

**HOSAI ABDULLAH**

**VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG MEDIALER  
UND LATERALER OPERATIONS-METHODIK  
BEI IMPLANTATION VON  
Kniegelenktotalendoprothesen**



**INAUGURALDISSERTATION**

zur Erlangung des Grades  
eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen



*edition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**



**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2009

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2009

© 2009 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

**Vergleichende Untersuchung medialer und lateraler  
Operationsmethodik bei Implantation von  
Kniegelenktotalendoprothesen**

**INAUGURALDISSERTATION**  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin der  
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Hosai Abdullah**

aus Kabul

Gießen 2009

Aus der Orthopädie-Unfallchirurgie Klinik des Klinikum Saarbrücken  
unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. U. Harland

Betreuer: Prof. Dr. Harland  
Gutachter: PD Dr. Kordelle

Tag der Disputation: 27.11.2009

# INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	5
1.1	Einführung .....	5
1.2	Fragestellung .....	6
2	MATERIAL UND METHODIK .....	8
2.1	Patienten .....	8
2.2	Kniegelenksimplantat .....	9
2.3	Zugangswege .....	10
2.3.1	Medialer parapatellarer Zugang nach Payr .....	10
2.3.2	Lateraler Zugang nach Arnold et al. ....	12
2.4	Prä, intra- und postoperativer Verlauf .....	14
2.5	Weitere Untersuchungskriterien .....	15
2.6	Röntgenologische Auswertungen/Messdaten .....	16
3	ERGEBNISSE .....	21
3.1	Patienten mit Natural Knee® - medialer Zugang .....	21
3.2	Patienten mit Natural Knee® - lateraler Zugang .....	26
3.3	Röntgenologische Auswertungen des Gesamtkollektives .....	31
3.3.1	Röntgenauswertung für den medialen Zugangsweg .....	32
3.3.2	Röntgenauswertung für den lateralen Zugangsweg .....	34
3.4	Auswertung der einzelnen Parameter in Bezug zueinander und im Vergleich beider Operationsmethoden .....	35
4	Diskussion .....	55
4.1	Beurteilung der Nachuntersuchungsergebnisse .....	56
5	Zusammenfassung .....	59
6	Literaturverzeichnis .....	64
7	Anhang .....	75
8	Danksagung .....	118



---

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Einführung

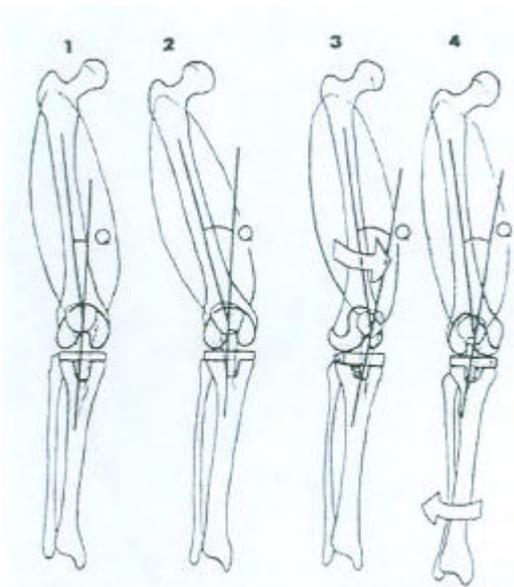
Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers und neben dem Hüftgelenk das Gelenk, das am häufigsten durch eine Alloarthroplastik ersetzt wird. Schon 1971 wurde durch Gunston (vgl. [36]) eine Kniegelenksendoprothese zementfixiert in den Knochen und mit einer Gleitfläche aus Polyäthylen nach ähnlichen Prinzipien wie am Hüftgelenk implantiert. Die Ergebnisse der Knieendoprothetik blieben aber zunächst hinter denen der Hüftendoprothetik zurück. Das anfänglich erwartete Endoprothesenverhältnis Hüfte : Knie von 1:1 (Harris) erwies sich lange als zu optimistisch. Noch 1995 wurden dafür vier Gründe genannt: 1. Die hohe Rate aseptischer Lockerungen, 2. die Infektionsrate, 3. periprothetische Frakturen und 4. die Patellaproblematik. Durch die inzwischen verfügbaren, modernen Oberflächenersatzprothesen haben sich die Ergebnisse weitgehend verbessert. Die Langzeitergebnisse der Knieendoprothetik sind heute annähernd denen der Hüftgelenke vergleichbar (z. B. schwedisches/norwegisches Knieregister).

Ziele der Endoprothetik sind die Schmerzfreiheit und die Beweglichkeit des betroffenen Gelenkes. Die implantierte Oberflächenersatzprothese des Kniegelenkes soll eine dem natürlichen Kniegelenk angenäherte Rollgleitbewegung erlauben ([14], [80] und [115]). Durch eine korrekte Positionierung und stabile Verankerung sollen die physiologische Beinachse, die ligamentäre Balance und eine Stabilität in Flexion und Extension bei möglichst maximalem Bewegungsumfang wiederhergestellt werden ([61], [62]). Neben der Beachtung der Rotations- und Achsausrichtung spielt gerade beim Oberflächenersatzknie die Führung des Gelenkes durch die muskuläre und ligamentäre Balance eine entscheidende Rolle [14], die auch durch den operativen Zugangsweg wesentlich beeinflusst wird. Der am häufigsten verwendete Zugang über eine mediane Arthrotomie geht mit einer Durchtrennung der Sehne des M. vastus medialis einher ([27]). Die Funktion dieser Sehne und die Erhaltung oder Wiederherstellung eines normalen Quadriceps- oder Q-Winkels (vgl. Abb. 1.1) ist entscheidend für ein normales postoperatives Gleichgewicht der femoropatellaren Weichteile. Hofmann et al. (vgl. [44], [45] und [46]) empfahlen deshalb den sogenannten Subvastus-Zugang, Engh et al. ([27]) schlugen vor, den M. vastus medialis in seinem Faserverlauf zu spalten. Aglietti et al. (vgl. [1], [2] und [3]) wiederum verwendeten eine VY-Plastik des M. quadriceps.

---

Andere Autoren empfehlen entweder für bestimmte Situationen oder auch grundsätzlich den lateralen Zugang (Whiteside, Keblish, Friderich) (vgl. [58]). Dieser laterale parapatellare Zugang mit Osteotomie der Tuberositas tibiae vermeidet die Durchtrennung der Sehne, wurde aber von verschiedenen Autoren wegen der Schwierigkeiten der Refixation der Tuberositas tibiae abgelehnt (Vince und Wolf) (vgl. [120] und [121]).

**Abb. 1.1:** Darstellung des Q-Winkels nach Scheller 1998 (vgl. [103])



(1) normaler Q-Winkel; (2) valgische Fehlstellung der Femurkomponente;  
(3) innenrotierte Femurkomponente; (4) außenrotierte Tibiakomponente.

## 1.2 Fragestellung

In der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse der medialen Arthrotomie in der Technik nach Payr ([27]) im Vergleich zu der lateralen Arthrotomie in der Technik nach Arnold et al. (vgl. [12]) zur Implantation einer Oberflächenersatzprothese vom Typ Natural Knee® des Kniegelenkes erarbeitet werden. Da nur Prothesen desselben Typs eingebaut wurden, soll analysiert werden, ob einer der beiden Zugangswege bessere Ergebnisse in Bezug auf die Beweglichkeit, Gelenkspannung sowie ligamentäre Balance liefert, und ob damit eine Verbesserung für die Patienten einhergeht.

### *Vorgehensweise*

Von 1996 bis 1998 wurden alle Patienten der Orthopädischen Klinik des Klinikums Saarbrücken, die mit einem Natural Knee® versorgt wurden, nur über den medialen Zugang in der Technik nach Payr ([27]), ab Juni 1998 auch über den lateralen Zugang operiert. Der laterale Zugang wurde dabei in Anlehnung an Arnold et al. (vgl. [12]) durchgeführt. Eine solche Änderung des operativen Vorgehens erfordert eine Überprüfung, ob die dabei erzielten Ergebnisse dem kritischen Vergleich mit den eigenen Ergebnissen in der Zeit davor beziehungsweise dem Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren in der Literatur standhalten.

---

---

## 2 MATERIAL UND METHODIK

### 2.1 Patienten

Von 1996 bis 1998 wurden alle Patienten der orthopädischen Klinik von vier Operateuren ausschließlich über einen medialen Zugang, ab Juni 1998 auch über den lateralen Zugang operiert. Anhand der Patientenliste der Klinik wurden ab 01.01.2000 jeweils die entsprechenden Patientinnen/en, die über den lateralen und über den medialen Zugang operiert wurden, zur Nachuntersuchung einbestellt. Der letzte Stichtag der Nachuntersuchung wurde auf den 01.11.2000 festgelegt.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten insgesamt 62 Patienten klinisch und radiologisch nachuntersucht werden, entsprechend waren dies 81 operierte Kniegelenke. Hiervon wurden 47 Kniegelenke über den medialen und 34 über den lateralen Zugang operativ versorgt.

Unter den 62 nachuntersuchten Patienten waren 50 Frauen und 12 Männer. Das Durchschnittsalter der Frauen betrug 71,5 Jahre (min. 58 Jahre, max. 85 Jahre, Durchschnitt = 6,3), das Durchschnittsalter der Männer betrug 70,5 Jahre (min. 60 Jahre, max. 81 Jahre, Durchschnitt = 6,0). Geschlechtsunabhängig betrug das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 72,3 Jahre (min. 58 Jahre, max. 85 Jahre). Bei 17 Patienten wurde das linke Kniegelenk, bei 26 das rechte Kniegelenk, bei 19 Patienten beide Kniegelenke zweizeitig operiert. Die Untersuchung erfolgte retrospektiv, die Zuweisung zum einen oder anderen Zugangsweg erfolgte nicht randomisiert. Durchgeführt wurde die Studie von einer Untersucherin, der Autorin. Die Untersuchungsbedingungen waren für alle Patienten identisch. Die Patienten wurden angerufen und zur Nachuntersuchung einbestellt. Die zur Untersuchung erschienenen Patienten wurden befragt und klinisch untersucht. Im Rahmen unserer Nachuntersuchung erfolgten auch standardisierte Röntgenaufnahmen des jeweils operierten Kniegelenkes, welche in der Klinik für Strahlendiagnostik des Klinikums Saarbrücken erstellt wurden. Analysiert wurden Implantatlage und -stellung sowie die Patellastellung nach Insall und Salvati (vgl. [50]). Neben der Anamnese, klinischen Untersuchung und dem Röntgenbild wurden die Ergebnisse nach drei international erprobten Knie-Fragebögen (Score nach Ranawat, Insall HSS und Score nach Wang) bewertet.

---

Der präoperative Zustand des Gelenkes hat einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis. Er wurde anhand der vorliegenden Krankenunterlagen erfasst. Besonderes Augenmerk galt dabei der notierten Funktion, Schmerzen, Achsdeformität, Bandspannung, schmerzfreie Gehstrecke, Voroperationen des Kniegelenkes sowie das Ergebnis beeinflussende Risikofaktoren: Alter, Adipositas per magna, kardiovaskuläre Nebenerkrankungen.

## 2.2 Kniegelenksimplantat

Alle Patienten wurden mit einem Natural Knee® (Fa. Allo Pro / Sulzer Medica, jetzt Zimmer) in so genannter Hybridtechnik, d. h. mit einer zementfreien Femurkomponente und einem zementiertem Tibiateil versorgt (Abb.2.1).



**Abbildung 2.1:** Komponenten der Natural Knee® Prothese (Fa. Allo Pro / Zimmer).

In 45 Fällen wurde ein Patella-Onlay zementiert verwendet. In zwei weiteren Fällen, die über den medialen Zugang operiert wurden, ist dies nicht erfolgt, ebenso hat keiner der Patienten, die über den lateralen Zugang operiert wurden, einen Patellarückflächenersatz erhalten.

