: keine
Arthroskopie
Menishektomie
Knorpelshaving
Synovektomie
Osteotomie/ Supra
Osteotomie/ Tibia
Patellektomie
Sonstige

NEBENERKRANKUNGEN: keine
Atemwege/Lunge
Kardiovaskuläre Erkrankung
Diabetes mellitus
Nierenerkrankung
Lebererkrankung
Neurologische Erkrankung
Endokrine Erkrankung
Andere

PRIMÄR-OP ORT: in domo
auswärts

PATIENTENKATEGORIE: A = uni- oder bilateraler Befall (Gegenseite erfolgreich operiert)
B = unilateraler Befall, Gegenseite mit Beschwerden
C = Multipler Gelenkbefall oder schlechter Allgemeinzustand

ZUSTAND ANDERER GELENKE: normal/ symptomatisch/ Gelenkersatz/ versteift

Hüfte:	ipsilateral/contralateral
Sprunggelenk/Fuß:	ipsilateral/contralateral
Obere Extremität:	ipsilateral/contralateral
Knie:	contralateral

ZUSTAND WIRBELSÄULE: asymptomatisch
symptomatisch, keine Limitierung
symptomatisch, mit Limitierung
hochgradige Funktionseinschränkung

SCHMERZEN (Insall-Score):	50 Punkte	keine Schmerzen
	45 Punkte	leichte Schmerzen, gelegentlich
	40 Punkte	leichte Schmerzen, beim Treppensteigen
	30 Punkte	leichte Schmerzen, beim Gehen und Treppensteigen
	20 Punkte	mäßige Schmerzen, gelegentlich
	10 Punkte	mäßige Schmerzen, ständig
	0 Punkte	starke Schmerzen

EINLAUFSCHMERZEN: Ja
Nein

SCHMERZEN (visuell/analog):

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

0 = kein Schmerz
100 = stärkste Schmerzen

SUBJEKTIVE BEURTEILUNG DURCH PATIENT:

Nochmalige Operation	Ja Nein
Behandlungserfolg (Note)	1 = sehr gut 2 = gut 3 = befriedigend 4 = ausreichend 5 = mangelhaft 6 = ungenügend

EINSCHÄTZUNG DES UNTERSUCHERS:

Behandlungserfolg	1 = sehr gut 2 = gut 3 = befriedigend 4 = ausreichend 5 = mangelhaft 6 = ungenügend
-------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

Ist die derzeitige Beeinträchtigung auf das betroffene KG zurückzuführen?

- 1 = ausschließlich
- 2 = hauptsächlich
- 3 = teilweise
- 4 = nein

FUNCTION SCORE (K.S.S.), max. 100 Punkte

Funktion Gehen und Stehen:

50 Punkte	unbegrenzt/ > 60 Minuten
40 P.	> 1000 m/ > 60 Minuten
30 P.	500 – 1000 m/ 30 – 60 Minuten
20 P.	100 – 500 m/ 10 – 30 Minuten
10 P.	50 – 100 m/ 5 – 10 Minuten
5 P.	nur zu Hause
0	bettlägerig

Funktion Treppensteigen:

50 P.	Treppauf und –ab normal
40 P.	Treppauf normal, -ab im Nachstellschritt od. mit Geländer
30 P.	Treppauf und –ab im Nachstellschritt
20 P.	Treppauf und –ab m. Geländer, Gehilfe od. beidem
10 P.	Treppauf m. Geländer etc., -ab nicht od. mit indiv.Methode
0 P.	Treppensteigen nicht od. nur mit indiv. Methode

AUFSTEHEN VOM STUHL:

- 1 = mühelos
- 2 = mit Mühe
- 3 = mit Einsatz der Arme
- 4 = nur mit fremder Hilfe

GANGBILD:

- 1 = unauffällig
- 2 = auffällig, leichte Schwunglimitierung
- 3 = hinkend, geringer Schwung
- 4 = stark hinkend, kein Schwung

GEHHILFEN:	1 = keine 2 = Handstock, außer Haus 3 = Handstock, immer 4 = 2 Handstöcke / 1 Gehstütze 5 = 2 Gehstützen / Gehwagen 6 = Gehunfähig / Rollstuhl	
KNIESCHWELLUNG:	Erguß	nein leicht deutlich
	Kapsel	nein leicht deutlich
MUSKELKRAFT (Kniestrecker):		1 = sehr gut (unüberwindbar) 2 = gut (überwindbar) 3 = mäßig (Bewegung gegen Schwerkraft) 4 = schlecht (keine aktive Bewegung)
BEWEGLICHKEIT (Flex./Ext.):		aktiv: / / passiv: / /
MANIPULATIONSSCHMERZEN:		Außenrotation Innenrotation Zugschmerz Stauchungsschmerz Flexionsschmerz Hyperextensionsschmerz
DRUCKSCHMERZEN:	Gelenkspalt medial/lateral Patella Tuberositas tibiae Lig. Patellae	
INSTABILITÄT (max., unabhängig von der Gelenkstellung):		A-P <5 mm 5-10 mm >10 mm medial/ lateral <5 ° 6 – 9 ° 10 -14 ° > 15 °

