

Aus der Klinik für Orthopädie  
des Klinikum Neustadt  
Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität zu Lübeck  
Direktor: Prof. MuDr. (Universität Brno) habil. P. Dufek

**Ergebnisse bei Knieendoprothesenwechsel  
mit dem modularen P.F.C.® - und P.F.C.® Sigma - Kniesystem  
an der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde der Universität zu Lübeck  
- Aus der Medizinischen Fakultät -

Vorgelegt von  
Karsten Wurm  
aus Karl-Marx-Stadt, jetzt Chemnitz

Lübeck 2003

**1. Berichterstatter:** Prof. Dr. MuDr. (Univ. Brno) habil. Pavel Dufek

**2. Berichterstatter:** Prof. Dr. med. Peter Behrens

**Tag der mündlichen Prüfung:** 08.02.2007

zum Druck genehmigt. Lübeck, den 08.02.2007

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach  
- Dekan der Medizinischen Fakultät -

- *Meiner Familie gewidmet* -

„The most common failure mode of revision total knee arthroplasty  
is to repeat the preceding errors.” (Insall)

## Inhaltsverzeichnis

		Seite
<b>1.</b>	<b>Einleitung und Fragestellung</b>	<b>1</b>
1. 1.	Entwicklung der Knieendoprothetik	1
1. 2.	Prothesenklassifikation	3
1. 2. 1.	Vollgekoppelte Knieendoprothesen	4
1. 2. 2.	Teilgekoppelte Knieendoprothesen	4
1. 2. 3.	Ungekoppelte Knieendoprothesen	5
1. 2. 4.	Andere Klassifikationssysteme	5
1. 3.	Materialien in der Knieendoprothetik	6
1. 4.	Verankerungssysteme am Knochen	7
1. 4. 1.	Zementierte Verankerung	7
1. 4. 2.	Zementfreie Verankerung	8
1. 4. 3.	Teilzementierte Verankerung	9
1. 5.	Prinzipien der primären Prothesenimplantation am Knie	9
1. 5. 1.	Unikondylärer Oberflächenersatz	9
1. 5. 2.	Bikondylärer Oberflächenersatz	10
1. 5. 3.	Gekoppelte Prothesen	12
1. 6.	Postoperative Komplikationen und Revisionseingriffe	13
1. 6. 1.	Der Infekt	16
1. 6. 2.	Die aseptische Lockerung	17
1. 6. 3.	Weitere Komplikationen	18
1. 7.	Prinzipien der Revisionsendoprothetik	20
1. 8.	Zielsetzung	21
<b>2.</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>22</b>
2. 1.	Das P.F.C.®- und P.F.C.®-Sigma Kniesystem	22
2. 1. 1.	Komponenten des P.F.C.®- und P.F.C.®-Sigma-Kniesystems	23
2. 1. 2.	Präoperative Planung	25
2. 1. 3.	Operationstechnik beim Knieendoprothesenwechsel	25

2. 1. 4.	Physiotherapeutische Nachbehandlung und Rehabilitation nach Knieendoprothesenwechsel	29
2. 2.	Methode der Nachuntersuchung	30
2. 2. 1	Planung und Durchführung	30
2. 2. 2.	Bewertungssysteme zur Beurteilung von Ergebnissen nach Implantation einer Knieendoprothese	31
2. 2. 2. 1.	Klinische Kniescores	32
2. 2. 2. 2.	Beurteilung von Knochendefekten	33
2. 2. 2. 3.	Radiologische Beurteilung	35
2. 2. 2. 4.	Statistische Auswertung	37
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>38</b>
3. 1.	Charakteristik des Patientenkollektives	38
3. 1. 1.	Allgemeines	38
3. 1. 2.	Risikoprofil	39
3. 1. 3.	Wechselindikation und gewechselte Modelle	40
3. 1. 4.	Implantatauswahl beim Endoprothesenwechsel	44
3. 1. 4. 1.	Komponentenauswahl	44
3. 1. 4. 2.	Augmentation und Spongiosaplastik	44
3. 1. 4. 3.	Perioperative Daten	47
3. 1. 5.	Differenzierte Nachbehandlung	47
3. 2.	Patientenzufriedenheit	48
3. 3.	Klinische Scores	49
3. 3. 1.	Hospital-for-Special-Surgery-Score	49
3. 3. 2.	Knee Society Clinical Rating System (Insall)	50
3. 4.	Klinische Parameter	52
3. 4. 1.	Schmerz	52
3. 4. 2.	Mobilität	54
3. 4. 3.	Activities of Daily Living	56
3. 4. 4.	Beweglichkeit	56
3. 4. 5.	Stabilität	58
3. 4. 6.	Gang	58

3. 4. 7.	Sonstige subjektive Beschwerden	59
3. 4. 8.	Sonstige klinische Befunde	60
3. 5.	Orthopädische Begleiterkrankungen	62
3. 6.	Radiologische Verlaufsbeurteilung	63
3. 7.	Komplikationen	69
3. 7. 1.	Stationäre Komplikationen	69
3. 7. 2.	Langzeitkomplikationen	70
3. 7. 3.	Revisionseingriffe	75
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>76</b>
4. 1.	Literaturübersicht	77
4. 2.	Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Ergebnissen in der Literatur	79
4. 2. 1.	Charakteristik des Patientenkollektives	79
4. 2. 2.	Patientenzufriedenheit	84
4. 2. 3.	Klinische Scores	85
4. 2. 4.	Klinische Parameter	87
4. 2. 5.	Radiologischer Verlauf	92
4. 2. 6.	Komplikationen und Revisionseingriffe	94
4. 3.	Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen	98
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>111</b>
<b>6.</b>	<b>Anhänge</b>	<b>113</b>
<b>7.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>116</b>

**Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit** 130

**Danksagung** 131

**Lebenslauf** 132

## **1. Einleitung und Fragestellung**

Seit der ersten Implantation eines totalen alloplastischen Kniegelenkersatzes vor mehr als 100 Jahren hat die Knieendoprothetik insbesondere in den letzten 25 Jahren einen enormen Aufschwung genommen. Im deutschsprachigen Raum werden bereits 80.000 Knieendoprothesen jährlich implantiert (Perka et al., 2006). Bis 2010 wird damit gerechnet, dass Hüft- und Knieendoprothesen bereits im Verhältnis 1 : 1 hierzulande implantiert werden. Somit wird die Anzahl der Implantationen von Kunstgelenken im Bereich des Knies deutlich ansteigen (Jerosch und Heisel, 1999).

Die Endoprothetik am Kniegelenk erfordert aufgrund des Weichteilbalancierens ein überdurchschnittliches Geschick, diese Anforderungen erhöhen sich nochmals bei der Revisionsarthroplastik. In den USA werden jährlich 250.000 Knieendoprothesen implantiert. Die Revisionsarthroplastik hat dort bereits ein Ausmaß von 15.000 Fällen pro Jahr erreicht (Jerosch und Heisel, 1999). Die Zuwachsrates für Revisionsarthroplastiken beträgt in den USA 14,1 Prozent pro Jahr (Saleh et al., 2002). Auch in Deutschland wird die Anzahl der Wechseloperationen in den nächsten Jahren zunehmen (Jerosch und Heisel, 1999).

### **1. 1. Entwicklung der Knieendoprothetik**

Bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts war es üblich, zerstörte Gelenke zu versteifen.

Erste Versuche der Gelenkchirurgie waren die Resektionsarthroplastiken des 18. und 19. Jahrhunderts sowie die Interpositionsarthroplastiken und Versuche der homologen Gelenktransplantation des späten 19. und 20. Jahrhunderts.

Bereits 1890 implantierte der Berliner Chirurg Gluck einem Patienten mit Kniegelenktuberkulose eine Scharnierprothese aus Elfenbein und verankerte sie im Knochen mit einem Gemisch aus Kolophonium und Gips. Seine Tat geriet jedoch zunächst in Vergessenheit.

In den 40er und 50er Jahren entwickelte man aus Vitallium bzw. Acryl bestehende femorale und tibiale Hemiarthroplastiken basierend auf den Erfahrungen in der Hüftendoprothetik. Sie führten jedoch zum Verschleiß der gegenüberliegenden

Gelenkfläche, so dass sie in den 70er Jahren nur noch sehr begrenzt eingesetzt wurden. Die Misserfolge führten folglich zur Entwicklung des totalen Kniegelenkersatzes.

Aufgrund der schlechten Ergebnisse der Interpositionsarthroplastiken entwickelte man die ersten Kniegelenktotalendoprothesen bereits in den 40er Jahren aus verschiedenen Werkstoffen, so Moeys 1954 und Walldius 1957 / 1960. Die Verankerung der aus Acryl, später aus Metall gefertigten Scharnierprothesen erfolgte über lange intramedulläre Schäfte. Nach anfänglich guten Ergebnissen kam es jedoch zu hohen Raten an aseptischer Lockerung, tiefer Infektion und Materialverschleiß. Es folgten zahlreiche Modifikationen (Modelle nach Shiers, Young, Mazas, Attenborough, Young). Die Untersuchungsergebnisse von Mac Ausland 1957 zeigten fast universellen Verschleiß oder Lockerungen dieser Scharnierprothesen. Die Einführung des Knochenzementes auf Polymethylmetacrylatbasis führte jedoch Mitte der 60er Jahre zur vorübergehenden Renaissance der Scharnierprothesen. Durch Verbesserung der Verankerungselemente sowie Umleitung der Lastenleitung von der Achse auf die Gelenkoberflächen konnte mit der Blauth-Scharnierprothese (Erstimplantation 1972) im Verlauf von 20 Jahren von guten mittelfristigen Ergebnissen berichtet werden. Ähnliche gute Erfahrungen bestehen mit dem Rotationsknie der Endoklinik Hamburg.

1966 entwickelte Gunston eine halbgekoppelte zementierte Prothese, die femoral aus Vitallium und tibial aus Kunststoff zu je 2 Modulen bestand und bei der man die wichtigen Knieligamente erhielt (Gunston, 1971). Aufgrund vermehrter Lockerungen einzelner Module verband man die femoralen Module untereinander, ebenso die tibialen. Dadurch mussten in der Praxis meist beide Kreuzbänder reseziert werden. Die ICLH-Alloplastik der 70er Jahre, die von Freeman und Sawson entwickelt wurde, stellte eine Abkehr vom modularen Prinzip dar (Freeman et al., 1973, 1978).

Bei den weiteren Entwicklungen wurde die tibiale Komponente durch Metall ersetzt, hinzu kam ein Kunststoffinlay. Mitte der 70er Jahre entwickelten Insall und Mitarbeiter das „total condylar knee“, das in der Folgezeit zum Inbegriff des künstlichen Kniegelenkersatzes wurde. Die Femurkondylen waren anatomisch geformt und artikulierten mit einem leicht konkaven Kunststofftibiaplateau. Durch Spezialinstrumentarien wurden die Resektionsschnitte deutlich vereinfacht. Das hintere Kreuzband wurde bei der Implantation entfernt. Das Design wurde später vielfach modifiziert.

Dem Problem der Instabilität wurde mit der Entwicklung halbgekoppelter Prothesen begegnet, ein Beispiel war die posterior stabilisierte Insall-Burstein-Prothese.

Erste Versuche des unikompartimentellen Ersatzes wurden mit der bereits o. g. Prothese von Gunston durchgeführt, indem jeweils nur ein Modul femoral und tibial implantiert wurde (Gunston, 1971). Probleme traten jedoch mit der Teilkoppelung und der ungünstigen Geometrie der Kondyle auf. Der Vorläufer der heutigen unikondylären Schlitten war das „modular knee“, das 1972 auf den Markt kam (Marmor, 1973). Mit dieser Prothese gab es eine bessere Geometrie und verschiedene Größen. Heute gibt es Prothesen u.a. mit mobilen Kunststoffkomponenten zwischen Femur- und Tibiaimplantat. In den letzten Jahren hat sich jedoch gezeigt, dass der Benefit eines unikompartimentellen Gelenkflächenersatzes nicht so groß ist wie erwartet, da oft beim Ausbau große knöcherne Defektzonen auftreten und bei der Wechseloperation oft alle Kompartimente endoprothetisch ersetzt werden müssen.

Die Bedeutung der Patella wurde in der Vergangenheit kontrovers diskutiert. Bei den frühen Knieendoprothesen wurde die Patellarückfläche nicht ersetzt mit daraus folgenden femoropatellaren Beschwerden in bis zu 20 Prozent. 1955 wurde durch McKeever ein Rückflächenersatz aus Metall implantiert (McKeever, 1955). Die Ergebnisse konnten nach dem Wechsel von Metall auf Kunststoff deutlich verbessert werden.

In den 50er und 60er Jahren kam es bei der zementlosen Verankerung zu einer hohen Versagerquote durch Lockerung. Mit Einführung der Zementierung wurde auch die Lockerungsrate deutlich gesenkt. Daneben profitierte auch die Knieendoprothetik von der Entwicklung poröser Oberflächen bei Hüftprothesen. Die Entwicklung von Alternativen zur Zementierung geht weiter (Jerosch und Heisel, 1999).

## **1. 2. Prothesenklassifikation**

Die Bezeichnungen für verschiedene Prothesentypen sind historisch entstanden und vielfältig. Um eine Übersichtlichkeit zu erreichen, hat man 1985 die internationale Norm ISO 7207/1 -1985 geschaffen.

Nach dieser Norm wird gemäß Kapitel 3 wie folgt klassifiziert (Plitz, 1991):

**Tab. 1.1:** ISO-7207/1 – 1985 (Plitz 1991)

<b>ISO-Ziffer</b>	<b>ISO-Definitionen</b>
3.6	Totalersatz
3.7	Ungekoppelte Knie totalendoprothese (= <i>nonconstrained</i> )
3.8	Teilweise gekoppelte Knie totalendoprothese (= <i>semiconstrained</i> )
3.9	Vollgekoppelter Knie totalendoprothese (= <i>fullconstrained</i> )

Die Begriffe „fullconstrained“, „semiconstrained“ und „unconstrained“ werden zur Beschreibung der Bewegungsfreiheit von Knieendoprothesen verwendet. „Constrained“ bedeutet übersetzt „beschränkt“. Dabei entspricht der Begriff „gekoppelt“ nicht genau dem Begriff „constrained“. Die Übergänge zwischen den Grenzbereichen sind fließend.

Das Ausmaß von Stabilität und Mobilität verhält sich grundsätzlich gegenläufig.

### **1. 2. 1. Vollgekoppelte Knie totalendoprothesen (fullconstrained)**

Die einfachste Form einer vollständigen Koppelung stellt das Scharnier mit einer einzigen festen Achse dar, welches nur einen Freiheitsgrad hat und lediglich eine unphysiologische Beugung und Streckung erzwingt. Ein Scharnier mit 2. Freiheitsgrad kann eine Rotation der Tibia um ihre Längsachse ermöglichen.

Beispiele sind die Blauth-Kniegelenkttotalendoprothese und die Total-Knieprothese „Modell St. Georg“.

### **1. 2. 2. Teilgekoppelte Knie totalendoprothesen (semiconstrained)**

Sie werden als sog. posterior stabilisierte oder kreuzbands substituierende Endoprothesen bezeichnet. Das hintere Kreuzband wird dabei reseziert und durch einen zentralen, zwischen die Femurkondylen ragenden tibialen Kiel ersetzt. Durch Länge und Form des Kieles kann der Koppelungsgrad variiert werden. Trotzdem erfordern diese Prothesen bereits einen relativ guten Zustand des Kapsel-Band-Apparates.

Beispiele hierfür sind u.a. die Insall-Burstein-Knieendoprothese und die GSB-Totalkniegelenkprothese.

### 1. 2. 3.                    **Ungekoppelte Knietotalendoprothesen**

In Abhängigkeit vom Formschluss der artikulierenden Flächen wird die Einschränkung der Freiheitsgrade in der Beweglichkeit des Kniegelenkes weitestgehend minimiert. Ein intakter Kapsel-Band-Apparat ist unabdingbar.

Beispiele hierfür sind das Foundation Knee, das P.F.C. Sigma Kreuzbanderhalt und die LCS-Endoprothese.

### 1. 2. 4.                    **Andere Klassifikationssysteme**

Der Koppelungsgrad hängt auch von der Kongruenz der Tibia- und Femurkomponente ab. Durch vollständige Konformität beider Komponenten kann trotz Erhaltung des Kapsel-Band-Apparates ein gekoppelter Mechanismus entstehen (Jerosch und Heisel, 1999). Deshalb gibt es noch andere Klassifikationssysteme.

Laskin (1984) lehnt sich an die o. g. ISO-Norm an, unterteilt jedoch weiter nach funktionellen Gesichtspunkten:

**Tab. 1.2:** Klassifikation von Knieendoprothesen nach Laskin 1984

<b>Verbundene Prothesen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Scharniergelenkprothesen ohne axiale Rotation</li> <li>- Scharniergelenkprothesen mit axialer Rotation</li> </ul>
<b>Nicht verbundene Prothesen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nonconstrained</li> <li>- Oberflächenersatzprothesen</li> <li>- Konforme Prothesen</li> <li>- a.-p.-stabilisierte Prothesen</li> <li>- Varus-Valgus-stabilisierte Prothesen</li> </ul>

Scott hat 1991 seine eigene Klassifikation entwickelt, da er der Koppelung in den 90er Jahren keinen großen Stellenwert weiterhin einräumte:

**Tab. 1.3:** Klassifikation von Knieendoprothesen nach Scott 1991

<b>Oberflächenersatzprothesen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kreuzbanderhaltend</li> <li>- kreuzbands substituierend</li> <li>- kreuzbandopfernd</li> </ul>
<b>Durch Gelenke verbundene Prothesen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scharniergelenkprothesen</li> </ul>

In den letzten Jahren konnten sowohl Tendenzen zu geringerer als auch zu verstärkter Koppelung beobachtet werden.

Daneben muss bei der weiteren Klassifizierung berücksichtigt werden, welche Kompartimente endoprothetisch ersetzt werden: Beim unikompartimentellen Ersatz wird lediglich ein Kompartiment alloplastisch ersetzt. Beim bi- bzw. trikompartimentellen Ersatz wird das tibiofemorale Gelenk vollständig ersetzt ohne bzw. mit Retropatellarersatz.

Die Auswahl der für den betreffenden Patienten am besten geeigneten Prothesenart hängt von vielen Faktoren ab: Art, Ausdehnung und Lage des Gelenkschadens, Ausmaß der notwendigen Knochenresektion, Zustand des Bandapparates, Alter des Patienten.

### 1. 3. Materialien in der Knieendoprothetik

Anders als in der Hüftendoprothetik wird in der Knieendoprothetik fast ausschließlich die Gleitpaarung Metall / Polyethylen verwendet.

Metalle bzw. Legierungen werden für die Femurkomponente und für die Tibiabasisplatte sowie für modulare Ergänzungskomponenten benutzt. Sie bestehen entweder aus Titan oder Titanlegierungen oder aus Metalllegierungen auf Cobaltbasis, in der Regel unter Zumischung von Chrom, Molybdän und anderen Komponenten (Plitz, 1991).

Aus Polyethylen (UHMWPE = ultra high molecular weight polyethylene) sind die gelenkbildenden und lasttragenden Oberflächen des Tibiaplateaus und der Patella. Es zeichnet sich durch einen geringen Reibungskoeffizienten, gutes Gleitverhalten, hohe Dämpfung und Beständigkeit gegenüber Körperflüssigkeiten aus (Eyrer, 1985).

Die Delamination des Polyethylens stellt ein besonderes Problem in der Knieendoprothetik dar. Dabei kommt es mit Überschreiten der materialeitig tolerierten Grenzspannung zu Ermüdungsbrüchen unterhalb der Oberfläche. Die entstehenden Abriebpartikel führen zu Fremdkörperreaktionen sowie reaktiven Synovialitiden und Fremdkörpergranulomen an den Prothesengrenzflächen (Freeman et al., 1982). Es entstehen Osteolysen, die Lockerung der Komponenten ist die Folge (Plitz, 1996). Revisionsoperationen sind aufgrund des Substanzverlustes oft erschwert.

#### **1. 4. Verankerungssysteme am Knochen**

Die einzelnen Komponenten der Knieprothesen können mit Knochenzement (PMMA = Polymethylmethacrylat) oder zementfrei verankert werden. Die Kombination aus zementfreier Femur- und zementierter Tibiakomponente wird als Hybridtechnik bezeichnet. Für die unterschiedliche Verankerung am Knochen besitzen die Komponenten unterschiedlich strukturierte Oberflächen.

In der Literatur finden sich kontroverse Empfehlungen über die Verwendung der o. g. Verankerungssysteme. Beim älteren Patienten scheint die Zementierung aufgrund der hohen Primärstabilität mit sofortiger Belastbarkeit vorteilhaft. Bei Patellaersatz soll ausnahmslos ein zementiertes Implantat verwendet werden.

##### **1. 4. 1. Zementierte Verankerung**

Seit ca. 30 Jahren verwendet man PMMA als Knochenzement in der Endoprothetik.

Das Eindringen des noch viskösen Zementes in die Mikroarchitektur des spongiösen Knochens vergrößert die Kontaktzone zwischen Prothese und Knochen und steigert somit die primäre Verbundstabilität. Die optimale Eindringtiefe des Zementes beträgt zwischen 2 und 5 Millimeter (Scuderi und Insall, 1992). Sie wird erreicht durch saubere und trockene

Resektionsflächen, eine korrekte Anmischtechnik und kontinuierliche Druckbelastung des Implantates bis zum Aushärten des Zementes.

Die zementierte Verankerung weist jedoch mehrere Nachteile auf:

- Knochennekrosen durch entstehende Polymerisierungswärme des PMMA mit daraus resultierender Gefährdung der Primärstabilität (Ritter et al., 1994)
- Erhöhung des Risikos für Frühinfektion durch gewebstoxische Eigenschaften der Methylmethacrylatmonomere mit Suppression der Leukozyten (Laskin, 1993)
- vermehrte Knochensubstanzverluste bei Explantation der Komponenten (Freeman und Railton, 1987)
- begrenzte Beständigkeit des Zementes mit Bildung von Fremdkörperreaktionen und toxischer Wirkung (Ungethüm und Plitz, 2001)

Mit Zusetzung von Antibiotika in den Zement seit ca. 20 Jahren gelang es, die Infektrate zu senken und infizierte Endoprothesen erfolgreich zu wechseln.

#### **1. 4. 2. Zementfreie Verankerung**

O. g. Nachteile leisten der zementfreien Verankerung Vorschub. Es gibt jedoch noch keine verlässlichen Langzeitergebnisse.

Die zementfrei zu verankernden Komponenten müssen sich zunächst am Knochen verklemmen (stabiler „Press-fit“). Anschl. folgt das An- und Einwachsen des Knochens in die rückwärtige Oberfläche der Komponente. Die Oberflächenvergrößerung erfolgt durch kugelige Beschichtungen, Gitterstrukturen („fiber mash“) oder Mikroaufrauungen. Bioaktive Beschichtungen mit Hydroxylapatit sollen zusätzlich stimulieren.

Freeman und Tennant (1992) zeigten jedoch, dass der Knochen nie zu 100% in die Implantatstruktur einwächst. Der Versuch mit zusätzlicher Schraubenverankerung zur Kompression der Komponente in die Spongiosa führte nur bedingt zu besseren Ergebnissen, mittelfristig entstanden aufgrund des Polyethylenabriebs vom Inlay oft Osteolysen in diesem Bereich.

Aufgrund der längeren knöchernen Einheilung ist eine Vollbelastung bei zementfreier Verankerung erst nach mehren Wochen möglich (Jerosch und Heisel, 1999).

### **1. 4. 3. Teilzementierte Verankerung**

Bei zementfreien Prothesen zeigten sich im Verlauf von 2 bis 6 Jahren Saumbildungen im Bereich des Tibiaplateaus, während die Femurkomponenten wesentlich seltener betroffen waren (Hungerford et al., 1987; Rosenberg et al., 1989, 1990). Deshalb hat die Hybridfixation weite Verbreitung gefunden, denn die Vollbelastbarkeit kann eher erreicht werden, und die o. g. Probleme der Zementierung treten vermindert auf.

### **1. 5. Prinzipien der primären Prothesenimplantation am Knie**

Nach Ausschöpfung aller konservativen und operativ gelenkerhaltenden Behandlungsmöglichkeiten besteht bei relevanten lebensqualitätsmindernden Kniebeschwerden und radiologisch nachgewiesener Destruktion der Gelenkflächen die Indikation zum alloplastischen Ersatz des Kniegelenkes.

Die Faktoren zur Auswahl der Prothesenart wurden bereits bei der Klassifikation genannt.

#### **1. 5. 1. Unikondylärer Oberflächenersatz**

Unikompartimentelle Prothesen (sog. Schlittenprothesen, unikondyläre Schlitten) sind indiziert bei alleiniger Destruktion eines femorotibialen Kompartimentes bei intaktem Kapsel-Band-Apparat. Der Patient sollte ein biologisches Alter von 60 Jahren überschritten haben, mäßig aktiv sein und kein erhebliches Übergewicht besitzen (Marmor , 1993; Barnes et al., 1993).

Gute Indikationen sind die mediale Kompartimentarthrose evtl. mit geringem Genu varum sowie der M. Ahlbäck. Kontraindikationen sind Beugekontrakturen über 10 Grad, Beugedefizite unter 100 Grad, eine rheumatisch-entzündliche Ursache sowie Varusfehlstellungen über 10 und Valgusfehlstellungen über 15 Grad (Jerosch und Heisel, 1999).

Nach parapatellarer Arthrotomie, meist medial, evtl. in minimal-invasiver Technik, und Eversion der Patella erfolgt eine Gelenkflächenresektion im betroffenen Kompartiment unter Erhalt der Kreuzbänder und übrigen Gelenkflächen. Die Implantate müssen auf

Gelenkflächenniveau exakt positioniert werden. Außerdem darf keine Überkorrektur der evtl. begleitend vorliegenden Achsfehlstellung erfolgen, um keine rasche Degeneration in den benachbarten Kompartimenten zu erzeugen.

Vorteilhaft ist das im Vergleich zum Totalersatz geringere Operationstrauma. Die Rehabilitation verläuft rascher. Die Implantatkosten sind geringer. Die weitestgehend erhaltene physiologische Kinematik erlaubt einen größeren Bewegungsumfang (Jerosch und Heisel, 1999; Kirschner et al., 2006).

Der Stellenwert der unikondylären Prothesen bleibt auch heute strittig. Die Überlebensrate schwankt zwischen 71 und 97 Prozent (s. Tab. 1.4). Die Versagerrate steigt ab dem 8. postoperativen Jahr. Ursächlich sind aseptische Lockerungen, Fortschreiten der Arthrose in den anderen Kompartimenten sowie seltener Implantatbrüche.

Bei korrekter Indikationsstellung und Operationstechnik hat die unikondyläre Prothese weiterhin ihren Platz in der Knieendoprothetik (Labek und Böhler, 2003). Stern et al. empfahlen 1993, bei 6 Prozent der Patienten mit Gonarthrose eine Schlittenendoprothese zu implantieren.

**Tab. 1.4:** Resultate nach unikondylärer Schlittenprothese

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Zahl</b>	<b>NU-Zeitraum</b>	<b>Überlebensrate</b>
Nieder	1991	548	10 Jahre	80%
Swank et al.	1993	82	8 Jahre	71%
Murray et al.	1998	143	10 Jahre	97%
Berger et al.	1999	62	10 Jahre	98%

### **1. 5. 2. Bikondylärer Oberflächenersatz**

Der Oberflächenersatz semi- bzw. nonconstrained ist bei bi- oder trikompartimentellen Gelenkzerstörungen indiziert mit folgenden Voraussetzungen (Jerosch und Heisel, 1999):

- rekonstruierbare Bandstabilität
- Varus- und Valgusdeformitäten < 20 bis 40 Grad
- Beugekontrakturen < 20 bis 40 Grad
- Gesamtbeweglichkeit > 40 bis 60 Grad
- ausreichend stabile Knochenlager

Durch teilgekoppelte Implantate kann der Indikationsbereich bedingt erweitert werden. Kontraindikationen sind hochgradige Seitenbandinstabilität, Insuffizienz des Streckapparates, das Genu recurvatum sowie die neuromuskuläre Gelenkinstabilität.

Die korrekten Achsverhältnisse der Extremität müssen wiederhergestellt werden. Zwischen freier Beweglichkeit und Stabilität muss durch Knochenresektionen, Weichteileingriffe (sog. „release“) und Implantatwahl ein Ausgleich geschaffen werden.

Der Zugang zum Gelenk erfolgt wieder über einen parapatellaren Zugang, meist medial, der bis in den Quadrizeps reicht. Es gibt verschiedene Variationen. Das vordere Kreuzband wird entfernt. Nach der Knochenresektion tibial und femoral mit intra- oder extramedullärer Ausrichtung der Komponenten und Balancierung des Kapsel-Band-Apparates kann eine un- bzw. teilgekoppelte Prothese implantiert werden.

Die Entwicklung in der bikondylären Knieendoprothetik hat sich in den letzten Jahren weiter differenziert:

- kreuzbanderhaltend : Erhalt des hinteren Kreuzbandes (nonconstrained)
- kreuzbandsstituierend (= „posterior stabilized“): Resektion des hinteren Kreuzbandes
- interkondylär stabilisierend (= „super stabilized“): ebenfalls reseziertes hinteres Kreuzband, größer dimensionierter PE-Zapfen als bei posterior stabilized

Ob das hintere Kreuzband reseziert oder erhalten werden soll, ist nach wie vor Gegenstand der Diskussion. Der Streit währt bereits drei Jahrzehnte. 1995 wurden in den USA fast 70 Prozent der Primärimplantationen kreuzbanderhaltend durchgeführt. Aus heutiger Sicht sind jedoch Überlebensrate, Bewegungsumfang, Ganganalyse und Abriebverhalten vergleichbar. Resektionen des hinteren Kreuzbandes sind in der Regel bei fixierter Varus- oder Valgusfehlstellung  $>20$  Grad und bei Beugekontraktur  $> 20$  Grad erforderlich.

Die Frage des Retropatellarersatzes wird ebenfalls auch heute noch kontrovers diskutiert. In den USA wird der Rückflächenersatz fast routinemäßig durchgeführt, in Deutschland waren es 1994 nur 48 Prozent. Gegen den Ersatz der Rückfläche spricht, dass Patellaprobleme der häufigste Grund für Frührevisionen sind. Für den primären Ersatz spricht, dass ein Teil der Patienten mit unversorgter Patella aufgrund starker femoropatellarer Beschwerden sekundär einen retropatellaren Ersatz benötigt. Wissenschaftlich fundierte Indikationen für den Patellarückflächenersatz existieren jedoch nicht. Vielmehr sollte intraoperativ auf ein gutes Gleitverhalten der Patella über die

Femurkomponente geachtet werden. Sollte dies nicht gewährleistet sein, muss eine laterale Retinakulumspaltung durchgeführt werden. Kontraindikationen für einen Patellarückflächenersatz sind eine kleine, dünne Patella, schlechte Knochenqualität sowie eine gestörte Blutversorgung bei ausgedehntem Release.

Die Überlebensrate nach bikondylärem Oberflächenersatz liegt in vielen Studien bei über 90 Prozent nach 10 Jahren (s. Tab. 1.5).

**Tab. 1.5:** Resultate nach bikondylärem Oberflächenersatz

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Zahl</b>	<b>Fixation</b>	<b>NU-Zeitraum</b>	<b>Überlebensrate</b>
Rand und Ilstrup	1989	134	Zementiert	10 Jahre	91%
Ranawat et al.	1993	112	Zementiert	15 Jahre	94%
Gill und Joshi	2001	254	Zementiert	15 Jahre	96%

Prothesenbezogene Komplikationen sind aseptische Lockerung (am häufigsten), Instabilität, tiefe Infektion, Patellakomplikationen (Subluxation, Nekrose, Fraktur), Nervenschädigung (N. peroneus bei starker Valgusdeformität), Weichteilimpingement, periprothetische Frakturen und Rupturen des Kniestreckapparates.

### **1. 5. 3. Gekoppelte Prothesen**

Seit der Expansion der Oberflächenersatzprothesen ist die Verwendung von gekoppelten Prothesen deutlich zurückgegangen. 1994 wurde in Deutschland lediglich bei 16 Prozent aller Implantationen eine gekoppelte Prothese verwendet.

Die Indikation besteht heute bei Primär- und bei Revisionseingriffen mit folgenden Parametern (Jerosch und Heisel, 1999):

- schwere Destruktionen in mehr als einer Ebene
- stark instabile Kniegelenke infolge schwerer Bandinsuffizienz
- Beugekontrakturen > 40 bis 50°
- Varus- oder Valgusdeformität > 40°
- Gesamtbeweglichkeit > 40°

Die heute verfügbaren Modelle übertragen die Last überwiegend über die Gelenkflächen. Langstielige zementierte Verankerungen sind dabei erforderlich. Der Zugang entspricht

dem Vorgehen beim kondylären Oberflächenersatz. Die wichtigen Ligamente werden vollständig oder partiell desinsertiert.

Die Standzeiten sind denen der kondylären Oberflächenprothesen vergleichbar (s. Tab. 1.6).

**Tab. 1.6:** Resultate nach gekoppelten Endoprothesen

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Zahl</b>	<b>NU-Zeitraum</b>	<b>Überlebensrate</b>
Blauth und Hassenpflug	1990	497	10 Jahre	96%
Geschwend und Siegrist	1991	638	10 Jahre	86%
Böhm und Holy	1998	422	10 Jahre	97%

Die gekoppelten Prothesen besitzen im Vergleich zur Schlittenprothese und zum Oberflächenersatz die höchste Infektionsrate mit 2 bis 23 Prozent sowie die häufigste Patellaproblematik mit 8 bis 40 Prozent. Implantatbruch tritt bei unter 2 Prozent der Fälle auf (Jerosch et al., 1997).

Trotz widersprüchlicher Langzeitergebnisse haben gekoppelte Knieendoprothesen insbesondere bei älteren Patienten, schweren Defekten, Fehlstellungen und Instabilitäten sowie als Revisionsimplantat auch heute einen festen Stellenwert (Hassenpflug, 2003).

## **1. 6. Postoperative Komplikationen und Revisionseingriffe**

10 bis 15 Prozent aller Alloarthroplastiken am Knie entfallen auf Revisionseingriffe. Trotz der sehr guten Langzeitergebnisse mit über 95%iger Überlebensrate nach 10 Jahren sind 12 bis 23 Prozent der Patienten unzufrieden (Perka et al., 2006). 5 bis 10 Prozent aller Knieendoprothesen müssen nach 10 bis 15 Jahren revidiert werden (Emmerson et al., 1996; Falatyn et al., 1995; Malkani et al., 1995; Nafei et al., 1996; Ranawat et al., 1993; Rand und Ilstrup, 1991; Rinonapoli et al., 1992; Ritter et al., 1994; Schai et al., 1998; Weir et al., 1996; Whiteside, 1994).

Wesentliches Ziel der Kniealloarthroplastik ist es, ein schmerzfreies, funktionsfähiges Kniegelenk wiederherzustellen. Parameter der Gelenkfunktion sind Beweglichkeit,

Stabilität, Propriozeption, Muskelkraft, Koordination, Beinachse sowie das subjektive Gefühl, „sich auf das Gelenk verlassen zu können“.

Fasst man die Ergebnisse in der primären Knieendoprothetik zusammen, so erreicht man bei Oberflächenersatzprothesen durchschnittlich 93 Prozent (s. Tab. 1.8 und 1.9) und bei unikondylärem Gelenkersatz 89 Prozent gute und exzellente Ergebnisse (s. Tab. 1.7), bei den Scharnierachsprothesen streuen die Ergebnisse sehr weit (s. Tab. 1.10).

**Tab. 1.7:** Scores bei unikondylären Endoprothesen (exemplarisch)

<b>Studie</b>	<b>Prothese</b>	<b>Untersuchte Fälle</b>	<b>Follow-up (Jahre)</b>	<b>Exzellente und gute Ergebnisse in %</b>	<b>Revisionsrate in %</b>
Marmor 1979	Marmor, zementiert	138	3 – 11	91	29
Klemme et al. 1994	Diverse, zementiert	33	2-9,5	74	15
Lindstrand et al. 1988	PCA, zementiert und zementfrei	84	1-4	98	-

**Tab. 1.8:** Scores bei kreuzbanderhaltende Prothesen (exemplarisch)

<b>Studie</b>	<b>Prothese</b>	<b>Untersuchte Fälle</b>	<b>Follow-up (Jahre)</b>	<b>Exzellente und gute Ergebnisse in %</b>	<b>Revisionsrate in %</b>
Buechel 1994	LCS, zementfrei	80	12	96	4,9
Malkani et al. 1995	Kinematic I, zementiert	119	10	89	3,4
Townley 1988	Townley-Anatomic, zementiert	532	1,5-11	89	k.A.

**Tab. 1.9:** Scores bei kreuzbandssubstituierten Prothesen (exemplarisch)

<b>Studie</b>	<b>Prothese</b>	<b>Untersuchte Fälle</b>	<b>Follow-up (Jahre)</b>	<b>Exzellente und gute Ergebnisse in %</b>	<b>Revisionsrate in %</b>
Nafei et al. 1993	Insall-Burstein	138	9-11	86	2
Stern und Insall 1992	Insall-Burstein	194	9-12	87	7
Aglietti et al. 1995	Insall-Burstein	42	5-13	95	4

**Tab. 1.10:** Scores bei Scharnierprothesen (exemplarisch)

<b>Studie</b>	<b>Prothese</b>	<b>Untersuchte Fälle</b>	<b>Follow-up (Jahre)</b>	<b>Exzellente und gute Ergebnisse in %</b>	<b>Komplikationsrate in %</b>
Jones 1973	Walldius	120	1-11	61	29
Walldius 1960	Walldius	64	1-8	74	20
Hagena und Hofmann 1984	GSB I	118	1-7,5	75	7,6

Trotz der guten Ergebnisse sind persistierende Schmerzen nach endoprothetischem Ersatz ein häufiges Problem und stellen eine diagnostische und therapeutische Herausforderung dar.

Die häufigsten Ursachen für Schmerzen oder andere Beschwerden, die auch die Indikation zur Revision der Knieendoprothese darstellen können, sind:

- aseptische Lockerung
- septische Lockerung bzw. Infekt
- Implantatversagen
- femorotibiale Instabilität
- Patellaprobleme
- sekundäre Bewegungseinschränkung

- Weichteilimpingement
- periprothetische Fraktur
- Arthrose der nicht endoprothetisch versorgten Kompartimente

Trotz der Komplexität der Problematik sollte zunächst der Ausschluss einer Infektion erfolgen, anschl. die Analyse und Identifikation des Versagensmodus.

Zur Evaluation dienen Anamnese, klinische Untersuchung, Labordiagnostik, Röntgenuntersuchung und ggf. Szintigrafie.

### **1. 6. 1. Der Infekt**

Während bei Oberflächenersatzprothesen die aktuelle Infektionshäufigkeit zwischen 1 und 5 Prozent liegt (Insall, 1986; Rand et al., 1986), wird sie für Scharniergelenke mit 16 Prozent signifikant höher angegeben (Rand et al., 1987).

Die Entwicklung einer tiefen Infektion wird beeinflusst von exogenen und endogenen Faktoren.