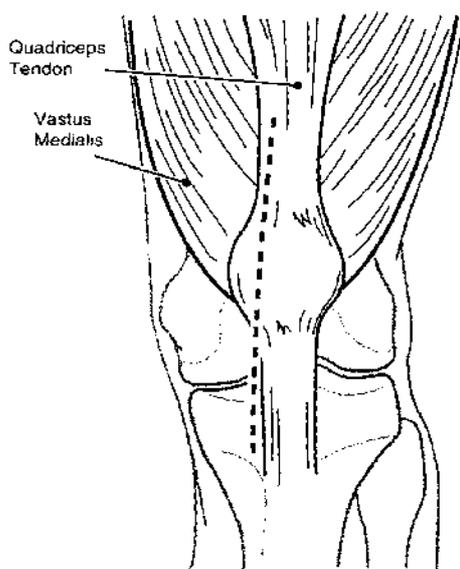
Die Operationen wurden von vier Operateuren mit jeweils langjähriger Erfahrung in der Knieendoprothetik durchgeführt. Außer der Abweichung beim Zugangsweg wurde ansonsten streng nach der vom Hersteller vorgegebenen Einbauanleitung und internen/externen Achsenreferenzierungslehren verfahren.

## 2.3 Zugangswege

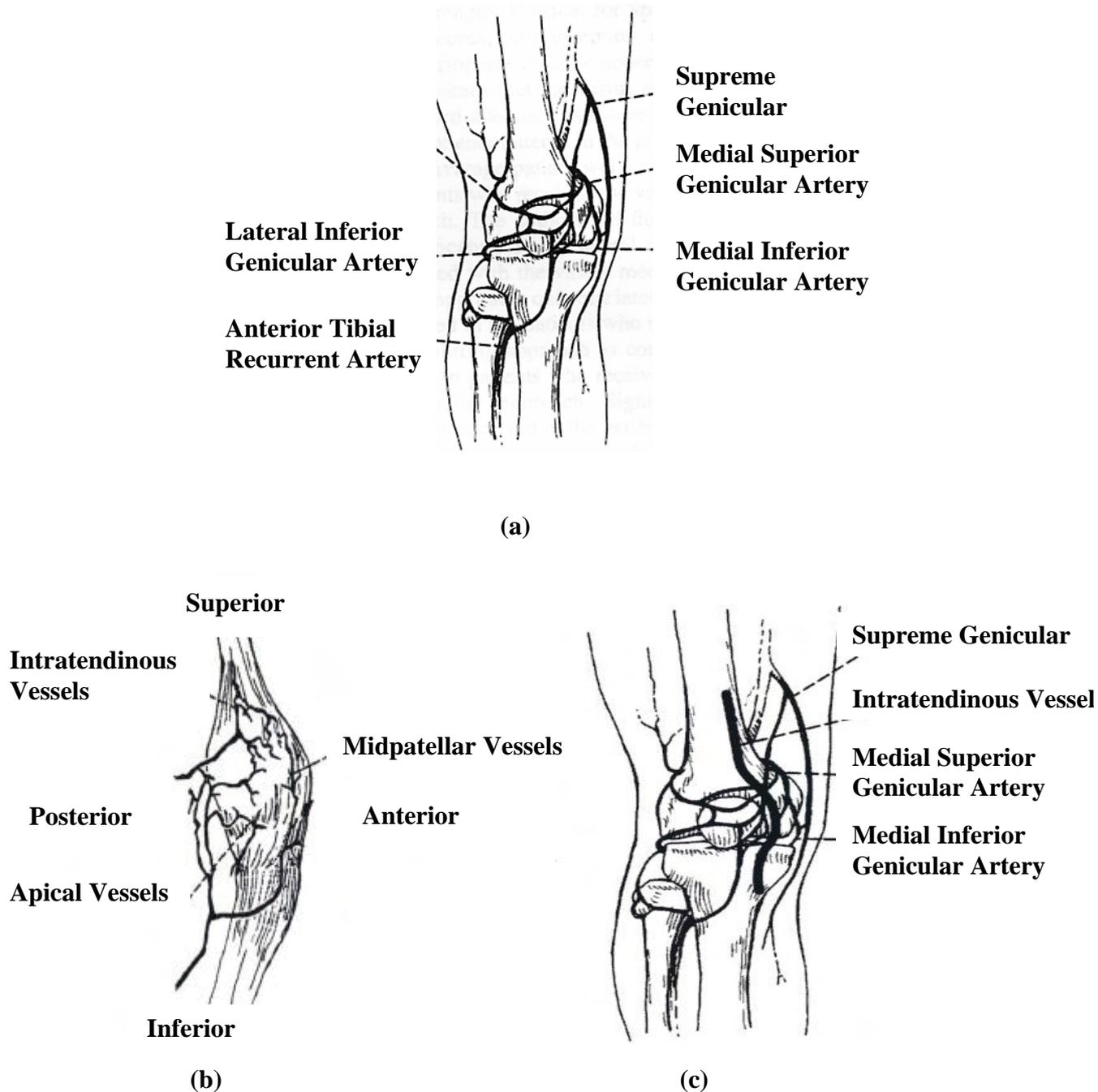
Im Folgenden sollen die beiden verwendeten Zugangswege kurz dargestellt werden.

### 2.3.1 Medialer parapatellarer Zugang nach Payr

Der standardisierte mediale parapatellare Zugang ist die am häufigsten angewandte Arthrotomie zur Implantation von Kniegelenksalloarthroplastik (vgl. [8], [63], [92] und [117]). Der Hautschnitt beginnt 5 cm proximal des Patellarandes etwa in der Mitte und zieht bogenförmig 1 cm medial des inneren Patellarandes nach distal, um anschließend wieder medial des Ligamentum patellae zur Tuberositas tibiae zu verlaufen. Das Retinaculum patellae mediale wird 2 cm medial des Patellarandes inzidiert. Anschließend präpariert man die Gelenkkapsel ein wenig mit der Schere stumpf vom Retinaculum und von der Quadrizepssehne ab. Dann spaltet man die Quadrizepssehne einige Millimeter lateral der Einstrahlung des M. vastus medialis. Über den gesamten Schnittverlauf wird die Gelenkkapsel eröffnet. Die Kniescheibe kann nun nach lateral weggehalten und um 180° gedreht werden. Anschließend wird das Kniegelenk rechtwinkelig gebeugt, womit eine übersichtliche Darstellung des Kniegelenkbinnenraumes sowie des Tibiaplateaus möglich ist (vgl. [13]). Zwangsläufig werden durch diesen Zugangsweg der mediale Anteil der Extensoren und die mediale intraossäre und extraossäre Blutzufuhr der Patella durchtrennt (vgl. [92] und [127]).



**Abbildung 2.2:** Schematische Darstellung des medialen parapatellaren Zuganges (vgl. [27]).



**Abbildung 2.3 a-c:** Durchblutungsverhältnisse der Patella (vgl. [92]).

Ist die Spannung der Weichteile während der Exposition des Kniegelenkes in 90°-Flexion zu groß, kann eine der folgenden Maßnahmen behilflich sein, um die Spannung zu reduzieren:

- Partielle subperiostale Ablösung (bone chip technique) des Lig. patellae an der Tuberositas tibiae (nicht mehr als 1/3 wegen der Gefahr der Avulsion des Lig. patellae).

- Bei Bedarf kann die Tuberositas tibiae auch von medial osteotomiert werden.
- Quadrizeps Snip (vgl. [11]).

Der mediale parapatellare Zugang wird dann empfohlen, wenn eine nahezu physiologische, eine Typ I-Valgus-Deformität oder eine mehr oder weniger ausgeprägte varische femoro-tibiale Beinachse vorliegt (vgl. [40] und [63]).

### **2.3.2 Lateraler Zugang nach Arnold et al.**

Der laterale Zugang wird empfohlen, wenn eine Valgus-Deformität vom Typ II und Typ III vorliegt (vgl. [8], [58], [61] und [63]).

#### *Technik*

Gerade, parapatellar-laterale Hautinzision. Kulissenförmiges Durchtrennen des Retinaculum patellae laterale und der Aponeurose des M. vastus lateralis. Proximal wird der Zwischenraum zwischen Innenseite des Tractus iliotibialis und M. vastus lateralis stumpf präpariert. Distal wird der M. tibialis anterior etwa 1,5 cm nach dorsal abgeschoben, auch hier exakte Blutstillung, insbesondere der Arteria recurrens tibialis anterior. Laterale Arthrotomie an der Femurkondyle. Darstellen des ventralen Tibiakopfes. Stumpfes Abschieben des Hoffaschen Fettkörpers nach ventral. Die proximale Abschlussebene der Osteotomie wird wie folgt angelegt: Unmittelbar auf Höhe des tibialen Ansatzes des Lig. patellae wird das erste 10 mm breite Osteotom angesetzt und rechtwinklig zur Tibialängsachse und parallel zur Sagittalebene von lateral nach medial auf der ganzen Breite des Tibiakopfes eingeschlagen. Es muss darauf geachtet werden, dass die Osteotomieebene nicht nach medial hin ansteigt. Die Osteotomie wird distal nach ventral auslaufend mit einem 10 mm breiten Klingenmeißel vervollständigt (vgl. [25], [58] und [122]).

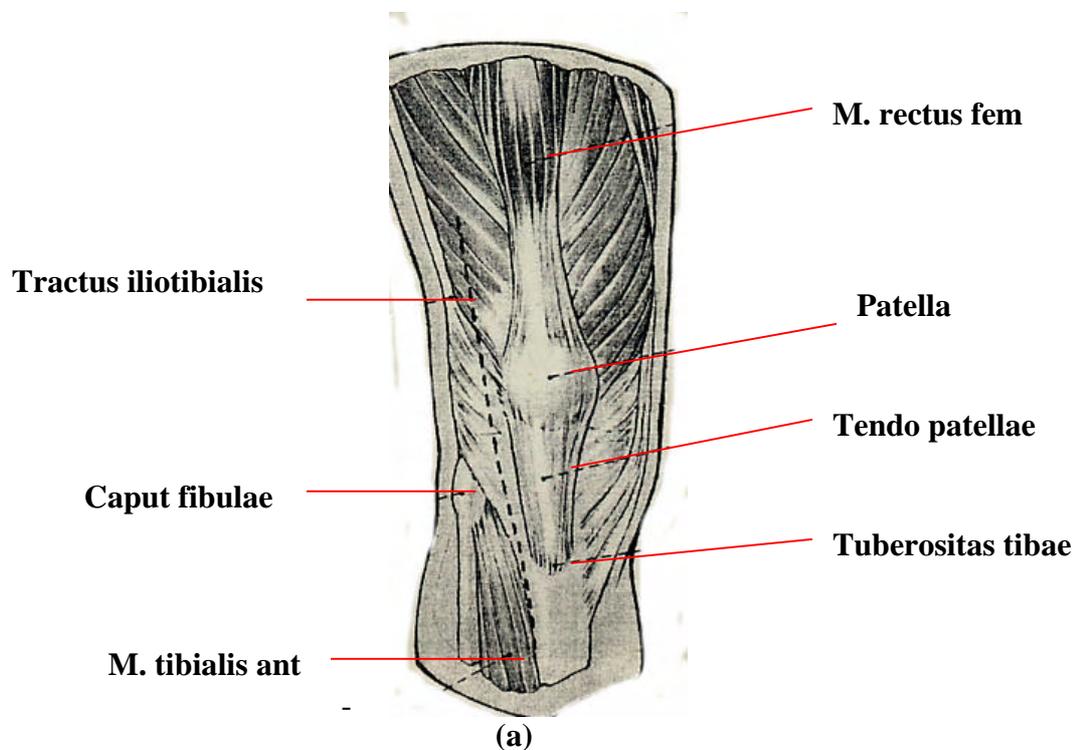
---

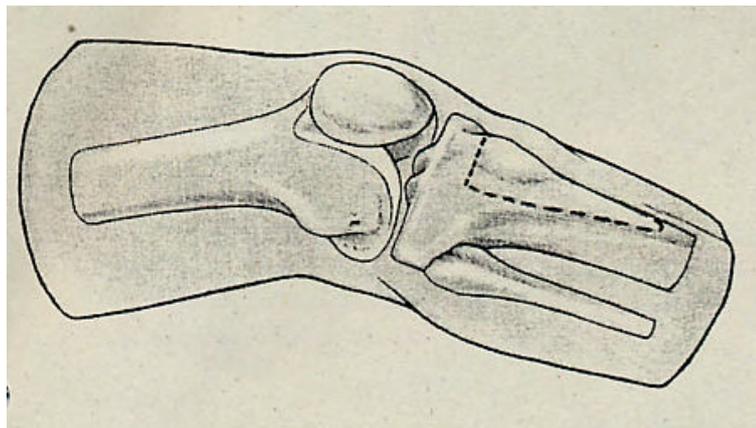
Als **Vorteile** der lateralen Arthrotomie mit Ablösung der Tuberositas tibiae werden erwähnt:

- Hervorragende Übersicht über das Kniegelenk.
- Erleichterung einer genauen Einstellung der Rotation der Prothesenkomponenten.
- Unabhängig von vorbestehenden Achsfehlstellungen ist ein dosiertes mediales und oder laterales Release möglich.
- Keine Verletzung des Lig. patellae.
- Keine wesentliche Beeinträchtigung der Patelladurchblutung.
- Keine Verletzung des N. saphenus, die Oberflächensensibilität ventral am Kniegelenk bleibt erhalten.