ANALGETIKA:	Allgemein	Ja Nein
	Knie	nie gelegentlich 1 – 3 x täglich > 3 x täglich

AUSBAUGRUND:	Lockerung Infektion Probleme mit d. Streckapparat Einsinken Schmerz Ermüdungsbruch Beugedefizit PE-Abrieb Instabilität Sonstige
--------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

KOMPLIKATIONEN:	keine Infektion Druckschmerz Bandapparat Patella eingeschr. Beweglichkeit Einklemmung Psyche Wetterfühligkeit Lockerung Sonstige
-----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NACHUNTERSUCHUNGSDATUM: ___ / ___ / _____

Nachuntersuchung Radiologisch

Patella-Problematik	Nein	Position	medial	
	Ja		lateral	
				superior
				inferior
Prothesentyp	Schlitten medial/lateral	Modular		
	Doppelschlitten	Microloc		
	Blauth/ Link	Patellawechsel		
	Blauth spez./ Link spez.	Tibiaplateauwechsel		
	GFE bikondylär	Sonstige (Inlay...)		
	TC 3	Arthrodese		
Ausbaugrund	Lockerung	Ermüdungsbruch		
	Infektion	Beugedefizit		
	Patellaproblematik	PE-Abrieb		
	Einsinken	Instabilität		
	Schmerz	Sonstige		
System	modular			
	individuell			
Knochendefekte	femoral			
	tibial			
	contained			
	non-contained			
	Grad 1 = unikondylär			
	Grad 2 = bikondylär, durch Resektion ausgleichbar			
	Grad 3 = bikondylär, weitgehender Verlust der Metaphyse			
	Grad 4 = diaphysär, weite diaphysäre Verankerung erforderlich			
Knochen	ja			
	nein			

Knochenart	autolog	
	homolog	
	auto- und homolog	
	wedge	
Metaphysen	kein Verlust, Inkorporation	
	Knochen eingebaut, höhenvermindert, erkennbarer Umbau	
	indifferent, kein sicherer Umbau	
	Knochen höhengemindert, aber noch vorhanden	
	kein Knochen mehr, vollständige Lyse	
Diaphysen (nur Grad 4)	weiterer Abbau der Kortikalis	
	inidifferent	
	Dickenzunahme der Kortikalis	
Spongiosa-Remodeling	ja	
	nein	
	nicht beurteilbar	
Augmentation	ja	
	nein	
Lysezeichen	ja	femoral, tibial, Schaft, Stiel
	nein	
Sockelbildung	ja	
	nein	
Einsinterung	ja	
	nein	

12. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ap	anterior-posterior
BMI	Body-mass-index
Ex.	Extension
Flex.	Flexion
GFE	Gleitflächenersatz
KD	Knochendefekt
KG	Kniegelenk
lat.	lateral
med.	medial
Pat.	Patient
PE	Polyethylen
PFC	Press fit Condylar
ROM	Range of motion
Tab.	Tabelle

Danksagung

Herrn Professor Dr. med. F. Gohlke möchte ich ganz herzlich für die Überlassung des Themas danken, die Übernahme des Referates und vor allem für die mir entgegengebrachte Unterstützung und die große Geduld, bis zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. med. J. Eulert für die langjährige Begleitung, das beständige Interesse an meinem medizinischen Fortkommen, sowie dem unermüdlichen Zuspruch diese Arbeit zu beenden.

Ganz ausdrücklich bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern für die immerwährende Unterstützung und dafür, dass sie mir meine Berufswahl und den Weg durch mein Studium ermöglicht haben; bei meinem Vater, der mich, durch seine Vorbildfunktion als Hausarzt, in meiner Berufswahl immer bestätigt hat und bei meiner Mutter, die leider viel zu früh verstorben ist, deren unermüdliche Tatkraft und Stärke aber immer ein Vorbild für mich waren. Sie wäre stolz gewesen.

Natürlich nicht zu vergessen meine Kinder, Ann-Sophie und Peter, die durch ihren Glauben an mich und ihr Verständnis für die zeitweise doch sehr eingeschränkte Zeit für sie bis zur Fertigstellung dieser Arbeit, selbige vorangetrieben haben.

Desweiteren danke ich den Mitarbeitern des König-Ludwig-Hauses, besonders jenen im Archiv, für die geduldige und organisatorische Hilfe, ebenso Herrn Dr. med. M. Scheidler für die tatkräftige Unterstützung bei der Ausarbeitung des Studiendesigns, Frau Dr. N. Wollmerstedt für die Hilfe beim Erstellen der statistischen Auswertung, bei Frau A. Haut, für die organisatorische Unterstützung und Frau Wenheim, Bibliothek, für die Beratung bei der Literaturrecherche.

Mein Dank auch all jenen, die ich hier nicht namentlich einzeln nennen kann, die mir jedoch bei vielen Fragen stets mit Rat und Tat zur Seite standen und mich geduldig auf dem langen Weg zur Vollendung begleiteten.