Zu den endogenen Faktoren zählen die Rheumatoide Arthritis, eine frühere septische Arthritis, die Anzahl der Voroperationen, hohes Lebensalter, schlechter Allgemeinzustand, Diabetes mellitus, Kortisonmedikation, Übergewicht, andere entzündliche Foci und ein verlängerter Krankenhausaufenthalt.

Zu den exogenen Faktoren gehören Aspekte des Operationssaales und operationstechnische Dinge wie OP-Dauer, Implantatwahl (unikondylärer Schlitten geringste, Scharnierprothesen höchste Infektionsrate), knöcherne Verankerung (PMMA), Wundheilungsstörung, postoperatives Hämatom und lange Wunddrainage.

Durch eine systemische perioperative Antibiotikaphylaxe konnte die Infektionsrate um 75 Prozent auf 0,85 Prozent gesenkt werden (Lidwell et al., 1982). Zur Vorbeugung von Resistenzentwicklungen sollte eine verlängerte Antibiotikagabe vermieden werden. Josefsson et al. konnten 1990 in einer prospektiven Studie zeigen, dass bei der Verwendung eines gentamycinhaltigen Knochenzementes die Infektionsrate im Vergleich zur systemischen Antibiotikagabe von 1,9 auf 0,8 Prozent sank. Deshalb hat sich im deutschsprachigen Raum der routinemäßige Einsatz von Refobacin-Palacos durchgesetzt.

Die bakterielle Infektion kann bei einliegender Prothese rein zeitlich in akut (bis 12 Wochen), subakut (12 bis 52 Wochen) und spät (> 1 Jahr) eingeteilt werden. Frühinfekte entstehen mit dem operativen Vorgehen, Spätinfekte werden in aller Regel hämatogen verursacht (Habermann, 1991). Das Keimspektrum wird in der Literatur kontrovers diskutiert (Jerosch und Heisel, 1999).

Die Symptomatik kann von lokalen Entzündungszeichen bis zur Sepsis reichen. Insbesondere leichte Verlaufsformen können schwierig zu diagnostizieren sein. Differentialdiagnostisch muss man an mechanische Ursachen und ein CRPS (komplexes regionales Schmerzsyndrom) denken. Infektionen mit Staph. epidermidis zeigen oft nur chronische Schmerzen.

In Verdachtsfällen versucht man, durch eine Punktion mit bakteriologischer (Sensitivität 75 bis 85 Prozent) und Synoviaanalyse den Infekt zu bestätigen. Die Aussagefähigkeit von Entzündungsparametern im Labor (CRP; BSG > 30mm in der 1. Stunde bei 60 bis 80-prozentiger Sensitivität) sowie bildgebenden Verfahren ist eingeschränkt. Zeigt sich jedoch nativradiologisch eine Prothesenlockerung ohne klar ersichtliche mechanische Ursache, muss in der Regel von einem Infekt ausgegangen werden.

## **1. 6. 2. Die aseptische Lockerung**

Ist eine Infektion ausgeschlossen, kommt meist ein mechanisches Problem in Frage:

- schlechtes Prothesenalignment
- ligamentäre Instabilität
- inadäquate Zementiertechnik
- schlechte Implantatqualität

Herzog und Morscher zeigten 1991, dass 28 Prozent der Fehlschläge direkt auf chirurgische Defizite zurückzuführen sind.

Durch ein schlechtes Prothesenalignment kommt es zu einer asymmetrischen Belastung der implantierten Komponenten und somit zur Förderung einer Lockerung. Die nativradiologische Untersuchung ist hier diagnostisches Mittel der Wahl.

Die Instabilität entsteht fast immer aus einem schlechten Weichteilbalancing intraoperativ, eine inkorrekte Knochenresektion kann erschwerend hinzutreten. Durch die klinische Untersuchung können Bandinstabilitäten ausreichend geprüft werden. Insall klassifizierte

die Instabilitäten bei Knieendoprothese in 5 Typen bzgl. der Richtung: Streckung, Beugung, Rotation, a.-p.-Translation. Eine Sonderform stellt das Genu recurvatum dar.

Auch die Instabilität und eine falsche Zementiertechnik führen sekundär zur Lockerung. Es kann aber auch die primäre Lockerung des Implantates zu Instabilität bzw. Achsabweichung führen.

Die tibialen Komponenten neigen zur aseptischen Lockerung, insbesondere wenn ein Malalignment oder eine zementlose Fixierung hinzutritt.

Die aseptische Lockerung lässt sich zum Teil schwer diagnostizieren. Belastungsabhängige Beschwerden können ein erster Hinweis sein. Bildgebende Verfahren wie konventionelle Röntgenaufnahmen und Szintigrafie können nicht immer diagnostische Sicherheit bringen.

### **1. 6. 3. Weitere Komplikationen**

Implantatbruch kommt gewöhnlich im Bereich der tibialen Metallkomponente vor. Regelmäßig kommt es dabei zu Knochendefekten unter der Bruchstelle.

Das Versagen des Polyethyleninlays entsteht oft aus falscher Implantatpositionierung, schlechtem Weichteilbalancing oder Verwendung des Round-on-flat-Designs mit zu dünnem Inlay. Generell wird eine Mindestdicke von 8mm für das Polyethyleninlay empfohlen, um die Wahrscheinlichkeit oberflächennaher Ermüdungsschäden zu reduzieren.

Die Instabilität der Patella kann sowohl mit als auch ohne retropatellares Onlay auftreten. Eine operative Revision erfolgt bei 0,5 bis 0,8 Prozent aller Knieendoprothesen (Brick und Scott, 1988; Grace und Rand, 1988). Lockerung, PE-Abrieb und femoropatellare Beschwerden sind die Folge. Als prädisponierende Faktoren gelten (Briard und Hungerford, 1989; Grace und Rand, 1988): Fehlpositionierung der Patellakomponente, Innenrotation der femoralen und / oder tibialen Komponente, Medialisierung der Femurkomponente, tibiale Resektion mit zu großem Valgus, Imbalance der periartikulären Weichteile, Trauma, starke valgische Beinachse, eine zu dicke Patella.

Die mancherorts als Retropatellarersatz verwendete „metal backed patella“ ist eine metallverstärkte Polyethylenscheibe, die frühzeitig eine hohe Revisionsrate durch PE- und Metallabrieb und Lockerung bzw. Bruch der Komponente aufwies.

Weitere Patellaprobleme können auftreten durch avaskuläre Nekrose und Fraktur. Femoropatellare Komplikationen sind der häufigste Grund für Revisionen (Rand, 1994). Patellaprobleme treten mit 8 bis 40 Prozent bei Scharnierprothesen am häufigsten auf.

Bei einem Streckdefizit von mehr als 10 Grad ist ein amuskuläres Stehen nicht mehr möglich. Durch die vermehrte Aktivität der Quadrizepsmuskulatur kommt es zu schmerzhafter Ermüdung, subjektiver Instabilität und hinkendem Gang. Ursachen für ein Streckdefizit können die Kontraktur des hinteren Kreuzbandes, der hinteren Kapsel bzw. ein zu enger Streckspalt (zu sparsame Resektion des distalen Femur) sein.

Für die Aktivitäten des täglichen Lebens ist eine Beugung von 105 Grad erforderlich, insbesondere für das Treppensteigen und das Aufstehen vom Stuhl (Daluga et al., 1991). Beugedefizite entstehen durch belassene Osteophyten an den dorsalen Kondylen, einen zu engen Beugespalt (Femurkomponente zu groß, fehlerhafte Tibiakippung = slope) oder eine kranialisierte Gelenklinie mit Patella baja.

Daneben kann ein Bewegungsdefizit durch das Prothesendesign, die Patientenmotivation, die Art des Rehabilitationsprogramms und das Auftreten eines CRPS bzw. einer Arthrofibrose bedingt sein.

Weichgewebeirritationen können in etwa 2 Prozent der Fälle nach Implantation einer Knieprothese auftreten (Thorpe et al., 1990). Das „Patella-clunk-Syndrom“ tritt vor allem nach Implantation posterior stabilisierter Knieprothesen auf (Hozack et al., 1989). Dabei kommt es bei vermehrter Beugung zur Einklemmung eines am proximalen Patellapol befindlichen Zyklops in der interkondylären Aussparung der Femurkomponente. Weitere Probleme können u.a. auftreten durch Hoffa-Hypertrophie mit konsekutiver Patella infera oder fibröse Septen parapatellar („tethered patella syndrome“).

Bei den periprothetischen Frakturen treten meist suprakondyläre Frakturen auf. Risikofaktoren sind Osteoporose, rheumatische Grunderkrankungen, Zustand nach Endoprothesenwechsel sowie das „anterior notching“ (anteriorer femoraler Sägeschnitt läuft in die ventrale Femurkortikalis aus).

## 1. 7. Prinzipien der Revisionsendoprothetik

Das Vorgehen bei Revisionen sollte sich an folgenden Algorithmus halten:

1. Ausschluss einer Infektion
2. Analyse und Identifikation des Versagensmodus
3. Sorgfältige Planung des Revisionseingriffes
4. Adäquate Ausstattung (modulares Revisionssystem)

Die individuell vorliegende Versagensursache bestimmt die prinzipielle Verfahrenswahl.

Es ergeben sich folgende Alternativen:

- partieller oder kompletter Austausch der Komponenten
- Arthrodesse
- Resektionsarthroplastik
- Amputation
- Weichteileingriff

Arthrodesse, Resektionsarthroplastik und Amputation stehen angesichts der Fortschritte in der Revisionsarthroplastik am Ende der Optionen. Die Indikation zum Prothesenwechsel setzt die Compliance des Patienten, einen intakten Weichteilmantel sowie eine neuromuskuläre Integrität voraus.

Die Prinzipien der Revisionsendoprothetik entsprechen denen der Primärimplantation:

- ausgedehnter Zugang
- Wiederherstellung der mechanischen Achse in 3 Ebenen
- Erhalt bzw. Rekonstruktion der Gelenklinie
- Wiederherstellung der Weichteilspannung und Quadrizepsfunktion
- Solide Implantatverankerung mit Ersatz von Knochenverlusten

Einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Ergebnis einer Revisionsoperation hat das Design des Primärimplantates. Hier zeigen Patienten mit primärer Scharnierprothese intraoperativ schlechtere Wechselbedingungen (Bryan und Rand, 1982) und ein schlechteres funktionelles Endergebnis (Bargar et al., 1980).

Um auf die unterschiedlichen intraoperativen Situationen vorbereitet zu sein, ist eine Endoprothesenwechseloperation mit einem modularen System empfehlenswert, um die meist auftretenden Defekt- und Instabilitätsprobleme sicher zu lösen.

## **1. 8. Zielsetzung**

Aufgrund unbefriedigender klinischer Ergebnisse haben seit 1995 fast alle großen Hersteller modulare Implantationssysteme auf den Markt gebracht.

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, was das modulare PFC® (Sigma)-Kniesystem in der Revisionsendoprothetik leistet.

Dafür sollen retrospektiv die Ergebnisse der Endoprothesenwechsel aus den Jahren 1995 bis 2000 in der Orthopädischen Klinik des Klinikum Neustadt untersucht werden.

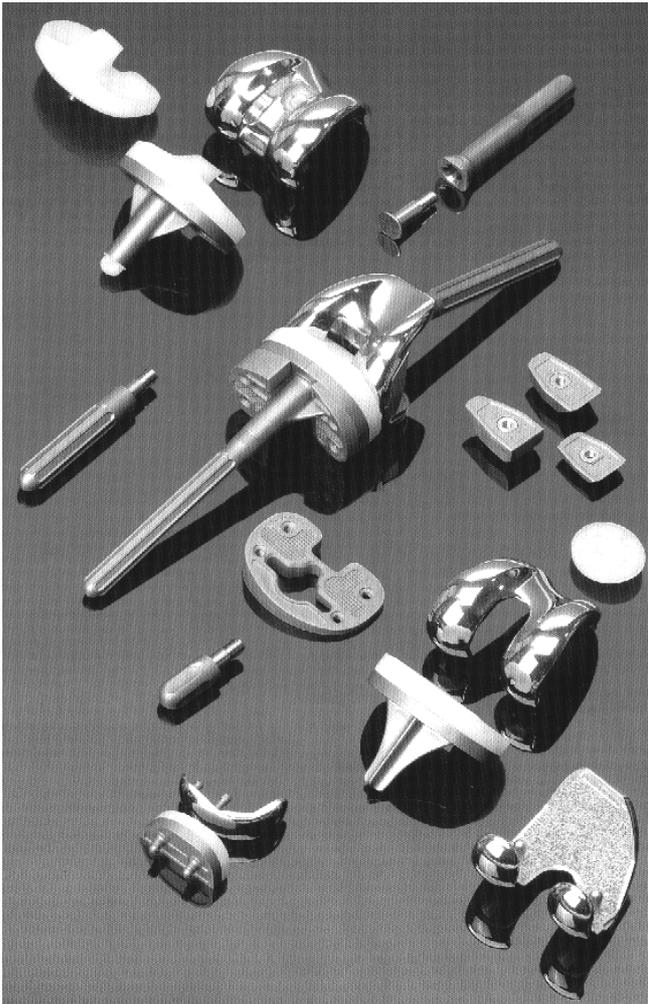
Folgende Fragestellungen werden analysiert:

- Welche Indikationen führten zum Endoprothesenwechsel?
- Welche Modelle wurden gewechselt und welche Komponenten des modularen PFC® (Sigma)-Kniesystems kamen zum Einsatz?
- Unterscheiden sich dabei die Ergebnisse?
- Stehen subjektive Zufriedenheit im Zusammenhang mit den klinischen und radiologischen Ergebnissen?
- Welche Komplikationen traten auf, in wieweit waren Revisionseingriffe erforderlich?
- In welchem Allgemeinzustand befanden sich die Patienten präoperativ und bei der Nachuntersuchung?

## 2. Material und Methode

### 2. 1. Das P.F.C.®- und P.F.C.®-Sigma Kniesystem

1984 wurde das erste kreuzbanderhaltende PFC (Press-Fit-Condylar®)-Gelenk implantiert, 1988 folgte die kreuzbandsstituierende Variante. 1991 wurde das mittlerweile als PFC-



**Abb. 2.1:**

Das modulare System PFC®SIGMA

Modular bezeichnete System durch ein Modell mit Schaftverlängerungen und Augmentationen erweitert, das Total-Condylar 3 (TC3). Hersteller ist die Firma Johnson & Johnson.

Ein Vorteil der Modularität ist die intraoperative Wahlmöglichkeit zwischen unikompartimentell, Kreuzbanderhalt, -substitution und dem Übergang auf die TC3-Prothese. Das Instrumentarium muss dabei nicht gewechselt werden. Somit sind weitgehend alle chirurgischen Anforderungen in der Primär- und Revisionsendoprothetik am Knie erfüllt.

Mit dem 1997 auf den Markt gebrachten PFC®-Sigma wurde das grundsätzliche Design weitestgehend belassen.

Folgende Punkte wurden gegenüber dem PFC-Modular verbessert:

- Vergrößerung der tibiofemorale Kontaktfläche um 35 Prozent mit Verringerung der maximalen Punktbelastung

- Verbesserung der femoropatellaren Funktionalität durch tiefe Rinne und kuppelförmige Patella, Verminderung der mediolateralen Scherkräfte an der Patella um 43 Prozent durch asymmetrisches Femurkomponentendesign
- Erweiterung der Kombinationsmöglichkeiten von Komponenten unterschiedlicher Größe
- Verbesserung der Modularität und der intraoperativen Wahlmöglichkeiten
- Produkterweiterungen der Revisionskomponenten
- Spirallock®-Gewinde als Befestigungsmechanismus auch für Femuraugmentationen
- PFC-Offset Tibia Plateau (seit Herbst 2000) zur asymmetrischen Anbringung des Stieles an der Basisplatte
- Verbesserung der Polyethylen-Qualität durch Strahlensterilisation im Vakuum und Vakuumverpackung
- Erweiterung der Instrumente mit systematischer Abstimmung und Formgebung (SPECIALIST-2-Instrumentarium)

## **2. 1. 1.                    Komponenten des P.F.C.®- und P.F.C.®-Sigma-Kniesystems**

Im weiteren werden lediglich die Komponenten für die bi- bzw. trikompartimentellen Prothesen besprochen, da unikondyläre Schlitten in der Revisionsendoprothetik keine Rolle spielen.

Bei beiden Systemen werden die Femurkomponenten aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Gusslegierung gefertigt. Es existiert eine zementierte und eine zementfreie Verankerungsmöglichkeit. Alle Femurkomponenten haben die gleiche Artikulationsgeometrie. Bei der Weiterentwicklung zum P.F.C.®-Sigma wurde die Kondylengeometrie verbessert und somit die Gefahr der Punktbelastung auf dem Polyethyleninlay weiter reduziert. Des weiteren ist die Kombination mit einem Tibiaeinsatz der gleichen sowie in einer kleineren und einer größeren Größe möglich („Mismatch“). Die Femurkomponente für die Kreuzbands substitution weist bei ansonsten gleicher Geometrie einen interkondylären Kasten zur Aufnahme der zentralen Nocke des entsprechenden Inlays auf. Die Innenabmessung des Kastens ist für alle Größen identisch. Die Größen der Femurkomponenten variieren zwischen 2 und 6.

Die Tibiakomponenten beider Systeme werden aus einer Titan-Aluminium-Vanadium-Schmiedelegierung gefertigt. Das Oberflächendesign hat sich seit 1984 nicht geändert. Für die Verankerung existieren 2 Varianten, das Kielplateau sowie die sog. Modularartibia, letztere mit der Möglichkeit für das Anbringen einer Stielverlängerung. Tibiakomponente und Inlay müssen in ihrer Größe übereinstimmen.

Die Tibiainlays können aus einer metallischen Teilkomponente oder vollständig aus Polyethylen bestehen. Für die Kreuzbanderhaltende Version stehen ein „posterior-lipped“- sowie ein „curved“-Inlay zur Verfügung. Bei den tibialen und femoralen Komponenten mit Kreuzbanderhalt kann man zwischen 6 verschiedenen Größen wählen. Für die Kreuzbands substitution gibt es ein Posterior-stabilized- sowie ein Stabilized-plus-Inlay, die wie das TC3-Inlay eine „curved“-Geometrie haben. Die zentrale Nocke der Stabilized-plus-Variante ist etwas breiter und ist wie bei der TC3-Variante mit einem Titanstift zur besseren Stabilität armiert. Die tibialen Größen variieren beim TC3-Knie zwischen 2 und 5 und bei Posterior-stabilized sowie Stabilized-plus zwischen 2 und 6. Die Inlayhöhen reichen von 8 bzw. 10 mm bis 25 bzw. 30 mm.

Beim TC3-Knie sind die Höhe der zentralen Nocke sowie des interkondylären Kastens um ca. 5mm vergrößert. Ansonsten ist das Design von den Posterior-stabilized-Komponenten übernommen. Die Tibiakomponente des TC3 wird als Modular-Plus bezeichnet und erlaubt im Gegensatz zur Modularartibia neben dem Anbringen einer Stielverlängerung zusätzlich Augmentationen. Zur Augmentation dienen Stufen- (10 und 15 mm), Halb- (10 und 20 Grad) und Vollkeile (10 und 15 Grad). Zementfreie Stiele stehen mit Durchmessern zwischen 10 und 24 mm in 2-mm-Schritten in den Längen 75, 115 und 150 mm zur Verfügung. Die zementierten Stiele sind mit 13 und 15 mm Durchmesser in den Längen von 30 und 60 mm erhältlich.

Die Femurkomponenten bei Kreuzbands substitution und TC3 bieten ebenfalls die Möglichkeit, Augmentationen anzubringen. Damit können distale (4 bis 16 mm) und dorsale (4 und 8 mm) Defekte überbrückt werden. Zementfreie Stiele stehen femoral mit Durchmessern zwischen 10 und 24 mm in 2-mm-Schritten in den Längen 125 und 175 mm mit 5 und 7 Grad Valguswinkel zur Verfügung. Die zementierten Stiele sind mit 13 und 15 mm Durchmesser in den Längen von 90 und 130 mm ebenfalls mit 5 und 7 Grad Valguswinkel erhältlich. Das Offset (entspricht der relativen a.-p.-Position der Kondyle zum Stiel) kann um +2/0/-2 mm verändert werden.

Das PFC-Sigma-Kniesystem wurde zuletzt um eine bewegliche Tibiaplattform ergänzt.

## **2. 1. 2. Präoperative Planung**

Bei der Beurteilung eines zur Revision anstehenden Kniegelenkes müssen die Weichteile und der noch zur Verfügung stehende Knochen genau betrachtet werden. Patienten mit einem insuffizienten Streckapparat kommen grundsätzlich nicht für einen Endoprothesenwechsel in Frage, da es durch Hyperextension zu Instabilität und Lockerung kommt.

Die Mobilität und Qualität der das Kniegelenk umgebenden Weichteile ist von entscheidender Bedeutung. Vorhandene Schnittführungen, Hauttransplantate oder Muskellappen können zu erheblichen Schwierigkeiten beim Zugang und später auch zu Wundheilungsstörungen führen. So kann es evtl. erforderlich sein, im ersten Schritt lediglich eine gute Weichteildeckung wiederherzustellen.

Schon präoperativ sollte das Ausmaß der knöchernen Defekte anhand der konventionellen Bildgebung festgelegt werden, um den in Frage kommenden Prothesentyp zu bestimmen. Intraoperativ stellt sich jedoch der Defekt meist größer dar.

Eine Patelladislokation in Verbindung mit einem kontrakten Streckapparat muss ebenfalls bei einer Revision angegangen werden.

## **2. 1. 3. Operationstechnik beim Knieendoprothesenwechsel**

Nach Möglichkeit sollte die primäre Hautinzision wiederverwendet werden. Liegen mehrere Narben vor, besteht durch Minderdurchblutung des verbleibenden Hautlappens die große Gefahr der Wundheilungsstörung und einer evtl. folgenden Infektion. Vorhandene Narben sollten auf jeden Fall in die Schnittführung mit einbezogen werden. Weichteillappen müssen in voller Stärke erhalten werden. Sollte eine neue Inzision gewählt werden, muss eine Distanz von mindestens 10 cm eingehalten werden. Alte Narben sollten in einem Winkel von mehr als 60 Grad gekreuzt werden. Der Schnitt sollte ausreichend lang sein und die spätere Hautnaht spannungsfrei erfolgen.

Auch für die Revisionsendoprothetik bietet sich standardmäßig eine anteromediale Arthrotomie an. Wo die Mobilisation des Streckapparates und der Patella Schwierigkeiten

bereitet, muss die Inzision ausgedehnt, ggf. auch ein frühes laterales Release bzw. eine Osteotomie der Tuberositas tibiae durchgeführt werden, um eine Verletzung der Patellasehne zu vermeiden. Fibrotische Adhäsionen werden im Gelenk inklusive im oberen Recessus entfernt. Anschl. erfolgt die Auswärtsskippung der Patella.

Nach Exposition des Gelenkes werden die alten Komponenten entfernt. Bei Scharnierprothesen ist zunächst eine Entkoppelung erforderlich. Dabei ist darauf zu achten, dass der Knochenverlust so gering wie möglich gehalten wird. Im Anschluss werden bei den zementierten Komponenten die Zementreste und die darunterliegenden bindegewebigen Membranen abgetragen. Ist der Zugang an evtl. vorliegende Stielfixierungen nicht möglich, muss der Knochen gedeckelt werden.

Nach Entfernung der alten Prothese wird das Knie für die Implantation der Austauschprothese vorbereitet. Ziel ist es, wie bei der Primärimplantation die mechanische Beinachse zu rekonstruieren. Dazu dienen intra- oder extramedulläre Ausrichtungssysteme für Femur und Tibia. Schwierigkeiten können jedoch durch die bei der Explantation aufgetretenen Knochendefekte auftreten. Beim Revisionseingriff werden die Führungsstäbe so ausgerichtet, dass möglichst nur wenig zusätzlicher Knochen reseziert werden muss. Ist der Defekt gering, kann die erweiterte Resektion den Defekt mit einschließen. Ist der Knochendefekt zu stark asymmetrisch oder zu ausgedehnt, sollte eine Augmentation zum Einsatz kommen.

Knochendefekte können aufgefüllt werden durch autologe oder homologe (Spenderknochen) Knochentransplantate, alloplastische Materialien (PMMA, Hydroxylapatitkeramik) und modulare Metallkeile bzw. -blöcke (Jerosch und Heisel, 1999). Bei ausgeprägten Defekten werden zusätzlich diaphysär verankerte, vollständig gekoppelte bzw. individuell gefertigte („custom-made“) Prothesen verwendet. Die Technik der Defektauffüllung ist abhängig vom Ausmaß der Knochenzerstörung und seiner Lokalisation, dem Patientenstatus sowie den Erfahrungen des Operateurs.

Für die Wiederherstellung der Gelenkfunktion ist die Rekonstruktion der Gelenklinie in allen 3 Ebenen unabdingbar. Intraoperative anatomische Orientierungsrichtlinien existieren jedoch kaum. Eine Proximalisierung der Gelenklinie tritt auf, wenn es zu einem Knochenverlust im Bereich des distalen Femur kommt. Die häufigsten Gründe sind die aseptische Lockerung, Osteolysen, die Implantatmigration, die Implantatentfernung im

Rahmen der Revision oder die zu starke Knochenresektion bei der Primärimplantation. Insbesondere bei stärkeren Beugekontrakturen kann jedoch eine Proximalisierung der Gelenklinie nicht vermieden werden. Die Patella baja ist die Folge. Daraus können erhöhter Polyethylenabrieb und Patellarsehnenrupturen resultieren. Außerdem kann es durch eine zu straffe dorsale Kapsel und zu lockere Seitenbänder zu einer vermehrten Laxizität in leichter Beugung kommen. Diese tritt gewöhnlich bei Revisionen mit starker präoperativer Beugekontraktur auf.

Zunächst erfolgt die Präparation des tibialen Markkanales, ggf. wird sie auf den Durchmesser und die entsprechende Länge für eine Schaftverlängerung erweitert. Nach Positionierung der Ausrichtlehre erfolgt die tibiale Resektion. Der tibiale Probeschäft wird mit der tibialen Probekomponente implantiert.

Anschl. wird analog zur Tibia der femorale Markkanal präpariert. Über die Femorausrichtungslehre kann ein definierter Valguswinkel vorgegeben werden, der aus dem präoperativen Röntgenbild durch Mikulicz-Linie und anatomische Femurachse bestimmt wird. Die distale Resektion wird anhand der knöchernen Defektsituation durchgeführt. Sie erfolgt so tief, dass eine stabile distale Auflage für das spätere Implantat erreicht wird. Durch distale Augmentationen kann die präoperativ ermittelte Gelenklinie rekonstruiert werden. Dabei orientiert man sich an der Patellaspitze, dem Fibulaköpfchen, dem evtl. erhaltenen femoralen hinteren Kreuzbandansatz und dem Tuberculum adductorum. Der Streckspalt wird bestimmt. Anschl. erfolgt die anterior-posteriore Resektion. Dabei ist auf eine korrekte Rotationsausrichtung mit symmetrischen Beugespalt zu achten, um spätere femoropatellare Instabilitäten zu vermeiden. Sollte nun kein symmetrischer Beugespalt zwischen tibialer Komponente und a.-p.-Schnittblock erzielt werden, muss ein Weichteilrelease durchgeführt werden. Ist der Beugespalt schließlich zu groß, kann eine größere Femurkomponente genutzt werden oder die posterioren Kondylen müssen augmentiert werden.

Im Anschluss wird die interkondyläre Resektion durchgeführt. Das Ausmaß der Resektion unterscheidet sich für die Komponenten des P.F.C.® Sigma stabilized und des TC3 und wird durch einen entsprechenden Schnittblock gewährleistet.

Die Wahl des erforderlichen Grades der Implantatkoppelung hängt vom Zustand der noch vorhandenen Weichteile und Möglichkeit ab, wieder eine adäquate Weichteilspannung herstellen zu können. Grundsätzlich sollte die geringst mögliche Koppelung gewählt werden. Eine ungekoppelte Prothese kommt zum Einsatz, wenn in allen Richtungen stabile Bandverhältnisse vorliegen. Ist die a.-p.-Instabilität größer als 5 mm und bezüglich der Seitenbänder lediglich eine laterale Instabilität 1. Grades (kleiner 5 Grad) vorhanden, sollte eine posterior stabilisierte Prothese (zum Beispiel P.F.C.®Sigma stabilized) gewählt werden. Interkondylär stabilisierte Prothesen (zum Beispiel TC3) werden notwendig, wenn eine erhebliche mediolaterale Instabilität hinzutritt. Liegt die Differenz zwischen Beuge- und Streckspalt über 15 mm, sollte eine vollgekoppelte Prothese verwendet werden (Jerosch und Heisel, 1999).

Nun wird die femorale Probekomponente zusammengesetzt, der Stiel kann entsprechend der Vorresektionen mit einem Offset zwischen  $-2$  und  $2$  mm sowie einem Valguswinkel von  $5$  oder  $7$  Grad eingestellt werden. Wo Augmentationen erforderlich sind, werden die entsprechenden Augmentationskomponenten angebracht. Anschl. wird die Komponente auf die femorale Resektionsfläche aufgesetzt.

Die tibiale Komponente, die die präparierte Fläche vollständig bedeckt, wird ggf. mit Schaftverlängerung eingesetzt. Über ein entsprechendes Probeinlay wird neben der Bandspannung des Beuge- und Streckspaltes die Beweglichkeit und der Gleitlauf der Patella überprüft. Sollte der Beuge- größer als der Streckspalt sein, besteht die Möglichkeit, eine größere Femurkomponente zu implantieren, eine posteriore Augmentation zu nutzen oder die Schaftverlängerung nach anterior zu verschieben. Ist der Streckspalt größer, wird das distale Femur augmentiert. Dabei kommt es gleichzeitig zu einer gewünschten Distalisierung des Gelenkspaltes. Abschließend wird die gewünschte Rotation der Tibiakomponente festgelegt und markiert.

Sollten Augmentationen mit dem Modularsystem (Stufen-, Halb- oder Vollkeil) notwendig sein, wird mit entsprechenden Resektionsblöcken das Lager vorbereitet und durch Anbringen der Keile an die Probetibiakomponente auf der Resektionsfläche kontrolliert. Für die Femurkomponente stehen verschiedene Augmentationskomponenten für distal und posterior zur Verfügung, die miteinander kombiniert werden können.

Unterstützend können Knochentransplantate oder Knochenersatzmaterialien verwendet werden (Reichel et al., 2002). Autologes Knochenmaterial ist optimal, da es vollständig in den Verbund zwischen Knochen und Implantat einheilt (Fischer-Brandies und Dielert, 1986). Leider steht nur eine begrenzte Menge zur Verfügung. Außerdem ist meist ein zusätzlicher Eingriff erforderlich, und es gibt oft Probleme an der Entnahmestelle (Wirth, 1986). Beim homologen Transplantat (Spenderknochen) kommt es zur verzögerten Einheilung (Hofmann, 1992). Es kann zu Resorptionen kommen. Bei vollständiger Einheilung bleiben jedoch tote Lamellen bestehen, die in das osteogene Remodelling einbezogen werden (Hofmann, 1992). Die Verwendung von Knochenzement bei großen Defekten wird kontrovers diskutiert (Lotke et al., 1984; Insall, 1984). Sie scheint nicht favorisiert zu werden, da radiologisch schnell eine Aufhellungslinie unter der Füllung zu sehen war (Dorr und Ranawat, 1984).

Nach Entfernung der definitiven Probekomponenten werden die Resektionsebenen ausgiebig gereinigt und zunächst die tibiale, anschl. die femorale Komponente mit oder ohne Zement implantiert.

Bei nochmaliger zufriedenstellender Prüfung mit dem Probeinlay wird das definitive Inlay eingesetzt.

Die Entscheidung zur Revision des Patellaimplantates hängt ab von der knöchernen Integrität, dem Polyethylenverschleiß, der Kompatibilität zur Revisionsprothese und dem vorhandenen Knochenlager nach explantiertem Onlay. Nach Explantation und bestehender Indikation zum Wechsel erfolgt die Implantation analog zum Primäreingriff.

Am Ende wird das Knie schichtweise verschlossen. Jeweils eine Redondrainage kann fakultativ tief und subkutan eingelegt werden.

#### **2. 1. 4.                    Physiotherapeutische Nachbehandlung und Rehabilitation nach Knieendoprothesenwechsel**

Erst durch adäquate postoperative physikalische Therapie, insbesondere der Krankengymnastik, können die Möglichkeiten der modernen Knieendoprothetik voll ausgeschöpft werden. Aufgaben sind die Wiederherstellung der Beweglichkeit, die Beseitigung von muskulären Dysbalancen und Atrophien sowie die Verbesserung der

Koordination und des Gangbildes. Nur in enger Zusammenarbeit zwischen Operateur, weiterbehandelnden Arzt und Therapeut kann ein optimales Behandlungsergebnis erreicht werden. Insbesondere unmittelbar postoperativ müssen Angaben bezüglich Belastbarkeit und Beweglichkeit verfügbar sein.

Leider gibt es bis heute keine randomisierten, kontrollierten Studien über Rehabilitationsprogramme nach Knieendoprothesenimplantation (Bizzini et al., 2003).

Bei der Primärimplantation einer Knieendoprothese wird in unserem Hause zunächst für 2 Tage eine Kniestreckorthese Tag und Nacht angelegt. Nach Entfernung der bei uns obligatorisch eingelegten Redondrainagen am 2. postoperativen Tag und dem erstem Verbandswechsel am 3. postoperativen Tag wird die Orthese nur noch zur Nacht für weitere 3 bis 6 Wochen getragen. Auf der Motorschiene erfolgt eine kontinuierlich-passive Mobilisation (CPM) in der ersten Woche bis zu einer Beugung von 60°, in der 2. Woche langsam steigend bis 90°. Begleitend wird die volle Streckung erarbeitet und isometrische Übungen durch den Krankengymnasten erlernt. Der Patient belastet in den ersten 2 postoperativen Wochen nur teil (ca. 30 kg) an 2 Unterarmgehstützen im 3-Punkte-Gang ohne Orthese. Ab der 3. Woche kann beschwerdeabhängig aufbelastet werden.

Nach einer Revisionsoperation ist das Nachbehandlungsschema dem nach Primärimplantation ähnlich. Durch die häufig präoperativ bestandene Beugekontraktur ist der Erhalt der intraoperativ erreichten vollen Streckung durch eine Kniestreckorthese von großer Bedeutung. Die intraoperativ erzielte maximale Beugung kann meist in der Nachbehandlung nicht erreicht werden. Einschränkungen resultieren von verringerter Knochenstärke und inadäquatem Weichteilgewebe.

## **2. 2.                   Methode der Nachuntersuchung**

### **2. 2. 1                   Planung und Durchführung**

Zur Erfassung der Ergebnisse bei Knieendoprothesenwechsel mit dem modularen P.F.C.® - und P.F.C.® Sigma - Kniesystem wurde eine retrospektive Studie durchgeführt. Die Studie erfasste alle 50 zwischen 1995 und 2000 an der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt durchgeführten Operationen mit dem o. g. Kniesystem.

Alle Patienten wurden telefonisch zu einer Nachuntersuchung in unserer Klinik eingeladen. Patienten, die nicht telefonisch erreichbar waren, wurden schriftlich informiert, teilweise mussten die Anschriften über die Hausärzte der Betroffenen ermittelt werden.

Mit jedem Patient, der sich in unserer Klinik wiedervorstellte, wurde ein Fragebogen zur präoperativen und aktuellen Situation ausgefüllt, der sich an die u. g. klinischen Scores anlehnte. Präoperative Daten wurden soweit möglich aus den alten Krankenakten entnommen. Zusätzlich wurden aktuelle Röntgenaufnahmen des operierten Kniegelenkes angefertigt und eine klinische Untersuchung durchgeführt. Telefonisch erreichbare Patienten, die sich nicht in Neustadt wiedervorstellen konnten, wurden telefonisch befragt. Teils vorliegende postoperative Röntgenaufnahmen aus unserem Archiv wurden in diesen Fällen zur Verlaufskontrolle verwendet.

Die Nachuntersuchungen sowohl der in unserer Klinik erschienen als auch der telefonisch befragten Patienten erfolgten ausschließlich durch mich und fanden von September 2002 bis Januar 2003 statt.

## **2. 2. 2.                    Bewertungssysteme zur Beurteilung von Ergebnissen nach Implantation einer Knieendoprothese**

Die Resultate der Knieendoprothetik kann man anhand der Symptomatik, dem klinischen Kniebefund, der funktionellen Leistungsfähigkeit, des radiologischen Ergebnisses und des allgemeinen Gesundheitszustandes ermitteln. Die Beurteilung erfolgt dabei durch den Patienten, den Untersucher bzw. beide (Stucki et al., 1997) und kann dabei zum Teil deutlich differieren.

Zielkriterien in der Endoprothetik sind Schmerzen, Zufriedenheit mit dem Ergebnis, Einschränkungen der Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL, Activities of Daily Living ) und Begleiterkrankungen.

Die klinische Untersuchung umfasst den Bewegungsumfang, die Stabilität, die Beinachse und die lokalen Weichteile.

Eine radiologische Verlaufskontrolle ist unbedingt erforderlich und sollte die Komponentenposition, die Beinachse und die Saumbildung an den Grenzflächen berücksichtigen.

## 2. 2. 2. 1. Klinische Kniescores

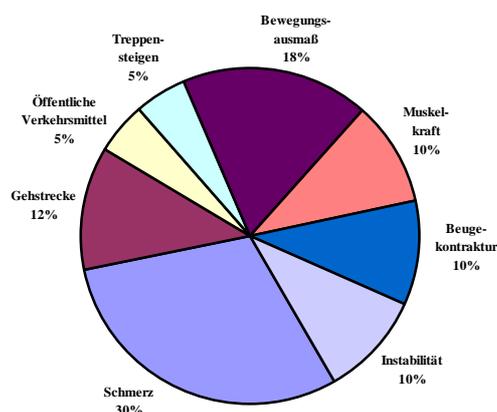
2 häufig verwendete klinische Scores für die Bewertung von Knieendoprothesen sind der Hospital-for-Special-Surgery (HSS) - Score und das Knee Society Clinical Rating System (Saleh et al., 2002; Sheng et al., 2004).

Der von Ranawat und Shine 1973 entwickelte HSS-Score (s. Anhang, Tabelle 6.1) ist einer der ältesten Bewertungssysteme in der Knieendoprothetik und hat weite Verbreitung gefunden (Drake et al., 1994). Ein Score von 100 Punkten ist in den Bereichen Schmerz, Bewegungsumfang, Funktion, Stabilität und Muskelkraft erreichbar (s. Diagramm 2.1). Er ist zu 62 Prozent subjektiv und zu 38 Prozent objektiv. Der HSS-Score ist valide, jedoch wenig reliabel (Ryd et al., 1997). Ebenfalls nachteilig wirkt sich die Verschlechterung des Scores durch funktionslimitierende Begleiterkrankungen aus, auch wenn das untersuchte Knie schmerzfrei, stabil und frei beweglich ist (Insall et al., 1989). Lebensqualität, allgemeiner Gesundheitszustand und Begleiterkrankungen werden nicht erfasst.