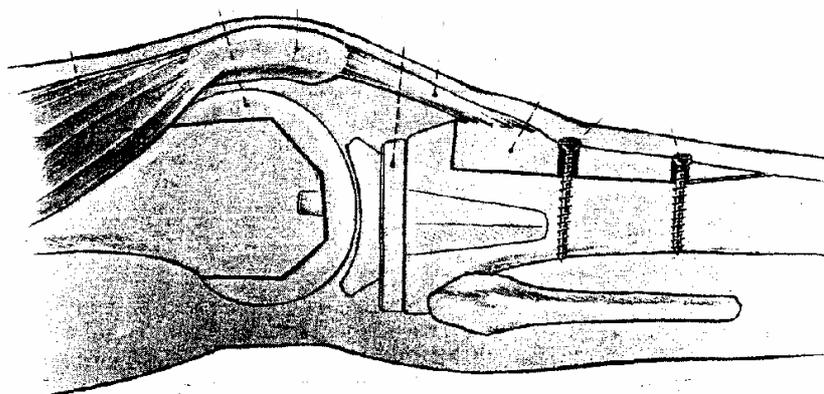
**Nachteile** sind:

- Der längere Hautschnitt nach distal um etwa 5 cm im Vergleich zum medialen Zugang.
- Höherer operativer Aufwand durch die Schraubenosteosynthese der Tuberositas tibiae (vgl. [8], [17], [30], [75], [83] und [113]).





(b)



(c)

Abbildung 2.4.a-c: Laterale Arthrotomie (vgl. [8]).

## 2.4 Prä-, intra- und postoperativer Verlauf

Unterschiede im prä-, intra- oder postoperativem Verlauf können einen wesentlichen Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg der Operation haben. Die Dokumentation gestaltete sich bei allen untersuchten Patienten nach einem in der Orthopädischen Klinik des Klinikums Saarbrücken festgelegten standardisierten Schema. Präoperativ erfolgten die Anamnese und klinische Untersuchung. An Röntgenaufnahmen wurden durchgeführt: Knie in zwei Ebenen, Patella Tangential-Aufnahme sowie Ganzbeinaufnahme des zu operierenden Kniegelenkes. Die Operation erfolgte in Blutsperrung und in Rückenlagerung. Intraoperativ erfolgte die Achsausrichtung anhand der externen Referenzierungslehre, der Überprüfung von Flexions- und Extensionsspalt und der Ausrichtung an den hinteren Kondylen. Die durchschnittliche Operationsdauer bei dem untersuchten Kollektiv entsprach einem statistischen Mittelwert von ca. 1 Stunde und 45 Minuten pro operiertem Kniegelenk, wobei die Operationsdauer für den medialen

Zugang im zeitlichen Durchschnitt pro Patient 52,3 Minuten betrug, für den lateralen Zugang mit Osteosynthese der Tuberositas tibiae 67 Minuten pro Kniegelenk. Der statistisch ausgewertete intraoperative Blutverlust unserer Patienten betrug im Durchschnitt ca. 251,9 ml. Bei der medialen Arthrotomie betrug dieser Wert durchschnittlich gesehen 303,4 ml (Maximum 350 ml und Minimum 100 ml) und für die laterale Arthrotomie 269,1 ml (Maximum 500 ml und Minimum 150 ml). Der postoperative Verlauf gestaltete sich unabhängig vom gewählten Zugangsweg: Belassen der Redondrainagen bis zum 3. postoperativen Tag, dann Mobilisation an der CPM-Motorschiene, und bereits ab dem 1. postoperativen Tag, soweit dies vom Patienten toleriert wurde, schmerzlimitierte Vollbelastung unter krankengymnastischer Anleitung. Nach durchschnittlichem stationären Aufenthalt von 14 Tagen erfolgte die anschließende Weiterbehandlung in ein Rehabilitationszentrum für den Zeitraum von durchschnittlich drei Wochen, mit anschließender nochmaliger Vorstellung der Patienten zur klinischen und röntgenologischen Verlaufskontrolle in der orthopädischen Klinik (vgl.[20]).

## **2.5 Weitere Untersuchungskriterien**

Die klinische Untersuchung dieser Arbeit erfolgte von der Autorin in der orthopädischen Ambulanz des Klinikums Saarbrücken unter Aufsicht eines Facharztes. Erfasst wurde zunächst der Patient im Gehen, Stehen, dann in sitzender und anschließend in liegender Position. Die Beweglichkeit des operierten Kniegelenkes wurde aktiv, dann passiv mittels eines handelsüblichen Winkelmessgerätes gemessen. Untersucht wurden neben dem Beweglichkeitsausmaß, die Muskelkraft, die Stabilität, die klinisch untersuchte Achsausrichtung und die Patellaführung. Die Patellaführung wurde in Ruhe und beim Bewegungsablauf beurteilt. Die Patienten wurden befragt nach Schmerzen, schmerzfreier Gehstrecke und Schmerzmitteleinnahme. Erfasst wurden die Mobilität, die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel, das Treppensteigen, das Selbstversorgen im Haushalt, das Zurechtkommen im Alltag, das Vorhandensein von Nebenerkrankungen, etwaige Voroperationen des betroffenen Kniegelenkes und die allgemeine Zufriedenheit des Patienten. Ebenfalls erfasst wurden postoperative Komplikationen (allgemeiner Art und/oder operationsspezifischer Art), die in der nachfolgenden Tabelle 2.1 wiedergegeben sind.

---

Art der Komplikation	
Allgemein	operationspezifisch
Lungenembolie	Wundheilungsstörung
Hämarthros bei Notwendigkeit der Marcumarisierung	Seröse Fistelbildung
Tiefe Beinvenenthrombose	Verzögerte Wundheilung
Stauungslungenentwicklung	Hämatomentstehung Knie

**Tabelle 2.1:** Postoperative Komplikationen unabhängig vom Zugangsweg.

Man unterscheidet zwischen Früh- und Spätkomplikationen:

Zu den Frühkomplikationen zählen z. B. das Auftreten von Hautnekrosen nach Voroperationen und daraus resultierenden vorhandenen Narben (vgl. [117]), Risikofaktoren wie etwa Adipositas, Diabetes mellitus, rheumatoide Arthritis, Osteoporose (ggf. bedingt durch Steroideinnahme), Chemotherapie, mit der Folge von Auftreten von Wundheilungsstörung, tiefe Beinvenenthrombose und konsekutive Lungenembolie (vgl. [22]). Weitere Frühkomplikationen wären beispielsweise Instabilität, Arthrofibrosen mit vermindertem Bewegungsausmaß, patellofemorale Probleme mit z. B. Auftreten von ventralem Knieschmerz, oder die Patellaproblematik (Subluxation, Nekrose, Fraktur) (vgl. [29]). Nervenschädigung bei extremen Valgusdeformitäten, Weichteilimpingement bei überstehenden Prothesenkomponenten, Ruptur des Kniestreckapparates (vgl. [61]) zählen ebenfalls zu möglichen Frühkomplikationen.

Spätkomplikationen hingegen wären z. B. periprothetische Frakturen oder Prothesenlockerung (septisch oder aseptischer Genese), wobei die häufigste Ursache für einen Revisionseingriff nach Kniegelenksalloarthroplastik die aseptische Lockerung der Tibiakomponente ist (vgl. [98]).

## 2.6 Röntgenologische Auswertungen/Messdaten

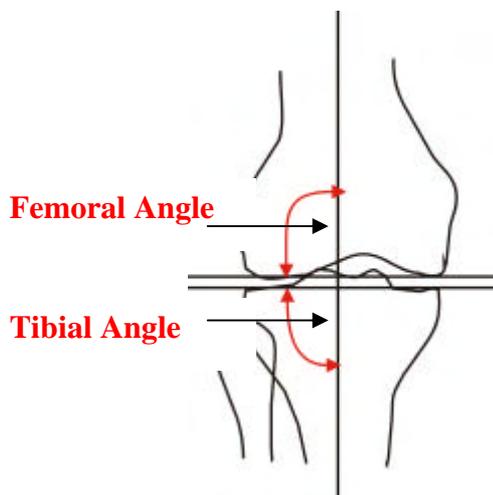
Um das Ergebnis der Implantation der Oberflächenersatzprothesen am Kniegelenk röntgenologisch zu kontrollieren, wurde im Rahmen dieser Studie jeweils eine standardisierte a.p.-Aufnahme, eine laterale Aufnahme sowie eine Patella-Tangentialaufnahme des operierten Kniegelenkes angefertigt. Verschiedene Parameter wurden messtechnisch auf den Röntgenbildern erfasst. Eine Übersicht gibt die nachfolgende Tabelle 2.2.

	a.p.-Aufnahme	Laterale Aufnahme	Patella-Tangentialaufnahme
Femoraler Winkel	+	-	-
Tibialer Winkel	+	-	-
Patella-Höhenindex	-	+	-
Patella-Tilt	-	-	+

**Tabelle 2.2:** Übersicht über die bei jedem nachuntersuchten Patienten angefertigten Röntgenaufnahmen und die darin bestimmten Messwerte.

### *Winkelbestimmung*

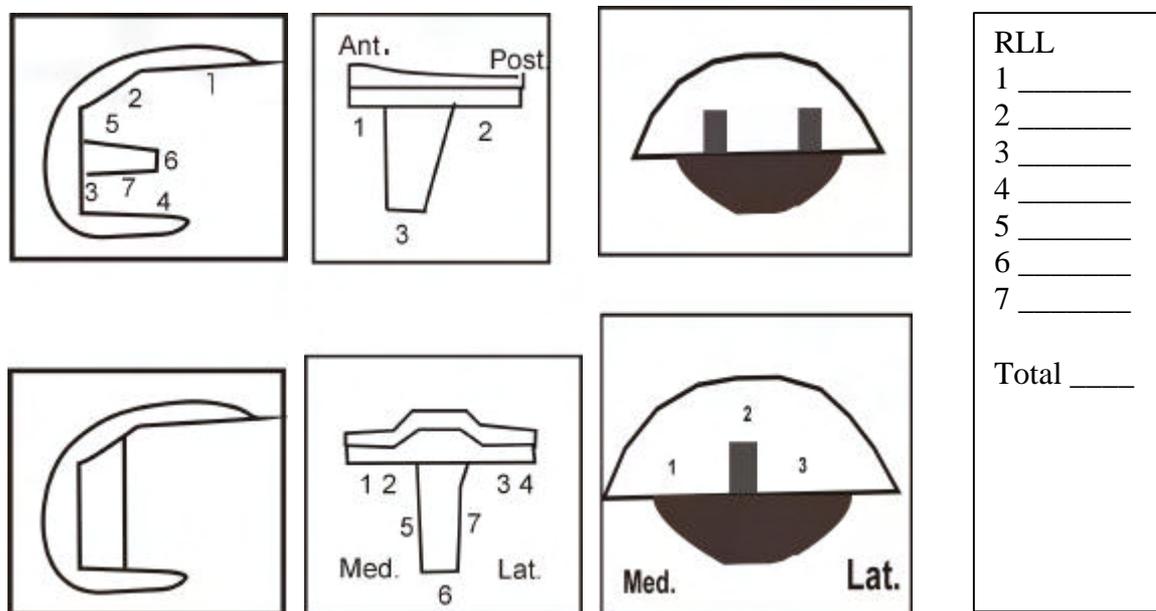
Zur Bestimmung der Position der Oberflächenersatzprothese sowie zur Erfassung möglicher Lockerungszeichen wurden die Femur- und die Tibiaachse eingezeichnet sowie die artifizielle Kniebasislinie als Verbindung der Femurkondylen der Oberflächenersatzprothese und die Verbindungslinie der kaudalen Begrenzung des Tibiaplateaus. Es wurden der so genannte Tibia-Gleitlager-Winkel, welcher aus der Tibiaachse und der Tibia-Gleitlager-Linie gebildet wird, sowie der Femurwinkel, der von der Femurachse und der Kniebasislinie gebildet wird, bestimmt. Bezüglich der Implantationslage der Prothese wurde der Femurwinkel mit  $83^\circ$  und der Tibiawinkel mit  $90^\circ$  im a.p.-Strahlengang als normal angesehen. Bei abweichendem Winkel wurde von einer valgischen bzw. varischen Implantation der jeweiligen Komponente gesprochen.