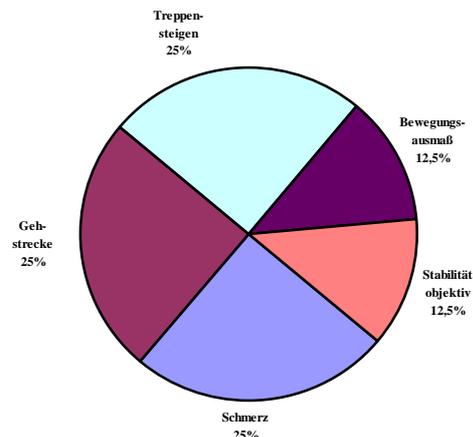
### Diagramm 2.1 und 2.2:

Kriterienwichtung für HSS-Score (links) und Knee Society Clinical Rating System (rechts)

**Kriteriengewichtung in Prozent von 100 Punkten**



**Kriteriengewichtung in Prozent von 200 Punkten**



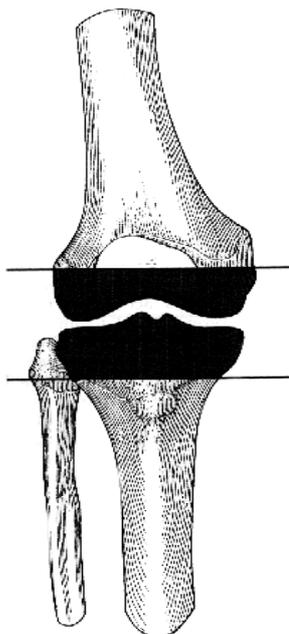
Das von Insall et al. 1989 aus dem HSS-Score weiterentwickelte Knee Society Clinical Rating System besteht aus 2 Teilen (s. Anhang, Tab. 6.2). Teil 1 erfasst Schmerz, Bewegungsumfang und Stabilität des Kniegelenkes sowie die Beinachse. Teil 2 bestimmt die Mobilität (s. Diagramm 2.2). Das Knee Society Clinical Rating System ist zu 75

Prozent subjektiv und zu 25 Prozent objektiv. Es ist wie der HSS-Score valide, jedoch ebenfalls nicht sehr reliabel (Ryd et al., 1997). Lebensqualität, allgemeiner Gesundheitszustand und Begleiterkrankungen werden ebenfalls nicht erfasst. Eine allgemein gültige Beurteilung anhand der Punktzahl gibt es nicht, im Allgemeinen gelten jedoch 90 bis 100 Punkte als sehr gut, 80 bis 89 Punkte als gut, 70 bis 79 Punkte als befriedigend und unter 70 Punkte als unbefriedigend. Das Knee Society Clinical Rating System wurde bei der Metaanalyse von Sheng et al. (2004) in 70 Prozent der Studien gefunden.

Beide Scores wurden präoperativ retrospektiv und bei den Nachuntersuchungen, sofern vollständig erhebbbar, erhoben und durch weitere wichtige Parameter ergänzt. Insbesondere wurden Allgemeinzustand und Begleiterkrankungen erfasst.

#### 2. 2. 2. 2. Beurteilung von Knochendefekten

Knochendefekte stellen bei der Primärimplantation selten ein großes operationstechnisches Problem dar. Bei Revisionseingriffen sind die Defekte oft ausgedehnter. Sie entstehen durch Abriebpartikel, Migration der Implantate, Achsfehlstellungen, ligamentäre Instabilitäten, Frakturen, Defekte von der Primärimplantation stammend, Infektionen und bei der Explantation der alten Komponenten.



**Abb. 2.2:** Metaphysäre Zonen, aus Engh (1997)

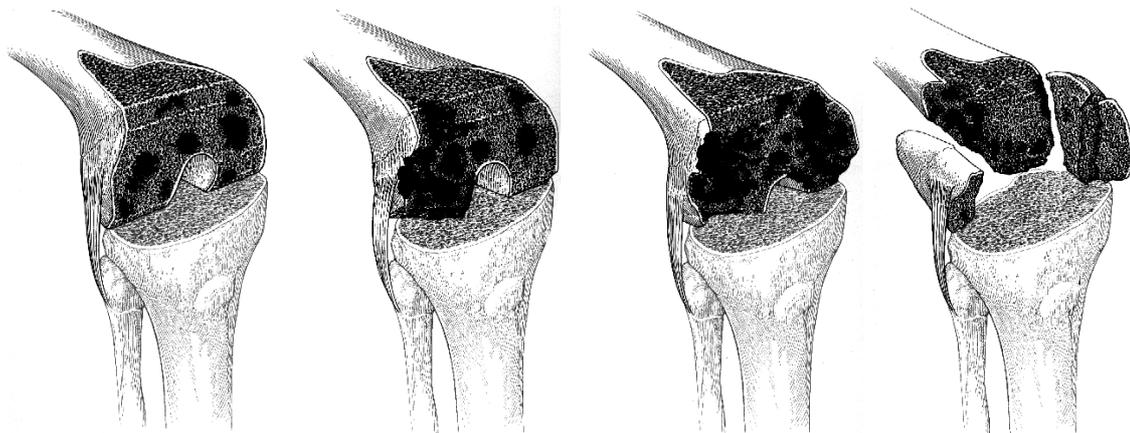
Es gibt eine Reihe von Klassifikationen zur Beurteilung von Knochendefekten. Für das operative Vorgehen ist es von großer Bedeutung, ob der Defekt über die Metaphyse hinausreicht (s. Abb. 2.2), da es dann zum Verlust der ligamentären Ansätze kommt. Von Engh wurde 1997 die bisher umfassendste Einteilung als sog. AORI (Anderson Orthopaedic Research Institute) - Klassifikation vorgestellt.

Dabei wird die Einteilung getrennt für Tibia („T“) und Femur („F“) vorgenommen. Engh unterscheidet:

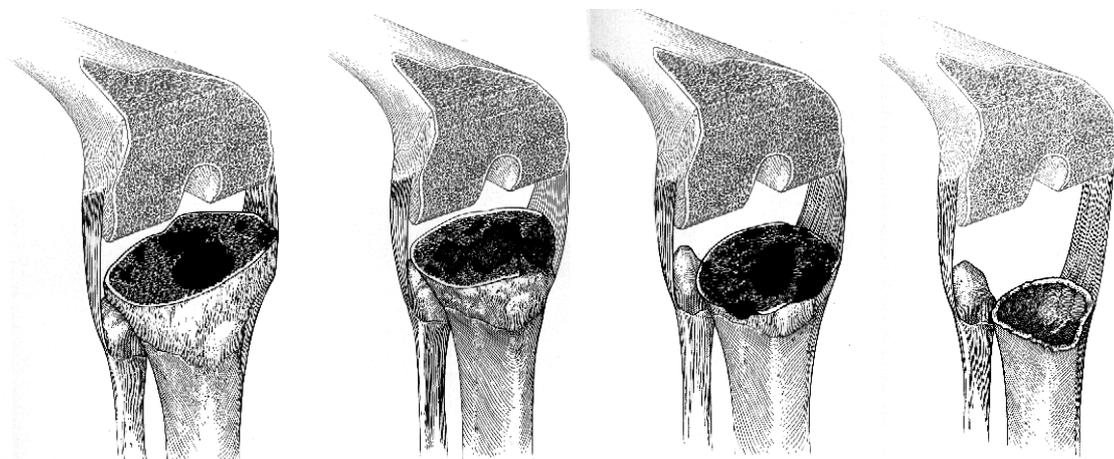
- Typ I: weitgehend intakte Metaphyse, der spongiöse Knochen ist tragfähig, für die Stabilität des Implantates bedeutungslos
- Typ II: metaphysärer Defekt, der einen Ausgleich durch Knochen, Zement oder modulare Augmentation erfordert, IIa unikondylär, IIb bikondylär
- Typ III: ausgeprägter segmentaler Defekt der Metaphyse mit Verlust des Ligamentansatzes, Ausgleich durch strukturelles Allograft (z.B. Hüftkopf), Modularrevisionsysteme mit höherem Kopplungsgrad oder Achsknien

Gohlke et al. fügten 1997 einen Typ IV hinzu, bei dem ein deutlicher Defekt im Bereich der Diaphyse hinzutritt.

**Abb. 2.3:** AORI-Klassifikation aus Engh GA (1997) für Femur: v.r.n.l. F Ia, F IIa, F IIb, F IIIb



**Abb. 2.4:** AORI-Klassifikation aus Engh GA (1997) für Tibia: v.r.n.l. T I, T IIa, T IIb, T III



Die während der Revision aufgetretenen Knochendefekte wurden anhand der Operationsberichte beurteilt.

## 2. 2. 2. 3. Radiologische Beurteilung

Zur Beurteilung des Ergebnisses einer Knieendoprothese ist die Erhebung eines radiologischen Befundes unabdingbar. Dazu ist die Anfertigung von Standardaufnahmen des Kniegelenkes a.-p. und seitlich sowie der Patella tangential erforderlich. Lange Aufnahmen dienen der vollständigen Darstellung von Schaftverlängerungen, eine Ganzbeinaufnahme unter Belastung kann eine genauere Angabe über Achsverhältnisse und ligamentäre Stabilität liefern.

Ewald entwickelte 1989 das Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System zur einheitlichen radiologischen Beurteilung einer implantierten Knieendoprothese. Das System erfasst die Komponentenposition in 2 Standardebenen, die Beinachse und die Knochen-(Zement-)Prothesen-Grenzflächen (s. Abb. 2.4 und 2.5). Die Implantate werden in beiden Ebenen in verschiedene Zonen eingeteilt. Die Breite und Ausdehnung von Saumbildungen wird gemessen und zu einem Score zusammengezählt, um Lockerungen zu erfassen. Dabei gelten bei einer 7-Zonen-Tibiakomponente eine aufsummierte Lysesaumweite von weniger als 5 mm ohne Progression als unauffällig, 5 bis 9 mm gelten als fragliche Lockerung und sollten auf Progression kontrolliert werden und über 9 mm gelten als Lockerung bei entsprechender klinischer Beschwerdesymptomatik.

A-P		Angle in Degrees		LAT		Angle in Degrees	
		Femoral Flexion ( $\alpha$ )	_____			Femoral Flexion ( $\gamma$ )	_____
		Tibial Angle ( $\beta$ )	_____			Tibial Angle ( $\sigma$ )	_____
		Total Valgus Angle ( $\Omega$ )	_____				
		18" Film	_____				
		3' Film	_____				

RLL		RLL		ant. post.		med. lat.		RLL	
1	_____	1	_____	1	_____	1	_____		
2	_____	2	_____	2	_____	2	_____		
3	_____	3	_____	3	_____	3	_____		
4	_____	4	_____			4	_____		
5	_____	5	_____			5	_____		
6	_____	6	_____			6	_____		
7	_____	7	_____			7	_____		
Total	_____	Total	_____	Total	_____	Total	_____		

**Abb. 2.4 und 2.5:** Das Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System (Ewald, 1989)

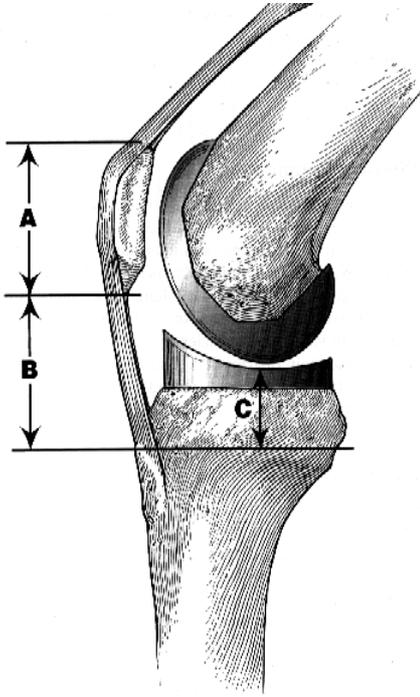
Axiale Komponentenwanderung (“subsidence”) und Rotationsposition der Komponenten werden nicht erfasst. Angaben zu Reliabilität und Validität des Systems fehlen bislang. Seine klare Struktur mit wenigen Parametern hat jedoch zu einer weiten Verbreitung geführt.

Als sicheres Lockerungszeichen im Allgemeinen gilt eine Komponentenwanderung (Schneider, 1982; Brand, 1986). Eine solche Positionsänderung kann allerdings nur mit einer Genauigkeit von 1 bis 5mm bzw. 1 bis 6 Grad erfasst werden (Kärrholm, 1989). Die sog. „sichere Erkennbarkeit“ ist daher abhängig vom Ausmaß der Positionsänderung, von der angewandten Technik bei der Röntgenuntersuchung, der anatomischen Region und der subjektiven Bildbetrachtergenauigkeit. Weitere sichere Lockerungszeichen sind bei zementierten Prothesen Zementfrakturen und Aufhellungssäume zwischen Implantat und Zement.

Ein unsicheres Lockerungszeichen ist das Auftreten von Osteolysesäumen. Inkomplette Säume von unter 1 mm sind für das Ergebnis irrelevant. Durchgehende Säume von mehr als 2 mm gehen mit schlechten klinischen Ergebnissen einher und gelten als lockerungswahrscheinlich (Bertin, 1997). Die Wahrscheinlichkeit steigt mit der Progredienz der Säume und um so größer der Anteil derer an der Kontaktfläche zwischen Zement und Knochen ist. Experimentelle Untersuchungen (Fehring, 1996) konnten jedoch zeigen, dass bereits Abweichungen des Röntgenzentralstrahls von nur 3 Grad im Vergleich zur Komponentengrenzfläche einen 2 mm weiten Lysesaum nicht mehr erkennen lassen. Bei zementfreien Prothesen gilt ein Lysesaum von mehr als 3 mm als kritisch. Daneben zählen Sklerosierungen der Spongiosa unter der Prothesenspitze (sog. Sockelzeichen) und Periostreaktionen im Bereich der Spitze zu den unsicheren Lockerungszeichen.

Neben der konventionellen Röntgentechnik sind die Szintigrafie mit geringer Spezifität und die Röntgenstereometrie (RSA) mit erforderlicher Lernkurve und hohen Kosten bei guter Vorhersagegenauigkeit weitere Verfahren zur Bestimmung von Implantatlockerungen. Bei der konventionellen Bildgebung sollte weiterhin im seitlichen Bild auf eine Recurvatumstellung, dorsale Osteophyten, die Gelenklinie und die Patella geachtet werden. Die Gelenklinie muss dabei im Vergleich zu den präoperativen Bildern bzw. zu den Aufnahmen der Gegenseite beurteilt werden. Eine Proximalisierung der Gelenklinie von mehr als 8 mm geht vermehrt mit femoropatellaren Beschwerden einher (Matthews und Goldstein, 1992). Die Stellung der Patella kann über den Insall-Salvati-

**Abb. 2.6:** Der Insall-Salvati-Index stellt den Quotient von B zu A dar. C stellt die Gelenkliniendistanz dar. Aus Engh (1997)



Index bestimmt werden (s. Abb. 2.6). Dabei bezeichnet ein Wert über 1,2 eine Patella baja und unter 0,8 eine Patella alta. Aufnahmen der Patella tangential, ggf. als Serie in verschiedenen Beugegraden, zeigen die Patellaführung (Verkipfung, Subluxation, Luxation).

Im Rahmen dieser Dissertation wurden die unmittelbar postoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen auf langer Platte mit den Aufnahmen, die zur Nachuntersuchung neu angefertigt wurden (2 Ebenen auf langer Platte mit Patella tangential), verglichen. Bei Patienten, die sich bei uns nicht erneut vorstellten, wurde versucht, Aufnahmen mit einem Follow-up von mindestens 2 Jahren zum Vergleich hinzuzuziehen. Die Beurteilung erfolgte anhand des Knee Society Total

Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System. Außerdem wurde die Stellung der Patella im postoperativen Verlauf beurteilt. Eine Auswertung der Gelenklinie erfolgte nicht, da nur in einem geringen Anteil präoperative Röntgenaufnahmen vorhanden und die Anfertigung von Aufnahmen der Gegenseite nicht gerechtfertigt waren.

#### 2. 2. 2. 4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte über das Statistikprogramm Microsoft Excel. Da keine Normalverteilung anzunehmen war, wurden die Ergebnisse mit dem Wilcoxon-Test auf ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  getestet. Die Berechnungen mit dem Wilcoxon-Test erfolgten unter Hilfe des Institutes für Medizinische Biometrie und Statistik des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein Campus Lübeck.

### 3. Ergebnisse

#### 3. 1. Charakteristik des Patientenkollektives

##### 3. 1. 1. Allgemeines

Im Zeitraum von 1995 bis 2000 wurden in der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt 50 Knieendoprothesenwechsel mit dem modulare PFC® (Sigma) - Kniesystem durchgeführt. Ein Patient erhielt 2 Wechsel mit diesem System an einem Kniegelenk. Das Follow-up betrug 45 +/-13 Monate (s. Tab. 3.1).

Bei 16 Männern und 34 Frauen (s. Tab. 3.2), die sich zum Zeitpunkt des Endoprothesenwechsels im Alter von 51 bis 94 Jahren befanden, wurden 23 rechte und 27 linke Knieprothesen gewechselt.

70 Prozent der Operationen wurden durch einen Operateur durchgeführt, die restlichen Wechseloperationen verteilten sich auf weitere 5 Operateure.

68 Prozent der Patienten konnten persönlich nachuntersucht werden, mit 16 Prozent wurde lediglich ein Telefoninterview geführt. Von den 8 Patienten, die nicht nachuntersucht werden konnten, waren jeweils 3 verstorben bzw. nicht mehr erreichbar, 2 Patienten wollten keinerlei Auskünfte geben.

**Tab. 3.1:** Alter und Nachuntersuchungs (NU)- Zeitraum

	Alter in Jahre		Follow-up in Monate		
	präoperativ	NU gesamt	NU gesamt	NU persönlich	NU telefonisch
Anzahl	50	42	42	34	8
Mittelwert	69	72	45	45	47
Standardabweichung	9	8	13	13	14
Minimum	51	55	22	22	31
Maximum	94	88	81	81	64

**Tab. 3.2:** Geschlechtsverteilung

	<b>präoperativ</b>	<b>NU gesamt</b>	<b>NU persönlich</b>	<b>NU telefonisch</b>
männlich	16	13	12	1
weiblich	34	29	22	7

Präoperativ waren 37 Patienten Altersrentner, 8 Patienten bezogen eine Erwerbs- oder Berufsunfähigkeitsrente. 1 Patient war nicht erwerbstätig. Zur Nachuntersuchung erhielten 34 Patienten eine Altersrente. Die Anzahl der arbeitsunfähigen Patienten sank von 4 auf 1, die der Erwerbstätigen sowie der Erwerbs- oder Berufsunfähigkeitsrentner blieb mit 2 bzw. 7 fast konstant.

### 3. 1. 2. Risikoprofil

Der body mass index (BMI) als Quotient des Körpergewichtes vom Quadrat der Körperlänge lag präoperativ und bei der Nachuntersuchung bei 30 kg/m<sup>2</sup>. Der überwiegende Teil der Patienten war übergewichtig (BMI > 28,5 kg/m<sup>2</sup>; s. Tab. 3.3 und 3.4).

**Tab. 3.3 und 3.4:** Gewichtsverteilung

<b>BMI in kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Prä- operativ</b>	<b>NU</b>		<b>BMI in kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Prä- operativ</b>	<b>NU</b>
Anzahl	50	41	Idealgewicht	< 25	10	7
Mittelwert	30,6	30,2	Normalgewicht	25-28,5	7	8
Standardabweichung	5,3	5,0	Übergewicht	> 28,5	33	26
Minimum	21,3	17,0	Anzahl		50	41
Maximum	46,3	42,2				

Die Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA) dient der präoperativen Risikoabschätzung. Der große Teil der Patienten hatte sowohl präoperativ als auch bei der Nachuntersuchung lediglich leichte Allgemeinerkrankungen (s. Tab. 3.5).

**Tab. 3.5:** Risikoabschätzung nach der Klassifikation der ASA

<b>ASA</b>		<b>Präoperativ</b>	<b>NU</b>
<b>1</b>	Normaler gesunder Patient	2	2
<b>2</b>	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung	35	27
<b>3</b>	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung und Leistungsminderung	13	14
<b>4/5</b>		0	0
	Keine Angabe	0	7

Bei den Allgemeinerkrankungen lagen die Herz-Kreislaufkrankungen an erster Stelle, gefolgt von Diabetes mellitus, COPD und Depression (s. Tab. 3.6).

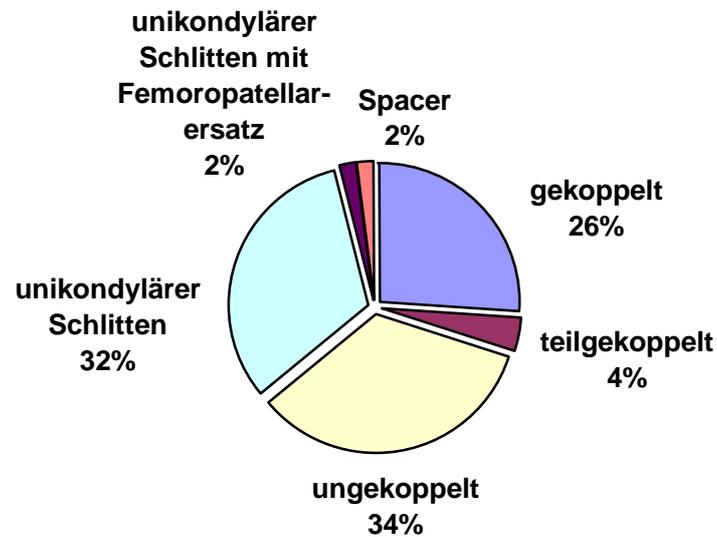
**Tab. 3.6:** Allgemeinerkrankungen (Auswahl, Mehrfachnennungen möglich)

<b>Allgemeinerkrankungen</b>	<b>Präoperativ</b>	<b>NU</b>
Arterieller Hypertonus	34	30
KHK, Herzinsuffizienz, alter Herzinfarkt	23	17
Diabetes mellitus	8	7
COPD	8	8
Depression	8	9
Gefäßerkrankung (Varicosis, paVK)	8	6
Nikotinabusus	4	4
Hyperurikämie	5	6
Chronische Niereninsuffizienz	2	3
Entzündlich-rheumatische Erkrankung	2	2
Osteoporose	2	3
Keine Angaben	0	7

### 3. 1. 3. Wechselindikation und gewechselte Modelle

Gekoppelte und ungekoppelte Prothesen sowie unikondyläre Schlitten wurden in fast gleicher Häufigkeit gewechselt (s. Diagramm 3.1).

**Diagramm 3.1:** Gewechselte Modelle



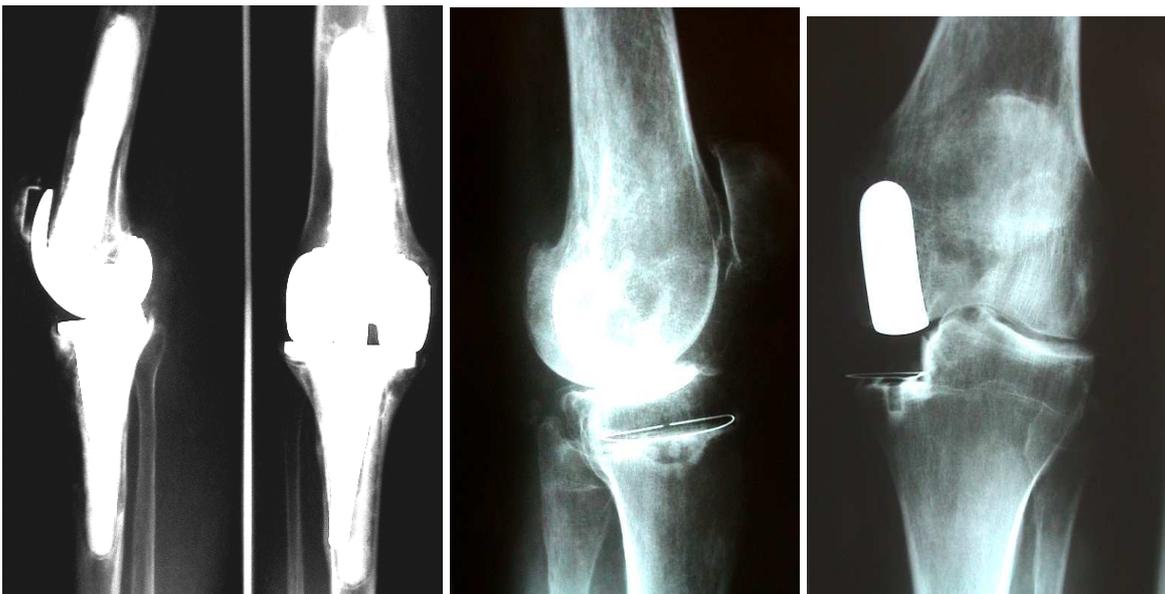
Aseptische Lockerungen lagen in über der Hälfte der Fälle vor. Je 12 Prozent der Prothesen mussten wegen Instabilität oder degenerativer Veränderungen in den nicht prothetisch versorgten Kompartimenten gewechselt werden. Oft bestanden mehrere Gründe für den Endprothesenwechsel (s. Abb. 3.1).

Die Schmerzen bestanden präoperativ durchschnittlich 29 +/-36 Monate.

**Abb. 3.1:** Wechselindikationen

**a) und b)** aseptische Lockerung einer gekoppelten Prothese (Patient 35);

**c) und d)** Pangonarthrose bei unikondylären Schlitten und gesicherter Rheumatoider Arthritis (Patient 31)



**e) und f)** Instabilität bei Implantationsfehler (Patient 10);

**g) und h)** Femorale aseptische Lockerung einer gekoppelten Prothese mit 3. Achsbruch

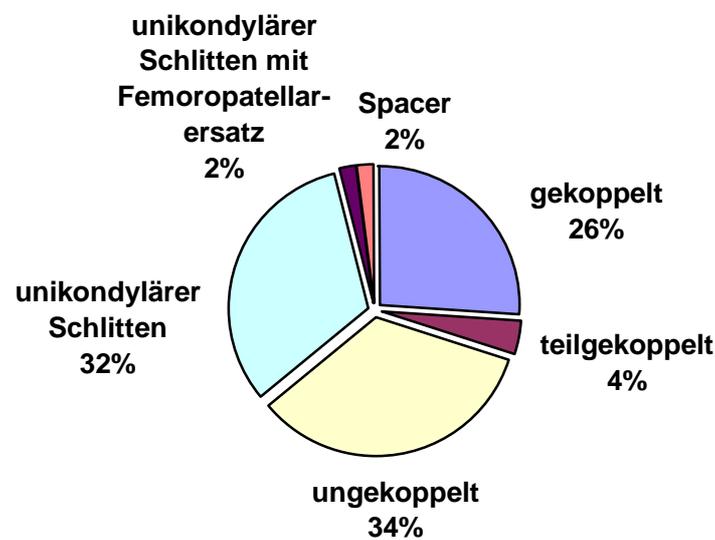


82 Prozent der gewechselten Endoprothesen waren zementiert und 4 Prozent waren teilzementiert (hybrid) verankert. Bei 56 Prozent wurde ein Patellarückflächenersatz durchgeführt. 76 Prozent der präoperativ einliegenden Knieendoprothesen wurden außerhalb unseres Hauses implantiert. Die Anzahl der Voroperationen seit Primärimplantation der Endoprothese lag zwischen 1 und 5.

Bei den gewechselten Modellen mit hohem Kopplungsgrad waren fast alle Prothesen gelockert. Bei den un- und teilgekoppelten Endoprothesen waren die Hauptindikationen aseptische Lockerung und Instabilität. Neben der Lockerung zeigten sich bei 38 Prozent der unikondylären Schlitten Arthrosen in den nicht endoprothetisch versorgten Kompartimenten. Zu den Implantationsfehlern zählten eine varisch implantierte Tibiakomponente und eine verbliebene Seitenbandinstabilität mit Achsfehlstellung (s. Tab. 3.7 und Diagramm 3.2).

**Tab. 3.7:** Hauptwechselindikationen

	Gekoppelt	Teilgekoppelt	Ungekoppelt	Unikondylärer Schlitten	Schlitten mit Femoropatellarersatz	Spacer
<b>Gesamt</b>	13	2	17	16	1	1
Aseptische Lockerung	10	1	6	9	0	0
Instabilität	0	1	5	0	0	0
Arthrofibrose	0	0	1	0	0	0
Patellaprobleme	0	0	1	0	0	0
Implantatbruch	2	0	1	0	0	0
Arthrose der anderen Kompartimente	1	0	0	6	0	0
Implantatverschleiß	0	0	2	1	0	0
Resektionsknie	0	0	0	0	0	1
Implantationsfehler	0	0	1	0	1	0

**Diagramm 3.2:** Hauptwechselindikationen

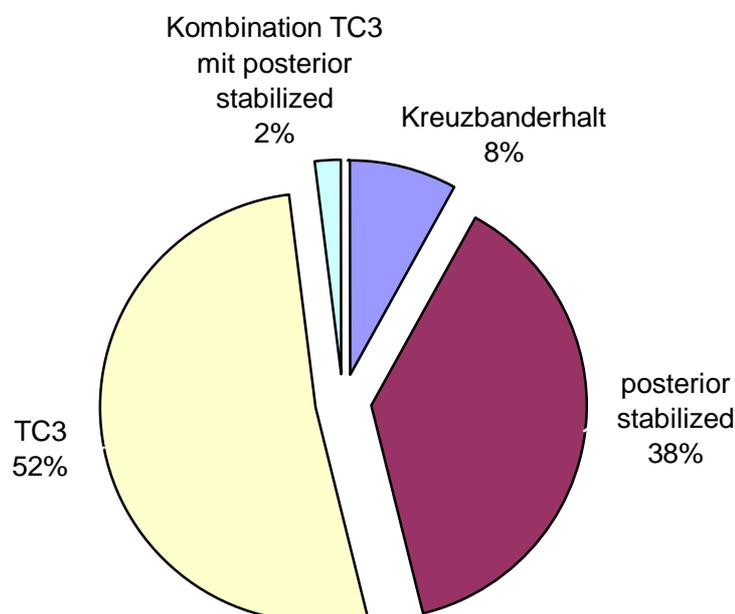
Die Standzeiten betragen bei den gekoppelten Prothesen 6,2 +/- 4,9 Jahre, bei den ungekoppelten Prothesen 6,4 +/- 7,5 Jahre und bei den unikondylären Schlitten 7,5 +/- 5,6 Jahre. Insgesamt schwankten die Standzeiten der Endoprothesen zwischen 0,5 und 25 Jahren. Der bei infizierter Endoprothese eingebrachte Spacer wurde 3 Monaten nach Implantation gewechselt.

### 3. 1. 4. Implantatauswahl beim Endoprothesenwechsel

#### 3. 1. 4. 1. Komponentenauswahl

Bei den Wechseloperationen kamen sowohl die un- als auch die teilgekoppelten Komponenten des P.F.C.®- und P.F.C.® Sigma-Kniesystems zum Einsatz (s. Diagramm 3.3).

**Diagramm 3.3:** Implantatauswahl beim Endoprothesenwechsel



Die Komponenten wurden in aller Regel zementiert verankert, lediglich bei einer Patientin mit nachgewiesener Pallacosallergie wurde eine zementfreie Verankerung ohne Patellarückflächenersatz gewählt. In 5 Fällen wurde das Patellaonlay belassen, ansonsten die Patellarückfläche mit einem Onlay des P.F.C.® (Sigma) ersetzt.

#### 3. 1. 4. 2. Augmentation und Spongiosaplastik

Das Ausmaß der Knochendefekte war abhängig von der zu wechselnden Prothese (s. Tab. 3.8 und 3.9). Der Großteil der unikondylären Schlitten wies bei deren Ausbau lediglich

Knochendefekte 1. Grades nach der AORI-Klassifikation im endoprothetisch versorgten Kompartiment (1a) tibial und femoral auf. Bei der Entfernung der gekoppelten Prothesen traten beidseitige Defekte 2. Grades (2b) in 62 Prozent femoral und in 46 Prozent tibial auf. Bei ungekoppelten Prothesen waren es 53 Prozent mit Grad 2b femoral und 82 Prozent Grad 1b tibial. Insgesamt waren außer bei den unikondylären Schlitten die knöchernen Defekte im Bereich der Tibia geringer. Knöcherne Defekte 3. und 4. Grades traten nicht auf.

**Tab. 3.8:** Femorale Knochendefekte nach AORI-Klassifikation

Grad	Gesamt	Gekoppelt	Teilgekoppelt	Ungekoppelt	Unikondylärer Schlitten	Schlitten mit Femoropatellarersatz	Spacer
<b>1a</b>	16	0	0	0	15	1	0
<b>1b</b>	7	3	0	4	0	0	0
<b>2a</b>	8	2	1	4	1	0	0
<b>2b</b>	19	8	1	9	0	0	1
<b>n</b>	50	13	2	17	16	1	1

**Tab. 3.9:** Tibiale Knochendefekte nach AORI-Klassifikation

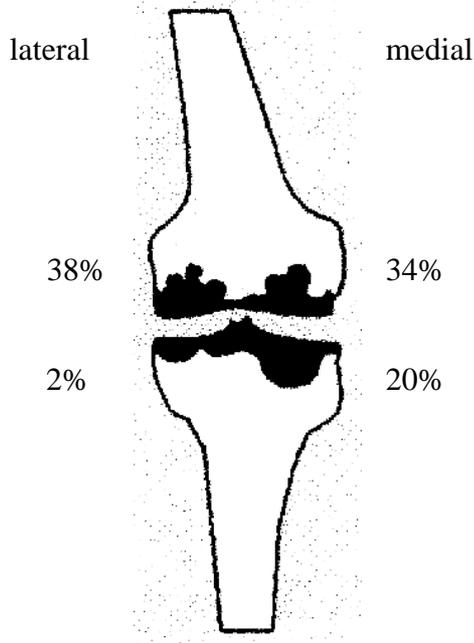
Grad	Gesamt	Gekoppelt	Teilgekoppelt	Ungekoppelt	Unikondylärer Schlitten	Schlitten mit Femoropatellarersatz	Spacer
<b>1a</b>	13	0	0	0	12	1	0
<b>1b</b>	23	7	1	14	0	0	1
<b>2a</b>	6	0	0	2	4	0	0
<b>2b</b>	8	6	1	1	0	0	0
<b>n</b>	50	13	2	17	16	1	1

Zum Überbrücken der Defekte wurden sowohl modulare Augmentationen als auch Spongiosaplastiken verwendet.

Bei 60 Prozent der Patienten wurde eine Spongiosaplastik durchgeführt. Dabei wurde in 63 Prozent dieser Fälle homologe (Spenderknochen), bei 33 Prozent autologe Spongiosa und bei 4 Prozent ein Gemisch beider verwendet. Die autologe Spongiosa wurde aus den Resektaten gewonnen.

Die Verwendung von modularen Augmentationen erfolgte vorwiegend femoral (s. Abb. 3.2).

**Abb. 3.2:** Prozentuale Verwendung modularer Augmentationen vom Gesamtkollektiv



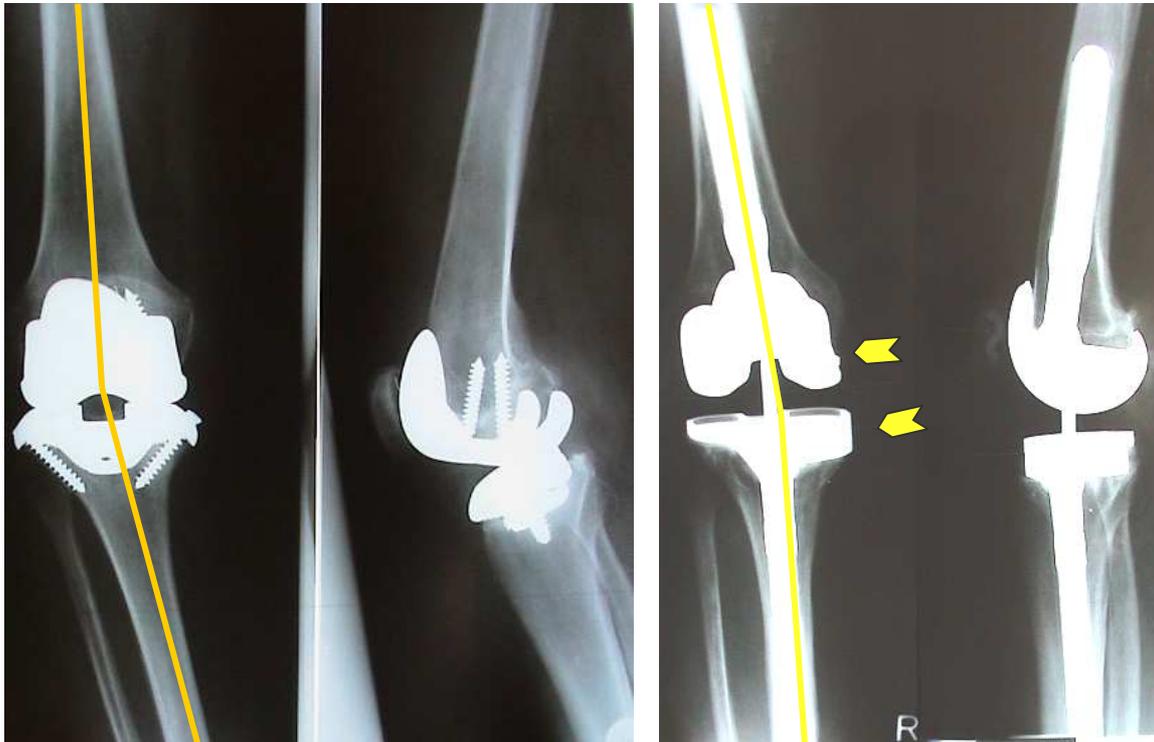
Die modularen Augmentationen wurden fast ausschließlich für Knochendefekte 2. Grades verwendet.

Eine Stielverlängerung wurde femoral bei 66 Prozent und tibial bei 60 Prozent aller Patienten verwendet (s. Tab. 3.10). Sie fand bei Knochendefekten mit Grad 2 fast immer Anwendung (s. Abb. 3.3).

**Tab. 3.10:** Stielverlängerungen

Knochendefekt		femoral			tibial		
Grad (AORI)	Anzahl (femoral/tibial)	Keine	Zementiert	Zementfrei	Keine	Zementiert	Zementfrei
<b>1a</b>	15 / 12	13	0	2	8	3	1
<b>1b</b>	8 / 24	3	1	4	10	7	7
<b>2a</b>	8 / 6	1	1	6	1	2	3
<b>2b</b>	19 / 8	0	1	18	1	0	7
<b>gesamt</b>	50 / 50	17	3	30	20	12	18

**Abb. 3.3:** Therapie von Knochendefekten: **a) und b)** Varisch implantierte Tibiakomponente mit aseptischer Lockerung und Instabilität, **c) und d)** Wechseloperation auf TC3-Prothese mit medialen Augmentationen femoral distal und tibial sowie zementfreien Stielverlängerungen (Patient 42)



### 3. 1. 4. 3. Perioperative Daten

Die Operationszeiten lagen beim Wechsel der unikondylären Prothesen mit 94 +/-22 Minuten am kürzesten. Der Wechsel der bi- und trikompartimentellen Prothesen dauerte 150 +/-49 Minuten (Max. 286 Minuten).