**Abb. 2.5:** Bestimmung des femoralen Winkels (femoral angle) und des tibialen Winkels (tibial angle), (vgl.[78]).

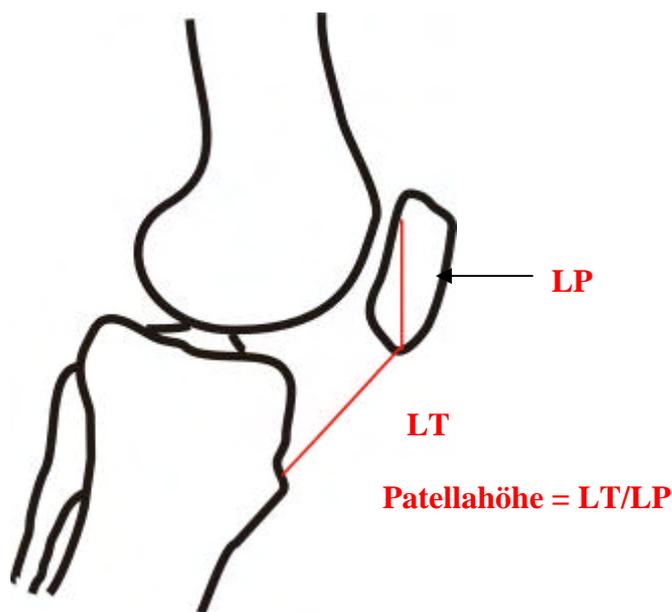
Die radiologische Auswertung der Lysesäume wurde nach dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System (KSRESS) durchgeführt. Zwischen den Komponenten bzw. Zementschichten und Knochen wurden die Saumbildungen

oder Lysesäume (so genannte *radiolucent lines*, abgekürzt als RLL), gemäß dem KSRESS projektionsabhängig in Zonen eingeteilt, sowohl für die Femur- als auch die Tibiakomponente in Millimetern gemessen. Bei der Femurkomponente können die RLL aus technischen Gründen nur im lateralen Strahlengang ermittelt werden.



**Abb. 2.6:** Messblatt des Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System zur Bestimmung der Lysesäume an den verschiedenen Verankerungszonen der Oberflächenersatzprothese.

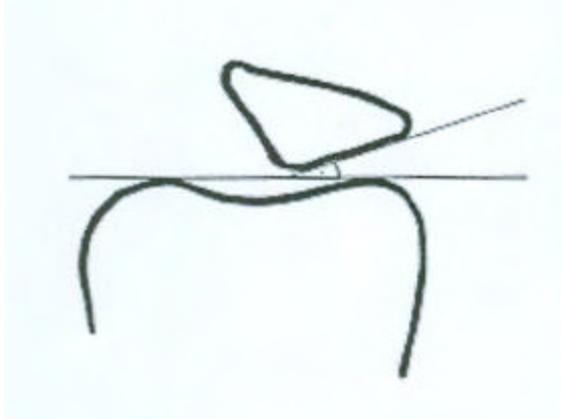
In der seitlichen Aufnahme des Kniegelenks wurde der Längsdurchmesser der Patella bestimmt. Dieser beträgt bei Männern 40 - 55 mm, bei Frauen 35 - 50 mm ([Schmidt 1989]). Die Höhenlage der Patella wurde durch den Patella-Höhenindex festgelegt ([Insall und Salvati 1971]), (vgl. [50]). Hierbei wurde der größte Längsabstand vom kaudalen zum kranialen Patellapol bestimmt und als Strecke LP (Länge der Patella) bezeichnet. Dann wurde die Länge der Patellarsehne von ihrem Ursprung am kaudalen Patellapol zu ihrem Ansatz am kranialen Anteil der Tuberositas tibiae gemessen und als Strecke LT (Länge der Sehne) bezeichnet. Der Patella-Höhenindex nach Insall und Salvati (1971) ergibt sich aus der Relation  $LT / LP$ . Voraussetzung hierfür ist eine seitliche Aufnahme mit mindestens 30° Flexion (Anspannung des Lig. patellae). Der Normwert für den Patella-Höhenindex nach Insall und Salvati liegt zwischen 0,8 – 1,04 (Übergangsbereich 0,75 – 0,79 und 1,05 – 1,14). Von einer Patella alta spricht man bei einem Wert von  $> 1,15$ , von einer Patella baja bei einem Ergebnis  $< 0,75$  (Insall und Salvati 1971), (vgl.[78]).



**Abbildung 2.7:** Bestimmung des Patella-Höhenindex nach Insall und Salvati (1971).

Mittels der Patella-Tangentialaufnahme können detaillierte Aussagen über den Grad der Patelladysplasie, die Konfiguration des femoropatellaren Gleitlagers und über eine Lateralisation der Patella nach tibial oder fibular getroffen werden ([Hellinger, vgl. [42]).

Auf der Patella-Tangentialaufnahme wurde der Patella-Tilt nach Laurin (1978), (vgl. [73]) bestimmt. Der Patella-Tilt, d. h. die Abkipfung der Patella in der Vertikalachse, wurde 1978 von Laurin erstmals beschrieben. Eine Hilfslinie bildet eine Tangente an beide Femurkondylen. Eine zweite Hilfslinie wird entlang der lateralen Facette der Patella gezogen. Bei einer gut geführten, nicht verkippten Patella, öffnet sich dieser Tiltwinkel, der durch diese zwei Linien festgelegt ist, nach lateral. Bei Patienten mit Subluxation der Patella verlaufen diese zwei Linien parallel oder der Winkel öffnet sich nach medial hin ([Park, vgl. [93]).



**Abbildung 2.8:** Bestimmung des Patella-Tilt nach Laurin

### 3 ERGEBNISSE

Alle Patienten wurden standardisiert nachuntersucht. Nach Erhebung der Anamnese und Erfassung möglicher postoperativ eingetretener Komplikationen, des Mobilisationsgrades und der schmerzfreen Gehstrecke, erfolgte eine eingehende klinische Untersuchung. Diese basierte auf dem HSS Score nach Ranawat und Shine (Hospital for Special Surgery Score 1976) und dem Knee Society Clinical Rating System (Score nach Insall 1989). Beide Scores sind zur Evaluation von Patienten nach Knieendoprothesenimplantation etabliert. Zusätzlich werden die Ergebnisse der Scores nach Wang ermittelt (vgl. Anhang). Um das Ergebnis der Implantation der Oberflächenersatzprothesen am Kniegelenk röntgenologisch zu kontrollieren, wurde im Rahmen dieser Studie jeweils eine standardisierte anterior-posteriore und seitliche Aufnahme sowie eine Patella-Tangentialaufnahme des operierten Kniegelenkes angefertigt. Verschiedene Parameter wurden messtechnisch auf den Röntgenbildern erfasst. Die Abbildungen wurden mit den präoperativen Aufnahmen verglichen. Diese wurden anhand des Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System (KSRESS) (vgl. [35]) ausgewertet. Zur statistischen Auswertung der Ergebnisse wurden der t-Test und  $\chi^2$ -Test für verbundene Stichproben verwandt. Diese wurden statistisch erfasst und ausgewertet (vgl. Anhang).

#### 3.1 Patienten mit Natural Knee® - medialer Zugang

Bei den 47 nachuntersuchten Kniegelenken (entsprechend 40 Patienten), die über den medialen Zugang nach Payr operiert wurden, betrug der mittlere Bewegungsumfang (Extension/Flexion) 0/99°, (Minimum 10° Streckdefizit, 50° Flexion und Maximum 130° Flexion). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 27 Patienten schmerzfreen, 13 Patienten berichteten über Schmerzen nach längerem Gehen oder Treppensteigen. Kein Patient hatte ständige oder heftige Schmerzen. 26 Patienten brauchten postoperativ keinerlei Gehhilfe. 14 Patienten benutzten einen Gehstock beziehungsweise eine Unterarmgehstütze.

Die nachfolgenden Tabellen 3.1 bis 3.3 geben einen Überblick über die postoperativen Bewertungen des medialen Zugangsweges, aufgeschlüsselt nach den jeweiligen Knee Scores.

<b>Bewertung</b>					
<b>Mittelwert (MW)</b>	<b>Standardabweichung (SW)</b>	<b>sehr gut (85-100) (n)</b>	<b>gut (70-81) (n)</b>	<b>befriedigend (60-69) (n)</b>	<b>schlecht &lt; 60 (n)</b>
70,5	15,72	25	7	8	7
		53,2 %	14,9 %	17,0 %	14,9 %

**Tabelle 3.1:** Ergebnisse und prozentuale Verteilung der postoperativen Bewertung nach dem Score von Ranawat und Shine.

Entsprechend der Punkteverteilung im Score nach Ranawat und Shine wiesen mit einer Anzahl von 25 Patienten entsprechend einem prozentualen Anteil von 53,2% mehr als die Hälfte der Patienten ein sehr gutes Ergebnis auf. Die verbleibende Menge von 22 Patienten waren in etwa gleichem Maße mit einer Anzahl von 7 bzw. 8 mit entsprechender prozentualer Verteilung von 14,9 % bzw. 17,0 % in drei Kategorien (gut, befriedigend, schlecht) aufgeteilt.

Der Mittelwert von 70,5 gibt an, dass statistisch gesehen bei den operierten Patienten ein Score-Mittelwert von 70,5 erzielt wurde. Die Standardabweichung von 15,72 bedeutet, dass es im Durchschnitt durchaus Patienten gab, die nach dem Score ein Ergebnis von  $70,5 + 15,72$  hatten.

<b>Bewertung</b>	<b>Knee Score (n)</b>	<b>Function Score (n)</b>
Mittelwert (MW)	95	100
Standardabweichung (SW)	13,9	30,1
Gesamtsumme = 100 Punkte	1	22
Gesamtsumme < 100 Punkte	46	25

**Tabelle 3.2:** Ergebnisse und Verteilung der postoperativen Bewertung nach dem Insall Score.

Der Insall Score bestehend aus dem Knee Score und dem Function Score ist mit hohen Mittelwerten von 95 und 100 aussagekräftig für das gute Ergebnis des Patientenkollektivs, operiert über den medialen Zugang, wenn auch nahezu alle Probanden im Knee Score eine Auswertung der Gesamtsumme von weniger als 100 Punkten erreichten. Beim Function Score ist das Ergebnis ziemlich ausgeglichen, da hier 22 Probanden eine Gesamtpunktzahl von 100 Punkten erreichten, gegenüber den 25 Probanden, die weniger als 100 Punkte erreichten.

<b>Bewertung</b>					
<b>Mittelwert (MW)</b>	<b>Standardabweichung (SW)</b>	<b>sehr gut (3-4) Punkte (n)</b>	<b>gut (2-3) Punkte (n)</b>	<b>befriedigend (1-2) Punkte (n)</b>	<b>schlecht (0-1) Punkte (n)</b>
3	0,4	32	15	0	0
		68 %	32 %	0 %	0 %

**Tabelle 3.3:** Ergebnisse und prozentuale Verteilung der postoperativen Bewertung nach dem Wang Score.

Der Score nach Wang für den medialen Zugang bestätigt mit 68% der nachuntersuchten Patienten zusätzlich, dass mehr als die Hälfte der Patienten, die nach Payr operiert wurden, ein sehr gutes Ergebnis aufwiesen.

Die nachfolgende Tabelle 3.4 schlüsselt postoperative Komplikationen auf, die infolge einer Operation nach Payr aufgetreten waren.

<b>Komplikationen</b>	<b>Kniegelenke (N)</b>	<b>%</b>
Keine	39	83
Oberflächliche Wundheilungsstörung	2	4,3
Unterschenkelvenenthrombose	5	10,6
Implantatlockerung und/oder -bruch	0	0
Sonstiges	1	2,1

**Tabelle 3.4:** Postoperative Komplikationen in der Gruppe, operiert nach Payr.

Bei insgesamt 47 operierten Kniegelenken gab es bei 83 % keinerlei Komplikationen. In fünf Fällen entwickelte sich postoperativ eine TVT, in weiteren zwei Fällen eine oberflächliche Wundheilungsstörung. In der Gruppe, die nach Payr operiert wurde, erlitt keine Patient eine Implantatlockerung oder einen Implantatbruch.