Der Blutverlust erforderte durchschnittlich 0,24 Konserven für den Wechsel der bi- und trikompartimentellen Prothesen und 0,18 Konserven für den Wechsel der unikondylären Prothesen. Die Verteilung für Fremd- und Eigenblut war identisch. Es wurden maximal 3 Konserven übertragen.

### 3. 1. 5. **Differenzierte Nachbehandlung**

Der Großteil der Patienten erhielt eine verlängerte Antibiotikatherapie prophylaktisch für 3 Tage. Eine Thromboseprophylaxe mit niedermolekularen Heparin wurde für mindestens 4 Wochen durchgeführt.

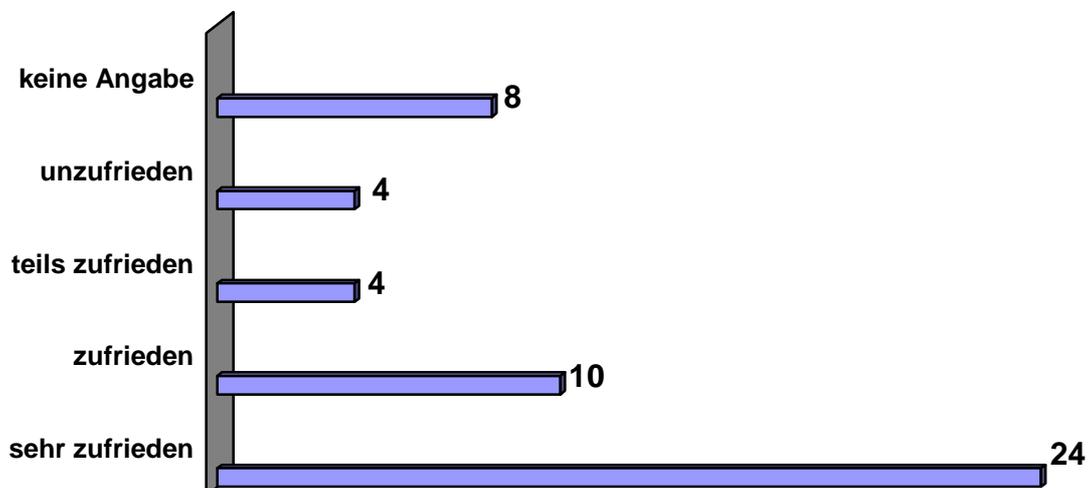
54 Prozent der Patienten konnten routinemäßig nachbehandelt werden.

Die anderen Patienten mussten aufgrund von verringerter Knochenstärke und inadäquatem Weichteilgewebe bzw. ausgeprägter Komorbidität postoperativ eine Tippbelastung für maximal 6 Wochen einhalten. 14 Prozent der Patienten wurden insbesondere wegen der kritischen Weichteilsituation in ihrem Bewegungsumfang verlängert limitiert. Eine Patientin, bei der aufgrund einer ausgeprägten Instabilität der Endoprothesenwechsel mit Innenbandraffung durchgeführt wurde, musste 3 Monate eine Orthese tragen, wobei für die ersten 4 Wochen das Bewegungsausmaß Beugung / Streckung auf 100/10/0 Grad eingeschränkt wurde.

### 3. 2. Patientenzufriedenheit

Unter den 42 Befragten waren 81 Prozent mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden und zufrieden (s. Diagramm 3.4). Das entspricht 68 Prozent des Gesamtkollektives.

Diagramm 3.4: Zufriedenheit



4 Patienten waren unzufrieden:

- Patient 25 mit ubiquitären Schmerzen nach visueller Analogskala (VAS) Stärke 7, täglicher Schmerzmitteleinnahme nach WHO Stufe II und einer Kniegelenksbeweglichkeit von Beugung / Streckung 60/0/0

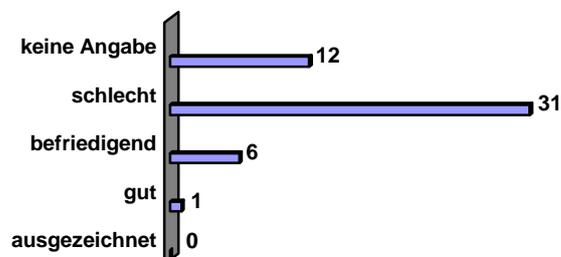
- Patient 33 mit diffusen Schmerzen nach VAS Stärke 7, täglicher Schmerzmitteleinnahme nach WHO Stufe III wegen oligoartikulärer Beschwerden und Beugekontraktur des operierten Kniegelenkes von 15 Grad bei Multimorbidität (u.a. rezidivierende Thrombosen und Lungenembolien mit Marcumar- und Sauerstoffdauertherapie, Herzinsuffizienz)
- Patient 34 wegen Kniegelenksarthrodese nach therapieresistentem Endoprotheseninfekt ohne aktuell relevante Schmerzen
- Patient 44 mit Schmerzen am vorderen Schienbein nach VAS Stärke 10 ohne Schmerzmitteleinnahme und einer Kniegelenksbeweglichkeit von Beugung / Streckung 40/10/0 bei der letzten Vorstellung im Jahr 2000. Der Patient lehnte eine Wiedervorstellung ab. Es erfolgte lediglich ein Telefoninterview.

### 3. 3. Klinische Scores

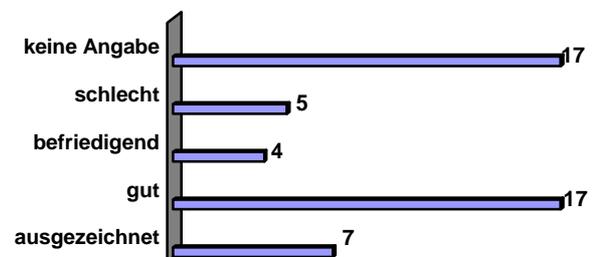
#### 3. 3. 1. Hospital-for-Special-Surgery-Score

Der HSS-Score konnte präoperativ für 38 und im Rahmen der Nachuntersuchung für 33 der insgesamt 50 Patienten bestimmt werden. Dabei lag der Score präoperativ bei 44 +/- 14,2 Punkten. Bei der Nachuntersuchung betrug er 73 +/- 13,2 Punkte. Die Patienten konnten sich durch den Endoprothesenwechsel signifikant ( $p < 0,05$ ) im HSS-Score verbessern. Präoperativ hatten 31 Patienten einen schlechten HSS-Score und postoperativ 24 einen ausgezeichneten oder guten HSS-Score (s. Tab. 3.5 und 3.6).

**Diagramm 3.5:** Präoperativer HSS-Score



**Diagramm 3.6:** HSS-Score der Nachuntersuchungen



Folgende Patienten wiesen bei der Nachuntersuchung einen schlechten HSS-Score auf:

- Patient 9 mit teilweiser Zufriedenheit bei starken Schmerzen und eingeschränkter Kniegelenksfunktion nach umfangreichen Revisionsoperationen in einer auswärtigen Klinik inklusive Patellektomie sowie bei polyartikulären Beschwerden
- Patient 20 mit ebenfalls teilweiser Zufriedenheit bei unzementiertem Endoprothesenwechsel aufgrund einer Pallacosallergie, insgesamt guter klinischer Untersuchungsbefund, jedoch aufgrund eines deutlich reduzierten Allgemeinzustandes und Tendenz zur Aggravation bei laufendem Rechtsstreit vor dem Sozialgericht insgesamt schlechter Score
- Patient 25 (s. auch 3.2.) durch limitierte Beweglichkeit und Schmerzen
- Patient 29 hatte präoperativ mit 70 Punkten (Ergebnis des ersten Endoprothesenwechsels als Patient 28) gerade noch einen guten HSS-Score erreicht. Nach einem Sturz kam es zu einer persistierenden starken Schmerzzunahme unter Belastung bei insgesamt guter Gelenkfunktion. Bei der Nachuntersuchung des zweiten Wechsels kam es durch einen chronischen Infekt trotz sehr guter Zufriedenheit zu einem schlechten HSS-Score.
- Patient 33 (s. auch 3.2.) durch limitierte Beweglichkeit und Schmerzen sowie eingeschränkte Mobilität bei insgesamt schlechten Allgemeinzustand

Für die Patienten 34 und 44, die bei der Nachuntersuchung ebenfalls mit dem Ergebnis unzufrieden waren, konnte kein HSS-Score erstellt werden.

### **3. 3. 2. Knee Society Clinical Rating System (Insall)**

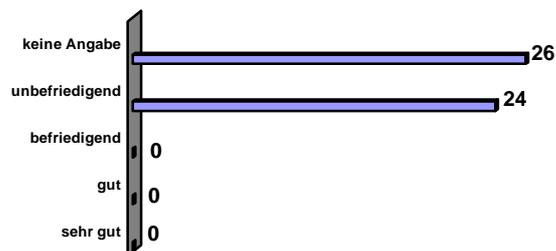
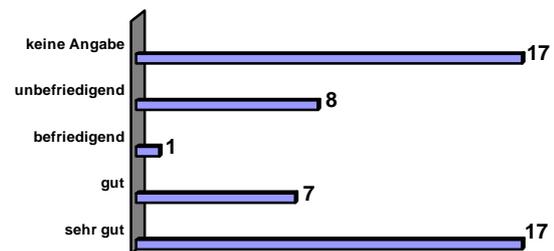
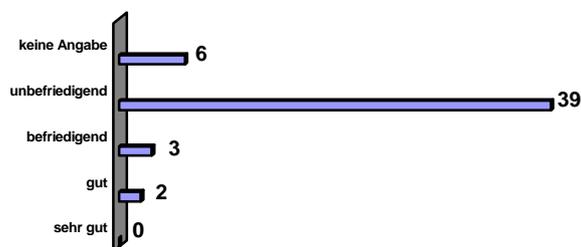
Das Knee Society Clinical Rating System mit seinem Knee und Function Score konnte präoperativ für 24 bzw. 44 und im Rahmen der Nachuntersuchung für 33 bzw. 40 Patienten bestimmt werden. Der Knee Score verbesserte sich von 26 +/-16,2 auf 75 +/-22,4 Punkte, der Function Score von 34 +/-22 auf 56 +/-27 Punkte (s. Tab. 3.11). Die Patienten konnten sich sowohl im Knee Score als auch im Funktion Score durch den Endoprothesenwechsel signifikant ( $p < 0,05$ ) verbessern.

**Tab. 3.11:** Das Knee Society Clinical Rating System

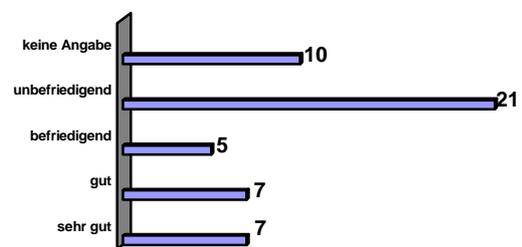
	Knee Score		Function Score	
	präoperativ	NU	präoperativ	NU
Mittelwert	26 +/-16,2	75 +/-22,4	34 +/-22	56 +/-27
Minimum	-6	23	-20	-10
Maximum	50	100	75	100

Alle Patienten, für die der Knee Score präoperativ ermittelt werden konnte, hatten einen unbefriedigenden Knee Score. Zur Nachuntersuchung wiesen 24 Patienten einen guten oder sehr guten Knee Score auf (s. Tab. 3.7 und 3.8).

Trotzdem blieb der Anteil derer mit einem unbefriedigendem Function Score auch zur Nachuntersuchung hoch (s. Tab. 3.9 und 3.10).

**Diagramm 3.7:** Präoperativer Knee Score**Diagramm 3.8:** Knee Score der Nachuntersuchungen**Diagramm 3.9:** Präoperativer Function Score**Diagramm 3.10:**

Function Score der Nachuntersuchungen

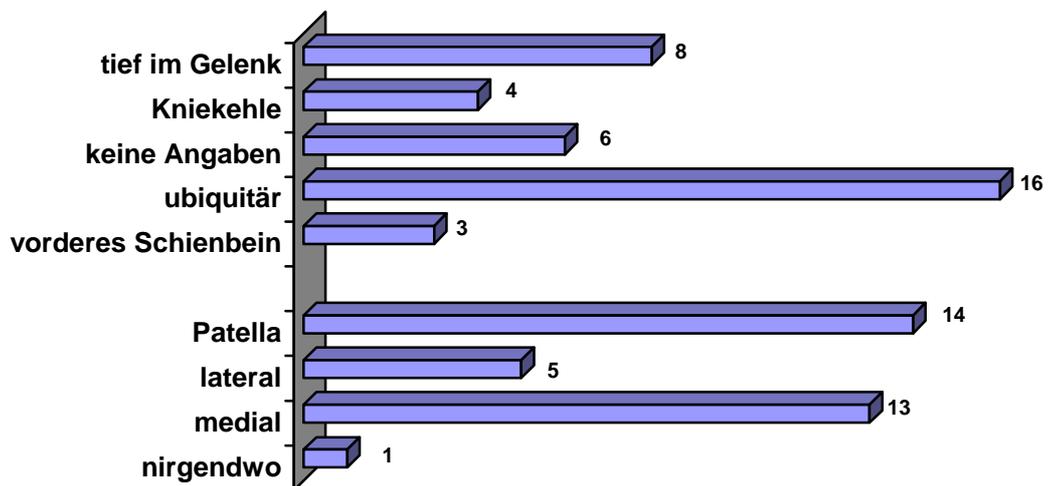


### 3. 4. Klinische Parameter

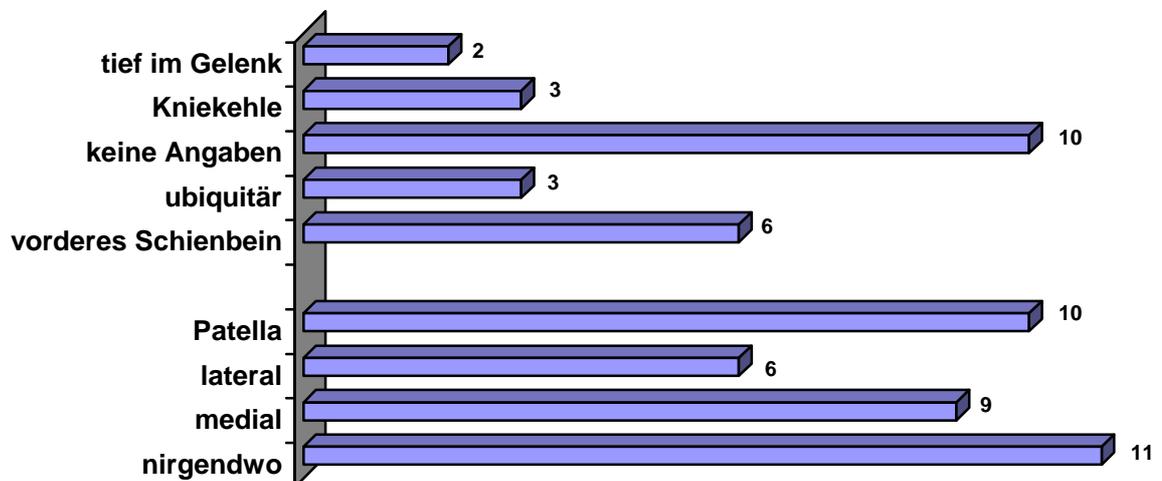
#### 3. 4. 1. Schmerz

Die Schmerzintensität wurde nach der visuellen Analogskala (VAS) für 43 Patienten präoperativ und für 40 Patienten im Rahmen der Nachuntersuchung bestimmt. Dabei stand 0 für keinen Schmerz und 10 für extremste Schmerzen. Die Schmerzintensität ging im Verlauf von  $8,6 \pm 2,07$  auf  $3,5 \pm 3,18$  signifikant ( $p < 0,05$ ) zurück. Die Schmerzlokalisierung war präoperativ und zur Nachuntersuchung wie folgt:

**Diagramm 3.10:** Schmerzlokalisierung präoperativ (Mehrfachnennung möglich)



**Diagramm 3.11:** Schmerzlokalisierung Nachuntersuchung (Mehrfachnennung möglich)



11 Patienten hatten bei der Nachuntersuchung keinerlei Schmerzen. Hauptschmerzlokalisationen waren prä- und postoperativ die Innenseite des Kniegelenkes und die Patella. Präoperativ trat oft auch ein ubiquitärer Schmerz auf.

Während 36 Patienten starke Schmerzen beim Gehen präoperativ hatten, klagten bei der Nachuntersuchung 27 Patienten über keine oder leichte Schmerzen. Starke Ruheschmerzen traten bei 18 Patienten präoperativ und bei lediglich 2 Patienten bei der Nachuntersuchung auf (s. Tab. 3.12). Der Schmerz beim Gehen und der Ruheschmerz verbesserten sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

**Tab. 3.12:** Schmerz

	<b>Beim Gehen</b>		<b>In Ruhe</b>	
	präoperativ	NU	präoperativ	NU
kein	1	13	6	28
leichter	1	14	12	7
mäßiger	7	7	9	3
starker	36	6	18	2
Keine Angabe	5	10	5	10

8 Patienten nahmen präoperativ und 11 Patienten nahmen bei der Nachuntersuchung keine Schmerzmittel. Die anderen Patienten nahmen vorwiegend Schmerzmittel Stufe I nach dem WHO-Schema ein (s. Tab. 3.13).

**Tab. 3.13:** Schmerzmittel I

<b>WHO-Stufe</b>	<b>keine</b>	<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>Keine Angabe</b>
		täglich	bei Bedarf	täglich	bei Bedarf	täglich	bei Bedarf	
präoperativ	8	17	10	7	1	2	0	5
NU	11	8	11	5	3	2	0	10

30 Patienten nahmen die Schmerzmittel präoperativ ausschließlich wegen der zu wechselnden Knieendoprothese. Bei der Nachuntersuchung waren es nur noch 9 Patienten.

Immerhin 15 Patienten nahmen bei der Nachuntersuchung wegen einer anderen Ursache Schmerzmittel (s. Tab. 3.14).

**Tab. 3.14:** Schmerzmittel 2

<b>Schmerzmittel wegen</b>	<b>präoperativ</b>	<b>NU</b>
betroffenen Knie	30	9
betroffenen Knie und anderer Ursache	6	5
anderer Ursache	1	15

### 3. 4. 2.                    **Mobilität**

Auch die Gehstrecke konnte sich postoperativ signifikant ( $p < 0,05$ ) verbessern.

Präoperativ konnten 37 der 50 Patienten lediglich unter 500 Meter gehen. Die Zahl derer, die über 1 Kilometer gehen konnten, steigerte sich postoperativ erheblich (s. Tab. 3.15).

**Tab. 3.15:** Gehstrecke

<b>Gehstrecke</b>	<b>präoperativ</b>	<b>NU</b>
unbegrenzt	2	9
> 1000 Meter	1	7
500 bis 1000 Meter oder 30 bis 60 Minuten	8	9
100 bis 500 Meter oder 10 bis 30 Minuten	23	8
50 bis 100 Meter oder 5 bis 10 Minuten	8	5
hausgebunden	4	3
immobil	2	0
keine Angabe	2	9

3 Patienten konnten sich postoperativ nur noch im Haus bewegen:

- Patient 11, mit dem OP-Ergebnis sehr zufrieden, ohne Schmerzen im Bereich des operierten Kniegelenkes, stark eingeschränkt durch COPD und Beschwerden auf der gleichseitigen Hüfte
- Patient 12 konnte nicht nachuntersucht werden, da keine Adresse ermittelbar war. Die Angaben stammen von einer ambulanten Vorstellung 2001.

- Patient 20, s. auch 3.1.1., insgesamt multilokuläre Beschwerdesymptomatik, mobil bevorzugt an 2 Unterarmgehstützen, sonst Rollator.

Präoperativ benötigten 11 und postoperativ 19 Patienten keine Hilfsmittel zum Gehen. Auf Hilfsmittel waren präoperativ 36 und zur Nachuntersuchung 22 Patienten angewiesen (s. Tab. 3.16). Die Verbesserung der Hilfsmittelbenutzung war nicht signifikant ( $p = 0,036$ ).

**Tab. 3.16:** Hilfsmittel beim Gehen

Hilfsmittel beim Gehen	präoperativ	NU
keine	11	19
1 Stock	11	8
2 Stöcke	4	3
1 Unterarmgehstütze	6	1
2 Unterarmgehstützen	14	6
Rollator	1	4
keine Angaben	3	9

Das Treppensteigen war für fast niemand ohne Schwierigkeiten sowohl prä- als auch postoperativ möglich. Zumindest konnte die Zahl derer, die keine Treppe überwinden können, postoperativ deutlich gesenkt werden (s. Tab. 3.17). 18 Patienten benötigten präoperativ die o.g. Hilfsmittel zum Treppensteigen, bei der Nachuntersuchung waren es nur 8. Es lag keine signifikante Verbesserung des Treppensteigens vor ( $p = 0,44$ ).

**Tab. 3.17:** Treppensteigen

Treppensteigen	präoperativ	NU
ohne Probleme	0	6
normal hoch, runter am Geländer	4	3
hoch und runter am Geländer	28	29
hoch am Geländer, runter unmöglich	2	0
unmöglich	10	2
keine Angaben	6	10

Für 36 bzw. 35 der 50 Patienten war die Benutzung von Verkehrsmitteln mit oder ohne Unterstützung prä- bzw. postoperativ möglich (keine Signifikanz).

### 3. 4. 3.                    **Activities of Daily Living**

Während präoperativ lediglich 4 Patienten problemlos von einem Stuhl aufstehen konnten, waren es bei der Nachuntersuchung bereits 19 (s. Tab. 3.18). Die Zahl derer, die eine Stunde bequem sitzen konnten, stieg um mehr als das Doppelte an (s. Tab. 3.19). Sitzen und Aufstehen vom Stuhl verbesserten sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

**Tab. 3.18:** Aufstehen vom Stuhl

<b>Aufstehen vom Stuhl</b>	<b>präoperativ</b>	<b>NU</b>
problemlos	4	19
mit Schwierigkeiten	30	20
unmöglich	8	1
keine Angaben	8	10

**Tab. 3.19:** Sitzen

<b>Sitzen</b>	<b>präoperativ</b>	<b>NU</b>
1 Stunde bequem	11	26
30 Minuten auf hohem Stuhl	11	8
bequem unmöglich	20	6
keine Angaben	8	10

### 3. 4. 4.                    **Beweglichkeit**

Die Beweglichkeit verbesserte sich von 88 +/-24 Grad präoperativ auf 108 +/-17 Grad zum Follow-up. Die Beugung konnte sich von 94 +/-21 Grad auf 110 +/-16 Grad verbessern. Die Beugekontraktur besserte sich von 6 +/-7 Grad auf 3 +/-5 Grad (s. Tab. 3.20). Die Verbesserung von Beugung und Streckung waren signifikant ( $p < 0,05$ ). 5 Patienten hatten bei der Nachuntersuchung eine Beugekontraktur von über 5 Grad und nur 2 Patienten eine Beugung von unter 90 Grad.

**Tab. 3.20:** Kniegelenksbeweglichkeit

	<b>Beugung in Grad</b>		<b>Beugekontraktur in Grad</b>	
	präoperativ	NU	präoperativ	NU
Anzahl	49	34	50	34
Mittelwert	94	110	6	3
Standardabweichung	21	16	7	5
Minimum	35	60	-10	-10
Maximum	130	130	25	15

Die beiden Patienten (26 und 45) mit einer Beugung von lediglich 35 Grad präoperativ bei Achsbruch bzw. aseptischer Lockerung konnten im Rahmen der Nachuntersuchung lediglich telefonisch befragt werden. Beide waren mit dem Ergebnis sehr zufrieden, wobei Patient 45 nach eigenen Angaben nach auswärtiger Revision (offene Arthrolyse und Onlayentfernung) aktuell ein wackelsteifes Knie hat. Der Grund für die Zufriedenheit lag hierbei in erster Linie an der Betreuung und dem Komfort unserer Klinik. Bei dem 2. Patienten lag die Beugung aktuell zumindest unter 90 Grad.

Bei Patient 25 (s. auch 3.2.) bestand bei einer präoperativen Beweglichkeit von Beugung/Streckung 70/20/0 die intraoperative Notwendigkeit der Osteotomie der Tuberositas tibiae mit anschl. prolongierter Nachbehandlung. Während der Rehabilitationsmaßnahme erlitt die Patientin eine Partialruptur der Patellasehne, die operativ refixiert werden musste. Bei der Nachuntersuchung bestand lediglich eine Beweglichkeit von Beugung/Streckung 60/0/0. Radiologisch zeigte sich eine Patella baja.

Bei Patient 33 (s. auch 3.2.) verbesserte sich die Kniebeweglichkeit von Beugung/Streckung 85/25/0 auf 100/15/0. Die aktuelle Unzufriedenheit war in erster Linie auf eine fast ubiquitäre Schmerzsymptomatik zurückzuführen. Eine offene Arthrolyse mit Inlaywechsel konnte lediglich intraoperativ eine Beweglichkeit von Beugung/Streckung 110/0/0 erreichen.

Eine Überstreckbarkeit hatte lediglich Patient 22 prä- und postoperativ (jeweils 10 Grad) bei subjektiver Zufriedenheit.

### 3. 4. 5. Stabilität

Eine gute postoperative Stabilität konnte mediolateral nur für 14 und a.-p. nur für 18 der 50 Patienten erreicht werden. Hochgradige Instabilitäten konnten jedoch bei den Nachuntersuchungen kaum gefunden werden (s. Tab. 3.21). Die mediolaterale Instabilität verbesserte sich im Verlauf signifikant ( $p < 0,05$ ), die a.-p. Instabilität nicht signifikant ( $p = 0,68$ ).

**Tab. 3.21:** Stabilität

Stabilität		präoperativ	NU
mediolateral	<6°	12	14
	6 bis 9°	14	15
	10 bis 14°	9	3
	>14°	13	2
	keine Angaben	2	16
a.-p.	<5mm	15	18
	5 bis 10mm	11	15
	>10mm	0	0
	keine Angaben	24	17

Patient 28/29 (s. auch 3.3.1.) zeigte bei zweimaliger Wechseloperation zunächst bei Achsbruch einer Scharnierprothese, anschl. bei aseptischer Lockerung einer TC3-Prothese mit Verdacht auf chronischen Infekt bei der Nachuntersuchung eine permanente mediolaterale Instabilität 3. Grades (>14 Grad).

### 3. 4. 6. Gang

Bei der präoperativen Untersuchung mussten über 50 Prozent der Patienten stark oder mäßig an ihren Hilfsmitteln hinken. 9 Patienten konnten bei der Nachuntersuchung ohne Hilfsmittel flüssig gehen. 7 Patienten hinkten lediglich auf der Gegenseite. Bei 4 Patienten konnte das Gangbild postoperativ nur mit Hilfsmitteln beurteilt werden (s. Tab. 3.22).

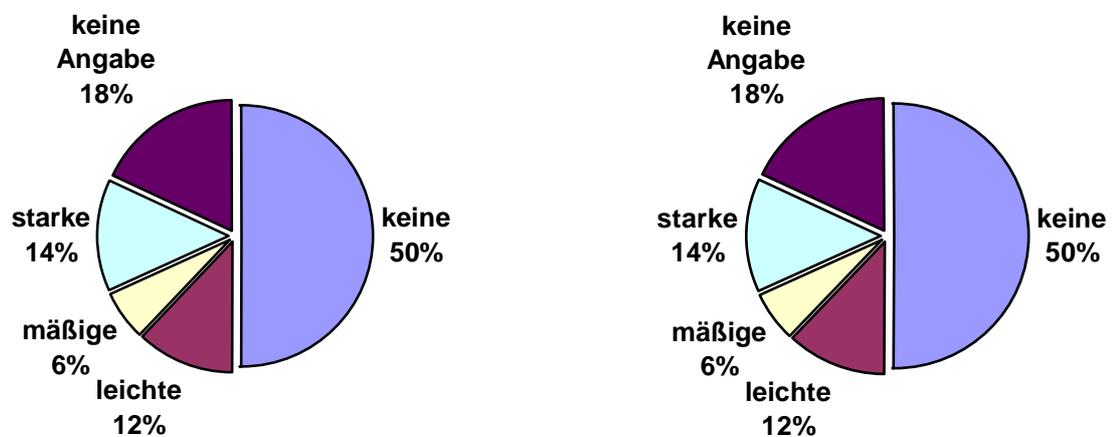
Tab. 3.22: Gang

Gang		präoperativ	NU	
flüssig	ohne Hilfsmittel	2	9	
	mit Hilfsmittel	0	1	
Hinken des betroffenen Beines	ohne Hilfsmittel	leicht	4	8
		mäßig	7	4
		schwer	8	2
	mit Hilfsmittel	leicht	0	1
		mäßig	8	1
		schwer	18	1
Hinken der Gegenseite		0	7	
keine Angaben		3	16	

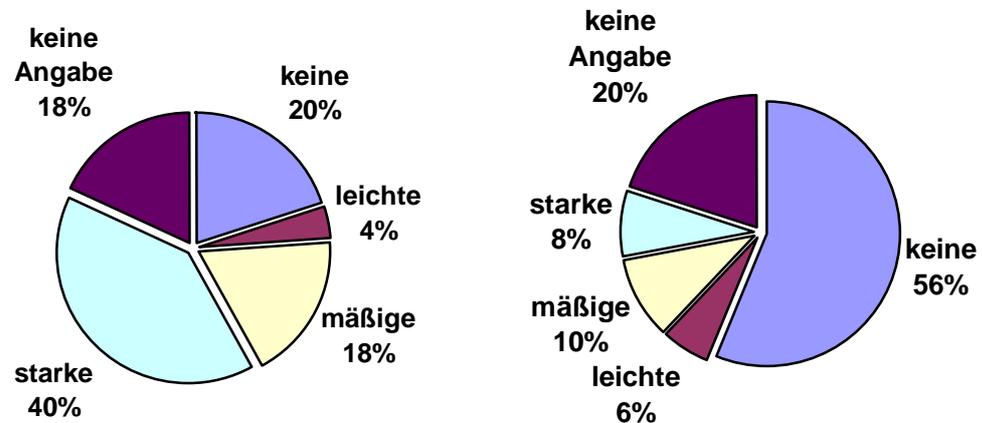
### 3. 4. 7. Sonstige subjektive Beschwerden

Über die Hälfte aller Patienten gab bei der Nachuntersuchung weder eine Schwell-/Ergussneigung, noch eine subjektive Instabilität bzw. Bewegungseinschränkung an (s. Diagramm 3.12 bis 3.17).

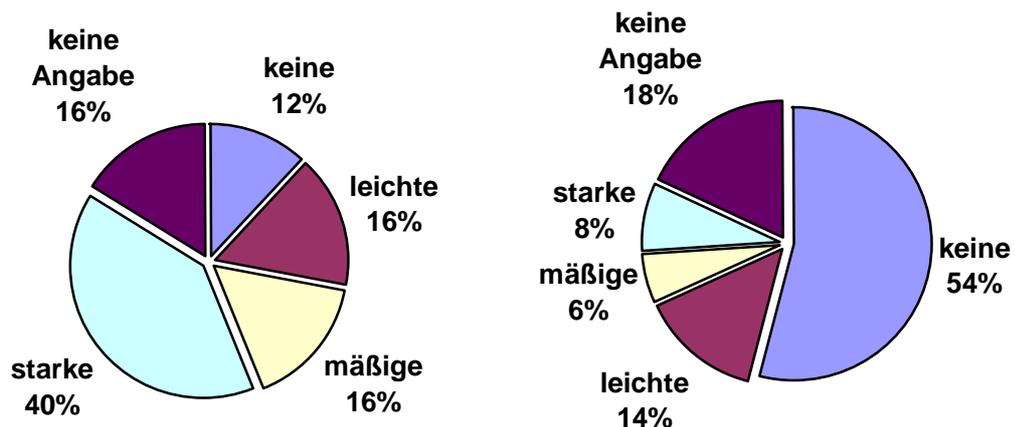
Diagramm 3.12 und 3.13: Schwell-/Ergussneigung präoperativ und bei der Nachuntersuchung



**Diagramm 3.14 und 3.15:** subjektive Instabilität präoperativ und bei der Nachuntersuchung



**Diagramm 3.16 und 3.17:** subjektive Bewegungseinschränkung präoperativ und bei der Nachuntersuchung



### 3. 4. 8. Sonstige klinische Befunde

Bei der Nachuntersuchung zeigten sich keine relevanten Schwellungen bzw. Ergüsse (s. Diagramm 3.18 bis 3.21).

28 Prozent zeigten präoperativ und 48 Prozent zeigten postoperativ keine Überwärmung (s. Diagramm 3.22 und 3.23).

Die Kraft des M. quadriceps zeigte in 22 Prozent der Fälle Defizite (s. Diagramm 3.24 und 3.25).

Diagramm 3.18 und 3.19: Schwellung präoperativ und bei der Nachuntersuchung

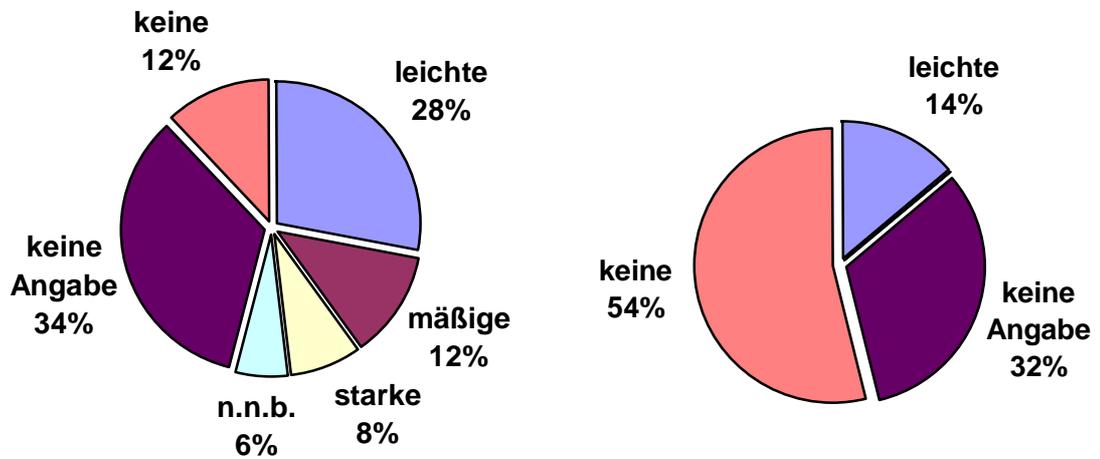


Diagramm 3.20 und 3.21: Erguss präoperativ und bei der Nachuntersuchung

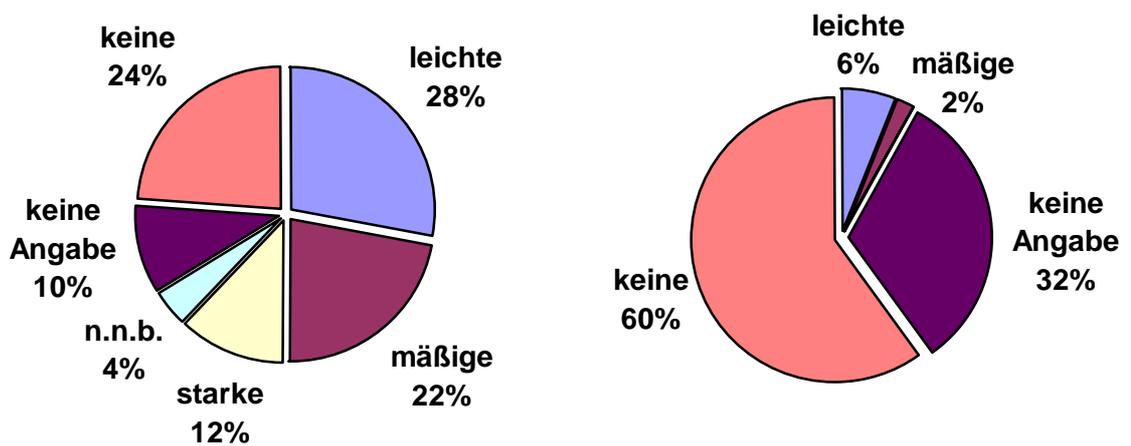
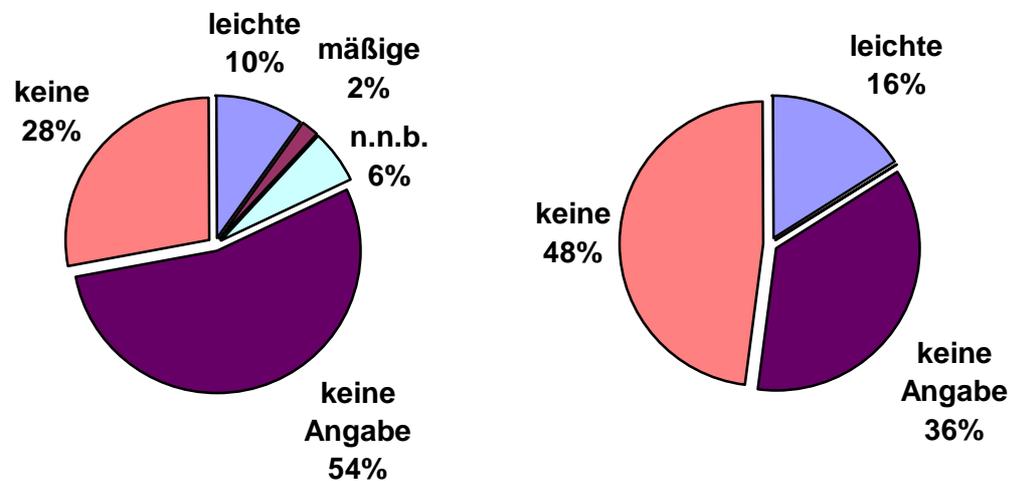
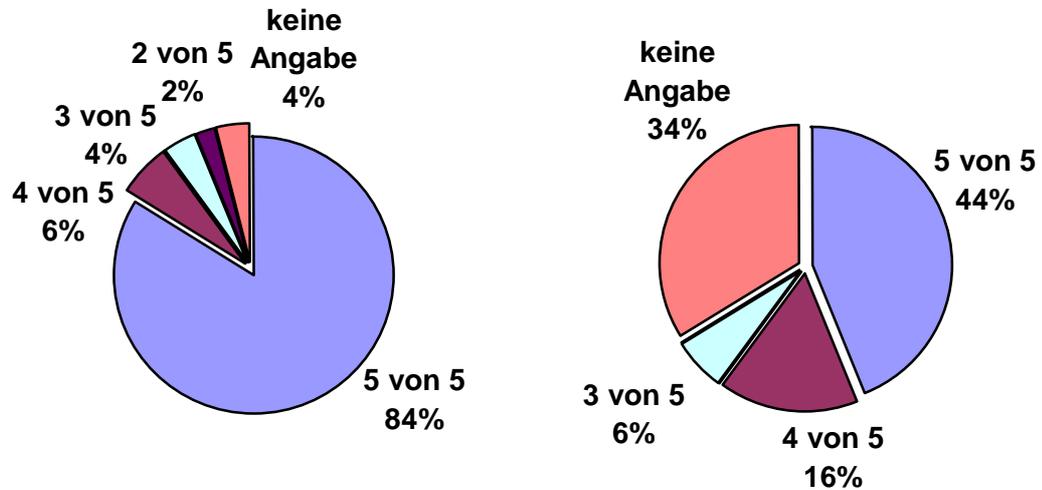


Diagramm 3.22 und 3.23: Überwärmung präoperativ und bei der Nachuntersuchung



**Diagramm 3.24 und 3.25: Muskelkraft Quadrizeps präoperativ und bei der Nachuntersuchung**

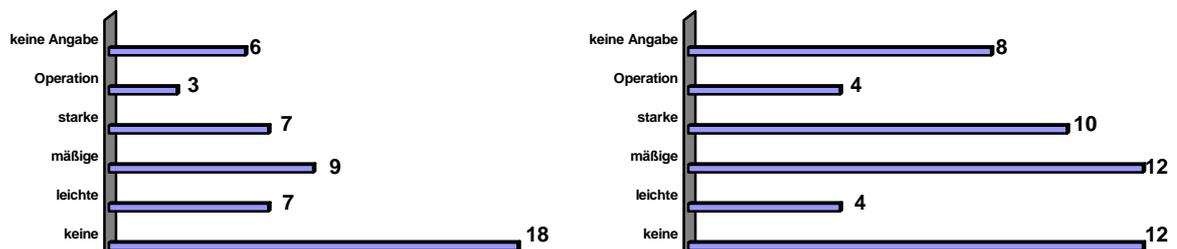


Die klinisch ermittelte Beinachse verbesserte sich von einem Valguswinkel von  $1,6 \pm 7,1$  Grad präoperativ auf  $5,9 \pm 2,1$  Grad bei der Nachuntersuchung.

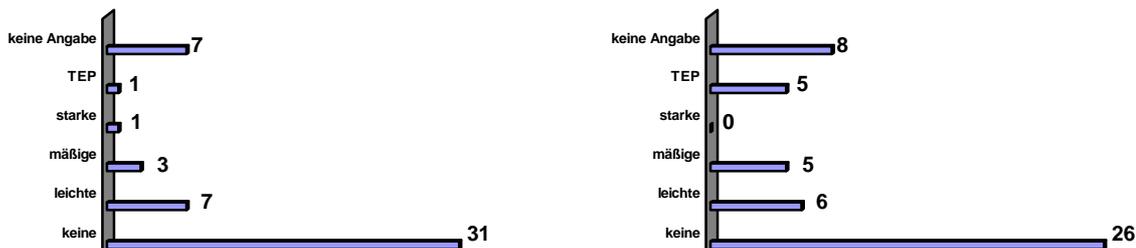
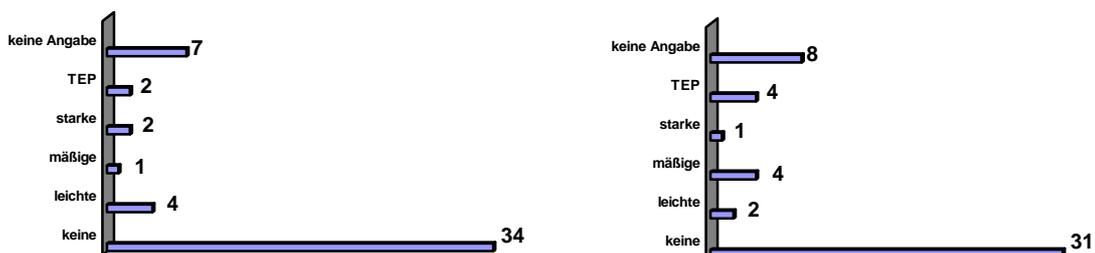
### 3. 5. Orthopädische Begleiterkrankungen

16 Patienten hatten präoperativ und 22 Patienten hatten bei der Nachuntersuchung mäßige bis starke Kreuzschmerzen (s. Diagramm 3.26 und 3.27).

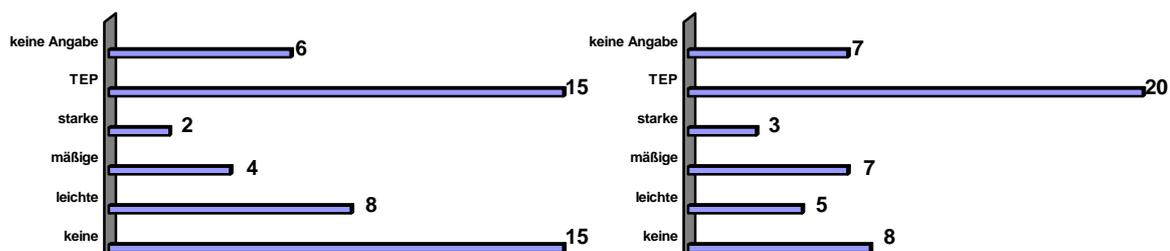
**Diagramm 3.26 und 3.27: Kreuzschmerz präoperativ und bei der Nachuntersuchung**



Über die Hälfte der Patienten hatte an beiden Hüftgelenken keine Beschwerden. 8 bzw. 10 Prozent wurden bereits endoprothetisch versorgt (s. Diagramm 3.28 bis 3.31).

**Diagramm 3.28 und 3.29: Gleichseitiger Hüftschmerz präoperativ und bei der Nachuntersuchung****Diagramm 3.30 und 3.31: Gegenseitiger Hüftschmerz präoperativ und bei der Nachuntersuchung**

Im Bereich des gegenseitigen Kniegelenkes klagten nur 8 Patienten bei der Nachuntersuchung über keinerlei Beschwerden. 20 Patienten waren bereits endoprothetisch versorgt (s. Diagramm 3.32 und 3.33).

**Diagramm 3.32 und 3.33: Gegenseitiger Knieschmerz präoperativ und bei der Nachuntersuchung**

### 3. 6. Radiologische Verlaufsbeurteilung

Das radiologische Follow-up betrug 43 +/- 14 Monate und konnte für 39 Patienten bestimmt werden. Verglichen wurden die Röntgenaufnahmen ca. 3 Wochen postoperativ

mit denen zur Nachuntersuchung. Die Beurteilung der Endoprothesen erfolgte anhand des Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System. Der tibiofemorale Winkel in der a.-p.-Ansicht  $\Omega$  zur Beurteilung der Beinachse betrug unmittelbar postoperativ und beim Follow-up 5 Grad Valgus mit einer Standardabweichung von +/- 2,3 bzw. 2,9 Grad. In keinem Fall gab es eine varische Beinachse. Der maximale Valguswinkel betrug 12 Grad.

Die durchschnittlichen Winkel  $\alpha$  und  $\gamma$  zur Beschreibung der Femurkomponente sowie  $\beta$  und  $\delta$  zur Beschreibung der Tibiakomponente in der a.p.- und seitlichen Ansicht änderten sich im Vergleich postoperativ zum Follow-up nicht (s. Tab. 3.23 und 3.24).

**Tab. 3.23:** Position der Femurkomponente

<b>Winkel</b>		<b>postoperativ</b>	<b>Follow-up</b>
$\alpha$ (a.-p.)	Mittelwert	96	96
	Standardabweichung	2,5	2,5
	Minimum	91	92
	Maximum	103	104
$\gamma$ (seitlich)	Mittelwert	1,3	1,9
	Standardabweichung	3,4	3,0
	Minimum	-12	-10
	Maximum	8	7

**Tab. 3.24:** Position der Tibiakomponente

<b>Winkel</b>		<b>postoperativ</b>	<b>Follow-up</b>
$\beta$ (a.-p.)	Mittelwert	89	89
	Standardabweichung	2,2	2,6
	Minimum	84	82
	Maximum	93	95
$\delta$ (seitlich)	Mittelwert	86	86
	Standardabweichung	4	4
	Minimum	76	76
	Maximum	93	93

Eine Zunahme der Lysesäume fand sich an allen Komponenten (s. Tab. 3.25). Die stärksten Säume traten im Bereich von Tibia und Femur auf.

**Tab. 3.25:** Lysesäume im Bereich der Komponenten als Verlauf

<b>Komponente</b>		<b>unmittelbar postoperativ</b>	<b>Nachuntersuchung</b>
<b>femoral seitlich</b>	Mittelwert	1	4
	Standardabweichung	1,4	2,9
	Minimum	0	0
	Maximum	7	13
<b>tibial a.p.</b>	Mittelwert	1	3
	Standardabweichung	1,6	3,1
	Minimum	0	0
	Maximum	6	17
<b>tibial seitlich</b>	Mittelwert	0,6	2
	Standardabweichung	0,9	1,2
	Minimum	0	0
	Maximum	3	5
<b>Patella</b>	Mittelwert	0,2	0,4
	Standardabweichung	0,6	0,6
	Minimum	0	0
	Maximum	2	2

Durch das Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System wurde die Migration der Komponenten und das Ausmaß der Lysen unter den Komponenten bestimmt. Dabei wurden 4 femorale Komponenten und 2 tibiale Komponenten im Verlauf als lockerungswahrscheinlich identifiziert. Die Patellaonlays stellten sich generell unauffällig dar (s. Tab. 3.26).

**Tab. 3.26:** Radiologische Beurteilung der Komponenten mit dem Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System

	<b>femorale Komponente</b>	<b>tibiale Komponente</b>	<b>Patellaonlay</b>
unauffällig	17	26	35
kontrollbedürftig	17	10	0
lockerungswahrscheinlich	4	2	0
keine Angabe	12	12	15

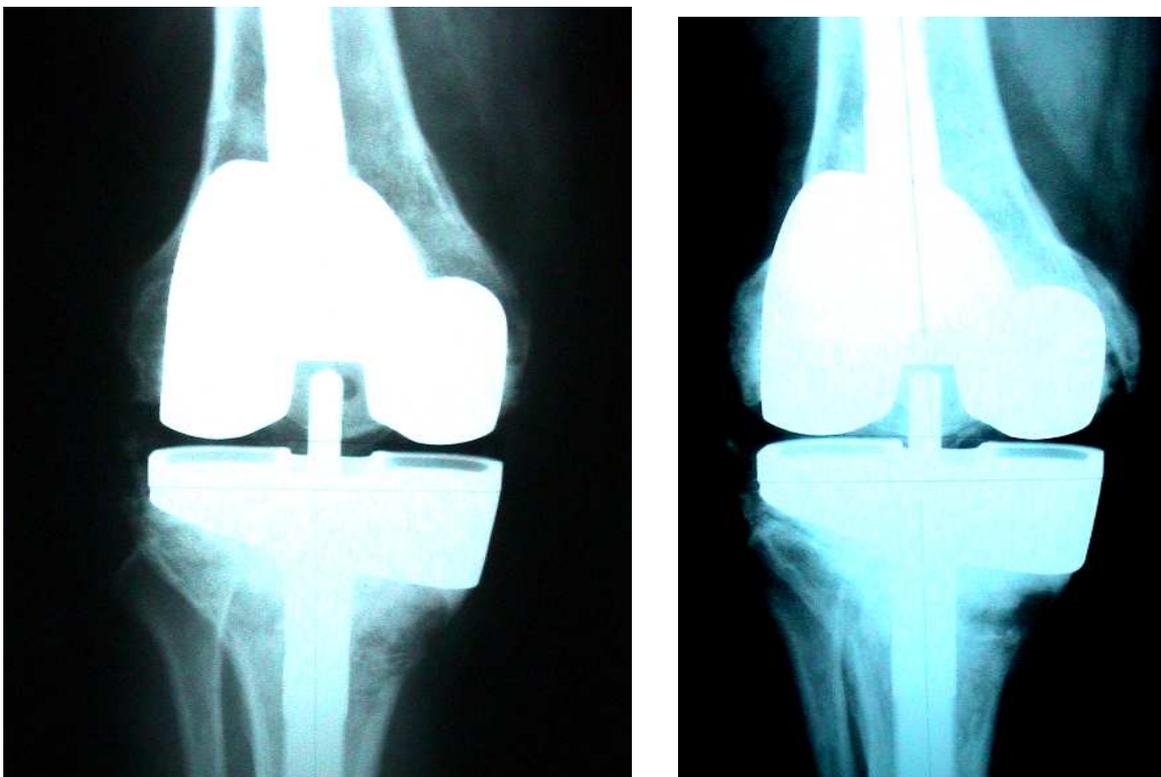
Folgende Patienten zeigten anhand des radiologischen Befundes eine Lockerungswahrscheinlichkeit:

- Patient 28 war nach o.g. Score femoral und tibial gelockert. Die Lockerung konnte auch intraoperativ bestätigt werden, und es erfolgte ein erneuter Endoprothesenwechsel.
- Patient 30 zeigte radiologisch einen Verdacht auf Lockerung der femoralen Komponente bei einer Lysensumme von 11 mm bei fehlender Migration. Der Patient zeigte jedoch klinisch und anamnestisch keinerlei Hinweise auf eine Lockerung (s. Abb. 3.4 a und b).
- Patient 34 zeigte in der radiologischen Verlaufskontrolle 2000 2 Jahre postoperativ femoral einen lockerungswahrscheinlichen (Lysen 13 mm und Migration) und tibial einen kontrollbedürftigen Befund. Aufgrund eines Infektes musste eine offene Revision durchgeführt werden, die eine Lockerung beider Komponenten bestätigte.
- Patient 44 (s. auch 3.2.) konnte nur telefonisch befragt werden. Die letzte Vorstellung in unserer Ambulanz erfolgte 2000. Dabei zeigte sich radiologisch eine Migration der femoralen Komponente und tibial stellten sich ohne sicheren Nachweis einer Wanderung Lysen von insgesamt 17 mm in der a.-p.-Ansicht im Sinne einer Lockerungswahrscheinlichkeit dar. Die Patientin gab im Telefoninterview stärkste Schmerzen im Bereich des vorderen Schienbeines sowohl unter Belastung als auch in Ruhe an, so dass von einer Lockerung der Endoprothese auszugehen ist (s. Abb. 3.4 c und d).

**Abb. 3.4:** Radiologische Befunde: **a) und b)** Patient 30, Nachuntersuchung. Trotz radiologischer Lockerungswahrscheinlichkeit klinisch kein Anhalt für Lockerung. Nebenbefundlich Zustand nach vorangegangener Umstellungsosteotomie



Patient 44, radiologischer Verlauf: **c)** im Jahr 1998 (direkt postoperativ); **d)** im Jahr 2000 mit Lockerungswahrscheinlichkeit



Klassische unsichere Lockerungszeichen wiesen immerhin 17 Femur- und 13 Tibiakomponenten auf (s. Abb. 3.5). Die Patellaonlays zeigten weder unsichere noch sichere Lockerungszeichen.

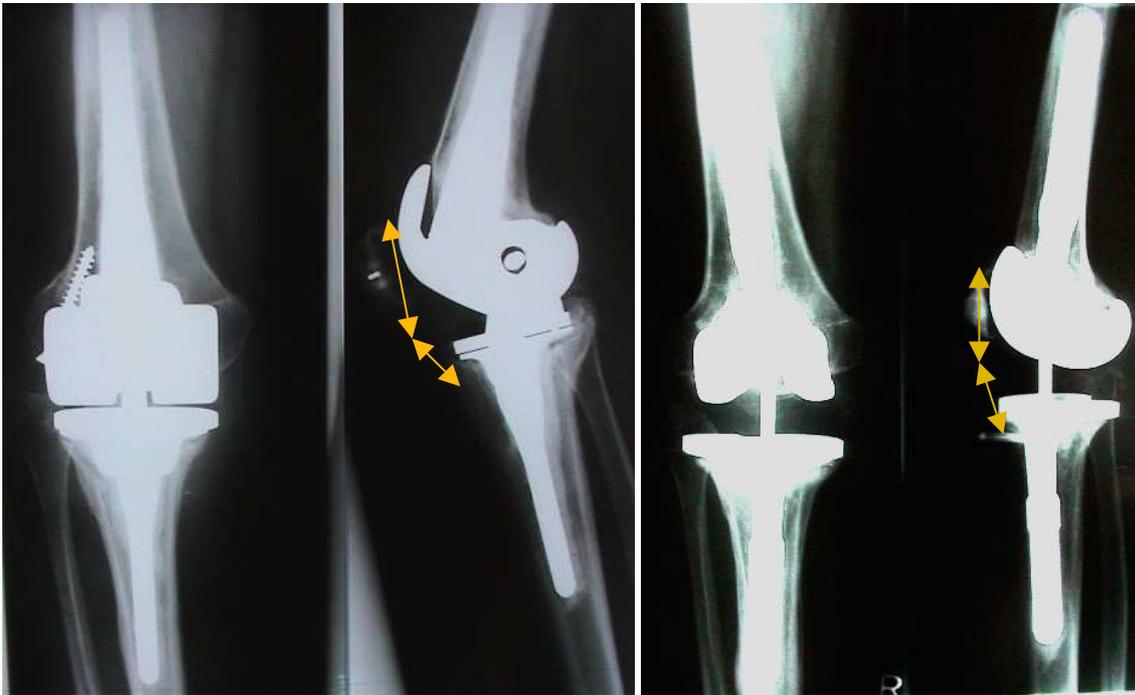
**Abb. 3.5:** Unsichere Lockerungszeichen:

- a) Lysesäume tibial von 1mm (Patient 10);
  - b) Sockelzeichen an tibialer Stielverlängerung (Patient 7)
- beide Patienten beschwerdefrei.



Bei der Untersuchung der Patellastellung konnte eine Patella alta (Insall-Salvati-Index  $< 0,8$ ) und 8 mal eine Patella baja (Insall-Salvati-Index  $> 1,2$ ) identifiziert werden. Der Patient mit hochstehender Patella und 2 Patienten mit tiefstehender Patella waren beschwerdefrei. Die bereits genannten Patienten 25 (s. Abb. 3.6) und 44 mit einem Index von 2,0 bzw. 1,8 hatten erhebliche Probleme.

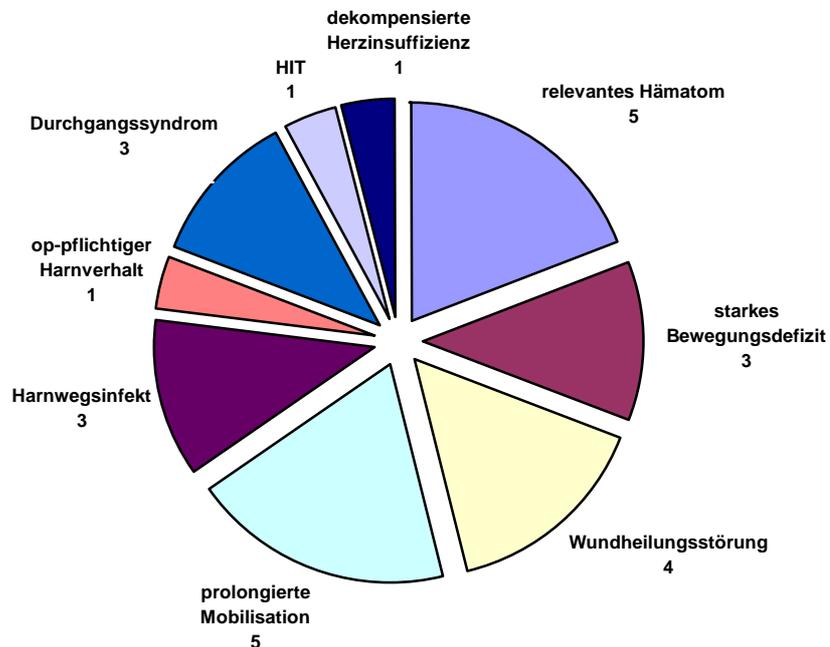
**Abb. 3.6:** Bei Patient 25 Wechsel einer a) und b) gekoppelten auf c) und d) eine TC3-Prothese, prä- und postoperativ Patella baja, Insall-Salvati-Index präoperativ 1,4, Nachuntersuchung 2,0



### 3. 7. Komplikationen

#### 3. 7. 1. Stationäre Komplikationen

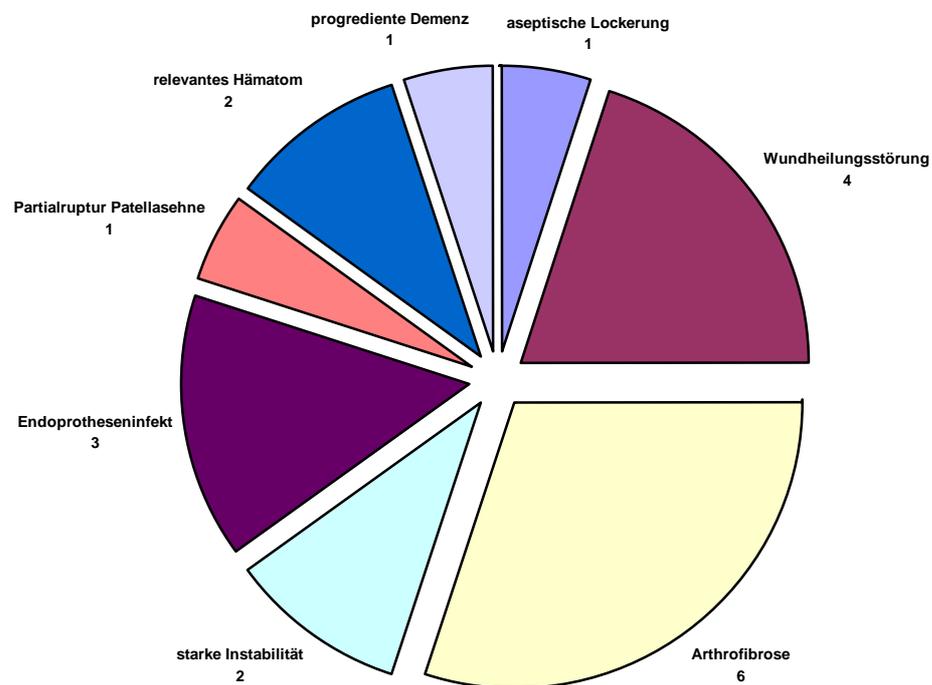
Bei 20 der 50 Patienten kam es während des stationären Aufenthaltes zu Komplikationen. Bei 23 Prozent der gekoppelten, 41 Prozent der ungekoppelten und 44 Prozent der unikondylären Prothesen kam es nach deren Wechsel zu stationären Komplikationen. 65 Prozent aller stationären Komplikationen waren auf den Endoprothesenwechsel bezogen. Ein relevanter Hämarthros trat bei 5 Patienten auf. Ebenfalls bei 5 Patienten kam es zu einer prolongierten Mobilisation. Wundheilungsstörungen entwickelten sich bei 4 Patienten. Bei jeweils 3 Patienten traten ein starkes Bewegungsdefizit, ein Harnwegsinfekt sowie ein Durchgangssyndrom auf (s. Diagramm 3.34).

**Diagramm 3.34:** Stationäre Komplikationen (Mehrfachnennung möglich)

Ein Patient musste nach dem Endoprothesenwechsel wegen eines akuten Harnverhaltes bei vorbestehender benigner Prostatahypertrophie operativ (TURP, Tumorresektion Prostata) versorgt werden.

### 3. 7. 2. Langzeitkomplikationen

Bei 16 der nachuntersuchten 42 Patienten traten im Langzeitverlauf Komplikationen auf. Bei 38 Prozent der gekoppelten, 41 Prozent der ungekoppelten und 19 Prozent der unikondylären Prothesen kam es nach deren Wechsel zu Langzeitkomplikationen. Die Komplikationen verteilten sich wie folgt:

**Diagramm 3.35:** Langzeitkomplikationen (Mehrfachnennung möglich)

Das häufigste Problem im Langzeitverlauf war die Arthrofibrose mit 6 Fällen:

- Bei Patient 4 wurde mit einer Beweglichkeit von Beugung / Streckung 75/5/0 1 Jahr postoperativ eine arthroskopische Arthrolyse durchgeführt. Dadurch konnte eine Beweglichkeit von 95/5/0 erreicht werden. Die Patientin ist mit dem Ergebnis zufrieden.
- Patient 9 (s. auch 3.3.1.) erhielt auswärtig ca. 5 offene Arthrolysen mit abschließender Patellektomie. Der Patient hatte bei der Nachuntersuchung eine Beweglichkeit von Beugung / Streckung 95/5/0, war jedoch mit dem OP-Ergebnis nur teils zufrieden.
- Bei Patient 25 (s. auch 3.2.) konnte bei einer präoperativen Beweglichkeit von Beugung/Streckung 70/20/0 und intraoperativer Notwendigkeit der Osteotomie der Tuberositas tibiae mit anschl. prolongierter Nachbehandlung lediglich eine Beweglichkeit von 60/0/0 erreicht werden. Es erfolgte wegen einer während der Anschlussheilbehandlung aufgetretenen Partialruptur der Patellasehne und Wundheilungsstörung eine Wundrevision mit Refixation der Patellasehne.

- Patient 33 erhielt fast 3 Jahre nach Endoprothesenwechsel eine offene Arthrolyse mit Inlaywechsel bei einer Beweglichkeit von Beugung / Streckung 90/10/0. Intraoperativ konnte eine Beweglichkeit von 110/0/0 erzielt werden, die sich bis zur Nachuntersuchung auf 100/15/0 verschlechterte. Der Patient war insgesamt unzufrieden (s. auch 3.2.).
- Patient 44 konnte trotz einer arthroskopischen Arthrolyse bei der letzten Vorstellung 2000 mit deutlicher Progredienz der Arthrofibrose lediglich eine Beweglichkeit von 40/10/0 erreichen. Die Patientin gab beim Telefoninterview Unzufriedenheit an (s. auch 3.2.). Radiologisch zeigte sich eine Patella baja.
- Patient 45 wurde wegen aseptischer Lockerung und einer präoperativen Beweglichkeit von 35/0/0 bei uns gewechselt. Intraoperativ wurde eine Beweglichkeit von 110/0/0 erreicht. Die Patientin wurde später auswärtig bei einer Beweglichkeit von 20/0/0 offen arthrolysiert. Aktuell liegt nach Studium auswärtiger Akten ein wackelsteifes Knie vor (s. auch 3.4.4.).

Auffällig war, dass alle Patienten mit Arthrofibrose bei Entlassung eine termingerechte Beweglichkeit hatten, die sich erst im späteren Verlauf verschlechterte.

4 Fälle der Langzeitkomplikationen entfielen auf Wundheilungsstörungen:

- Patient 21 wurde wegen persistierender Wundheilungsstörung nach der Anschlussheilbehandlung auswärtig revidiert. Die Wunde heilte anschließend primär.
- Patient 25 (s.o. und 3.2.)
- Bei Patient 29 kam es trotz umfangreicher plastischer Wundrevisionen bei rezidivierender Wundheilungsstörung nach umfangreichen Voroperationen inklusive Endoprothesenwechsel (als Fall 28 mit aseptischer Lockerung) schließlich zum Endoprotheseninfekt (s. Abb. 3.7).
- Patient 34 entwickelte nach dem Wechsel einer gelockerten gekoppelten Prothese und Zustand nach zweimaliger Voroperation bereits unmittelbar postoperativ Wundheilungsstörungen. Trotz umfangreicher plastischer Eingriffe inklusive Schwenklappen und mehrfacher arthroskopischer Lavagen bei positivem Keimnachweis (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*) kam es zum

Endoprothesenausbau mit Fixateur-extern-Anlage. Bei infiziertem Fixateur wurde schließlich die Arthrodese durchgeführt.

**Abb. 3.7:** Patient 29: Nach mehrfachen Wundheilungsstörungen schließlich Endoprotheseninfekt.

a) und b) Zunächst Implantation eines mobilen Spacers, c) und d) schließlich Implantation einer gekoppelten Prothese.

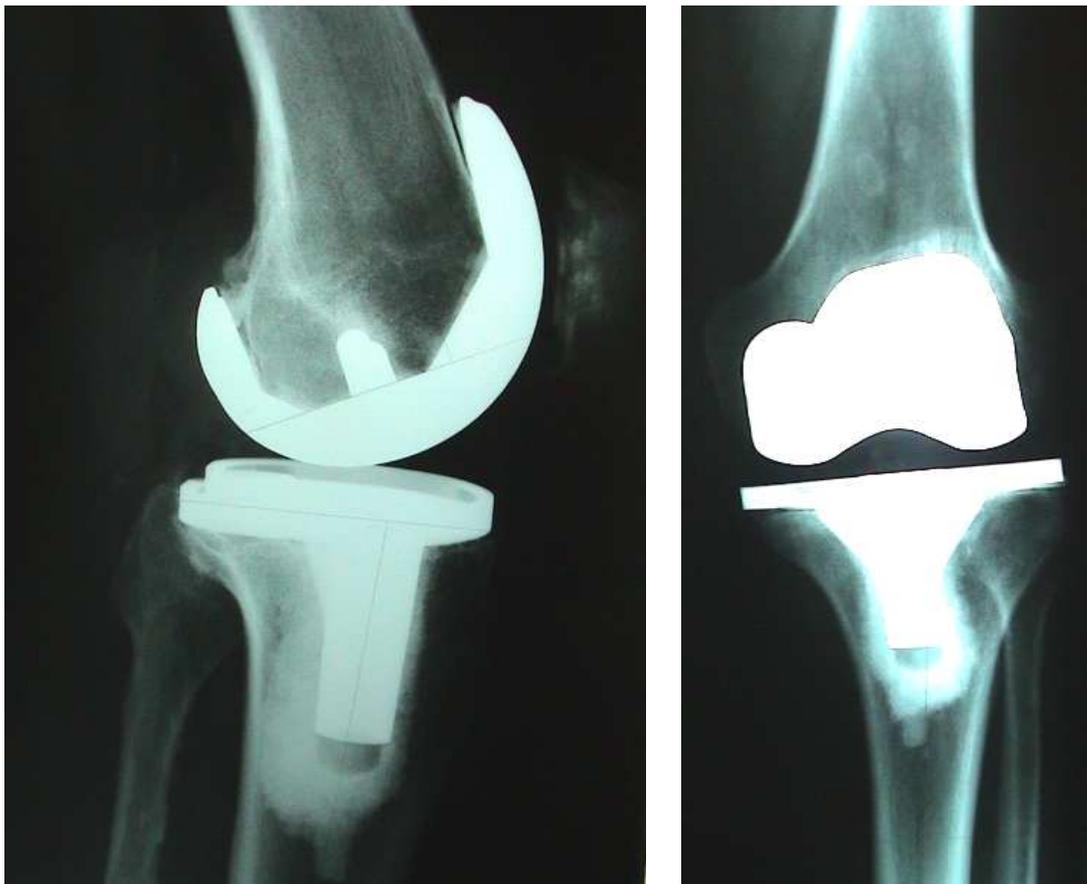


Bei 3 Patienten kam es zum Infekt der Endoprothese. Bei den Patienten 29 und 34 (s.o.) kam es wohl in Folge von Wundheilungsstörungen zum Infekt. Bei Patient 29 wurde im August 2003 nach zwischenzeitlichem mobilen Spacer eine gekoppelte Prothese implantiert. Patient 34 erhielt eine Arthrodese. Bei Patient 19 mussten 2 Jahre postoperativ in einer auswärtigen Klinik sowohl die gewechselte als auch die primär implantierte Knieendoprothese auf der Gegenseite bei beidseitigen Infekt explantiert werden und zweizeitig neue Prothesen implantiert werden. Bei dem durchgeführten Telefoninterview war der Patient mit dem 2 Jahre zuvor durchgeführten Endoprothesenwechsel zufrieden. Die Patienten 19 und 34 hatten präoperativ 2 und Patient 29 5 Voroperationen nach Primärimplantation.

Bei 2 Patienten kam es nach dem Endoprothesenwechsel zu einer ligamentären Instabilität:

- Patient 12 wurde 8 Monate nach der Wechseloperation wegen lateraler Instabilität revidiert. Dabei wurde ein Inlaywechsel, eine Außenbandnaht sowie eine partielle Tractuspexie durchgeführt. 3 Jahre später wurde bei persistierender Instabilität wegen Depression und Benzodiazepinabusus von einer nochmaligen Revision Abstand genommen. Eine aktuelle Nachuntersuchung konnte nicht erfolgen, da die Patientin unbekannt verzogen war.
- Bei Patient 41 konnte im Rahmen der Nachuntersuchung bei radiologisch varisch implantierter Tibiakomponente eine Innenbandinstabilität nachgewiesen werden (s. Abb. 3.8). Eine Revision wurde für 2003 geplant. Der Patient war jedoch bis August 2003 nicht wieder in unserer Klinik vorstellig.

**Abb. 3.8: a) und b)** Patient 41: Varisch implantierte Tibiakomponente beim Endoprothesenwechsel (PFC Sigma mit Kreuzbanderhalt)



Alle weiteren Langzeitkomplikationen traten lediglich einmal auf.

### 3. 7. 3. Revisionseingriffe

Insgesamt mussten bei 17 Patienten 36 Revisionseingriffe durchgeführt werden (s. Tab. 3.27). Bei 38 Prozent der gekoppelten, 35 Prozent der ungekoppelten und 25 Prozent der unikondylären Prothesen waren nach deren Wechsel Revisionseingriffe erforderlich.

**Tab. 3.27:** Revisionseingriffe (Mehrfachnennung möglich, maximal einmal pro Patient pro Eingriffsart)

<b>Eingriff</b>	<b>Anzahl</b>
Knie-TEP-Wechsel	3
Komponentenwechsel	3
Arthrodese	1
Radiosynoviorthese	2
Plastische Deckung	4
Intraartikuläre Muskelappenplastik (Gastrocnemius)	1
Punktion	2
Passagerer Fixateur extern	1
Perkutane Dekompression der Prothesenspitze	2
Arthroskopie mit Synovektomie	1
Arthroskopie mit Arthrolyse	3
Sonstige Arthroskopie, z.B. Meniskoidresektion	2
Hämatomausräumung	1
Refixation der Patellasehne	1
Offene Arthrolyse	1
Patellektomie	1
Narbenexzision	1
Kollateralbandraffung	1
Patellaonlay-Entfernung	1
Narkosemobilisation	1
Resektionsknie	3
Keine / teils bekannt	6

Ein Knie-TEP-Ausbau (Resektionsknie) wurde bei den Patienten 19, 29 und 34 aufgrund einer infizierten Endoprothese durchgeführt. Bei den Patienten 19 und 29 konnte eine erneute Knie-TEP-Implantation durchgeführt werden. Bei Patient 34 war schließlich eine Arthrodese erforderlich. Der 3. Knie-TEP-Wechsel war Patient 28 bei aseptischer

Lockerung auf eine erneute TC3-Prothese, der in unserer Studie als Nr. 29 fortgeführt wurde.

Komponentenwechsel entfielen auf die Patienten 12, 29 und 33, bei Patient 12 Inlaywechsel mit begleitendem Weichteileingriff wegen Instabilität, bei Patient 29 Inlaywechsel wegen Infekt kombiniert mit Synovektomie und bei Patient 33 Inlaywechsel im Rahmen einer offenen Arthrolyse.

Plastische Deckungen bei Wundheilungsstörungen erfolgten bei 3 Patienten. Patient 24 erhielt schließlich erfolgreich 2 und 3 Monate postoperativ jeweils ein Mesh-Graft. Die Patienten 29 und 34 erhielten plastische Deckungen bei therapieresistenten Wundheilungsstörungen, die bei später bestätigtem Infekt keinen Erfolg zeigten.

Auf Patient 28/29 entfielen neben o.g. Eingriffen eine Punktion, eine Gastrocnemiusplastik und eine Radiosynoviorthese.

Auf Patient 34 entfielen zusätzlich eine Punktion, die Narkosemobilisation, eine perkutane Dekompression der Prothesenspitze und die Arthroskopie mit Synovektomie.

Wir führten 3 arthroskopische Arthrolysen durch. Bei Patient 4 mit einer Beweglichkeit von Beugung / Streckung 75/5/0 erreichten wir 1 Jahr postoperativ damit eine Beweglichkeit von 95/0/0, die sich bis zur Nachuntersuchung konstant hielt. Patient 9 erhielt auswärtig eine 4- bis 5malige arthroskopische Arthrolysen mit abschließender Patellektomie. Bei der Nachuntersuchung klagte der Patient über unverminderte Schmerzen ventral und medial bei einer Beweglichkeit von Beugung / Streckung 90/5/0. Patient 44 erhielt 1 Jahr postoperativ eine arthroskopische Arthrolyse bei einer präoperativen Beweglichkeit von Beugung / Streckung 30/15/0 (80/15/0 in Narkose), die zu keiner Besserung führte. 1 Jahr später zeigte sich einer Kontrolluntersuchung eine Beweglichkeit von Beugung / Streckung 40/10/0.

#### **4. Diskussion**

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden die Ergebnisse aller Knieendoprothesenwechsel in der Zeit von 1995 bis 2000 mit dem modularen PFC®- und PFC®Sigma-Kniesystem zusammengetragen.

Um den Vergleich mit anderen Studien zu ermöglichen, verwendeten wir die zwei gebräuchlichsten Scores zur Beurteilung von Knieendoprothesen, den HSS-Score sowie das Knee Society Clinical Rating System (Insall-Score). Leider konnten sowohl präoperativ als auch bei den Nachuntersuchungen (durch die Telefoninterviews bedingt) oft nur unvollständig die erforderlichen Daten erhoben werden. Deshalb haben wir zusätzlich die wichtigsten Kriterien wie Schmerz, Mobilität, Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), Beweglichkeit, Stabilität, Gang, sonstige subjektive Beschwerden und klinische Befunde prä- und postoperativ verglichen. Zusätzlich wurden orthopädische und allgemeine Begleiterkrankungen erhoben.

#### **4. 1. Literaturübersicht**

Die Ergebnisse in der Revisionskniealloarthroplastik sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Die wichtigsten Einflussfaktoren sind (Jerosch und Heisel, 1999):

- Versagensmechanismus der zu wechselnden Prothese
- der primäre Implantattyp
- das Ausmaß des Knochenverlustes
- die Vollständigkeit bzw. Integrität der Weichteile
- die Operationstechnik bei der Wechseloperation
- die Erfahrung des Operateurs
- das bei der Revision verwendete Implantat
- die postoperative Rehabilitation
- die zur Bewertung der Ergebnisse herangezogenen Kriterien.

Revisionen sowohl uni- als auch bi- oder trikompartimenteller Knieprothesen zeigen gegenüber der Primärimplantation deutlich schlechtere Ergebnisse. Die funktionellen Ergebnisse und die Standzeiten der Revisionsknieendoprothesen liegen unter denen des primären Kniegelenkersatzes (Hube und Reichel, 2003). Die Ergebnisse beim Wechsel von Oberflächenprothesen sind besser als bei stärker gekoppelten Prothesen. Die Revisionen unikondylärer Schlittenprothesen bringen kaum bessere Ergebnisse (Rand, 1993). Auch die Indikation hat einen Einfluss auf das Operationsergebnis. So führen Wechsel bei initialem PE-Verschleiß zu besseren Resultaten als bei Instabilität mit ausgeprägtem Knochenverlust

(Ranawat, 2000). Insgesamt können in durchschnittlich 71 Prozent der Fälle gute und sehr gute Ergebnisse erzielt werden (s. Tab. 4.1).