<b>Gangbild</b>	<b>Kniegelenke (N)</b>	<b>%</b>
Unauffällig	30	63,83
Path. aufgrund sonstiger Faktoren	15	31,92
Path. aufgrund des op. Kniegelenkes	2	4,26

**Tabelle 3.5** Darstellung des Gangbildes – operiert über den medialen Zugang.

Von den 47 Kniegelenken, operiert über den medialen Zugang, hatten 30 ein komplett unauffälliges postoperatives Gangbild, entsprechend einem Prozentsatz von 63,83 %. Bei 15 Kniegelenken lag ein pathologisches Gangbild vor. Weitere zwei konnten postoperativ schlechter gehen, bedingt durch das operierte Kniegelenk.

Schmerzen	Kniegelenke (N)	%
Präoperativ	47	100
Postoperativ keine Schmerzen	36	76,7
Postoperative Schmerzen bei Belastung bedingt durch sonstige Faktoren	8	17,02
Postoperative Schmerzen bereits in Ruhe	0	0
Postoperative Schmerzen bei Belastung aufgrund operiertes Kniegelenk	3	6,4

**Tabelle 3.6:** Darstellung der Schmerzintensität in der Gruppe, operiert nach Payr.

Die vorangehende Tabelle 3.6 fasst die Ergebnisse der Schmerzintensität der Patienten zusammen, die nach der Methode von Payr operiert wurden. Verwandt wurde eine visuelle Analogskala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz).

Die Hälfte des Patientenkollektives war postoperativ schmerzfreier im Vergleich zum präoperativen Zustand. Präoperativ hatten alle Patienten bzgl. Schmerzen, entsprechend der Analogskala, eine Schmerzintensität von 8-10 angegeben. Postoperativ gaben acht Patienten Schmerzen mit einer Intensität von 2-3 bei Belastung (Treppen steigen) an, weitere drei Patienten, entsprechend einem Prozentsatz von 6,4 %, klagten über Schmerzen bei Belastung, die auf das operierte Kniegelenk zurückzuführen waren.

Bewegungsausmaß	Kniegelenke (N)	%
Postoperativ < als 100° Flexion	20	42,55
Postoperativ $\geq$ 100° Flexion	27	57,45
Bewegungsdefizit präoperativ z. B. Streckdefizit	36	76,60
Kein Bewegungsdefizit präoperativ	11	23,40

**Tabelle 3.7:** Bewegungsausmaß präoperativ und postoperativ in Bezug zum bestehenden präoperativen Bewegungsdefizit.

Die Tabelle 3.7 zeigt das prä- und postoperative funktionelle Bewegungsausmaß der operierten Kniegelenke. Die Beweglichkeit des Kniegelenkes postoperativ ist bei 27 Patienten  $>$  als 100° gewesen, bei 20 Patienten konnte eine Flexion von über 100° nicht erreicht werden. Das Ergebnis ist jedoch in Abhängigkeit des bestehenden präoperativen Status mit entsprechendem Vorliegen von Streckdefizit bei einer großen Anzahl der Patienten, entsprechend 76 % zu berücksichtigen. Eine 90°-Flexion ist als Minimum zu tolerieren, um alltägliche Aktivitäten zu leisten (vgl. [76]). Der erhobene Befund steht in keiner Relevanz zu sonstigen Faktoren oder Parametern, welche in diesen beiden Gruppen besonders auffallend wären und somit für die oben aufgeführten Werte verantwortlich wären.

Zufriedenheit	Kniegelenke (N)	%
mäßig	10	21,28
hoch	37	78,72

**Tabelle 3.8:** Patientenzufriedenheit – operiert nach Payr.

Aufgrund der Altersverteilung und der Stetigkeit der Werte für die Datenerhebung bezüglich des Kriteriums „Zufriedenheit“ ergab sich, dass ältere Patienten mit dem Operationsergebnis zufriedener sind. Insgesamt sind 37 Patienten hoch zufrieden, zehn Patienten nur mäßig zufrieden (vgl. Tabelle 3.8), wobei bei den jüngeren Patienten, nach Auswertung der Daten und der Befragung, die Unzufriedenheit nicht unmittelbar mit dem Ergebnis der Knieoperation zusammenhängt, sondern durchaus aufgrund multipler Nebenfaktoren, wie zum Beispiel das Auftreten einer TVT postoperativ zurückzuführen ist (vgl.[55]). Denn die Zufriedenheit nach einer Implantation einer Kniegelenksendoprothese hängt auch vor allem von der erneuten Verbesserung der Lebensqualität und der Erhaltung der sozialen Unabhängigkeit ab, genauso wie die Beweglichkeit und Schmerzreduktion (vgl. [52]).

Beinachsenverlauf	Kniegelenke (N)	%
Präop. gerade	13	27,66
Präop. varisch	30	63,82
Präop. valgisch	4	8,51
Postop. gerade	42	89,36
Postop. varisch	2	4,26
Postop. valgisch	3	6,38

**Tabelle 3.9:** Beinachsendiformität präoperativ und postoperative Beinachsenausrichtung.

Aus den aufgelisteten Daten der Tabelle 3.9 ist zu ersehen, dass entsprechend der Literatur und der Erfahrung die Achsfehlstellung (präoperativ) vor allem in Varusdeformität überwiegt (vgl. [21]). Postoperativ haben 89,36 % einen geraden Achsverlauf, lediglich bei zwei Patienten wurde eine leichtgradige Korrektur von einer präoperativen valgischen Fehlstellung durch eine Überkorrektur eine varische Beinachse „erzeugt“. Bei 6,38 %, entsprechend drei Patienten, wurde eine postoperative valgische Beinachse bei der Nachuntersuchung festgestellt.

Schmerzfreie Gehstrecke	Kniegelenke (N)	%
≥ 1000 m	42	89,36
< 1000 m	5	10,64

**Tabelle 3.10:** Weite der Gehstrecke, operiert über den medialen Zugang..

Der größte Anteil der Patienten gab eine schmerzfreie Gehstrecke von > als 1000 m an. Nur ein geringer Anteil der untersuchten Patienten im Rahmen unserer Studie berichteten über eine eingeschränkte schmerzfreie Gehstrecke auf 1000 bzw. < als 1000 m (vgl. Tabelle 3.10).

<b>Kniegelenkvoroperation</b>	<b>Kniegelenke (N)</b>	<b>%</b>
Erfolgt	9	19,15
nicht erfolgt	38	80,85

**Tabelle 3.11:** Anzahl der Voroperationen der Kniegelenke in der Gruppe, operiert nach Payr.

Insgesamt 19,15 % der Patienten, welche sich einer Implantation eines Kniegelenkes über den medialen Zugang unterzogen haben, waren bereits am nun betroffenen Kniegelenk voroperiert (Tabelle 3.11). Dies waren in den meisten Fällen Arthroskopien mit arthroskopischem Eingriff wie z.B. Meniscusteilresektionen und Korrekturosteotomien, oder aber auch Patienten, welche in der Anamnese ein Trauma, wie z.B. eine Unterschenkelfraktur etc. angaben und diesbezüglich bereits operativ versorgt worden waren. Hiervon hatten fünf eine Arthroskopie mit entsprechendem Eingriff, sieben eine valgisierende Tibiakopfumstellungsosteotomie. 5 % hatten eine posttraumatische Gonarthrose: In einem Fall war es ein Zustand nach einer Kriegsverletzung, ein Fall von Knochen-Tbc mit Kniegelenksbefall und ein weiterer Fall mit einer Unterschenkelfraktur mit Zertrümmerung des betroffenen Kniegelenkes. Ein weiterer Patient hatte sich multiplen Voroperationen (Arthroskopien) unterzogen. In dieser Gruppe sind nicht solche Fälle aufgelistet, welche sonstige z.B. konservativ behandelte Frakturen, oder Infektionen, wie z.B. Tbc, Osteomyelitis etc. in der Anamnese angaben.

### **3.2 Patienten mit Natural Knee® - lateraler Zugang**

Bei den 34 nachuntersuchten Kniegelenken (entsprechend 28 Patienten), die über den lateralen Zugang nach Arnold et al. operiert wurden, betrug der mittlere Bewegungsumfang (Extension/Flexion) 0/104°, (Minimum 15° Streckdefizit und 50° Flexion und Maximum 5° Extension und 140° Flexion). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 18 Patienten schmerzfrei, ein Patient hatte geringe Schmerzen, neun Patienten berichteten über Schmerzen nach längerem Gehen oder Treppensteigen. Kein Patient hatte ständige oder heftige Schmerzen. 24 Patienten

brauchten postoperativ keinerlei Gehhilfe. Vier Patienten benutzten einen Gehstock bzw. eine Unterarmgehstütze.

Die Tabellen 3.12 bis 3.14 geben einen Überblick über die postoperativen Bewertungen für den lateralen Zugangsweg, aufgeschlüsselt nach den jeweiligen Knee Scores.

<b>Bewertung</b>					
<b>Mittelwert (MW)</b>	<b>Standardabweichung (SW)</b>	<b>sehr gut (85-100) (n)</b>	<b>gut (70-81) (n)</b>	<b>befriedigend (60-69) (n)</b>	<b>schlecht &lt; 60 (n)</b>
82	21,2	18	5	6	5
		53,0 %	14,7 %	17,6 %	14,7 %

**Tabelle 3.12:** Ergebnisse und prozentuale Verteilung der postoperativen Bewertung nach dem Score von Ranawat und Shine.

53 % der Patienten, die über den lateralen Zugang operiert wurden, wiesen im Score nach Ranawat und Shine ein sehr gutes Ergebnis auf. Der Mittelwert von 82 besagt, dass die erreichte Punktzahl im Durchschnitt bei 82 lag.

<b>Bewertung</b>	<b>Knee Score (n)</b>	<b>Function Score (n)</b>
Mittelwert (MW)	85,5	100
Standardabweichung (SW)	10,6	0
Gesamtsumme = 100 Punkte	3	19
Gesamtsumme < 100 Punkte	31	15

**Tabelle 3.13:** Ergebnisse und Verteilung der postoperativen Bewertung nach dem Insall Score.

Auch in der Auswertung des Insall Score, bei welchem sowohl im Knee als auch im Function Score maximal 100 Punkte zu erreichen sind, sind die Mittelwerte von 85,5 und 100 als sehr gute Ergebnisse anzusehen, auch wenn im Knee Score 31 Patienten weniger als 100 Punkte erreichten. Dies war im Bereich des Function Score nahezu 50/50 % verteilt, mit 19 Probanden, die 100 Punkte und 15, die unter 100 Punkten lagen.

<b>Bewertung</b>					
<b>Mittelwert (MW)</b>	<b>Standardabweichung (SW)</b>	<b>sehr gut (3-4) Punkte (n)</b>	<b>gut (2-3) Punkte (n)</b>	<b>befriedigend (1-2) Punkte (n)</b>	<b>schlecht (0-1) Punkte (n)</b>
3,4	0,4	28	6	0	0
		82,4 %	17,6 %	0 %	0 %

**Tabelle 3.14** Ergebnisse und prozentuale Verteilung der postoperativen Bewertung nach dem Wang Score.

Analog zu den Ergebnissen des Score nach Ranawat und Shine sowie des Insall Score, fiel das Ergebnis im Score nach Wang mit einem Mittelwert von 3,4 bei 82,4 % entsprechend 28 Patienten zufriedenstellend aus. Die restlichen sechs Patienten wiesen ein gutes Ergebnis auf.

Die nachfolgende Tabelle 3.15 schlüsselt postoperative Komplikationen auf, die infolge einer Operation nach Arnold et al. aufgetreten sind.

Komplikationen	Kniegelenke (N)	%
Keine	28	82,4
Oberflächliche Wundheilungsstörung	1	2,9
Unterschenkelvenenthrombose	4	11,8
Implantatlockerung und oder –bruch	0	0
Sonstiges	1	2,9

**Tabelle 3.15:** Postoperative Komplikationen in der Gruppe – operiert nach Arnold et al.

Bei 82,4 % der operierten Kniegelenke traten keinerlei Komplikationen auf. Postoperativ litten vier an einer TVT. In einem Fall gab es eine oberflächliche postoperative Wundheilungsstörung. Aus dieser Gruppe waren keine Implantatlockerungen und/oder –brüche zu verzeichnen.