**Tab. 4.1:** Resultate der Revisionsalloarthroplastik am Knie (Auswahl)

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Wechsel- prothese</b>	<b>Unter- suchte Fälle</b>	<b>Follow- up (Jahre)</b>	<b>Score</b>	<b>Erfolgs- rate (Prozent)</b>	<b>Komplikations- rate (Prozent)</b>
Goldberg et al.	1988	diverse	65	5	Mayo Clinic	46	28
Friedman et al.	1990	diverse	137	5,2	keiner	63	5,8
Hohl et al.	1991	constrained (TC III)	61 (davon 29 Revisionen)	6,1	Insall	72	23
Rand	1991	constrained (TC III)	21	4	HSS	48	33
Elia und Lotke	1991	diverse	40	2-9	Insall	75	30
Rosenberg et al.	1991	constrained (TC III)	36	3,8	Insall	69	47
Murray et al.	1994	Posterior stabilized langstielig	40	4,8	Insall	-	7,5
Haas et al.	1995	Posterior stabilized und constrained, modular	74	3,5	HSS	83	16
Peters et al.	1997	Posterior stabilized und constrained	57	5,2	HSS	79	10
Fehring und Griffin	1998	Posterior stabilized	63	4,2	HSS	86 cl 70 cc	?
Ranawat et al.	2000	Modulares PFC®/PFC®Sigma- System	42	4,5	Insall	86	7

## 4. 2. Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Ergebnissen in der Literatur

### 4. 2. 1. **Charakteristik des Patientenkollektives**

#### Alter:

Bei fast allen o.g. Studien (s. Tab. 4.1) lag das Durchschnittsalter wie auch bei unserem Kollektiv in der 7. Lebensdekade. In aktuellen Metaanalysen (Saleh et al. 2002, Sheng et al., 2004) lag das Durchschnittsalter bei 67 Jahren. Die Altersspanne lag präoperativ in den Studien zwischen 32 und 90. Die Patienten unseres Kollektives waren zwischen 51 und 94 Jahre alt.

#### Geschlecht:

Frauen überwogen fast immer, zum Teil deutlich mit einem Verhältnis bis zu 3 : 1. In aktuellen Metaanalysen (Saleh et al. 2002, Sheng et al., 2004) lag der Anteil der Frauen bei 61 bzw. 59 Prozent. In unserem Kollektiv entfielen mehr als 50 Prozent der zu wechselnden Prothesen auf Frauen.

#### Seitenverteilung:

Die Seitenverteilung des zu wechselnden Kniegelenkes ist in den Studien sehr unterschiedlich. Die Anzahl der untersuchten Fälle schwankten dabei zwischen 21 und 137. Wir wechselten 23 rechte und 27 linke Knieprothesen.

#### Follow-up:

Das durchschnittliche Follow-up in den o.g. Studien schwankte zwischen 2 und 9 Jahren. Unser Follow-up betrug durchschnittlich 3,75 Jahre.

#### Risikoprofil:

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren bei Hohl et al. (1991) 11, bei Goldberg et al. (1988) 9, bei Rosenberg et al. (1991) 5 und bei Peters et al. (1997) 3 Patienten verstorben. In unserem Patientengut waren es 3 Patienten.

Über den Allgemeinzustand und die Gewichtsverteilung, insbesondere den body mass index (BMI) der Patienten wurde in den o.g. Studien keine Angaben gemacht. 66 Prozent unserer Patienten waren präoperativ anhand des BMI übergewichtig. Zum Zeitpunkt der Wechseloperation hatten 35 Patienten leichte und 13 Patienten schwere Allgemeinerkrankungen. Dabei lagen Herz-Kreislaufferkrankungen an erster Stelle. Nur 2 Patienten waren gesund.

#### Gewechselte Prothesen:

In den Studien wurden überwiegend stark stabilisierte Prothesen gewechselt. Unikondyläre Schlitten waren selten. In unserem Patientengut waren immerhin 32 Prozent primär unikondyläre Schlitten. 26 Prozent entfielen auf gekoppelte, 34 Prozent auf bi- oder trikompartimentelle ungekoppelte Prothesen.

#### Hauptindikationen:

Hauptindikation für einen Endoprothesenwechsel ist die aseptische Lockerung. In der u.g. Literatur macht sie 36 bis 80 Prozent aus (s. Tab. 4.2). In der Metaanalyse von Sheng et al. (2004) wurden 55 Prozent wegen Lockerung der Endoprothese gewechselt. In unserem Kollektiv waren 52 Prozent aseptisch gelockert. Weitere Wechselindikationen in der o.g. Metaanalyse waren Verschleiss des Polyethylen (11 Prozent), Instabilität (10 Prozent), Infektion (7 Prozent) und fortschreitende Arthrose (4 Prozent). Rand (1991) wechselte 43 Prozent wegen Instabilität, Rosenberg et. al. (1991) 42 Prozent wegen Infekt. 14 Prozent der Endoprothesen wurden in unserem Patientengut aufgrund einer fortgeschrittenen Arthrose in den angrenzenden Kompartimenten nach Schlittenimplantation gewechselt. Grund dafür war der hohe Anteil unikondylärer Schlitten am Gesamtkollektiv. Weitere Wechselindikationen waren bei uns Instabilität in 12 und in je 6 Prozent Implantatverschleiß sowie Implantatbruch. Oft bestanden mehrere Wechselindikationen. Die Standzeiten der gekoppelten und ungekoppelten Prothesen betrug knapp 6 Jahre, bei den unikondylären Schlitten 7,5 Jahre. Friedman et al. (1990) berichteten über eine Standzeit der gewechselten Prothesen von 4 Jahren. Bei Elia und Lotke (1991) betrug sie 5,3 und bei Haas et al. (1995) 4,8 Jahre.

In den o.g. Studien (s. Tab. 4.1) ist der Anteil derer mit entzündlich-rheumatischer Erkrankung (Rheumatoide Arthritis) relativ hoch. Bei Goldberg et al. (1988) sowie Murray

et al. (1994) sind es 40, bei Rosenberg et al. 36 und bei Peters et al. 17 Prozent des jeweiligen Kollektives. In unserem Patientengut sind es lediglich 4 Prozent (= 2 Patienten). Einer von beiden wurde primär mit einem unikondylären Schlitten versorgt.

Die Anzahl der Voroperationen seit Primärimplantation der Endoprothese lag bei uns zwischen 1 und 5. In den anderen Studien betrug die präoperative Revisionsanzahl höchstens 3 (Friedman et al.,1990).

**Tab. 4.2:** Wechselindikationen in der Literatur (Auswahl)

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Lockerung</b> (Prozent)	<b>Instabilität</b> (Prozent)	<b>Patella- probleme</b> (Prozent)	<b>Fehl- implantation</b> (Prozent)	<b>Infekt</b> (Prozent)	<b>Peri- prothetische Fraktur</b> (Prozent)	<b>Unklarer Schmerz</b> (Prozent)
Goldberg et al.	1988	Hauptindikationen						
Friedman et al.	1990	73	10	13				
Hohl et al.	1991	79				17	3	
Rand	1991	48	43					
Elia und Lotke	1991	80	2,5	0	2,5	0	10	5
Rosenberg et al.	1991	53	5	0	0	42	0	0
Murray et al.	1994	82	12	0	0	0	3	3
Haas et al.	1995	58	18					
Peters et al.	1997	56	28				4	
Fehring und Griffin	1998	100 (vorselektioniert)	0	0	0	0	0	0
Ranawat et al.	2000	36	21	14	0	0	2	0

#### Wechselimplantat:

Die o.g. Studien (s. Tab. 4.1.) befassen sich bezüglich der verwendeten Wechselprothesen mit einem sehr heterogen Patientengut. In vielen Studien, insbesondere bei

Veröffentlichungen um 1991, wurden lediglich „constrained“ Prothesen (Total Condylar III, TC III) zur Wechselloperation verwendet. Mit den Veröffentlichungen ab 1994 wurden vermehrt Prothesen mit geringerem Kopplungsgrad benutzt. Ranawat et al. mit ihrer Studie aus dem Jahr 2000 verwendeten wie unsere Klinik das modulare Revisionssystem PFC® (Sigma). Auch Haas et al. (1995) nutzten ein modulares Revisionssystem mit verschiedenen Kopplungsgraden (Insall-Burstein-Knie). Die Wechselprothesen wurden in aller Regel zementiert verankert.

#### Knochendefekte:

Elia und Lotke (1991) untersuchten Endoprothesenwechsel unter dem Gesichtspunkt des Knochenverlustes. Dabei bezeichneten sie Knochenverluste mit 1 cm Tiefe und 50 Prozent der osteotomierten Fläche als große Defekte. In 55 Prozent der Fälle zeigten sich solche großen Knochendefekte. Der durchschnittliche tibiale Knochenverlust aller revidierten Kniegelenke betrug durchschnittlich 2,1 cm (max. 3,5 cm). Der durchschnittliche femorale Substanzverlust betrug 2,6 cm (max. 4 cm). Es wurden zum Teil „custom-made“-Prothesen eingesetzt. Aufgrund der Knochendefekte kamen Stielverlängerungen zum Einsatz.

In den anderen o.g. Studien (s. Tab. 4.1) erfolgte keine detaillierte Auflistung der Knochendefekte.

Wir nutzten zur Beschreibung der Knochendefekte die AORI-Klassifikation. In unserem Patientengut traten beim Ausbau gekoppelter Prothesen Defekte 2b in 62 Prozent femoral und in 46 Prozent tibial auf. Bei ungekoppelten Prothesen waren es 53 Prozent mit Grad 2b femoral und 82 Prozent Grad 1b tibial. Dabei waren die knöchernen Defekte im Bereich der Tibia geringer. Beim Ausbau unikondylärer Schlitten traten meist nur Defekte 1. Grades auf. Knöcherne Defekte 3. und 4. Grades traten generell nicht auf.

#### Modularität:

Haas et al. (1995) beschrieben die Verwendung modularer Komponenten mit zementfreien Stielverlängerungen in Femur und Tibia. Bei 74 Kniegelenken wurden 25 Metallkeile tibial (34 Prozent) und 23 distale und / oder posteriore Augmentationen femoral (31 Prozent) verwendet.

Peters et al. (1997) benutzten Stielverlängerungen bei 58 Prozent femoral (68 Prozent zementiert) und bei 32 Prozent tibial (50 Prozent zementiert).

Wir benutzten in 52 Prozent der Fälle die TC3-Variante und in 38 Prozent die Kreuzbandsstituierende (posterior stabilized) Variante. Daneben verwendeten wir die Augmentationen fast ausschließlich bei Defekten Grad 2 nach AORI. Femorale Augmentationen wurden in 38 Prozent lateral und in 34 Prozent medial implantiert. Tibial kamen Augmentationen in 20 Prozent medial und in lediglich 2 Prozent lateral zum Einsatz. Stielverlängerungen wurden in unserer Klinik bei 66 Prozent femoral und bei 60 Prozent tibial verwendet. Zementfreie Verlängerungen überwogen.

#### Spongiosaplastik:

Friedman et al. (1990), Hohl et al. (1991) sowie Elia und Lotke (1991) setzten Spongiosaplastiken erst spät in ihren Studien ein, ohne direkte Kriterien zu nennen. Rosenberg et al. (1991) setzten bei 8 von 36 gewechselten Knieprothesen eine Spongiosaplastik femoral und / oder tibial ein, ohne deren Herkunft anzugeben. Murray et al. (1994) hatten keine relevanten Knochendefekte, so dass Spongiosaplastiken nicht erforderlich waren. Sie füllten lediglich zentrale Defekte mit Knochenzement auf. Peters et al. (1997) verwendeten Allografts bei 9 Prozent der Revisionen. Lazovic und Wirth (1992) verwendeten in 22 ihrer 38 Wechseloperationen Spongiosaplastiken. Sowohl autologe als auch homologe (Spenderknochen) Spongiosa zeigte bei ihnen eine gute Integration. Lediglich 2 Spongiosaplastiken bauten nicht knöchern ein.

Wir führten bei 60 Prozent unserer Fälle eine Spongiosaplastik durch. Dabei wurde in 63 Prozent ausschließlich Material von Spenderknochen verwendet.

#### Perioperative Daten:

Über Operationszeiten und Blutverluste wurde in den o.g. Studien (s. Tab. 4.1) keine Angaben gemacht. Jerosch et al. (1994) gaben als durchschnittlichen Gesamtbedarf bei Revisionen 1,19 +/-1,47 Erythrozytenkonzentrate und 0,94 +/-1,53 Plasmaeinheiten an.

In unserem Kollektiv lag die Operationszeit beim Wechsel eines unikondylären Schlittens bei 94 und bei bi-/trikompartimentellen Prothesen ohne Berücksichtigung der Koppelung bei 150 Minuten. Maximal 3 Blutkonserven mussten übertragen werden (Durchschnitt 0,18 für gewechselte unikondyläre Schlitten, 0,24 Konserven für die übrigen Prothesen).

#### Nachbehandlung:

Peters et al. (1997) mobilisierten ihre Patienten mit Teilbelastung an Stützen oder einem Gehwagen für 6 Wochen. CPM wurde routinemäßig eingesetzt. Patienten mit Osteotomie der Tuberositas tibiae wurde wie bei Goldberg et al. (1988) die aktive Streckung für 6 Wochen untersagt und eine Streckschiene verordnet. Haas et al. (1995) nutzten CPM ab dem 1. postoperativen Tag und Rosenberg et al. (1991) innerhalb der 1. postoperativen Woche.

Unsere Patienten konnten zu 54 Prozent routinemäßig wie bei Primärimplantation nachbehandelt werden. Das operierte Bein wurde für 2 Wochen teilbelastet, CPM erfolgte ab dem 3. postoperativen Tag. Bei kritischer Weichteil- oder Knochensituation wurde eine Tippbelastung bis zu 6 Wochen verordnet. Die CPM wurde dann restriktiv eingesetzt.

#### **4. 2. 2. Patientenzufriedenheit**

In keiner der o.g. Studien wurden Angaben über die subjektive Zufriedenheit der Patienten nach dem Endoprothesenwechsel gemacht.

In unserer Studie waren 68 Prozent des Gesamtkollektives (entspricht 81 Prozent der Befragten) mit dem postoperativen Ergebnis zufrieden und sehr zufrieden. 8 Prozent (=4 Patienten) waren unzufrieden. Ein Patient hatte eine Kniegelenkbeweglichkeit von Beugung / Streckung 60/0/0 bei Zustand nach revidierter Partialruptur der Patellasehne, ein anderer eine Beugekontraktur von 15 Grad bei guter Beugung trotz erneuter Revision bei begleitend drastisch reduziertem Allgemeinzustand. Beide zeigten radiologisch eine Patella baja. Der dritte Patient erhielt bei rezidivierender Wundheilungsstörung und Infekt eine Arthrodesese. Der vierte Patient hatte eine Arthrofibrose mit radiologischem Verdacht auf Lockerung.

#### 4. 2. 3.                    **Klinische Scores**

##### HSS-Score:

**Tab. 4.3:** Ergebnisse beim Knieendoprothesenwechsel anhand des HSS-Score

Autor	Jahr	Präoperativ		NU	
		Mittelwert (Punkte)	Schlecht (Prozent)	Mittelwert (Punkte)	Gut und ausgezeichnet (Prozent)
Rand	1991	41	90	73	48
Haas et al.	1995	49		76	83*
Peters et al.	1997				79°
Fehring und Griffin	1998	62 cl 59 cc		88 cl 82 cc	86 cl 70 cc

\* prozentual von Patientenzahl mit Follow-up; ° kein Unterschied zwischen constrained und posterior stabilized; cl zementfrei, cc zementiert

Der HSS-Score schwankte in den o.g. Studien (s. Tab. 4.3) postoperativ zwischen 73 und 88 Punkten. In der Metaanalyse von Saleh et al. (2002) verbesserte sich der HSS-Score von 51,5 auf 79,8 Punkte. Wir konnten den Score nur für 38 Patienten prä- und 33 Patienten postoperativ ermitteln. Unser HSS-Score verbesserte sich durchschnittlich von 44 auf 73 Punkte. Präoperativ hatten 31 von 38 Patienten einen schlechten HSS-Score. Bei der Nachuntersuchung zeigten 24 der 33 Patienten (73 Prozent der Patienten mit ermitteltem Score, 48 Prozent des Gesamtkollektives) einen guten und ausgezeichneten HSS-Score. 5 Patienten hatten einen schlechten HSS-Score zur Nachuntersuchung. Zu den Patienten zählen die bereits unter 4.2.2. genannten 2 Patienten mit Patella baja. Für die anderen beiden unter 4.2.2. genannten Patienten konnte kein HSS-Score bestimmt werden. Ein Patient hatte umfangreiche auswärtige Revisionseingriffe inklusive Patellektomie sowie polyartikulären Beschwerden. Ein Patient zeigte die Tendenz zur Aggravation. Der letzte Patient musste sich wegen Lockerung einem erneuten Endoprothesenwechsel unterziehen. Haas et al. (1995) und Peters et al. (1997) konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen der Implantation von constrained und posterior stabilized Prothesen.

Knee Society Clinical Rating System (Insall):

**Tab. 4.4:** Ergebnisse beim Knieendoprothesenwechsel anhand des Knee Society Clinical Rating System (Insall)

Autor	Jahr	Knee Score (Punkte)		Function Score (Punkte)		Knee Score	Function Score
		präoperativ	NU	präoperativ	NU	Sehr gut und gut (Prozent)	
Hohl et al.	1991	23,1 d	73,8	17,1	40	72	-
		16,2 P	73,3	26,7	22,5	66	-
		23,1 R	73,8	17,1	40	72	-
Elia und Lotke	1991	41	77,6	43	56	75	-
Rosenberg et al.	1991	36	77	8	17	69,4	-
Murray et al.	1994	38	83,7	46,6	64,8	-	-
Ranawat et al.	2000	60	94	58	93	86	-

d – durchschnittlich, P – Primärimplantation, R - Revision

Das Knee Society Clinical Rating System mit seinem Knee und Function Score konnte in unserem Patientengut präoperativ für 24 bzw. 44 und im Rahmen der Nachuntersuchung für 33 bzw. 40 der 50 Patienten bestimmt werden.

Der Knee Score verbesserte sich von 26 auf 75 und der Function Score von 34 auf 56 Punkte. Damit liegen wir in der Mitte der o.g. Ergebnisse anderer Arbeitsgruppen (Tab. 4.4). In den Metaanalysen von Saleh et al. (2002) und Sheng et al. (2004) verbesserte sich der Function Score von 30,4 bzw. 36 auf 57,4 bzw. 59 Punkte. Unser durchschnittlicher Wert im Knee Score lag präoperativ sehr niedrig.

Im Rahmen der Nachuntersuchung hatten wir sehr gute und gute Ergebnisse bei 24 Patienten im Knee Score und bei 14 Patienten im Function Score, wobei die Gruppen in den o.g. Studien (s. Tab. 4.4) unterschiedlich vom Punktwert definiert sind.

#### 4. 2. 4.                    **Klinische Parameter**

##### Schmerz:

Der Schmerz ist in der Regel das wichtigste Kriterium des Patienten für die Einschätzung eines Operationsergebnisses. Der Parameter Schmerz wird immerhin im HSS-Score mit 30 Prozent und im Knee Society Clinical Rating System (Insall) mit 25 Prozent gewichtet.

Bei Friedman et al. (1990) klagten 80 Prozent über mäßigen bis starken Schmerz beim Gehen, während 84 Prozent postoperativ über leichten bis keinen Schmerz berichteten.

Haas et al. (1995) konnten leichten oder keinen Schmerz in Ruhe für 88 Prozent und unter Gehen für 80 Prozent der Patienten postoperativ erzielen. Mäßige Schmerzen bestanden postoperativ in Ruhe für 11 und beim Gehen für 4 Prozent.

Fehring und Griffin (1998) verglichen die Revision von primär zementierten und zementfreien Implantaten. Der Anteil mit wenig oder keinem Ruheschmerz lag in der Zementgruppe bei 90 und in der zementfreien Gruppe bei 95 Prozent postoperativ. Während des Gehens berichteten 91 Prozent der zementfreien Gruppe und 85 Prozent der Zementgruppe über wenig oder keinem Schmerz.

Über die Schmerzlokalisierung oder die Einnahme von Schmerzmitteln machte kein Autor der o.g. Studien (s. Tab. 4.1) Angaben.

Wir nutzten verschiedene Instrumente zur Messung des Schmerzes. Nach der visuellen Analogskala kam es zu einer signifikanten Verbesserung von 8,6 präoperativ auf 3,5 von 10 im Follow-up. Präoperativ klagten 16 von 43 Patienten über ubiquitäre Schmerzen. Daneben waren Schmerzen im Bereich der Patella und des medialen Gelenkspaltes häufig. Postoperativ waren 11 Patienten schmerzfrei. 9 bzw. 10 von 40 Patienten äußerten Schmerzen im Bereich der Patella bzw. des medialen Gelenkspaltes. 36 von 43 Patienten (84 Prozent) beklagten präoperativ starke Schmerzen beim Gehen. Beim Follow-up konnten 27 von 40 Patienten (68 Prozent) mit wenig oder keinem Schmerz gehen. 35 von 40 Befragten (88 Prozent) hatten postoperativ allenfalls leichte Schmerzen in Ruhe. 30 von 37 Patienten nahmen die Schmerzmittel präoperativ ausschließlich wegen der zu wechselnden Knieendoprothese. Bei der Nachuntersuchung waren es nur noch 9 von 29 Patienten. Immerhin fast die Hälfte nahmen bei der Nachuntersuchung wegen einer anderen Ursache Schmerzmittel.

Mobilität:

Haas et al. (1995) zeigten, dass es mit einer Linderung der Schmerzen auch zu einer Verbesserung der Mobilität kommt. Zum Follow-up konnten 30 Prozent unbegrenzt gehen. 18 Prozent gingen 500 bis 1000 Meter und 27 Prozent zwischen 100 und 500 Meter. 17 Prozent konnten nur noch unter 100 Meter gehen. Die meisten Patienten benötigten postoperativ weiterhin Hilfsmittel. Nur 42 Prozent benötigten weder Stütze noch Stock.

Fehring und Griffin (1998) berichteten von 33 Prozent in der zementfreien Gruppe und 45 Prozent der Zementgruppe, die im Follow-up unbegrenzt gehen konnten. 24 bzw. 25 Prozent konnten postoperativ zwischen einem halben und einem Kilometer gehen, 38 bzw. 15 Prozent zwischen 100 und 500 Meter. 5 bzw. 15 Prozent konnten nur unter 100 Meter gehen.

In unserer Studie konnten 16 von 41 Patienten (39 Prozent) über einen Kilometer gehen. 9 Patienten (22 Prozent) gingen zwischen 500 und 1000 Meter, je 8 Patienten (je 20 Prozent) zwischen 100 und 500 Meter bzw. unter 100 Meter. Die Ursache für eine Einschränkung unter 100 Meter war multifaktoriell. Kein Patient war immobil. 19 von 41 Patienten (46 Prozent) benötigten postoperativ keinerlei Hilfsmittel zum Gehen.

Murray et al. (1994) berichteten in ihrer Studie, dass präoperativ 6 von 35 Patienten keine Treppe überwinden konnten. 26 Patienten konnten nur mit Schwierigkeiten Treppensteigen. Bei der Nachuntersuchung waren 4 von 34 Patienten (12 Prozent) nicht zum Treppensteigen in der Lage. 18 Patienten hatten weiterhin Schwierigkeiten.

In unserem Patientengut konnten präoperativ keiner und postoperativ 6 von 40 Patienten (15 Prozent) problemlos Treppensteigen. Für 10 von 44 Patienten war Treppensteigen unmöglich. Zur Nachuntersuchung waren es nur noch 2 von 40 (5 Prozent). Der Großteil der Patienten hatte sowohl prä- als auch postoperativ Probleme beim Treppensteigen.

Beweglichkeit:

Goldberg et al. (1988) erreichten mit einem Wechsel auf ein Total Condylar III - Knie eine durchschnittliche Beweglichkeit von 87 Grad und beim Wechsel auf ein Achsknie nur 66 Grad. Obwohl die Implantation der Achskniegelenke die schlechtesten Scores (modifizierte Mayo Clinic knee rating scale) aufwies, hatten sie eine hervorragende Schmerzreduktion. 14 der 59 nachuntersuchten Kniegelenke (24 Prozent) hatten eine Beweglichkeit von unter 90 Grad.

Friedman et al. (1990) erzielten eine Verbesserung der durchschnittlichen Beugekontraktur von 5 auf 2 Grad. Die durchschnittliche Beugung blieb bei 100 Grad. 24 Prozent konnten jedoch postoperativ nicht bis 90 Grad beugen.

Rand (1991) verbesserte die Beugung zwischen 80 und 130 Grad auf 75 bis 130 Grad. Die Beugekontraktur verbesserte sich von 15 bis –20 (Überstreckbarkeit) auf 20 bis 0 Grad. Durchschnittlich verschlechterte sich die Beugung um 6 Grad, und die Streckung verbesserte sich um 1 Grad.

Bei Rosenberg et al. (1991) konnte sich bei 53 Prozent der Patienten die Beugung verbessern, bei 8 Prozent verschlechterte sie sich postoperativ. 6 der 36 Patienten (17 Prozent) hatten eine Beugekontraktur von bis zu 20 Grad.

Bei Murray et al. (1994) hatten 11 von 40 Kniegelenken präoperativ eine Beugekontraktur von bis zu 70 Grad. Zur Nachuntersuchung fanden sich nur noch 2 Patienten mit einer Beugekontraktur von über 5 Grad.

Haas et al. (1995) hatten ein Patientengut mit einer Beugung zwischen 24 und 120 Grad präoperativ. 48 Prozent konnten über 90 Grad beugen. Postoperativ verbesserte sich die Beugung auf Werte zwischen 48 und 128 Grad. 81 Prozent konnten dabei ihr Knie über 90 Grad beugen. Eine postoperative Beugekontraktur fand sich in 15 Prozent der Fälle mit bis zu 20 Grad.

In der Metaanalyse von Sheng et al. (2004) kam es zu einer Verbesserung der Beweglichkeit von 83 (32 bis 134) auf 95 (51 bis 139) Grad.

Die Beweglichkeit verbesserte sich bei uns von durchschnittlich 88 Grad prä- auf 108 Grad postoperativ (s. Tab. 4.5). Die Beugung konnte sich von 94 auf 110 Grad und die Beugekontraktur von 6 auf 3 Grad verbessern. 5 der 34 klinisch nachuntersuchten Patienten (15 Prozent) hatten bei der Nachuntersuchung eine Beugekontraktur von über 5 Grad, lediglich ein Patient von 15 Grad. Die maximale Beugekontraktur lag präoperativ bei 25 und postoperativ bei 15 Grad. Nur 2 Patienten (6 Prozent) hatten eine Beugung von unter 90 Grad. Die minimale Beugung lag präoperativ bei 35 und postoperativ bei 60 Grad. Ein Patient hatte eine Arthrodesese.

Die Ursachen für postoperative Beuge- und Streckkontrakturen sind mannigfaltig und können intra- und extraartikuläre Ursachen haben. Sie führen jedoch alle zu Verklebungen im Gelenk mit konsekutiven Vernarbungen des M. rectus femoris und des M. vastus medialis bzw. Fibrosierung der Retinakula.

**Tab. 4.5:** Durchschnittliche Kniebeweglichkeit nach Knieendoprothesenwechsel in der Literatur

Autor	Jahr	Beweglichkeit		Beugung		Beugekontraktur	
		Präoperativ	NU	Präoperativ	NU	Präoperativ	NU
Goldberg et al.	1988	80	84	-	-	-	-
Friedman et al.	1990	-	-	100	100	5	2
Hohl et al.	1991	82	96	-	-	-	-
Rand	1991	-	-	108	102	5	4
Elia und Lotke	1991	-	-	93	99	6	3
Rosenberg et al.	1991	-	-	-	98	-	-
Murray et al.	1994	97	101	-	-	-	-
Haas et al.	1995	80	95	-	-	-	-
Ranawat et al.	2000	-	100	-	-	-	-
<b>Unsere Ergebnisse</b>	2003	88	108	94	110	6	3

Stabilität:

Friedmann et al. (1990) beschrieben präoperativ eine a.-p.-Instabilität in 20 und eine mediolaterale Instabilität in 45 Prozent der Fälle. Sie sank postoperativ auf 11 bzw. 20 Prozent.

Rosenberg et al. (1991) konnten in lediglich einem Fall eine Instabilität (mediolateral) im Follow-up finden.

Murray et al. (1994) berichteten über 35 Patienten mit 40 Kniegelenken im Follow-up, von denen je 2 (je 5 Prozent) eine mediale bzw. laterale Instabilität zwischen 10 und 15 mm und 3 (8 Prozent) eine anteriore Instabilität zwischen 5 und 10 mm aufwiesen. Posteriore Instabilitäten gab es nicht. Präoperativ zeigten 19 (9) Kniegelenke eine mediale (laterale) Instabilität über 9 mm und 5 eine anteriore Instabilität über 9 mm.

Haas et al. (1995) berichtet über 19 Prozent symptomatischer Instabilität präoperativ und 1 Prozent postoperativ.

In unserer Studie hatten präoperativ 36 von 48 Kniegelenken (75 Prozent) eine mediolaterale Instabilität, die sich postoperativ auf 20 von 34 (59 Prozent) verbesserte. 15 der nachuntersuchten Gelenke (44 Prozent) hatten bei der Nachuntersuchung eine Instabilität zwischen 6 und 9 Grad. 11 von 26 Kniegelenken (42 Prozent) zeigten präoperativ eine anteriore Instabilität zwischen 5 und 10 mm, zur Nachuntersuchung waren

es 15 von 33 (45 Prozent). Die mediolaterale Instabilität konnte sich signifikant verbessern, die anteriore Instabilität nicht.

#### Gang:

Zum Gang wurden in den o.g. Studien keine Angaben gemacht.

9 der 34 klinisch nachuntersuchten Patienten (26 Prozent) konnten bei unserer Nachuntersuchung ohne Hilfsmittel flüssig gehen. 7 Patienten (21 Prozent) hinkten lediglich auf der Gegenseite. Präoperativ mussten über 50 Prozent der Patienten stark oder mäßig an ihren Hilfsmitteln hinken. Postoperativ waren es nur 25 Prozent der Nachuntersuchten, von denen der Großteil keine Hilfsmittel benötigte.

#### Schwell- und Ergussneigung, subjektive Instabilität und Bewegungseinschränkung, Muskelkraft:

Es existieren keine Angaben in den o.g. Studien.

#### Orthopädische Begleiterkrankungen:

Rand (1991) berichtete über 16 von 19 Patienten, die präoperativ andere Gelenkerkrankungen der unteren Extremität aufwiesen, insbesondere der Gegenseite. 10 der 19 Patienten hatten beidseitig Knieprothesen.

Rosenberg et al. (1991) fanden bei 36 Patienten präoperativ 9 unauffällige gegenseitige Kniegelenke, 4 hatten gegenseitig eine unauffällige Knieprothese, 3 beeinträchtigende Kniebeschwerden auf der Gegenseite, und 20 Patienten waren aufgrund polyartikulärer Beschwerden deutlich eingeschränkt.

In unserem Patientengut hatten 16 von 44 präoperativ und 22 von 42 zum Nachuntersuchungszeitpunkt mäßige bis starke Kreuzschmerzen. Über die Hälfte der Patienten hatte an beiden Hüftgelenken keine Beschwerden. 8 bzw. 10 Prozent wurden bereits endoprothetisch versorgt. Im Bereich des gegenseitigen Kniegelenkes klagten nur 8 der 43 befragten Patienten bei der Nachuntersuchung über keinerlei Beschwerden. 10 Patienten hatten mäßige bis starke Beschwerden. 20 Patienten waren bereits endoprothetisch versorgt.

#### 4. 2. 5. Radiologischer Verlauf

##### Komponentenposition und Lockerungswahrscheinlichkeit:

Goldberg et al. (1988) fanden bei 44 Prozent der Kniegelenke Lysesäume fast ausschließlich tibial. 38 Prozent davon waren progredient. Strenge Beziehungen zu Schmerz mit evtl. Durchführung einer Revision konnten nicht gefunden werden. Sie fanden jedoch bei 42 Prozent der Kniegelenke mit schlechter Beinachse oder Komponentenposition schlechte Ergebnisse bzw. Revisionen.

Bei Friedman et al. (1990) konnten für 78 der 137 Kniegelenke vollständige radiologische Verläufe untersucht werden. Postoperativ zeigte die a.-p.-Position der Femurkomponente  $\alpha$  durchschnittlich 96 (85-103) Grad und der Tibiakomponente  $\beta$  durchschnittlich 89 (80-97) Grad. Die seitliche Position der Tibiakomponente betrug 90 (80-103) Grad. Tibial fanden Friedman et al. in 61 Prozent der Fälle Lysesäume. 3 Fälle hatte durchgehende Säume, wovon 2 asymptomatisch waren und 1 Patient revidiert werden musste. Für alle anderen waren die Säume inkomplett unter 1 mm und nicht progredient. Femoral konnte man bei 24 Prozent Lysesäume nachweisen, die ebenfalls unvollständig unter 1 mm waren und keine Progredienz zeigten. Die Beinachse verbesserte sich durchschnittlich von 4,5 Grad Valgus (15 Grad Varus bis 20 Grad Valgus) auf 6,8 Grad Valgus (5 Grad Varus bis 17 Grad Valgus). Der Anteil derer mit physiologischer Beinachse (6-10 Grad Valgus) stieg von präoperativ 10 auf postoperativ 22 Prozent.

Hohl et al. (1991) berichtete über eine Beinachse von 2 bis 10 Grad Valgus in 78 Prozent der Fälle, wobei die Versager ausgegrenzt wurden. 15 Prozent waren in einer Varusfehlstellung bis zu 15 Grad. Lysesäume fanden sich in 41 Prozent der femoralen, 44 Prozent der tibialen und 14 Prozent der patellaren Komponenten. Die Lysesummen lagen femoral und tibial unter 8mm. Auch hier wurden die Werte der Versager nicht einbezogen. Bei Rand (1991) verbesserte sich die Beinachse durchschnittlich von 3 Grad Varus (20 Grad Varus bis 40 Grad Valgus) auf 3 Grad Valgus (4 Grad Varus bis 8 Grad Valgus). 33 Prozent hatten femoral und 52 Prozent tibial Lysesäume.

Elia und Lotke (1991) erreichten eine durchschnittliche Beinachse von 4,4 Grad Valgus (0-12 Grad Valgus). 52 Prozent wiesen Lysesäume von 1 mm und mehr auf. Nur 1 Knie zeigte Säume von mehr als 2mm, die progredient waren. Sie beschrieben eine varische Tibiakomponentenimplantation von 1 bis 9 Grad in 50 Prozent der radiologisch

nachuntersuchten Fälle (83 Prozent des Gesamtkollektivs). Die femorale Komponente war in 73 Prozent der Fälle in leichter Beugung implantiert. Der Wert lag durchschnittlich bei 5,1 (2-12) Grad. Die Beinachse lag durchschnittlich bei 4,3 Grad Valgus. Lysesäume über 2 mm traten in 60 Prozent auf. Mehr als 75 Prozent entfielen auf die tibiale Komponente. Progredienz trat ausschließlich tibial in 17 Prozent auf, ohne das klinisch ein Anhalt für Lockerung bestand.

Haas et al. (1995) verbesserten die durchschnittliche Beinachse von 2 Grad Varus auf 5,5 Grad Valgus. Alle Spongiosaplastiken waren integriert. Lysesäume wurden in 33 Prozent femoral, 64 Prozent tibial und 30 Prozent patellar gefunden. Sie waren meist 1 bis 2 mm dick und nicht progressiv. 1 Prozent femoral und 3 Prozent tibial waren durchgehend und progredient ohne Bezug zum klinischen Ergebnis. Sklerosestreifen fanden sich an 67 Prozent der femoralen und 69 Prozent der tibialen Stielverlängerungen meist mit bis zu 2 mm Dicke. Auch hier gab es keine Korrelation zum Knee Score.

Peters et al. (1997) verbesserten die Beinachse von 0,3 Grad Varus (27 Grad Varus bis 32 Grad Valgus) auf 3 Grad Valgus (8 Grad Varus bis 8 Grad Valgus). Die Femurkomponente befand sich durchschnittlich in 4,3 Grad Valgusposition (2 Grad Varus bis 18 Grad Valgus) und in 4,7 Grad Beugung (6 Grad Streckung bis 14 Grad Beugung). 5 Prozent waren in mehr als 5 Grad Streckung und 48 Prozent in mehr als 5 Grad Beugung implantiert. Die Tibiakomponenten befanden sich in 56 Prozent der Fälle in einer varischen Position von 1 bis 10 Grad. 9 Prozent wurden in einer Valgusstellung zwischen 1 und 4 Grad implantiert. Der Rest war in Neutralstellung. Die durchschnittliche Position lag bei 89 Grad. In der seitlichen Ansicht lag die tibiale Komponente durchschnittlich bei 87 Grad (85 bis 94 Grad). Lysesäume fanden sich überwiegend im medialen und anterioren Anteil der Tibiakomponente (58 bzw. 46 Prozent) sowie im anterioren Anteil der Femurkomponente (44 Prozent). Kein Knie zeigte im Follow-up progrediente oder durchgehende Lysesäume. Im Bereich der femoralen Stielverlängerungen zeigten sich bei Press-fit-Implantationen (6 von 7 Stiele mit 15 mm Lysensumme) signifikant mehr Lysen als bei Zementierung (3 von 19 Stielen mit 6 mm Lysensumme). Bei den tibialen Stielverlängerungen gab es diesbezüglich keine Unterschiede. 2 von 6 tibialen Stielen mit Zementierung zeigten 9mm Lysen, und 4 von 7 tibialen Stielen mit Press-fit-Verankerung wiesen 10 mm Lysen auf. Auch Peters et al. (1997) fanden keine signifikante Korrelation zwischen Lysen und klinischem Ergebnis.

In unserem Patientengut erreichten wir unmittelbar postoperativ und im Follow-up eine Beinachse von durchschnittlich 5 Grad Valgus (0 bis 10 Grad bzw. 0 bis 12 Grad). Die durchschnittlichen Winkel  $\alpha$  und  $\gamma$  zur Beschreibung der Femurkomponente sowie  $\beta$  und  $\delta$  zur Beschreibung der Tibiakomponente in der a.-p.- und seitlichen Ansicht änderten sich im Vergleich postoperativ zum Follow-up nicht. Die Femurkomponente befand sich durchschnittlich in 6 Grad Valgusposition (1 bzw. 2 Grad bis 13 bzw. 14 Grad Valgus) und in 1,3 bzw. 1,9 Grad Beugung (12 bzw. 10 Grad Streckung bis 8 bzw. 7 Grad Beugung). 2 bzw. 3 Prozent waren in mehr als 5 Grad Streckung und 13 bzw. 10 Prozent in mehr als 5 Grad Beugung implantiert. Die Tibiakomponenten befanden sich in 62 Prozent der Fälle in einer varischen Position von 1 bis 6 bzw. 8 Grad. 27 bzw. 28 Prozent wurden in einer Valgusstellung zwischen 1 und 3 bzw. 5 Grad implantiert. Der Rest war in Neutralstellung. Die durchschnittliche Position lag bei 89 Grad. In der seitlichen Ansicht lag die tibiale Komponente durchschnittlich bei 86 Grad (76 bis 93 Grad). Die Lysesäume waren im Vergleich unmittelbar postoperativ zum Follow-up progredient. Sie wurden in 53 bzw. 90 Prozent femoral, 45 bzw. 87 Prozent tibial a.-p., 43 bzw. 87 Prozent tibial seitlich und 14 bzw. 34 Prozent patellar gefunden. Durchschnittlich fanden sich in der Nachuntersuchung 4 mm Lysen femoral, 3 mm tibial a.-p., 2 mm tibial seitlich und 0,4 mm patellar.

4 femorale und 2 tibiale Komponenten wurden im Verlauf durch das Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System anhand der Migration der Komponenten und des Ausmaßes der Lysen als lockerungswahrscheinlich identifiziert. Eine radiologisch lockerungswahrscheinliche femorale Komponente zeigte jedoch klinisch keinen Anhalt für Lockerung. Alle Patellaonlays waren unauffällig.

Untersuchungen der Patellastellung erfolgten in den o.g. (s. Tab. 4.1) Studien nicht. Unsere radiologisch nachuntersuchten Fällen (39 Kniegelenke) zeigten 1 Patella alta (3 Prozent) und 8 mal eine Patella baja (20 Prozent).

#### **4. 2. 6. Komplikationen und Revisionseingriffe**

Goldberg et al. (1988) beschrieben bei 65 Revisionen 3 tiefe Infektionen (5 Prozent) und 6 Wundheilungsstörungen (9 Prozent). In der Achskniegruppe gab es 2 nichtversorgungspflichtige Patellafrakturen und 1 konservativ behandelte Femurschaftfraktur (5 Prozent). 10 Kniegelenke (15 Prozent) mussten revidiert werden. 3

davon wurden wegen Instabilität revidiert, 2 von ihnen erhielten eine Arthrodesse und ein Knie fusionierte nach durchlaufener Infektion. 1 Patient erhielt in zweiter Sitzung erfolgreich ein Patellaonlay. Die einzigste Revision mit einer posterior stabilized Prothese war durch femoropatellare Beschwerden bedingt. Es erfolgte zunächst ein Wechsel des Patellaonlays mit lateral release und Tuberositasversetzung. Die Prothese wurde schließlich auf ein Total Condylar III gewechselt mit befriedigendem Ergebnis. Ein Knie wurde auf ein Achsknie gewechselt. Ein Knie verbesserte sich trotz Patellektomie nicht. Ein Knie wurde konservativ bei tiefer Wundinfektion behandelt, weil der Patient in eine Prothesenentfernung nicht einwilligte.

Friedman et al. (1990) hatten bei 137 Kniegelenken 8 aseptische Lockerungen (6 Prozent) mit Revision. Die Hälfte davon waren tibial gelockert, alle wiesen eine Beinachse von mehr als 10 Grad Varus auf. 2 Kniegelenke zeigten wegen einer schlechten Weichteilbalancierung und 1 Knie wegen Ruptur des hinteren Kreuzbandes eine starke Instabilität. Daneben trat eine Fraktur der femoralen Komponente auf. Die Versagerrate mit erforderlicher Revision betrug 5,8 Prozent. 6 Patienten mussten zweimal und 1 Patient dreimal revidiert werden.

Hohl et al. (1991) hatten bei 61 Kniegelenken 3 Versager (9 Prozent): Eine Patientin hatte 6 Monate nach dem Wechsel einen Infekt mit zweizeitigen Ausbau und erneuter Implantation. Anschl. traten Wundheilungsstörungen und ein erneuter Infekt auf, so dass zunächst eine Arthrodesse und später eine Oberschenkelamputation erforderlich wurde. Auch der zweite Patient erhielt nach mehrfachen Endoprothesenwechsel mit abschließender Patellasubluxation und Dislokation der Tibiakomponente eine Arthrodesse. Der dritte Patient wurde wegen Lockerung der Tibiakomponente erfolgreich nochmals gewechselt. Daneben traten folgende Komplikation auf: 2 Peroneusverletzungen, die sich vollständig zurückbildeten, 3 Narkosemobilisationen (5 Prozent), 1 Phlebitis, 1 akute Cholecystitis, 1 obere Gastrointestinalblutung, 1 Decubitalulkus, 1 intraoperative Fraktur durch die femorale Prothesenspitze, 2 oberflächliche Wundinfektionen (3 Prozent; eine operativ revidiert) und 1 tiefe Wundinfektion mit erfolgreicher Revision ohne Implantatausbau (2 Prozent). Die Rate tiefer Infektion lag insgesamt bei 6 Prozent.

Rand (1991) beschreibt bei seinen 21 Prothesen 2 atraumatische Patellafrakturen, 1 Patellasehnenruptur, 1 Wundheilungsstörung, 1 oberflächliche sowie eine tiefe Wundinfektion (mit erforderlicher Oberschenkelamputation) und 1 Pseudarthrose bei

präoperativ bestandener suprakondylärer Femurfraktur mit erforderlichen Wechsel auf eine langstiellige Femurkomponente. Die Patienten mit den Patellafrakturen und der Patellasehnenruptur wiesen postoperativ Streckdefizite von bis zu 45 Grad auf.

Bei Elia und Lotke (1991) betrug die Komplikationsrate der 40 Kniegelenke 30 Prozent. Postoperative Wundheilungsstörungen traten bei 4 Kniegelenken auf. 2 heilten konservativ aus, 2 mussten mit einer Gastrocnemiuslappenplastik versorgt werden. Eine oberflächliche Wundinfektion heilte konservativ aus. Ein Patient erhielt bei ausgeprägter Narbenbildung im Streckapparat eine offene Adhäsiolyse. Er erreichte eine Beugung von 80 Grad 2 Jahre postoperativ. 1 Patient zog sich bei einem Sturz eine periprothetische Fraktur im Femur zu, die mit einer Stielverlängerung versorgt wurde.

Rosenberg et al. (1991) mit 36 Kniegelenken hatten 1 oberflächliche Wundinfektion mit Wunddebridement, 1 tiefe Venenthrombose und 1 Lungenembolie mit Antikoagulanzen Therapie sowie 1 Schlaganfall mit leichter Hemiparese. 4 Patienten mit Hämarthros wurden durch Punktion und in einem Fall durch Arthroskopie behandelt. 2 Kniemanipulationen wurden durchgeführt, bei einer trat eine Femurfraktur auf, die konservativ versorgt wurde. 4 Patienten hatten eine Patellasubluxation, die jedoch in keinem Fall revidiert wurde. 1 Neurinom wurde exzidiert und 1 metal-backed patella revidiert.

Bei Murray et al. (1994) mit 40 Kniegelenken gab es 1 Kniemanipulation, 1 revidierte oberflächliche Wundinfektion und 1 tiefe Wundinfektion ohne bisherige Revision.

Haas et al. (1995) hatten 13 Prozent Komplikationen: 1 intraoperative Fraktur der lateralen Femurkondyle, 1 traumatische Patellasehnenruptur, 2 Wundheilungsstörungen (1 Gastrocnemiuslappenplastik), 1 Patellektomie bei Patellabeschwerden, 1 Schraubenlockerung mit Revision, 1 Wundinfektion an der Beckenkammspanentnahme des Autografts, 1 Pneumonie, 1 Arthrofibrose mit 4 Manipulationen und 1 daraus resultierender Abriss der Tuberositas tibiae.

Peters et al. (1997) verweist auf 3 Komplikationen in 57 Fällen, die alle den Streckapparat betrafen: 1 Patellektomie bei Versagen einer metal-backed Patella mit schlechtem Ergebnis, 1 persistierender Patellaschmerz bei endoprothetisch unversorgter, sehr dünner Kniescheibe, 1 Patellasehnenruptur 6 Monate postoperativ mit erfolgreicher Revision.

In der Metaanalyse von Saleh et al. (2002) zeigte sich eine Gesamtkomplikationsrate von 26,3 Prozent sowie eine Komplikationsrate bezüglich der revidierten Kniegelenke von 12,9

Prozent . Sheng et al. (2004) berichten in ihrer Metaanalyse über Lockerung (18 Prozent), Instabilität (16 Prozent), Infektion (16 Prozent), Patellaprobleme (15 Prozent), Schmerz unklarer Ursache (13 Prozent), Fraktur (9 Prozent) und Bewegungseinschränkung („Steifheit“, 6 Prozent).

In unserem Patientengut hatten wir bei 20 der 50 Patienten Komplikationen während des stationären Aufenthaltes: u.a. 5-mal prolongierte Mobilisation, 5-mal Hämatome, 4-mal Wundheilungsstörungen und 3-mal starkes Bewegungsdefizit. Bei 23 Prozent der gekoppelten, 41 Prozent der ungekoppelten und 44 Prozent der unikondylären Prothesen kam es nach deren Wechsel zu stationären Komplikationen. 65 Prozent aller stationären Komplikationen waren auf den Endoprothesenwechsel bezogen. Auch bei den endoprothesenbezogenen stationären Komplikationen lagen die unikondylären Schlitten mit 38 Prozent vorn. 2 der 3 Patienten mit starkem Bewegungsdefizit entwickelten bis zur Nachuntersuchung eine gute Beweglichkeit, ein Patient entwickelte eine ausgeprägte Arthrofibrose. Der Sinn einer frühen Narkosemobilisation bei Bewegungsdefizit ist in der Literatur umstritten (Gollwitzer et al., 2006) und wird auch durch diese Ergebnisse bestätigt. Allgemeine Komplikationen waren am häufigsten Harnwegsinfekte und Durchgangssyndrome.

Bei 17 Patienten traten im Langzeitverlauf Komplikationen auf: 6-mal Arthrofibrose, 4-mal Wundheilungsstörung, 3-mal Endoprotheseninfekt, 2-mal Instabilität etc.. Bei 38 Prozent der gekoppelten, 41 Prozent der ungekoppelten und 19 Prozent der unikondylären Prothesen kam es nach deren Wechsel zu Langzeitkomplikationen. Die Patienten mit Endoprotheseninfekt wiesen bereits 2 bis 5 Eingriffe nach Primärimplantation auf. 2 von ihnen hatten einleitend Wundheilungsstörungen, die chronisch-rezidivierend verliefen. Ursächlich können eine kritische Durchblutungssituation im Bereich der Narbe und ein evtl. bereits präoperativ bestandener Infekt mit blander Klinik sein. Bei einem Patient trat der Infekt erst nach 2 Jahren auf, so dass von einer hämatogenen Streuung auszugehen ist. Insgesamt mussten bei 17 Patienten 36 Revisionseingriffe durchgeführt werden. Die häufigsten Eingriffe waren 4 plastische Deckungen sowie je 3 Knie-TEP-Wechsel, Explantationen (Resektionsknie), Komponentenwechsel und arthroskopische Arthrolysen. Die arthroskopischen Arthrolysen konnten nur bei einem von 3 Fällen eine adäquate

Besserung bringen. Auch Johnson (1991) und Thorpe et al. (1990) waren bei fortgeschrittenen Arthrofibrosen wenig erfolgreich mit arthroskopischen Arthrolysen.

#### 4. 3. Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Aufgabe dieser Studie war es, die Ergebnisse der Revisionsendoprothetik mit dem Modularsystem PFC® (Sigma) in unserem Hause aufzuarbeiten.

In den Metaanalysen von Saleh et al. (2002) und Sheng et al. (2004) zeigen sich die verarbeiteten Studien als defizitär, insbesondere bezüglich Studiendesigns und Langzeitergebnissen.

Um einen Vergleich mit der internationalen Literatur zu ermöglichen, verwendeten wir die 2 am häufigsten verwendeten Scores zur Beurteilung von Knieendoprothesen, den HSS-Score und das Knee Society Clinical Rating System (Insall-Score). Leider konnten wir aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie nur für 72 Prozent der Patienten präoperativ und für 66 Prozent der Patienten im Follow-up den HSS-Score ermitteln. Das Knee Society Clinical Rating System mit seinem Knee und Function Score konnte präoperativ für 48 bzw. 88 und im Rahmen der Nachuntersuchung für 66 bzw. 80 Prozent bestimmt werden.

Der HSS-Score verbesserte sich in unserem Patientengut signifikant von 44 auf 73 Punkte. 73 Prozent der Patienten, für die der HSS-Score ermittelt werden konnte, hatten bei der Nachuntersuchung einen guten und ausgezeichneten Score. Damit liegen wir mit den prä- und postoperativen Ergebnissen im Bereich anderer Autoren, die den HSS-Score für ihre Untersuchung nutzten. Lediglich bei Rand (1991) konnten nur 48 Prozent gute und ausgezeichnete Ergebnisse erreicht werden, wobei präoperativ 90 Prozent aller Patienten als schlecht klassifiziert wurden.

Im Knee Society Clinical Rating System (Insall) verbesserten sich bei uns der Knee Score von 26 auf 75 und der Function Score von 34 auf 56 Punkte jeweils signifikant. Der Knie-Score war bei 73 Prozent gut und sehr gut. Ein Vergleich mit den anderen Autoren ist erschwert, da in der Originalarbeit des Knee Society Clinical Rating System keine

Klassifizierung angegeben wurde und die Prädikate bei den verschiedenen Autoren mit unterschiedlichen Punktwerten belegt werden. In unserem Patientengut sind die präoperativen Werte im Vergleich zu den anderen Autoren sehr niedrig. Die postoperativen Werte liegen im mittleren Bereich.

Allgemein werden in der Literatur in 50 bis 95 Prozent gute Ergebnisse bei Knieendoprothesenwechseln angegeben, wobei insgesamt unter Kombination aller Ergebnisse durchschnittlich 71 Prozent gute bis ausgezeichnete Resultate erzielt werden können (Jerosch und Heisel, 1999). Wir erreichten sowohl im HSS- als auch im Knee Score in 73 Prozent gute und ausgezeichnete Ergebnisse. Kritisch ist zu sehen, dass wir leider nur retrospektiv für einen Teil der Patienten die Scores ermitteln konnten. Trotzdem waren 81 Prozent der Befragten mit dem Ergebnis zufrieden und sehr zufrieden.

Damit führt die Revisionskniealloarthroplastik nicht zu den gleich guten Ergebnissen wie die Primäralloarthroplastik, die in über 90 Prozent der Fälle gute und ausgezeichnete Ergebnisse erzielt. Dabei sind die Ergebnisse der Revisionskniealloarthroplastik von vielen Faktoren abhängig, wie Wechselindikation, primärer Implantattyp, Ausmaß der Knochenverluste, Weichteilsituation, Operationstechnik und Revisionsmodell, Erfahrung des Operateurs, Rehabilitation sowie Messinstrumenten zur Beurteilung der Resultate. HSS-Score und Knee Society Clinical Rating System erfassen Lebensqualität, allgemeinen Gesundheitszustand und Begleiterkrankungen nicht. Sie werden auch kaum in der Literatur berücksichtigt.

In unserem Patientengut lag das Durchschnittsalter präoperativ bei 69 Jahren. In der Literatur wird durchschnittlich die 7. Lebensdekade als Alter für eine Wechseloperation angegeben. Frauen überwogen auch in unserer Studie. Das untersuchte Kollektiv schwankte in den Studien zwischen 21 und 137. Das durchschnittliche Follow-up betrug zwischen 3 und 6 Jahren. Von den 50 Knieendoprothesenwechseln, die zwischen 1995 und 2000 in unserer Klinik durchgeführt wurden, konnten 68 Prozent persönlich nachuntersucht und 16 Prozent telefonisch befragt werden.

3 Patienten (6 Prozent) waren bereits verstorben. Die Quote derer, die zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits verstorben waren, lag in einigen Studien bei 14 bis 18 Prozent (Hohl et al., 1991; Goldberg et al., 1988; Rosenberg et al., 1991). Somit kommt dem allgemeinen Gesundheitszustand wesentliche Bedeutung zu. 66 Prozent unserer

Patienten waren anhand des body mass index präoperativ übergewichtig (BMI durchschnittlich 30 kg/m<sup>2</sup>). Angaben zur Übergewichtigkeit und zu Allgemeinerkrankungen gibt es in der Literatur über Knieendoprothesenwechsel nicht. Über den Einfluss von Übergewichtigkeit auf die Implantation einer primären Knieendoprothese wird kontrovers diskutiert (Spicer et al., 2001; Windelboe et al., 2003; Amin et al., 2006). 70 Prozent unserer Patienten hatten leichte und 26 Prozent hatten schwere Allgemeinerkrankungen. Herz-Kreislaufkrankungen lagen an erster Stelle.

In unserem Patientengut wurden 52 Prozent wegen aseptischer Lockerung gewechselt, in der Literatur macht der Anteil bis zu 80 Prozent aus. Aufgrund des hohen Anteiles unikondylärer Schnitten wurden immerhin 14 Prozent wegen fortgeschrittener Arthrose der anderen Kompartimente gewechselt. In einigen Studien wurden ausschließlich Wechsel unikondylärer Prothesen untersucht (Barret und Scott, 1987; Lai und Rand, 1991), aber auch sie lieferten nur 66 bis 81 Prozent gute oder ausgezeichnete Ergebnisse. Weitere Indikationen waren Instabilität sowie Implantatverschleiß oder Implantatbruch. Aufgrund oft multifaktorieller Gründe für den Endoprothesenwechsel schwanken die Indikationen neben der Lockerung in der Literatur sehr. Rand (1991) beschreibt 43 Prozent Instabilität, Friedman et al. (1990) und Ranawat et al. (2000) 13 bzw. 14 Prozent Patellaprobleme, Rosenberg et al. (1991) sogar 42 Prozent Infektionen. Rand (1993) zeigte, dass Revisionseingriffe bei Schmerzen ohne bekannte Ätiologie nicht erfolgreich seien und unbedingt vermieden werden müssen.

Die Standzeiten der gekoppelten und ungekoppelten Prothesen betragen bei uns knapp 6 Jahre, bei den unikondylären Schlitten 7,5 Jahre. Friedman et al. (1990), Elia und Lotke (1991) und Haas et al. (1995) berichten über Standzeiten der gewechselten Prothesen von 4 bis 5,3 Jahren. Bereits Herzog und Morscher (1991) wiesen 28 Prozent der Fehlschläge als chirurgisches Defizit aus. Insbesondere schlechtes Prothesenalignment, Bandinstabilität und ggf. schlechte Zementiertechnik führen zum frühzeitigen Versagen einer Knieprothese. Der Anteil von Patienten mit Rheumatoider Arthritis beträgt in unserem Patientengut lediglich 4 Prozent. In anderen Studien liegt er zwischen 17 und 40 Prozent (Peters et al., 1997; Rosenberg et al., 1991; Murray et al., 1994; Goldberg et al., 1988). Die Anzahl der Voroperationen seit Primärimplantation der Endoprothese lag bei uns zwischen 1 und 5. Bei Friedman et al. (1990) betrug die präoperative Revisionsanzahl höchstens 3.

Revisionseingriffe mit der Total Condylar III - Prothese als „constrained“ Prothese gewährleisteten gute und ausgezeichnete Ergebnisse zwischen 44 und 72 Prozent (Bush et al., 1989; Donaldson et al., 1988; Rand, 1991; Hohl et al., 1991). Rand (1993) kommt zu dem Schluss, dass gekoppelte Implantate nur bei fehlender Seitenbandinstabilität zum Einsatz kommen sollten. Implantationen von Oberflächenersatzprothesen als Revisionsprothese liefern 63 bis 89 Prozent gute und ausgezeichnete Ergebnisse (Friedman et al., 1990; Insall und Dethmers, 1982). Haas et al. (1995) und Ranawat et al. (2000) setzten Modularsysteme ein, um einerseits Knochenverluste, andererseits Bandinstabilitäten zu kompensieren. Dabei gibt es die Möglichkeit, den Kopplungsgrad zu variieren. Sie erreichten damit 83 bzw. 86 Prozent gute und ausgezeichnete Ergebnisse. Der HSS-Score lag bei Haas et al. (1995) durchschnittlich bei 76 Punkten. Ranawat et al. (2000) benutzten das Knee Society Clinical Rating System (Insall). Dabei erzielten sie im Knee Score 94 und im Function Score 93 Punkte. Obwohl wir einen HSS-Score von nur durchschnittlich 3 Punkten weniger als Haas et al. (1995) hatten, zeigten nur 73 Prozent unserer Patienten gute und ausgezeichnete Ergebnisse. Der Knee Score mit 75 und der Function Score mit 56 Punkten lag jeweils deutlich unter den Ergebnissen von Ranawat et al. (2000).

In unserem Patientengut wurden 32 Prozent unikondyläre Schlitten, 26 Prozent gekoppelte sowie 38 Prozent bi- oder trikompartimentelle Prothesen niedrigeren Kopplungsgrades gewechselt. Elia und Lotke (1991) beschrieben in 55 Prozent ihrer Fälle große Knochendefekte, so dass sie Stielverlängerungen und zum Teil sogar „custom-made“-Prothesen einsetzen mussten. Bei uns traten in 56 Prozent der Fälle große Defekte entsprechend Grad 2 nach der AORI-Klassifikation auf. Bei der Entfernung der gekoppelten Prothesen traten beidseitige Defekte 2. Grades (2b) in 62 Prozent femoral und in 46 Prozent tibial auf. Bei ungekoppelten Prothesen waren es 53 Prozent mit Grad 2b femoral und 82 Prozent Grad 1b tibial. Insgesamt waren außer bei den unikondylären Schlitten die knöchernen Defekte im Bereich der Tibia geringer.

Haas et al. (1995) nutzten mit Ihrem Modularsystem in knapp über 30 Prozent der Fälle Augmentationen sowohl femoral als auch tibial. Wir verwendeten die Augmentationen fast ausschließlich bei Defekten Grad 2 nach der AORI-Klassifikation femoral in 38 Prozent und tibial in 20 Prozent der Fälle. Haas et al. (1995) und Peters et al. (1997) nutzten Stielverlängerungen, bei 58 Prozent femoral (davon 68 Prozent zementiert) und bei 32

Prozent tibial (davon 50 Prozent zementiert). Stielverlängerungen kamen in unserer Klinik bei 66 Prozent femoral und 60 Prozent tibial zum Einsatz. Sie fanden fast immer bei Knochendefekten Grad 2 Anwendung. Zementfreie Verlängerungen überwogen. Peters et al. (1997) verwendeten Allografts bei 9 Prozent der Revisionen. Insgesamt wurden Spongiosaplastiken immer populärer (Friedman et al., 1990; Hohl et al., 1991; Elia und Lotke, 1991). Sie zeigten im Verlauf eine gute knöcherne Integration (Lazovic und Wirth, 1992). Wir führten wie bei Lazovic und Wirth (1992) in 60 Prozent der Fälle eine Spongiosaplastik durch. Dabei wurde in 63 Prozent ausschließlich homologes Material verwendet.

Der Bedarf an Blutprodukten lag im Vergleich zu Jerosch et al. (1994) niedriger. Während Jerosch et al. (1994) als durchschnittlichen Gesamtbedarf 1,19 +/-1,47 Erythrozytenkonzentrate und 0,94 +/-1,53 Plasmaeinheiten angaben, benötigten wir durchschnittlich 0,18 Erythrozytenkonzentrate beim Wechsel eines unikondylären Schlittens und 0,24 Erythrozytenkonzentrate beim Wechsel von bi-/trikompartimentellen Prothesen. Plasmaeinheiten gaben wir nicht.

Viele Autoren setzten wie wir CPM routinemäßig ein (Peters et al., 1997; Haas et al., 1995; Rosenberg et al., 1991). Peters et al. (1997) mobilisierten ihre Patienten mit Teilbelastung an Stützen oder einem Gehwagen für 6 Wochen. Wir konnten unsere Patienten zu 54 Prozent routinemäßig mit einer zweiwöchigen Teilbelastung des operierten Beines nachbehandeln. Bei kritischer Weichteil- oder Knochensituation wurde wie bei Goldberg et al. (1988) restriktiver nachbehandelt.

Aufgrund der nur unvollständig erhobenen Scores in unserem Patientengut war es um so wichtiger, die klinischen Parameter mit der Literatur zu vergleichen.

Bei unserem Follow-up konnten 68 Prozent mit wenig oder keinem Schmerz gehen und 88 Prozent hatten postoperativ allenfalls leichte Schmerzen in Ruhe. Bei Friedman et al. (1990), Haas et al. (1995) sowie Fehring und Griffin (1998) waren es 80 bis 91 Prozent, die postoperativ über leichte bis keine Schmerzen beim Gehen berichteten. 84 bis 95 Prozent hatten leichte oder keine Ruheschmerzen. Somit war der Anteil der Patienten mit relevanten Belastungsschmerzen in unserem Kollektiv höher. Trotzdem verbesserte sich

die Schmerzintensität nach visueller Analogskala signifikant von 8,6 präoperativ auf 3,5 im Follow-up. Hauptschmerzlokalisationen waren Patella mit 22 Prozent und medialer Gelenkspalt mit 25 Prozent. Die Hälfte der Patienten mit Patelliaschmerz zeigte radiologisch eine Patella baja. 28 Prozent der Nachuntersuchten nahmen keinerlei Schmerzmittel. 38 Prozent nahmen Schmerzmittel ausschließlich wegen anderer Beschwerden.

Durch die Verbesserung der Schmerzsymptomatik kam es in unserer wie auch in anderen Studien zu einer Verbesserung der Mobilität. Die Verbesserung der Gehstrecke war signifikant. 39 Prozent unserer Nachuntersuchten konnten über einen Kilometer gehen, 22 Prozent sogar unbegrenzt. Bei Haas et al. (1995) waren es 30 Prozent und bei Fehring und Griffin (1998) 33 bzw. 45 Prozent (zementfrei vs. zementiert), die unbegrenzt gehen konnten. Beide Gruppen nutzten den HSS-Score als Messinstrument, die Kategorie „über einen Kilometer gehen“ gibt es dabei nicht. Der Anteil, derer die zwischen 500 und 1000 Meter gehen konnten, lag bei Haas et al. (1995) bei 18 und bei Fehring und Griffin (1998) bei 24 bzw. 25 Prozent. In unserem Patientengut waren es 22 Prozent. 20 Prozent konnten nur unter 100 Meter gehen. Bei Haas et al. (1995) waren es 17 Prozent und bei Fehring und Griffin (1998) 5 bzw. 15 Prozent. Somit war die postoperative Gehleistung in unserem Patientengut vergleichbar mit den beiden anderen Studien. Lediglich 46 Prozent unserer Patienten benötigten postoperativ keinerlei Hilfsmittel zum Gehen. Auch bei Haas et al. (1995) waren 42 Prozent weiterhin auf Hilfsmittel zum Gehen angewiesen.

Bei Murray et al. (1994) hatten 53 Prozent postoperativ weiterhin Beschwerden beim Treppensteigen. In unserem Kollektiv waren es 80 Prozent. Die Verbesserung des Treppensteigens war nicht signifikant. Eine Verbindung zum allgemeinen Gesundheitszustand lässt sich vermuten.

Die präoperative Beugung betrug bei Elia und Lotke (1991) 93 Grad, bei Friedman et al. (1990) 100 Grad und bei Rand (1991) 108 Grad. Die präoperative Beugekontraktur betrug bei Friedman et al. (1990) und bei Rand (1991) 5 Grad, bei Elia und Lotke (1991) 6 Grad. Bei uns lag die Beugung durchschnittlich bei 94 Grad, die Beugekontraktur durchschnittlich bei 6 Grad. Die präoperative Gesamtbeweglichkeit lag bei uns bei 88 Grad und lässt sich somit in die Angaben von Goldberg et al. (1988), Hohl et al. (1991), Murray et al. (1994) und Haas et al. (1995), die zwischen 80 und 97 Grad lag, einreihen. Somit liegen die Ausgangswerte bei Revisionseingriffen unter denen bei Primärimplantationen

(Ranawat, 2000). Postoperativ wurde in den o.g. Studien eine Beugung von 98 bis 102 Grad, eine Beugekontraktur von 2 bis 4 Grad und eine Gesamtbeweglichkeit von 84 bis 101 Grad angegeben. Wir erzielten im Follow-up eine signifikante Besserung der Beugung auf 110 Grad, der Beugekontraktur auf 3 Grad und der Gesamtbeweglichkeit auf 108 Grad. Somit konnten wir durchschnittlich bessere Bewegungsausmaße erreichen, die vermutlich durch das Konzept geringerer Kopplungsgrade bedingt waren. Bei Rand (1991) verschlechterte sich die Beugung sogar um 6 Grad durchschnittlich. Bereits Goldberg et al. (1988) konnten zeigen, dass bei Wechseloperationen mit einem Achsknie deutlich schlechtere Bewegungsumfänge (durchschnittlich 66 Grad!) erreicht werden, auch wenn die Schmerzreduktion hervorragend war. Bei Friedman et al. (1990) konnten 24 Prozent und bei Haas et al. (1995) 19 Prozent postoperativ nicht über 90 Grad beugen. In unserem Kollektiv waren es nur 2 Patient. Ein Patient hatte jedoch postoperativ eine Arthrorese. Die Zahl von postoperativen mediolateralen Instabilitäten lag bei Friedman et al. (1990), Rosenberg et al. (1991) und Murray et al. (1994) bei 1 bis 38 Prozent. In unserer Studie hatten 59 Prozent postoperativ eine mediolaterale Instabilität. Trotzdem verbesserte sich die Stabilität signifikant. 75 Prozent davon hatten jedoch lediglich eine Instabilität zwischen 6 und 9 Grad. Friedman et al. (1990) und Murray et al. (1994) beschrieben 8 bis 11 Prozent an a.-p.-Instabilität postoperativ. Rosenberg et al. (1991) hatte keinerlei a.-p.-Instabilitäten. 55 Prozent zeigten in unserer Studie zur Nachuntersuchung keine anteriore Instabilität, der Rest lag zwischen 5 und 10mm. Die a.-p.-Instabilitäten verbesserten sich nicht signifikant. Insgesamt muss man in unserem Patientengut von deutlich mehr Instabilitäten ausgehen, als in der Literatur beschrieben werden. Diese wurde vermutlich zugunsten der Beweglichkeit erkaufte.

Rand (1991) und Rosenberg et al. (1991) machten Angaben über Gelenkbeschwerden der unteren Extremität. Rand (1991) berichtete über 84 Prozent seiner Patienten, die präoperativ andere Gelenkerkrankungen der unteren Extremität aufwiesen, insbesondere der Gegenseite. 53 Prozent der Patienten hatten beidseitig Knieprothesen. Bei Rosenberg et al. (1991) waren es lediglich 11 Prozent. In unserem Patientengut waren es immerhin 48 Prozent. 8 bzw. 10 Prozent wurden bereits an den Hüftgelenken endoprothetisch versorgt. 56 Prozent der Patienten von Rosenberg et al. (1991) waren präoperativ aufgrund polyartikulärer Beschwerden deutlich eingeschränkt. Im Bereich des gegenseitigen Kniegelenkes klagten 35 Prozent unserer befragten Patienten bei der Nachuntersuchung

über Beschwerden. Daneben beklagten 36 Prozent präoperativ und 52 Prozent postoperativ über starke Kreuzschmerzen.

Goldberg et al. (1988), Friedman et al. (1990), Hohl et al. (1991), Elia und Lotke (1991), Haas et al. (1995) und Peters et al. (1997) fanden bei der radiologischen Verlaufskontrolle in 44 bis 64 Prozent der Kniegelenke Lysesäume. Die Lysesäume waren bei uns im Vergleich unmittelbar postoperativ zum Follow-up progredient. Sie wurden in 53 bzw. 90 Prozent femoral, 45 bzw. 87 Prozent tibial a.-p., 43 bzw. 87 Prozent tibial seitlich und 14 bzw. 34 Prozent patellar gefunden. Alle Autoren beobachteten die Lysesäume vermehrt im Bereich der tibialen Komponente. Viele Autoren kamen zu dem Schluss, dass die Lysesäume allein kein Anhalt für Lockerung waren und oft nicht im Zusammenhang zu Beschwerden standen.

Die o.g. Autoren beschrieben folgende Komponentenpositionen:

**Tab. 4.6:** Position der Komponenten

<b>Komponente</b>	<b>Winkel</b>	<b>Literatur</b>	<b>Unsere Studie</b>
femoral	$\alpha$ (a.-p.)	94,3 - 96	96
	$\gamma$ (seitlich)	4,7 - 5,1	1,9
tibial	$\beta$ (a.-p.)	89	89
	$\delta$ (seitlich)	87 - 90	86
Beinachse	$\Omega$	3 - 6,8 Valgus	5 Valgus

Die durchschnittlichen Winkel  $\alpha$  und  $\gamma$  zur Beschreibung der Femurkomponente sowie  $\beta$  und  $\delta$  zur Beschreibung der Tibiakomponente in der a.p.- und seitlichen Ansicht änderten sich im Vergleich postoperativ zum Follow-up nicht. Auch sind die Werte mit der Literatur vergleichbar. Lediglich die Femurkomponente war im Vergleich zu den Autoren in verminderter Beugung positioniert. Die Tibiakomponenten befanden sich bei uns in 62 Prozent der Fälle in einer varischen Position von 1 bis 8 Grad. Elia und Lotke (1991) beschrieben eine varische Tibiakomponentenimplantation von 1 bis 9 Grad in 50 Prozent ihrer radiologisch nachuntersuchten Fälle. Bei Peters et al. (1997) befanden sich 56 Prozent in einer varischen Position von 1 bis 10 Grad.

In unserem Patientengut erreichten wir im Follow-up eine Beinachse zwischen 0 und 12 Grad Valgus. Bei Friedman et al. (1990), Rand (1991) und Peters et al. (1997) wurden Beinachsen zwischen 4 Grad Varus und 17 Grad Valgus erzielt.

4 femorale und 2 tibiale Komponenten wurden im Verlauf durch das Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System anhand der Migration der Komponenten und des Ausmaßes der Lysen als lockerungswahrscheinlich identifiziert. 1 radiologisch lockerungswahrscheinliche femorale Komponente zeigte jedoch klinisch keinen Anhalt für Lockerung. Alle Patellaonlays waren unauffällig.

Die Komplikationsraten liegen in der Literatur zwischen 10 und 40 Prozent, 10 bis 36 Prozent der Revisionen scheitern erneut.

In unserem Patientengut traten bei 40 Prozent der Patienten Komplikationen während des stationären Aufenthaltes und bei 34 Prozent im Langzeitverlauf auf. Bezüglich der endoprothesenbezogenen stationären Komplikationen lagen die gewechselten unikondylären Schlitten mit 38 Prozent vorn gefolgt von den gekoppelten Prothesen mit 23 Prozent. Bei 38 Prozent der gekoppelten, 41 Prozent der ungekoppelten und 19 Prozent der unikondylären Prothesen kam es nach deren Wechsel zu Langzeitkomplikationen.

Die Infektionsrate lag bei Goldberg et al. (1988), Hohl et al. (1991), Rand (1991), Elia und Lotke (1991), Rosenberg et al. (1991) zwischen 2,5 und 6 Prozent. Autoren wie Peters et al. (1997), Fehring et al. (1998) und Friedman et al. (1990) hatten keinerlei Infektionen. Unsere Infektionsrate lag bei 7 bzw. 5 Prozent (3 bzw. 2 Patienten), wobei bei einem Patienten von einem Spätinfekt mit hämatogener Streuung auszugehen ist. Daraufhin mussten eine Arthrodesis und 2 erneute Knie-TEP-Wechsel nach zwischenzeitlichem Spacer-Einbau (Resektionsknie) erfolgen.

Die Rate an Wundheilungsstörungen lag bei den o.g. Autoren zwischen 2,5 und 10 Prozent. Bei uns traten 4 Wundheilungsstörungen auf, die bei 2 Patienten rezidivierende Verläufe aufwiesen. Alle Wundheilungsstörungen traten bereits bis zur Entlassung auf. Somit lag unsere Rate bei 8 Prozent.

Periprothetische oder Patellafrakturen fanden wir in unserem Patientengut nicht. Das Auftreten lag bei Goldberg et al. (1988), Friedman et al. (1990), Hohl et al. (1991), Rand (1991), Elia und Lotke (1991), Rosenberg et al. (1991) und Haas et al. (1995) zwischen 1 und 10 Prozent.

Bei Rand (1991) trat bei 5 Prozent eine Patellasehnenruptur ein, bei Haas et al. (1995) und bei Peters et al. (1997) bei 2 Prozent. In unserem Patientengut trat eine Partialruptur der Patellasehne auf (2 Prozent).

Revisionspflichtige Instabilitäten traten bei Goldberg et al. (1988) in 5 Prozent und bei Friedman et al. (1990) in 2 Prozent der Fälle auf. Wir mussten 2 Patienten (5 Prozent) mit Instabilität revidieren.

Friedman et al. (1990), Haas et al. (1995) und Peters et al. (1997) berichten über 2 bis 6 Prozent Lockerungen. In unserem Kollektiv wurde bei einem Patienten wegen aseptischer Lockerung ein erneuter Endoprothesenwechsel durchgeführt. 1 Patient galt radiologisch zwar als lockerungswahrscheinlich, konnte jedoch klinisch nicht nachuntersucht werden. Somit lag unsere Rate für aseptische Lockerungen bei 2 bzw. 5 Prozent.

In unserem Patientengut hatten wir 14 Prozent Arthrofibrosen. Haas et al. (1995) berichtet über 1 Prozent Arthrofibrosen. 4 durchgeführte Narkosemobilisationen an dem betroffenen Patienten führten schließlich zum Abriss des Tuberositas tibiae. Andere Autoren berichten über zum Teil bis zu 5 Prozent Narkosemobilisationen.

Patellsubluxationen traten bei Rosenberg et al. (1991) in 11 Prozent der Fälle auf, wobei kein Fall revidiert wurde. Wir fanden keine relevanten Patellsubluxationen.

Bezüglich von allgemeinen Komplikationen postoperativ berichtete Rosenberg et al. (1991) über je 3 Prozent tiefer Venenthrombose, Lungenembolie und Schlaganfall mit Hemiparese. Komplikationen dieser Art traten bei uns nicht auf. Am häufigsten fanden sich bei uns jeweils 6 Prozent Harnwegsinfekte und Durchgangssyndrome.

Insgesamt mussten bei 17 Patienten (34 Prozent) 36 Revisionseingriffe durchgeführt werden. Die häufigsten Eingriffe waren 4 plastische Deckungen sowie je 3 Knie-TEP-Wechsel, Explantationen (Resektionsknie), Komponentenwechsel und arthroskopische Arthrolysen. 1 Arthrodesse musste nach therapieresistentem Infekt durchgeführt werden. Goldberg et al. (1988) berichtete bei 65 Revisionen über eine Revisionsrate von 15 Prozent. 2 von 3 instabilen Kniegelenken mussten schließlich eine Arthrodesse erhalten. Die Versagerrate mit erforderlicher Revision betrug bei Friedman et al. (1990) 5,8 Prozent (8 Patienten). 6 Patienten mussten zweimal und 1 Patient dreimal revidiert werden. Bei Hohl et al. (1991) mit 61 Kniegelenken lag die Versagerquote bei 9 Prozent, darunter 2 Arthrodesen, 1 davon mit abschließender Oberschenkelamputation bei chronischen Infekt.

### Schlussfolgerung:

Unsere Ergebnisse mit dem Modularsystem PFC® (Sigma) zeigen vergleichbare Ergebnisse mit der internationalen Literatur.

In der Literatur werden durchschnittlich 71 Prozent gute bis ausgezeichnete Resultate erzielt. Damit führt die Revisionskniealloarthroplastik nicht zu den gleich guten Ergebnissen wie die Primäralloarthroplastik, die in über 90 Prozent der Fälle gute und ausgezeichnete Ergebnisse erzielt (Jerosch und Heisel, 1999). Wir erreichten sowohl im HSS- als auch im Knee Score in 73 Prozent gute und ausgezeichnete Ergebnisse. Kritisch ist zu sehen, dass wir leider nur retrospektiv für einen Teil der Patienten die Scores ermitteln konnten.