Gangbild	Kniegelenke (N)	%
Unauffällig	28	82,35
Path. aufgrund sonstiger Faktoren	6	17,65
Path. aufgrund des op. Kniegelenkes	0	0

**Tabelle 3.16:** Darstellung des Gangbildes in der Gruppe, operiert nach Arnold et al.

Von den 34 Kniegelenken, operiert über den lateralen Zugang, hatten 28 ein komplett unauffälliges postoperatives Gangbild, entsprechend einem Prozentsatz von 82,35 %. Bei sechs Kniegelenken lag ein pathologisches Gangbild vor.

Schmerzen	Kniegelenke (N)	%
Präoperativ	34	100
Postoperativ keine Schmerzen	22	64,70
Postoperative Schmerzen bei Belastung bedingt durch sonstige Faktoren	10	29,41
Postoperative Schmerzen bereits in Ruhe	0	0
Postoperative Schmerzen bei Belastung aufgrund operiertes Kniegelenk	2	5,89

**Tabelle 3.17:** Darstellung der Schmerzintensität bei Patienten, operiert nach der lateralen Methode.

Die vorangehende Tabelle 3.17 fasst die Ergebnisse der Schmerzintensität der Patienten zusammen, die nach der lateralen Operationsmethode operiert wurden. Verwandt wurde eine visuelle Analogskala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz).

Die Hälfte des Patientenkollektives war postoperativ schmerzfreier im Vergleich zu präoperativ. Präoperativ hatten alle Patienten Schmerzen, entsprechend der Analogskala, eine Schmerzintensität von 8-10 angegeben. Postoperativ gaben zehn Patienten Schmerzen mit einer Intensität von 2-3 bei Belastung (Treppen steigen) an, zwei weitere Patienten, entsprechend einem Prozentsatz von 6 %, klagten über Schmerzen bei Belastung, die auf das operierte Knie zurückzuführen waren.

Bewegungsausmaß	Kniegelenke (N)	%
Postoperativ < als 100° Flexion	24	70,59
Postoperativ $\geq$ 100° Flexion	10	29,41
Bewegungsdefizit präoperativ z. B. Streckdefizit	23	67,65
Kein Bewegungsdefizit präoperativ	11	32,35

**Tabelle 3.18:** Bewegungsausmaß präoperativ und postoperativ in Bezug auf Patienten, operiert in der Methode nach Arnold et al.

Die Tabelle 3.18 zeigt das prä- und postoperative funktionelle Bewegungsausmaß der operierten Kniegelenke in der Technik von Arnold et al. Die Beweglichkeit des Kniegelenkes postoperativ ist bei zehn Kniegelenken größer als 100° gewesen, bei 24 Kniegelenken konnte eine Flexion von über 100° nicht erreicht werden. Das Ergebnis ist jedoch in Abhängigkeit des bestehenden präoperativen Status mit entsprechendem Vorliegen von Streckdefizit bei einer großen Anzahl der Patienten, entsprechend fast 68 %, zu berücksichtigen.

Zufriedenheit	Kniegelenke (N)	%
mäßig	8	3,53
hoch	26	76,47

**Tabelle 3.19:** Patientenzufriedenheit - operiert nach Arnold et al.

Die Tabelle 3.19 erfasst Daten zum postoperativen Ergebnis. Insgesamt sind 26 Kniegelenken hoch zufrieden, acht Kniegelenke nur mäßig zufrieden, wobei bei den jüngeren Patienten, nach Auswertung der Daten und der Befragung, die Unzufriedenheit nicht unmittelbar mit dem Ergebnis der Knieoperation zusammenhängt, sondern

durchaus aufgrund multipler Nebenfaktoren, wie zum Beispiel das Auftreten einer TVT postoperativ zustande kommt.

Beinachsenverlauf	Kniegelenke (N)	%
Präop. gerade	2	5,88
Präop. varisch	26	76,47
Präop. valgisch	6	17,65
Postop. gerade	33	97,05
Postop. varisch	1	2,94
Postop. valgisch	0	0

**Tabelle 3.20:** Tabellarische Darstellung der Beinachsendiformität präoperativ und postoperative Beinachsenausrichtung für das Patientenkollektiv, operiert nach der lateralen Methodik.

Die in Tabelle 3.20 wiedergegebenen Daten zeigen, dass postoperativ 97,05 % der Kniegelenke einen geraden Achsverlauf haben, lediglich bei einem Kniegelenk wurde eine leichtgradige Korrektur von einer präoperativen valgischen Fehlstellung durch eine Überkorrektur eine varische Beinachse „erzeugt“. Bei keinem Patienten wurde eine postoperative valgische Beinachse bei der Nachuntersuchung in dieser Gruppe festgestellt.

Schmerzfrie Gehstrecke	Kniegelenke (N)	%
≥ 1000 m	32	94,12
< 1000 m	2	5,88

**Tabelle 3.21:** Weite der Gehstrecke, operiert nach Arnold et al.

Der größte Anteil der Patienten gab eine schmerzfrie Gehstrecke von > als 1000 m an. Nur ein geringer Anteil der untersuchten Patienten im Rahmen unserer Studie berichteten über eine eingeschränkte schmerzfrie Gehstrecke auf 1000 bzw. < als 1000 m (vgl. Tabelle 3.21).

Kniegelenkvoroperation	Kniegelenke (N)	%
erfolgt	5	14,70
nicht erfolgt	29	85,30

**Tabelle 3.22:** Anzahl der Voroperationen der Kniegelenke in der Gruppe, operiert nach Arnold et al.

Ein Anteil von 14,70 Prozent der Kniegelenke, operiert über den lateralen Zugang, war bereits am betroffenen Kniegelenk voroperiert, der Rest von 29 Kniegelenken hatte keine Voroperationen in der Anamnese angegeben bzw. wiesen auch keine Operationsnarben auf (vgl. Tabelle 3.22).

### 3.3 Röntgenauswertungen des Gesamtkollektives

	N = 81 Kniegelenke		
	Femoral	Tibial	Prothesenstiel
<b>Zone 1</b>	+	+	-
<b>Zone 2</b>	-	+	-
<b>Zone 3</b>	-	+	-
<b>Zone 4</b>	-	+	-
<b>Zone 5</b>	-	-	-
<b>Zone 6</b>	-	-	-
<b>Zone 7</b>	-	-	-

**Tabelle 3.23:** Verteilung der radiologisch nachgewiesenen Lockerungssäume mit einer Breite von  $\geq 1$  mm im Gesamtkollektiv nach dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System (KSRESS).

In beiden Gruppen waren insgesamt in zehn Fällen an der Tibiakomponente (im anterior-posterioren und lateralen Strahlengang) in den Zonen 1, 2, 3 und 4 Saumbildungen von  $\leq 1$  mm, und in weiteren neun Fällen Saumbildungen oder so genannte radiolucent lines (RLL) von 2 mm in den Zonen 1, 2, 3 und 4 gesehen. In einem Fall wurde eine Saumbildung von 1-2 mm in der Zone 1 tibial beobachtet. Lediglich in einem Fall der medialen Gruppe wurde zu der Femurkomponente in der Zone 1 eine Saumbildung von  $\leq 1$  mm festgestellt. Die Originalarbeit sagt aus beziehungsweise gibt vor: Bei jeder Komponente ist eine Summe der RLL 0-4 mm als durchschnittlich signifikant, von 5-9 mm als beobachtungspflichtig in Bezug auf Progression, und 10 und mehr mm als Zeichen der Lockerung unabhängig von Symptomen anzusehen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wies keine der Komponenten eine Summe der RLL von 10 oder mehr mm auf, und demnach bestand nach KSRESS kein Anhalt für eine Lockerung (siehe nachfolgende Tabelle).

	Femoral				Tibial			
	< 1 mm	= 1 mm	> 1 mm	= 2 mm	< 1 mm	= 1 mm	> 1 mm	= 2 mm
<b>Zone 1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Zone 2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Zone 3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Zone 4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Zone 5</b>	<b>0</b>							
<b>Zone 6</b>	<b>0</b>							
<b>Zone 7</b>	<b>0</b>							

**Tabelle 3.24:** Verteilung der radiologisch nachgewiesenen Lockerungssäume

Es zeigte sich zusammenfassend in unserer Studie bei 10 Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Saumbildung (sog. „radiolucent line“). Signifikante Beschwerden konnten im Zusammenhang mit den beobachteten Bereichen einer radiologischen Saumbildung oder mit etwaigen Atrophiezeichen nicht festgestellt werden, so dass diese nicht im Sinne einer möglichen Frühlockerung der Endoprothesenkomponenten interpretiert wurden. Entsprechend den Vorgaben zur Bestimmung der Patellahöhe nach Insall und Salvati konnten wir bei insgesamt 5 Fällen eine Patella alta Stellung feststellen, mit den Werten Maximum 1,5 und Minimum 1,13 (Normwerte: 0,8-1,049, Übergang 0,75-0,79 und 1,05-1,14). Wenn der Wert > 1,15, dann liegt eine Patella alta vor, und wenn der Wert < 0,75, spricht man von einer Patella-baja-Stellung, [vgl.(78)].

### 3.3.1 Röntgenauswertung für den medialen Zugangsweg

Die nachuntersuchten 47 Kniegelenke, operiert nach Payr, zeigen in der Femurkomponente einen Lysesaum in der Zone 1 von  $\leq 1$  mm. Im Bereich des Prothesenstiels wurden keine Lysesäume gesehen. Insgesamt waren bei fünf Kniegelenken ein Lysesaum an der Tibiakomponente in der Zone 1, weitere zwei in der Zone 3 und vier in der Zone 4 aufgetreten.

	N = 47 Kniegelenke		
	Femoral	Tibial	Prothesenstiel
Zone 1	1	4	0
Zone 2	0	3	0
Zone 3	0	3	0
Zone 4	0	4	0
Zone 5	0	0	0
Zone 6	0	0	0
Zone 7	0	0	0

**Tabelle 3.25:** Verteilung der radiologisch nachgewiesenen Lockerungssäume mit einer Breite von  $\geq 1$  mm im Kollektiv, operiert nach Payr, entsprechend dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System (KSRESS).

Die Verteilung entsprechend der Größe der RLL war wie folgt:

In der Zone 1 tibial betrug im Bereich der Tibiakomponente einmal  $< 1$  mm, einmal = 1 mm, ein weiteres Kniegelenk wies einen Lysesaum von 1-2 mm Größe auf und eines von 2 mm Größe.

In der Zone 2 gab es zweimal eine 2 mm und einmal eine 1 mm große RLL.

Die Zone 3 wies einmal eine  $< 1$  mm RLL und in einem Fall eine  $> 1$  mm und in einem weiteren Fall eine 2 mm große RLL auf.

Weiterhin waren in der Zone 4 ein Fall  $< 1$  mm, einmal 2 mm groß und zweimal 1 mm große RLL zu sehen.

Patellaposition	Kniegelenke (N)	%
Patella alta	3	6,38
Normale Patellastellung	44	93,62
Patella baja	0	0

**Tabelle 3.26:** Bestimmung des Patellahöhenindex nach Insall und Salvati für den medialen Zugang

Drei Patienten wiesen eine Patella alta-Stellung auf. Der größte Anteil von ca. 94 % hatte eine normale Patellastellung.

Patellaposition	Kniegelenke (N)	%
Patellatilt	14	29,78
Kein Patellatilt	33	70,22

**Tabelle 3.27:** Bestimmung des Patellatilt nach Laurin für den medialen Zugang

Nach Laurin lagen 14 Fälle eines Patellatilts vor. In diesen Fällen wurde ein zementierter retropatellarer Ersatz vorgenommen.

### 3.3.2 Röntgenauswertung für den lateralen Zugangsweg

Die Verteilung der RLL in der Gruppe operiert nach Arnold et al. waren folgendermaßen:

Keine Lysesäume an der Femurkomponente und im Prothesenstiel. Zwei Fälle von einmal 1 mm und 1 x 2 mm Größe in der Zone 1 der Tibiakomponente.

Weitere zwei Fälle in der Zone 2 analog von 1 mm und 2 mm Größe. In der Zone 3 und 4 jeweils 2 mm große RLL. Keine Auffälligkeiten in den Zonen 5, 6 und 7 (vgl. Tab. 3.28).

	N = 34 Kniegelenke		
	Femoral	Tibial	Prothesenstiel
Zone 1	0	2	0
Zone 2	0	2	0
Zone 3	0	1	0
Zone 4	0	1	0
Zone 5	0	0	0
Zone 6	0	0	0
Zone 7	0	0	0

**Tabelle 3.28:** Verteilung der radiologisch nachgewiesenen Lockerungssäume mit einer Breite von größer gleich 1mm im Kollektiv, operiert nach Arnold et. al, entsprechend dem Knee Society Roentgenographic Evaluation and Scoring System (KSRESS).

Es gab zwei Fälle, welche eine Patella-alta-Stellung aufwiesen, keinen Fall einer Patella baja. 32 der Kniegelenke, entsprechend einem Prozentsatz von 94,2 % haben eine normale Patellastellung (vgl. Tab. 3.29).

Patellaposition	Kniegelenke (N)	%
Patella alta	2	5,88
Normale Patellastellung	32	94,12
Patella baja	0	0

**Tabelle 3.29:** Bestimmung des Patellahöhenindex nach Insall und Salvati für den lateralen Zugang

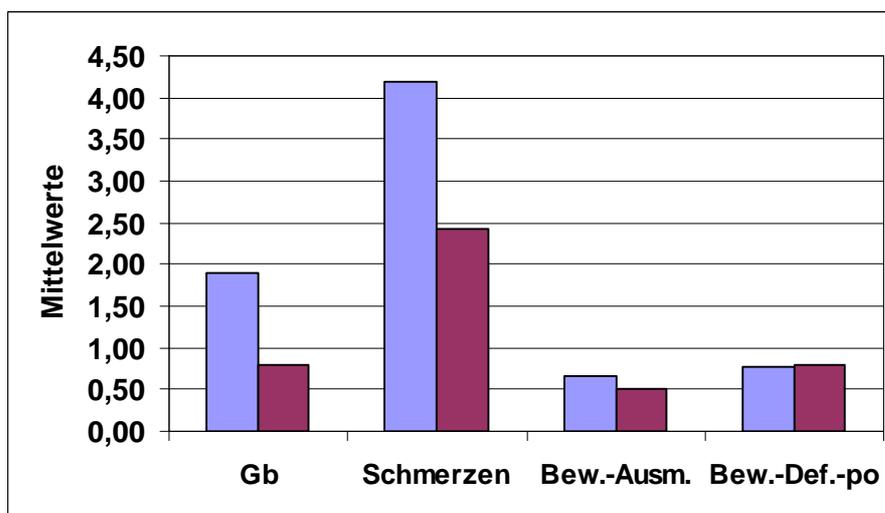
In der Gruppe, operiert nach Arnold et al. trat kein Fall eines Patellatilts auf (vgl. Tab. 3.30).

Patellaposition	Kniegelenke (N)	%
Patellatilt	0	0
Kein Patellatilt	34	100

**Tabelle 3.30:** Bestimmung des Patellatilts nach Laurin für den lateralen Zugang

### 3.4 Auswertung der einzelnen Parameter in Bezug zueinander und im Vergleich beider Operationsmethoden

#### Gesamtbeurteilung der erhobenen Datenanalyse

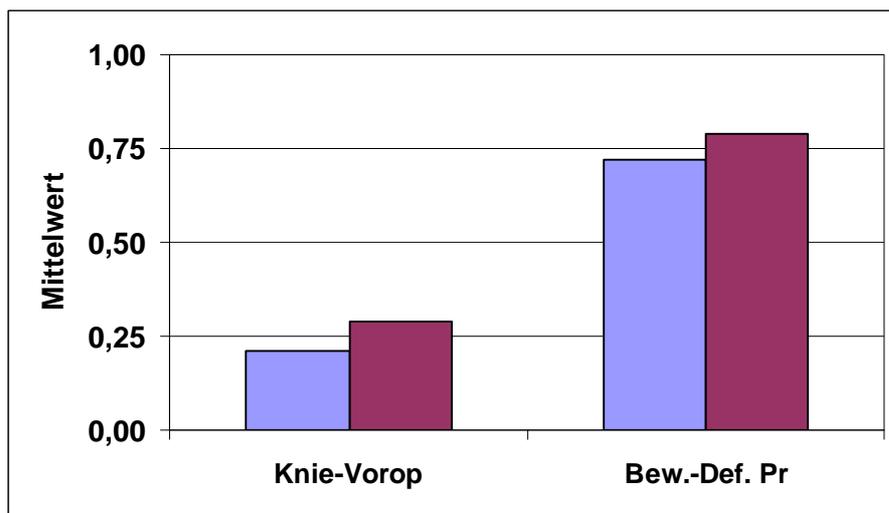


**Abbildung 3.1:** Analyse der Parameter Gangbild, Schmerzen, Bewegungsausmaß postoperativ sowie des Bewegungsdefizites postoperativ bezüglich der Geschlechtsverteilung.

Die y-Achse der Abbildung 3.1 zeigt die Mittelwerte der Geschlechter-Verteilung. In der x-Achse sind die errechneten Mittelwerte in Bezug auf das „Gangbild“, „Schmerz“, „Bewegungsausmaß“ sowie das „Bewegungsdeformität postoperativ“ für das jeweilige Geschlecht (blau = weiblich, lila = männlich).

Mit 1,6 ist der Mittelwert bezüglich der Anzahl der implantierten Kniegelenke bei den Patientinnen höher als mit 1,36 unter den Patienten. Ebenso sagt der Mittelwert des

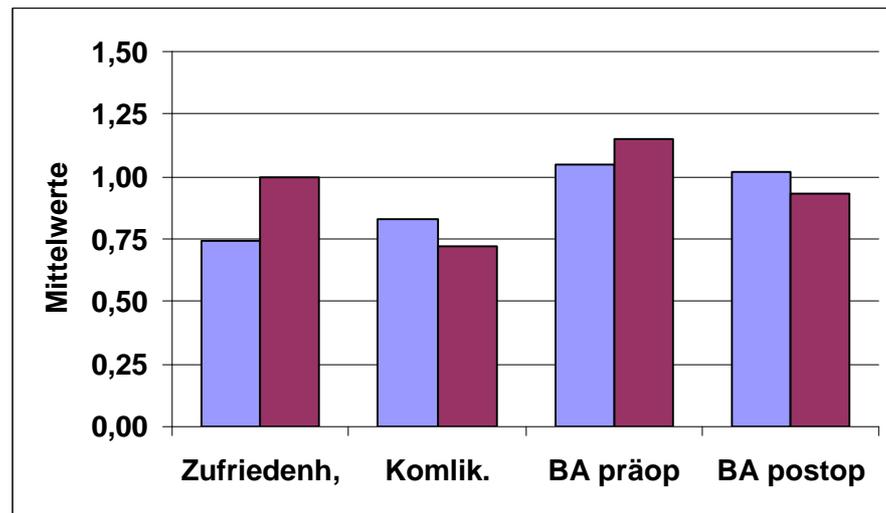
Parameters Gangbild aus, dass bei den Patientinnen das postoperative Gangbild „pathologischer“ oder auffälliger ist als das der Patienten. Das Bewegungsausmaß ist entsprechend dem größeren Anteil der Frauen gegenüber den Männern mit einem Mittelwert von 0,66 vs. 0,5 besser. Die Werte bezüglich des Parameters „Bewegungsdefizit postoperativ“ fallen für beide hier aufgeführten Gruppen in etwa gleich aus.



**Abbildung 3.2:** Analyse der Untersuchungsparameter Knievoroperationen und Streckdefizit präoperativ (Bew.-Def. Pr) in Bezug zum Geschlecht.

Abbildung 3.2 zeigt in der y-Achse die Berechnung der Mittelwerte der Parameter „Knievoroperationen“, sowie „Bewegungsdeformitäten“, welche präoperativ bestanden haben. Die x-Achse zeigt die Verteilung der Frauen (blau) und Männer (lila).

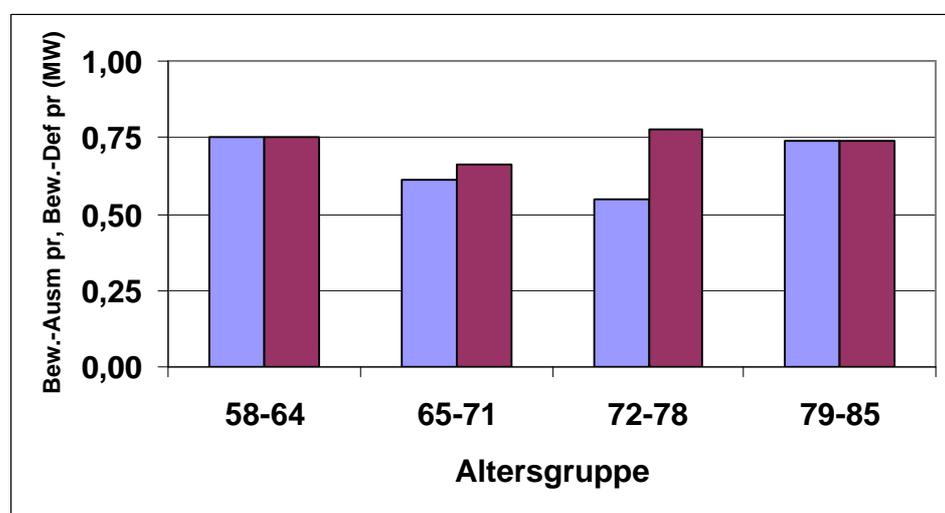
Die Parameter Knievoroperationen sowie ein bestehendes Bewegungsdeformität präoperativ ist in beiden Gruppen mit entsprechend fast identischen Mittelwerten gleich und deshalb nicht signifikant. So kann man die These aufstellen, dass diese Faktoren in Bezug auf das Geschlecht hier vernachlässigt werden können, da bei unserem Untersuchungskollektiv keine relevanten Unterschiede in den beiden Gruppen existieren.



**Abbildung 3.3:** Analyse der Daten Zufriedenheit, Komplikationen, Beinachsenverlauf prä-operativ und postoperativ für die beiden Geschlechter.

Abbildung 3.3 zeigt anhand der y-Achse die Mittelwerte der untersuchten Daten bezüglich „Zufriedenheit“, „Komplikationen“, „Beinachsenverlauf präoperativ“ sowie „Beinachsen postoperativ“ und in der x-Achse die Verteilung in Bezug auf das Kollektiv (blau = weiblich, lila = männlich).

Aus der folgenden Darstellung kann man ersehen, dass die männlichen Probanden zufriedener sind als die weiblichen; Komplikationen sind eher bei den Patientinnen aufgetreten. Bezüglich des Beinachsenverlaufes fällt auf, dass Patientinnen präoperativ an Varusgonarthrose leiden, während die Patienten eher eine Pangoarthrose bei geraden Beinachsverhältnissen aufwiesen. Postoperativ, unabhängig vom Kollektiv, haben alle Patientinnen einen mit um den Mittelwert von 1,02 und sämtliche Patienten mit einem Mittelwert von 0,93 identischen Wert, was mit einem korrekten Beinachsenverlauf gleichgesetzt wurde.



**Abbildung 3.4:** Erfassung der Daten in Bezug auf Bewegungsausmaß präoperativ und Bewegungsdeformität präoperativ bezüglich Alter und Anzahl.

Abbildung 3.4 zeigt die Bestimmungen des Mittelwertes in Bezug auf das Alter (lila) und der Anzahl der untersuchten Patienten (blau) in der x-Achse, die y-Achse die Mittelwerte der „präoperativen Bewegungsdeformität“ und des „Bewegungsmaßes“.

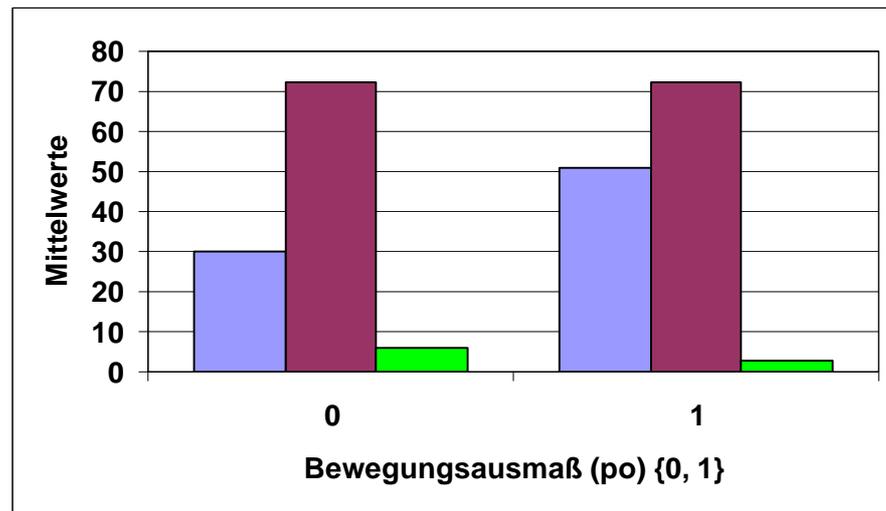
Aufgrund der oben aufgeführten Verteilungswerte kann man die These vertreten, dass eine eindeutige Zuordnung und mathematische Abhängigkeit bezüglich des Vorhandenseins eines Bewegungsdefizites mit zunehmendem Alter der Patienten besteht, d. h. je älter die zu untersuchenden Personen, um so größer der Anteil an Gonarthrosen mit bereits bestehenden Bewegungseinschränkungen, (Beuge- und/oder Streckdefizit).