81 Prozent der Befragten waren mit dem Ergebnis zufrieden oder sehr zufrieden.

66 Prozent unserer Patienten waren anhand des body mass index präoperativ übergewichtig (BMI durchschnittlich 30 kg/m<sup>2</sup>). 26 Prozent unserer Patienten hatten schwere Allgemeinerkrankungen, die in die üblichen Scores keinen Einfluss haben und trotzdem wesentlich Parameter wie Mobilität, Hilfsmittel u.a. beeinflussen können. So muss auch die Gesamtsituation des Patienten für die Indikationsstellung hinzugezogen werden.

Auch bei uns war die Hauptindikation die aseptische Lockerung mit 52 Prozent gefolgt von fortgeschrittener Arthrose der anderen Kompartimente und Instabilität. Revisionseingriffe bei Schmerzen ohne bekannte Ätiologie sind nicht erfolgreich und sollten unbedingt vermieden werden. Die Standzeiten der gewechselten Prothesen liegen unter der sonst üblichen Überlebensrate, was oft auf chirurgische Fehler bei der Primärimplantation zurückzuführen ist.

Wechseloperationen mit Prothesen geringerer Kopplungsgrade liefern bessere Ergebnisse als gekoppelte Modelle. Mit dem Modularsystem PFC® (Sigma) lässt sich einerseits der Kopplungsgrad an die Bandsituation anpassen, andererseits können größere Knochendefekte, die insbesondere beim Wechsel gekoppelter Prothesen auftreten, gut mit Augmentationen und Stielverlängerungen kompensiert werden. Das Modularsystem PFC® (Sigma) ermöglicht Modellbeständigkeit für die unterschiedlichen intraoperativen Situationen. Bei erneuten Revisionen des Systems sind somit ggf. lediglich Komponentenwechsel erforderlich.

Zum Ausgleich von größeren knöchernen Defekten lassen sich zusätzlich Spongiosaplastiken sowohl autologen als auch homologen (Spenderknochen) Ursprunges verwenden. Beide zeigen gute knöcherne Integration.

Durch die Wechseloperation lassen sich die Parameter Schmerz, Mobilität, Beweglichkeit und Instabilität verbessern. Trotzdem bleibt ein gewisser Teil an femoropatellaren Beschwerden bestehen, obwohl radiologisch oft keine Ursache gefunden werden kann und auch die Beweglichkeit oft gut ist. Andererseits gibt es Patienten mit radiologischer Patella baja, die keinerlei femoropatellare Beschwerden haben. Ein Großteil der Patienten benötigt auch postoperativ bleibend Hilfsmittel zum Gehen, was oft multifaktoriell bedingt ist. Das Treppensteigen verbessert sich oft nicht relevant. Die Beweglichkeit kann meist zufriedenstellend verbessert werden, insbesondere bei Verbesserung von Revisionsprothesen mit geringerer Koppelung. Leider kann es dann öfter zu leichten Instabilitäten kommen.

Radiologisch lassen sich meist in über 50 Prozent der Fälle Lysesäume darstellen, die meist tibial und femoral auftreten. Sie sind insbesondere unmittelbar postoperativ progredient. Nur im zeitlichen Verlauf und unter Berücksichtigung einer Migration der Komponenten kann sich ein sicherer klinischer Bezug herstellen. Mit Hilfe von Stielverlängerungen und Augmentationen lässt sich eine gute Komponentenposition erreichen und die Beinachse gut rekonstruieren.

Die Komplikationsraten liegen in der Literatur zwischen 10 und 40 Prozent, 10 bis 36 Prozent der Revisionen scheitern erneut. In unserem Patientengut traten bei 40 Prozent der Patienten Komplikationen während des stationären Aufenthaltes und bei 34 Prozent im Langzeitverlauf auf. Frühkomplikationen traten nach gewechseltem unikondylären Schlitten am häufigsten auf, Spätkomplikationen meist nach gewechselter bi-/trikompartimenteller Prothese unabhängig vom Kopplungsgrad. Unsere Infektionsrate von 5 Prozent sowie die Rate an Wundheilungsstörungen von 8 Prozent liegen im Bereich der internationalen Literatur. Bei chronisch-rezidivierenden Verläufen von Wundheilungsstörungen kommt es oft zu Infekten der Implantate, die zu erneuten Revisionen mit zweizeitigem Wechsel bis hin zur Arthrodesse oder Oberschenkelamputation führen können. Um so wichtiger ist es, operativ eine gute Schnittführung und Weichteilbehandlung durchzuführen, um frühzeitig Wundheilungsstörungen zu vermeiden. Eine Wechselprothese (2 Prozent) in unserem Gut

war klinisch und radiologisch aseptisch gelockert und wurde revidiert. Die Literatur berichtet über 2 bis 6 Prozent. Unser Anteil an Arthrofibrosen war recht hoch mit 14 Prozent, die oft als schicksalhafter Verlauf zu sehen sind und auch durch operative Maßnahmen kaum zu beeinflussen waren. Bei 34 Prozent der Patienten mussten Revisionseingriffe durchgeführt werden, oft im Rahmen von Wundheilungsstörungen, Infekten und starken Bewegungsdefiziten. Die Versagerrate lag dadurch mit 14 Prozent höher als in der Literatur angegeben. Meist hatten mehrere Voroperationen nach Primärimplantation stattgefunden.

Insgesamt gibt es heute mit einem Modularsystem die Möglichkeit, eine Wechseloperation mit knöchernen Defekten und Bandinstabilitäten sicher zu beherrschen. Trotzdem bleiben die Erfolgsraten geringer als bei der Primärimplantation. Auch ist der allgemeine Gesundheitszustand zu berücksichtigen. Wichtig für den Erfolg ist die Analyse des Versagens der zu wechselnden Prothese. Auch das Komplikationsrisiko ist beim Endoprothesenwechsel deutlich erhöht und bedarf einer sorgfältigen Nachbehandlung mit guter Abwägung eines erneuten Revisionseingriffes.

Ein Vergleich der unterschiedlichen Primär- und Wechselimplantate in unserer Studie wurde aufgrund der kleinen Fallzahlen nicht durchgeführt und bleibt größeren Studien mit entsprechender Fragestellung vorbehalten.

## 5. Zusammenfassung

Mit zunehmender Primärimplantation von Knieendoprothesen in den letzten Jahren gewinnt auch die Revisionsarthroplastik stark an Bedeutung. Die Revisionsarthroplastik hat mit Einführung modularer Implantationssysteme starke Fortschritte gemacht.

Ziel der vorliegenden Arbeit war die retrospektive Untersuchung der Knieendoprothesenwechsel mit dem modularen PFC®(Sigma)-Kniesystem zwischen 1995 und 2000 in der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines modularen Implantationssystems.

Von den 50 Knieendoprothesenwechseln konnten 68 Prozent persönlich nachuntersucht und 16 Prozent telefonisch befragt werden. Das Follow-up betrug 45 +/-13 Monate.

Die 16 Männer und 34 Frauen befanden sich zum Zeitpunkt der Wechseloperation in einem Alter von 69 +/-9 Jahren.

81 Prozent der Befragten waren mit dem Ergebnis der Wechseloperation zufrieden und sehr zufrieden. Wir erreichten sowohl im HSS- als auch im Knee Score in 73 Prozent gute und ausgezeichnete Ergebnisse, wobei wir nicht für alle Patienten die Scores ermitteln konnten.

Hauptindikation für die Wechseloperation waren mit 52 Prozent die aseptische Lockerung. Die gewechselten Modelle wiesen alle Kopplungsgrade auf.

In 56 Prozent aller Fälle traten bei der Entfernung der alten Modelle große Defekte entsprechend Grad 2 nach der AORI-Klassifikation auf. Mit zunehmenden Kopplungsgrad entstanden auch größere knöcherne Defekte.

Wir verwendeten in 52 Prozent der Fälle die TC3- und in 38 Prozent die kreuzbandsstituierende (posterior stabilized) Variante. Augmentationen und Stielverlängerungen wurden fast ausschließlich bei Defekten Grad 2 nach der AORI-Klassifikation eingesetzt. In 60 Prozent aller Fälle wurde eine Spongiosaplastik meist homologen Ursprunges durchgeführt.

Es kam postoperativ zu einer signifikanten Verbesserung der Schmerzen, der Gehstrecke, der Kniebeweglichkeit und der mediolateralen Stabilität. Die Verwendung von Gehhilfen und das Treppensteigen änderten sich nicht signifikant.

Lysesäume wurden im radiologischen Verlauf in 90 Prozent femoral, 87 Prozent tibial und 34 Prozent patellar gefunden. Sie standen meist in keiner Beziehung zu klinischen

Beschwerden. 4 femorale und 2 tibiale Komponenten wurden als lockerungswahrscheinlich identifiziert. Wir erreichten eine Beinachse von  $5 \pm 2,9$  Grad Valgus. In 3 Prozent der radiologisch nachuntersuchten Fälle trat eine Patella alta und in 20 Prozent eine Patella baja auf.

In unserem Patientengut traten bei 40 Prozent der Patienten Komplikationen während des stationären Aufenthaltes und bei 34 Prozent im Langzeitverlauf auf. Die Infektionsrate lag bei 5 Prozent. In 14 Prozent entwickelten sich Arthrofibrosen. Insgesamt mussten bei 17 Patienten (34 Prozent) 36 Revisionseingriffe durchgeführt werden.

Unsere Ergebnisse mit dem Modularsystem PFC® (Sigma) zeigen vergleichbare Ergebnisse mit der internationalen Literatur. Insgesamt gibt es heute mit einem Modularsystem die Möglichkeit, eine Wechseloperation mit knöchernen Defekten und Bandinstabilitäten gut zu beherrschen. Trotzdem bleibt die Rekonstruktion der anatomischen Verhältnisse schwierig.

Die Erfolgsraten liegen deutlich geringer als bei der Primärimplantation einer Knieprothese.

**6. Anhänge**

Tab. 6.1: Der HSS-Score

			Punkte
<b>Schmerz</b> (30 Punkte)	<b>überhaupt</b>	kein Schmerz	30
	<b>Gehen</b>	kein Schmerz	15
		leichter Schmerz	10
		mäßiger Schmerz	5
		starker Schmerz	0
	<b>Ruhe</b>	kein Schmerz	15
		leichter Schmerz	10
		mäßiger Schmerz	5
		starker Schmerz	0
	<b>Funktion</b> (22 Punkte)	<b>Gehen</b>	Gehen und Stehen unbegrenzt
Gehstrecke 5-10 Häuserblocks und intermittierende Stehfähigkeit <30 Min.			10
Gehstrecke 1-5 Häuserblocks und intermittierende Stehfähigkeit >30 Min.			8
Gehen unter 1 Block			4
immobil			0
<b>Treppensteigen</b>		ohne Hilfsmittel	5
		mit Hilfsmittel	2
<b>Verkehrsmittel</b>		benutzbar	5
		mit Unterstützung benutzbar	2
<b>Beweglichkeit</b> (18 Punkte)			1 Punkt / 8°
<b>Muskelkraft</b> (10 Punkte)	<b>Quadrizeps</b>	5 von 5	10
		4 von 5	8
		2-3 von 5	4
		< 2 von 5	0
<b>Flexions- deformität</b> (10 Punkte)		kein	10
		einige Grad	8
		5 bis 10	5
		> 10 Grad	0
<b>Instabilität</b> (10 Punkte)		keine	10
		leicht 0-5°	8
		mäßig 6-15°	5
		stark >15°	0
<b>"substruction" abzüglich</b>	<b>Hilfsmittel</b>	1 Stock	1
		1 Stütze	2
		2 Stützen	3
	<b>Streckdefizit</b>	<5	2
		<10	3
		<15	5
	<b>Deformität</b>	je 5° varus	1
		je 5° valgus	1
<b>Ergebnis</b>	<b>ausgezeichnet</b>		<b>85 bis 100</b>
	<b>gut</b>		<b>70 bis 84</b>
	<b>befriedigend</b>		<b>60 bis 69</b>
	<b>schlecht</b>		<b>&lt;60</b>

Tab. 6.2: Das Knee Society Clinical Rating System

<b>A. Knee Score</b>			
<b>Schmerz</b>	keiner		50
	gering oder gelegentlich		45
		beim Gehen und Treppensteigen	40
	mäßig	beim Treppensteigen	20
		gelegentlich	20
		kontinuierlich	10
	starke		0
<b>Beweglichkeit</b>	1 Punkt / 5°		max. 25 für 125°
<b>Stabilität</b>	anterior-posterior	<5mm	10
		5-10mm	5
		>10mm	0
	mediolateral	<5°	15
		6-9°	10
		10-14°	5
		>15°	0
<b>minus</b>	Beugekontraktur „flexion contracture“	5-10°	2
		10-15°	5
		16-20°	10
		>20°	15
	Streckdefizit „extension lag“	<10°	5
		10-20°	10
		>20°	15
	Beinachse "Alignement"	5-10°	0
		0-4°	3/°
		11-15°	3/°
>15°		20	
<b>B. Function Score</b>			
<b>Gehen</b>	unbegrenzt		50
	>10 Blocks		40
	5-10 Blocks		30
	<5 Blocks		20
	hausgebunden		10
	immobil		0
<b>Treppensteigen</b>	normal		50
	normal hoch, runter am Geländer		40
	hoch und runter am Geländer		30
	hoch am Geländer, runter unmöglich		15
	nicht möglich		0
<b>minus</b>	Stock		5
	2 Stöcke		10
	Stützen oder Rollator		20

## 7. Literaturverzeichnis

- 1 Aglietti P, Buzzi R, Segoni F, Zaccherotti G: Insall Burstein posterior stabilized knee prosthesis in rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty* 10 (2): 217-225 (1995)
- 2 Amin AK, Patton JT, Cook RE, Brenkel IJ: Does obesity influence the clinical outcome at five years following total knee replacement for osteoarthritis? *J Bone Jt Surg Br* 88(3): 335-340 (2006)
- 3 Bargar WL, Cracchiolo A, Amstutz HC: Results with the constrained total knee prosthesis in treating severely disabled patients and patients with failed total knee replacements. *J Bone Jt Surg* 62A: 504-512 (1980)
- 4 Barnes CL, Clark AE, Thornhill T: Patient selection and indications for total knee replacement. In: Rand JA (Hrsg.): *Total knee arthroplasty*. Raven Press, New York: 85-92 (1993)
- 5 Barrett WP, Scott RD: Revision of failed unicompartimental knee arthroplasty. *J Bone Jt Surg* 69A: 1328-1335 (1987)
- 6 Bertin KC: Evaluation of the unsuccessful Total Knee Arthroplasty. In: Engh GA, Rorabeck CH (Hrsg.): *Revision total knee arthroplasty*. Williams & Wilkins, Baltimore: 28-45 (1997)
- 7 Bizzini M, Boldt J, Munzinger U, Drobny T: Rehabilitationsrichtlinien nach Knieendoprothesen. *Orthopäde* 32: 527-534 (2003)
- 8 Blauth W, Hassenpflug J: Scharnierendoprothesen des Kniegelenkes. *Orthopäde* 20: 206-215 (1991)
- 9 Böhm P, Holy T: Is there a future for hinged prosthesis in primary total knee arthroplasty? *J Bone Jt Surg* 80-B: 302-309 (1998)

- 10 Brand RA ; Pedersen DR, Yoder SA: How definition of « loosening » affects the incidence of loose total hip reconstructions. Clin Orthop 210: 185-191 (1986)
- 11 Briard JL, Hungerford DS: Patellofemoral instability in total knee arthroplasty. J Arthroplasty 4 (Suppl.): 87-97 (1989)
- 12 Brick GW, Scott RD: The patellofemoral component of total knee arthroplasty. Clin Orthop 231: 163-178 (1988)
- 13 Berger RA, Nedeff DD, Barden RM, Sheinkop MM, Jacobs JJ, Rosenberg AG, Galante JO: Unicompartmental knee arthroplasty: Clinical experience at 6- to 10-year followup. Clin Orthop 367: 50-60 (1999)
- 14 Bryan RS, Rand JA: Revision total knee arthroplasty. Clin Orthop 170: 116-122 (1982)
- 15 Buechel FF: Cementless meniscal bearing knee arthroplasty: 7- to 12-year outcome analysis. Orthopedics 17 (9): 833-836 (1994)
- 16 Bush-Joseph CA, Rosenburg AG, Barden R, Galante JO, Sheinkop MB: Total Condylar III knee arthroplasty. Orthop Trans 13: 1630 (1989)
- 17 Daluga D, Lobardi AV, Mallory TH, Vaughn BK: Knee manipulation following total knee arthroplasty: analysis of prognostic variables. J Arthroplasty 6: 115-119 (1991)
- 18 Donaldson WF, Sculco TP, Insall JN, Ranawat CS: Total Condylar III prosthesis: long-term follow-up study. Clin Orthop 226: 21-28 (1988)

- 19 Dorr LD, Ranawat CS: Bone grafts for tibial deficits in total knee arthroplasty. In Dorr LD (Hrsg.): Revision of total hip and knee. University Park Press, Baltimore: 143 (1984)
- 20 Drake BG, Callahan CM, Dittus RS, Wright JG: Global rating systems used in assessing knee arthroplasty outcomes. *J. Arthropl* 4: 409-417 (1994)
- 21 Elia EA, Lotke PA: Results of total knee arthroplasty associated with significant bone loss. *Clin Orthop* 271: 114-121 (1991)
- 22 Emmerson KP, Moran CG, Pinder IM: Survivorship analysis of the kinematic stabilizer total knee replacement: A 10- to 14-year follow-up. *J Bone Jt Surg* 78-B: 441-445 (1996)
- 23 Engh GA: Bone defect classification. In: Engh GA Rorabeck CH (Hrsg.) *Revision total knee arthroplasty*. Williams & Wikins, Baltimore: 63-120 (1997)
- 24 Ewald FC: The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System. *Clin Orthop* 248: 9-12 (1989)
- 25 Eyrer P: Ultrahochmolekulares Polyethylen in Gelenkendoprothesen. In: Lechner F: *Kniegelenksendoprothetik, eine aktuelle Bestandsaufnahme*. New York, Stuttgart: Schattauer (1985)
- 26 Falatyn S, Lachiewicz PF, Wilson FC: Survivorship analysis of cemented total condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop* 317: 178-184 (1995)
- 27 Fehring TK: Fluoroscopic evaluation of the painful total knee arthroplasty. *CORR* 331: 226-233 (1996)
- 28 Fehring TK, Griffin WL: Revision of failed cementless total knee implants with cement. *Clin Orthop* 356: 34-38 (1998)

- 29 Fischer-Brandies E, Dielert E: Knochenersatzwerkstoff Hydroxylapatit. *Coll med dent* 30 (10): 567-583 (1986)
- 30 Freeman MA, Swanson SA, Todd RR: Total replacement of the knee using the Freeman-Swanson knee prosthesis. *Clin Orthop* 94: 153-170 (1973)
- 31 Freeman MA, Todd RC, Barmert P: ICLH arthroplasty of the knee: 1968-1977. *J Bone Jt Surg* 60 –B: 339-344 (1978)
- 32 Freeman MA, Bradley GW, Revell PA: Observations upon the interface between bone and polymethylmetacrylate cement. *J Bone Jt Surg* 64 –B:489-493 (1982)
- 33 Freeman MA, Railton GT: Die zementlose Verankerung in der Endoprothetik. *Orthopäde* 16: 206-219 (1987)
- 34 Freeman MA, Tennant R: The scientific basis of cement versus cementless fixation. *Clin Orthop* 276: 19-25 (1992)
- 35 Friedman MJ, Hirst P, Poss R, Kelley K, Sledge CB: Results of revision total knee arthroplasty performed for aseptic loosening. *Clin Orthop* 255: 235-241 (1990)
- 36 Geschwend N, Siegrist H: Das GSB-Kniegelenk: Revisionseingriffe und Infektionen. *Orthopäde* 20: 197-205 (1991)
- 37 Gill GS, Joshi AB: Long-term results of cemented, posterior cruciate ligament-retaining total knee arthroplasty in osteoarthritis. *Am J Knee Surg* 14: 209-214 (2001)
- 38 Goldberg VM, Figgie MP, Figgie HE: The results of revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 226: 86-92 (1988)

- 39 Gollwitzer H, Burgkart R, Diehl P, Gradinger R, Bühren V.: Therapie der Arthrofibrose nach Kniegelenkendoprothetik. *Orthopäde* 35: 143-152 (2006)
- 40 Grace JN, Rand JA: Patellar instability after total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 237: 184-189 (1988)
- 41 Gunston FH: Polycentric knee arthroplasty. *J Bone Jt Surg* 53-B: 272-275 (1971)
- 42 Haas SB, Insall JN, Montgomery W III, Windsor RE: Revision total knee arthroplasty with use of modular components with stems inserted without cement. *J Bone Jt Surg* 77-A: 1700-1707 (1995)
- 43 Habermann ET: The infected total knee arthroplasty. In: Laskin RS (Hrsg.): Total knee replacement. Springer Verlag, Berlin, New York: 241-252 (1991)
- 44 Hagen FW, Hoffmann GO: Lang- und mittelfristige Ergebnisse nach Implantation der GSB-Kniegelenks-Endoprothese. *Unfallheilkunde* 87: 133-143 (1984)
- 45 Hassenpflug J: Gekoppelte Knieendoprothesen. *Orthopäde* 32: 484-489 (2003)
- 46 Herzog R, Morscher E: Fehlschläge in der Kniegelenkendoprothetik. Eine Analyse der Knieprothesen- und Komponentenwechsel von 1980 bis 1987. *Orthopäde* 20: 221-226 (1991)
- 47 Hofmann GO: Allogene Knochentransplantation. In: *Jahrbuch der Chirurgie* 1992. Biermann-Verlag GmbH, Zülpich: 131-142 (1992)
- 47 Hohl WM, Crawford E, Zelicof SB, Ewald FC: The Total Condylar III prosthesis in complex knee reconstruction. *Clin Orthop* 273: 91-97 (1991)

- 48 Hozack WJ, Rothman RH, Booth jr. RE, Balderston RA: The patellar clunk syndrome. A complication of posterior stabilized total knee arthroplasty. Clin Orthop 241: 203-208 (1989)
- 49 Hube R, Reichel H: Modulare Revisionsysteme in der Knieendoprothetik. Orthopäde 32: 506-515 (2003)
- 50 Hungerford DS, Krackow KA, Kenna RV: Two to four year experience with a cementless porous-coated total knee prosthesis. In: Total arthroplasty of the knee. Proceedings in the knee society. 1985 und 1986. Aspen, Rockville, Maryland: 215-235 (1987)
- 51 Insall JN: Total knee replacement. In: Insall JN (Hrsg.): Surgery of the knee. Churchill Livingstone, New York: 587-695 (1984)
- 52 Insall JN: Infection of total knee arthroplasty. In: Anderson LD (Hrsg.): AAOS Instructional Courses Lectures, Vol. 25. Mosby CV, St. Louis: 319 (1986)
- 53 Insall JN, Dethmers DA: Revision of total knee arthroplasty. J Bone Jt Surg 170: 123-130 (1982)
- 54 Insall JN, Dorr LD, Scott RD et al.: Rational of the Knee Society clinical rating systems. Clin Orthop 248: 13-14 (1989)
- 55 Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, Shine J: A comparison of four models of total knee replacement prosthesis. J Bone Jt Surg 58-A: 754-765 (1976)
- 56 Jerosch J, Penner M, Castro WHM, Schmidt M: Fremdblutverbrauch und Möglichkeiten der autologen Hämotherapie am Beispiel der Hüft- und Knieendoprothetik. Z Orthop 132: 459-465 (1994)

- 57 Jerosch J, Fuchs S, Heisel J: Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung. Dt Ärztebl; 94: A-449-455 (Heft 8) (1997)
- 58 Jerosch J, Heisel J: Knieendoprothetik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (1999)
- 59 Johnson L: Arthroscopic operation arthroplasty. In: McGinty (Hrsg.): Operative arthroscopy. Raven Press, New York: 341-360 (1991)
- 60 Jones GB: Total knee replacement. The Walldius hinge. Clin Orthop 94: 50-57 (1973)
- 61 Kärrholm J: Roentgen stereophotogrammetry. Review of orthopaedic applications. Acta Orthop Scand 60 (4): 491-495 (1989)
- 62 Kirschner S, Lützner J, Fickert S, Günther KP: Revision unikondylärer Knieprothesen. Orthopäde 35: 184-191 (2006)
- 63 Klemme WR, Galvin EG, Petersen SA: Unicompartamental knee arthroplasty. Sequential radiographic and scintigraphic imaging with an average five year follow-up. Clin Orthop 301: 233-238 (1994)
- 64 Labek G, Böhler N: Der minimal-invasive mediale Halbschlitten. Orthopäde 32: 454-460 (2003)
- 65 Lai CH, Rand JA: Revision of failed unicompartamental total knee arthroplasty. Presented at the annual Meeting of the American Academy of Orthopedic Surgeons, Anaheim, California (1991)
- 66 Laskin RS: Alignment of total knee components. Orthopedics 7: 62-72 (1984)

- 67 Laskin RS: Total knee arthroplasty using an uncemented polyethylene tibial implant. A seven-year follow-up study. *Clin Orthop* 288: 270-276 (1993)
- 68 Lazovic D und Wirth CJ (1992): Spongiosaplastik beim Knieendoprothesenwechsel. *Orthop Praxis*: 460-463 (1992)
- 69 Lidwell OM, Lowbury EJJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D: Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip and knee replacement. A randomized study. *Br Med J* 285: 10-14 (1982)
- 70 Lindstrand A, Stenstrom A, Egund N: The PCA-unicompartmental knee: a 1-4 year comparison of fixation with or without cement. *Acta Orthop Scand* 59B: 695 (1988)
- 71 Lotke PA, Windsor R, Ecker ML, Cella J: Long term results after total condylar knee replacement: significance of radiolucent lines. *Orthop Trans* 8: 398 (1984)
- 72 Malkani AL, Rand JA, Bryan RS, Wallrichs SL: Total knee arthroplasty with the Kinematic condylar prosthesis : A ten-year follow-up study. *J Bone Jt Surg* 77-A: 423-431 (1995)
- 73 Matthews LS, Goldstein SA: The prosthesis-bone interface in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 276: 50-55 (1992)
- 74 Marmor L: The modular knee. *Clin Orthop* 94: 242-248 (1973)
- 75 Marmor L: Marmor modular knee in unicompartmental disease. *J Bone Jt Surg* 61A: 347 (1979)
- 76 Marmor L: Unicompartmental knee replacement. In: Rand JA: (Hrsg.): Total knee arthroplasty. Raven Press New York: 245-280 (1993)

- 77 McKeever DC: Patellar prosthesis. *J Bone Jt Surg* 37-A: 1084 (1955)
- 78 Murray DW, Goodfellow JW, O'Connor JJ: The Oxford medial unicompartmental arthroplasty. *J Bone Jt Surg* 80-B: 983-989 (1998)
- 79 Murray PB, Rand JA, Hanssen AD: Cemented long-stem revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 39: 116-123 (1994)
- 80 Nafei A, Kristensen O, Kjaersgaard-Andersen P, Hvid I, Jensen J: Total condylar knee arthroplasty for gonarthrosis : A prospective 10-year study on 138 primary cases. *Acta Orthop Scand* 64 (4): 421-427 (1993)
- 81 Nafei A, Kristensen O, Knudsen HM, Hvid I, Jensen J: Survivorship analysis of cemented total condylar knee arthroplasty : A long-term follow-up report on 348 cases. *J Arthroplasty* 11: 7-10 (1996)
- 82 Nieder E: Schlittenprothese, Rotationsknie und Scharnierprothese Modell St. Georg und Endo-Modell. *Orthopäde* 20: 170-180 (1991)
- 83 Perka C, Tohtz S, Matziolis G: Achskorrektur bei Knie totalendoprothesenrevisionen. *Orthopäde* 35: 136-142 (2006)
- 84 Peters CL, Hennessey R, Barden RM, Galante JO, Rosenberg AG: Revision total knee arthroplasty with a cemented posterior-stabilized or constrained condylar prosthesis: A minimum 3-year and average 5-year follow-up study. *J Arthroplasty* 12: 896-903 (1997)
- 85 Plitz W: Endoprothetik am Kniegelenk: Bestandsaufnahme und Perspektiven. *Orthopäde* 20: 164-169 (1991)
- 86 Plitz W: Gelenkendoprothetik, welche Materialpaarung ist die beste? *Implantat* 2: 11-12 (1996)

- 87 Plitz W, Ungethüm M: Dauerbelastung der Blauth-Prothese. In Hassenpflug J (Hrsg.): Die Blauth-Knieendoprothese. Grundlagen, gegenwärtiger Stand und Ausblick. Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Toronto: 20-27 (1992)
- 88 Ranawat CS, Flynn WF jr, Saddler S, Hansranj KK, Maynard MJ: Long-term results of the total condylar knee arthroplasty: A 15 Year survivorship study. Clin Orthop 286: 94-102 (1993)
- 89 Ranawat CS, Miyasaka KC, Rasquinha VJ: Knieendoprothesenwechsel mit einem modularen Revisionssystem. In: Eulert J, Hassenpflug J (Hrsg.) Praxis der Knieendoprothetik. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokio: 255-264 (2000)
- 90 Ranawat CS, Shine JJ: Duocondylar total knee arthroplasty. Clin Orthop 94: 185-195 (1973)
- 91 Rand JA: Revision total knee arthroplasty using the Total Condylar III prosthesis. J. Arthroplasty 6: 1-6 (1991)
- 92 Rand JA: Results of revision total knee arthroplasty. In Rand JA (Hrsg.): Total knee arthroplasty. Raven Press, New York: 281-293 (1993)
- 93 Rand JA: Current concepts review. The patellofemoral joint in total knee arthroplasty. J Bone Jt Surg 76A: 6120-620 (1994)
- 94 Rand JA, Bryan RS, Chao EYS: Arthrodesis of the knee for salvage of the failed total knee arthroplasty using Ace Fisher apparatus. J Bone Jt Surg 69A: 39-45 (1987)
- 95 Rand JA, Bryan RS, Morrey BF, Westholm F: Management of infected total knee arthroplasty. Clin Orthop 205: 77-85 (1986)

- 96 Rand JA, Ilstrup DM: Survivorship analysis of total knee arthroplasty: Cumulative rates of survival of 9200 total knee arthroplasties. *J Bone Jt Surg* 73-A: 397-409 (1991)
- 97 Reichel H, Hube R, Birke A, Hein W: Knochendefekte beim Knieendoprothesenwechsel: Klassifikation und Management. *Zentralbl Chir* 127: 880-885 (2002)
- 98 Rinonapoli E, Mancini GB, Azzara A, Aglietti P: Long-term results and survivorship analysis of 89 total condylar knee prosthesis. *J Arthroplasty* 7: 241-246 (1992)
- 99 Ritter MA, Herbst SA, Keating ME: Radiolucency at the bone-cement interface in total knee replacement. The effects of bone-surface preparation and cement technique. *J Bone Jt Surg* 76-A (1): 60-65 (1994)
- 100 Ritter MA, Herbst SA, Keating EM, Faris PM, Meding JB: Long-term survival analysis of a posterior cruciate-retaining total condylar total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 309: 136-145 (1994)
- 101 Rosenberg AG, Barden RM, Galante JO: A comparison of cemented and Cementless fixation with the Miller-Galante total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 20:97 (1989)
- 102 Rosenberg AG, Barden RM, Galante JO: Cemented and ingrowth fixation of the Miller-Galante prosthesis. Clinical and roentgenographic comparison after three to six year follow-up studies. *Clin Orthop* 260: 71-79 (1990)
- 103 Ryd L, Kärrholm J, Ahlvin P: Knee scoring systems in gonarthrosis. *Acta Orthop Scand* 68: 41-45 (1997)

- 104 Saleh KJ, Dykes DC, Tweedie RL, Mohamed K, Ravichandran A, Saleh RM, Gioe TJ, Heck DA: Functional outcome after total knee arthroplasty revision: a meta-analysis. *J Arthroplasty* 17 (8): 967-977 (2002)
- 105 Schai PA, Thornhill TS, Scott RD: Total knee arthroplasty with the PFC system: Results at a minimum of ten years and survivorship analysis. *J Bone Jt Surg* 80-B: 850-858 (1998)
- 106 Schneider R, Hood RW, Ranawat CS: Radiologic evaluation of knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 13 (1): 225-244 (1982)
- 107 Scott W.N.: Constraint in total knee arthroplasty. In: Goldberg, V.M. (Hrsg.), *Controversies of total knee arthroplasty*. New York: 19-25 (1991)
- 108 Scuderi GR, Insall JN: Total knee arthroplasty. Current clinical perspectives. *Clin Orthop* 276 : 26-32 (1992)
- 109 Sheng P, Lehto M, Kataja M, Halonen P, Moilanen T, Pajamaki J: Patient outcome following revision total knee arthroplasty : a meta-analysis. *Int Orthop* 28: 78-81 (2004)
- 110 Spicer DD, Pomeroy DL, Badenhausen WE, Schaper LA Jr, Curry JI, Suthers KE, Smith MW: Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *Int Orthop* 25(4): 246-249 (2001)
- 111 Stern SH, Becker MW, Insall JN: Unicondylar knee arthroplasty. An evaluation of selection criteria. *Clin Orthop* 286: 143-148 (1993)
- 112 Stern SH, Insall JN: Posterior stabilized prosthesis. Results after follow-up of nine to twelve years. *J Bone Jt Surg* 74A: 980-986 (1992)

- 113 Stucki G, Stucki S, Sangha O: Patienten-zentrierte Evaluation der Krankheitsauswirkungen bei muskuloskelettalen Erkrankungen: Modell der Krankheitsauswirkungen und Begriffsdefinitionen. *Z Rheumatol* 65: 245-254 (1997)
- 114 Swank M, Stulberg SD, Jiganti J, Machairas S: The natural history of unicompartmental arthroplasty. *Clin Orthop* 286: 130-142 (1993)
- 115 Thorpe CD, Bocell JR, Tullos HS: Intra-articular fibrous bands. Patellar complications after total knee replacement. *J Bone Jt Surg* 72A: 811-814 (1990)
- 116 Townley CO: Total knee arthroplasty: a personal retrospective and prospective review. *Clin Orthop* 236: 8-22 (1988)
- 117 Ungethüm M, Plitz W : Implantate und Biomaterialien, Normung und Prüfung. In: Wirth CJ (Hrsg.): *Praxis der Orthopädie, Band II: Operative Therapie*. Stuttgart, New York, Thieme 2001
- 118 Walldius B: Arthroplasty of the knee using an endoprosthesis. *Acta Orthop Scand* 39: 137-148 (1960)
- 119 Weir DJ, Moran CG, Pinder IM: Kinematic condylar total knee arthroplasty: 14-year survivorship analysis of 208 consecutive cases. *J Bone Jt Surg* 78-B: 907-911 (1996)
- 120 Wendelboe AM, Hegmann KT, Biggs JJ, Cox CM, Portmann AJ, Gildea JH, Gren LH, Lyon JL: Relationships between body mass indices and surgical replacements of knee and hip joints. *Am J Prev Med* 25(4): 290-295 (2003)
- 121 Whiteside LA: Cementless total knee replacement : Nine- to 11-year results and 10-year survivorship analysis. *Clin Orthop* 309: 185-192 (1994)

- 122 Wirth CJ: Autologe Knochentransplantation. In: Mittelmeier H (Hrsg.):  
Osteoplastiken und artifizielle Knochenregeneration bei der Osteosynthese.  
Demeter Verlag, Gräfelfing: 19-22 (1986)

## **Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

Kassel, den 20.05.2006

Karsten Wurm

## **Danksagung**

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. MuDr. (Universität Brno) habil. P. Dufek, Chefarzt der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Rehabilitation des Klinikum Neustadt, für die Bereitstellung des Themas und die konstruktive Beratung beim Erstellen der vorliegenden Arbeit.

Ein Dankeschön auch an Herrn Dr. med. K. C. Westphal, leitender Oberarzt der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt, für die Beratung, das geduldige Lesen der Korrekturen und den Antrieb zur Fertigstellung der Arbeit.

Ein Dank gilt Frau Dipl. Stat. G. Dahmen, Statistikerin am Institut für Medizinische Biometrie und Statistik des Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Lübeck, die mir bei der statistischen Auswertung der Arbeit behilflich war.

Einen Dank richte ich an Frau Behrend-Vogt und Frau Oldenburg von der Ambulanz der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt, die mir bei der Einbestellung der Patienten behilflich waren, sowie den Damen des Archivs, die mir die Krankenhausakten und Röntgenaufnahmen bereitstellten.

Abschließend möchte ich meiner Ehefrau und meiner Tochter für die Rücksicht und die Entbehrung während der Niederschrift danken.

## Lebenslauf

### **Persönliche Daten**

Name	Karsten Wurm
Geburtsdatum	09.02.1969
Geburtsort	Karl-Marx-Stadt, jetzt Chemnitz
Familienstand	verheiratet, 1 Kind
Staatsangehörigkeit	Deutschland

### **Schulbildung**

1975-1985	Polytechnische Oberschule Juri Gagarin Glauchau
1985-1987	Erweiterte Oberschule Georgius Agricola Glauchau

### **Wehrdienst**

1987-1990	2 ½-jähriger Wehrdienst im Stützpunkt der Bereitschaftspolizei Karl-Marx-Stadt, jetzt Chemnitz
-----------	---

### **Berufliche Tätigkeit**

1990	7 Monate krankenpflegerische Hilfskraft in der Orthopädischen Klinik des Bezirkskrankenhauses Chemnitz
------	---

### **Studium der Humanmedizin**

1990-1997	Medizinische Fakultät der Universität zu Leipzig
-----------	--

### **Ärztliche Tätigkeit**

Arzt im Praktikum	1997-1998	Orthopädische Gemeinschaftspraxis Straubing
Approbation	seit 1998	
Assistenzarzt	1998-2000	Orthopädische Gemeinschaftspraxis Straubing
	2000-2003	Klinikum Neustadt in Holstein: Klinik für Wirbelsäulenchirurgie, Skoliosezentrum und Zentrum für Thoraxwanddeformitäten, Klinik für Chirurgie und Unfallchirurgie, Klinik für Orthopädische

## Rehabilitation, Klinik für Orthopädie

2003-2004 Klinikum Holsteinische Schweiz Bad Malente,  
Zentrum für Orthopädie und Angiokardiologie

FA für Orthopädie 2003

freie Niederlassung seit 2004

**Qualifikationen**

Zusatzbezeichnung „Chirotherapie“ seit 2001

Zusatzbezeichnung „Sportmedizin“ seit 2003

Zusatzbezeichnung „Physikalische Therapie“ seit 2004

Zusatzbezeichnung „Osteologe DVO“ seit 2005

Zertifikat „Ambulante orthopädische Schmerztherapie IGOST“ seit 2006

Fachkunde im Strahlenschutz für Notfalldiagnostik und  
Röntgendiagnostik des gesamten Skelettes seit 1999

Fortbildungszertifikat der Ärztekammer Schleswig-Holstein 2003

**Promotion**

Thema: Ergebnisse bei Knieendoprothesenwechsel mit dem modularen PFC®  
(Sigma) - Kniesystem an der Klinik für Orthopädie des Klinikum Neustadt,  
Nachuntersuchungen von September 2002 bis Januar 2003