**Abbildung 3.5:** Zusammenhang der Daten: Streckdefizit und Beinachsenverlauf präoperativ (BA pr), sowie Operationsmethode.

Abbildung 3.5 zeigt in der y-Achse die Mittelwerte der Parameter „Beinachsenverlauf präoperativ“ (lila) und „Streckdefizit präoperativ“ (blau). Die x-Achse steht für die beiden Operationsmethoden.

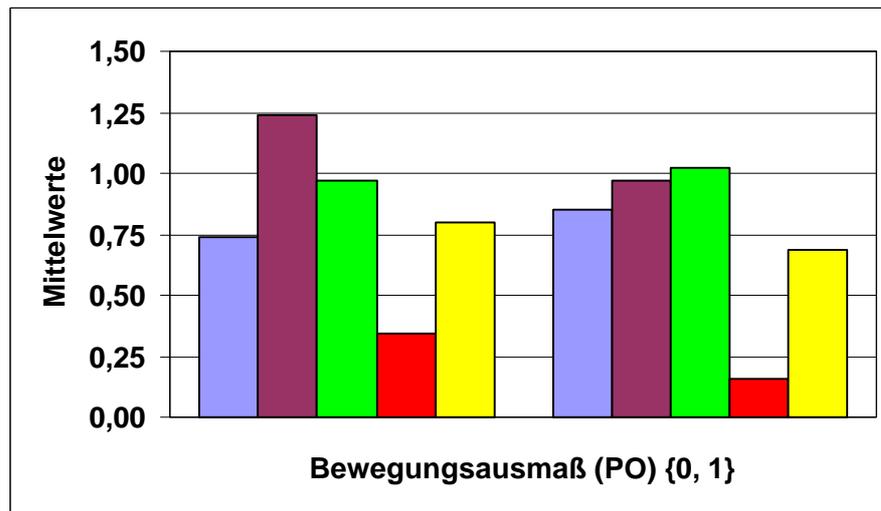
In unseren beiden Untersuchungsgruppen ist bezüglich der Aufteilung in den beiden Operationszugängen zu sehen, dass bestehende varische Gonarthrosen präoperativ überwiegen.



**Abbildung 3.6:** Analyse der Daten Bewegungsausmaß postoperativ in Bezug auf das Alter und Schmerzen.

Abbildung 3.6 zeigt in der y-Achse das Bewegungsausmaß postoperativ und in der x-Achse die Anzahl der untersuchten Kniegelenke (blau), die Altersverteilung (lila) und vorhandene Schmerzen (grün).

Mit  $N = 51$  Patienten sind die postoperativen Ergebnisse bezüglich des Bewegungsausmaßes um fast 50 % besser als bei Patienten, welche nur eine Beweglichkeit von  $\leq 100^\circ$  Grad Flexion haben. Entsprechend der Literatur ist eine Flexion von  $90^\circ$  eindeutig ausreichend, um im alltäglichen Leben eine gute Lebensqualität zu haben und entsprechende Leistungen zu erbringen oder um alltägliche Aktivitäten zu leisten ([61], [62] und [96]). Die postoperative Beweglichkeit ist eindeutig altersunabhängig. Parameter wie z.B. Arthrosegrad, Bewegungsdefizit präoperativ, Weichteilalignment und Achsausrichtung haben einen großen Einfluss auf die postoperative Beweglichkeit. Es ist offensichtlich, dass Schmerzen, Bewegungseinschränkung und Bewegungsausmaß in einem reziproken Verhältnis zueinander stehen.



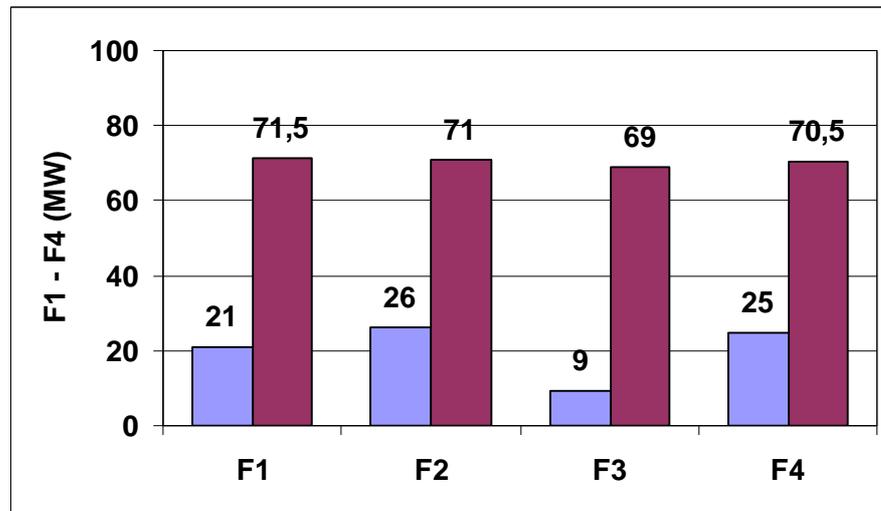
**Abbildung 3.7:** Datenanalyse der Parameter Bewegungsausmaß postoperativ und Auftreten von Komplikationen, Beinachsenverlauf prä - und postoperativ, sowie Knievoroperationen.

Abbildung 3.7 stellt in der y-Achse den errechneten Mittelwert für den Parameter „Bewegungsausmaß postoperativ“ dar. Die x-Achse zeigt die einzelnen erhobenen errechneten Werte der folgenden Parameter:

„Komplikationen“ (blau), „Beinachsenverlauf präoperativ“ (lila), „Beinachsenverlauf postoperativ“ (grün), „Knievoroperationen“ (orange), „Bewegungsdefizit präoperativ, (gelb).

Anhand der erstellten Daten können wir ersehen, dass bestehende Voroperationen des Kniegelenkes einen fast doppelt so hohen Einfluss auf das Bewegungsausmaß haben. Die Beweglichkeit postoperativ ist bei Vorliegen von Voroperationen um 50 % schlechter im Vergleich, wenn keine Voroperationen stattgefunden haben. Die Bewertung der Beinachsen präoperativ haben in dieser Studie gezeigt, dass präoperative Achsfehlstellungen in Form von Varus eine schlechtere postoperative Funktion aufweisen als valgische. Das Vorkommen von Komplikationen hatte in dieser Studie keine besondere Wertigkeit in Bezug auf das postoperative Beweglichkeitsausmaß, was mit dem Sachverhalt zusammenhängt, dass ein wirklich nur sehr geringer Anteil von Komplikationen vorkam und die aufgetretenen Komplikationen, wie z. B. tiefe Beinvenenthrombose oder Hämatomausräumung (keine weiteren Arten von operationsspezifischen Komplikationen) keinen Einfluss auf das postoperative Bewegungsausmaß hatten.

### 3.5 Beurteilung der Befundkombinationen



**Abbildung 3.8:** Graphische Darstellung der Parameter Zugangsweg und Bewegungsausmaß postoperativ. Hierbei gilt:

**F1** bedeutet: Zugangsweg 1 und Bewegungsausmaß 0.

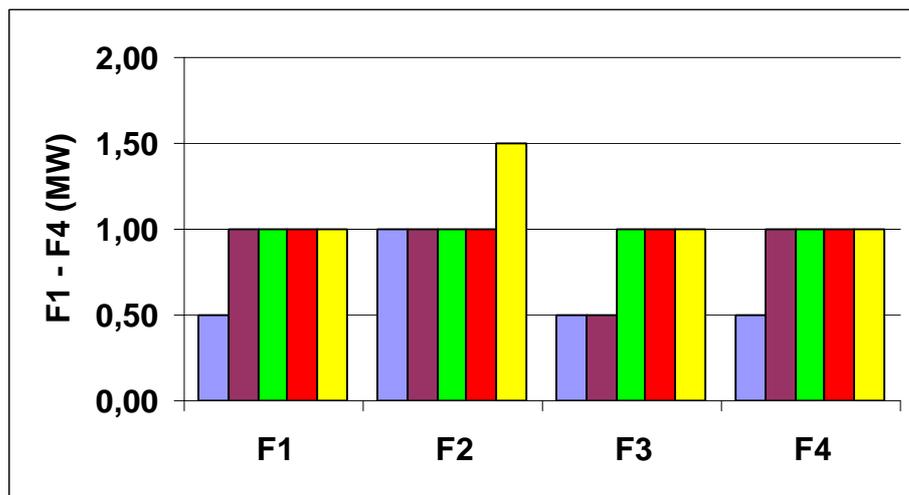
**F2** bedeutet: Zugangsweg 1 und Bewegungsausmaß 1.

**F3** bedeutet: Zugangsweg 2 und Bewegungsausmaß 0.

**F4** bedeutet: Zugangsweg 2 und Bewegungsausmaß 1.

Abbildung 3.8 zeigt die errechneten Mittelwerte der Parameter „Operationszugang“ und „Bewegungsausmaße“ der operierten Kniegelenke in Bezug zur Anzahl der operierten Kniegelenke (blau) sowie das Alter des Untersuchungskollektives (lila).

Man kann anhand der Tabelle erkennen, dass zwischen den beiden Untersuchungsgruppen eine identische Altersverteilung besteht. Weiterhin findet sich in der Gruppe, die über den medialen Zugang operativ versorgt worden waren, eine fast identische Anzahl in Bezug auf das Bewegungsausmaß  $>$  als  $100^\circ$  Flexion sowie nur fünf (mit einer Anzahl von 21 versus 26) mit einem postoperativen Bewegungsausmaß von  $\leq 100^\circ$  Flexion. In der zweiten Gruppe, in welchem Probanden aufgeführt sind, die über den lateralen Zugang operiert worden sind, sind analog entsprechend der ersten Gruppe eine gleich große Anzahl an Patienten, die eine Beweglichkeit postoperativ von  $\geq 100^\circ$  Flexion haben.



**Abbildung 3.9:** Analyse der Daten Bewegungsdeformität präoperativ, Zufriedenheit, Komplikationsrate, Verlauf der Beinachsen prä- und postoperativ. Hierbei gilt:

**F1** bedeutet: Zugangsweg 1 und Bewegungsausmaß 0.

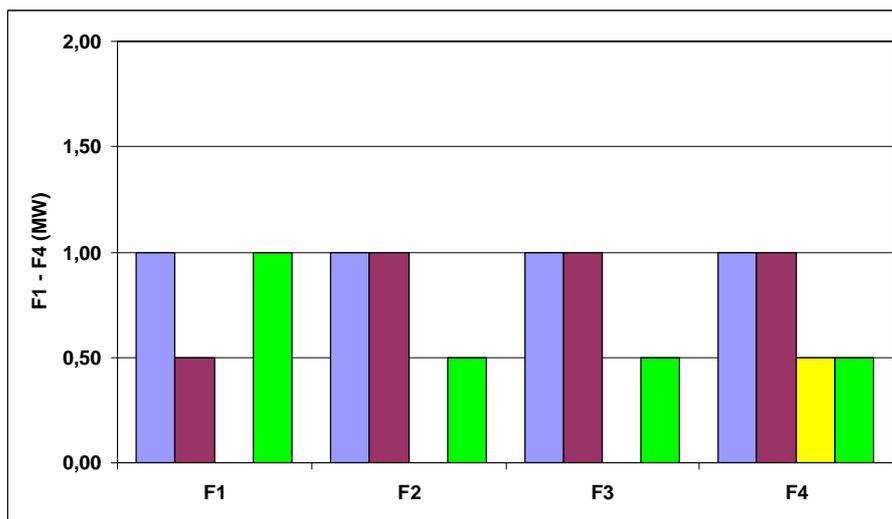
**F2** bedeutet: Zugangsweg 1 und Bewegungsausmaß 1.

**F3** bedeutet: Zugangsweg 2 und Bewegungsausmaß 0.

**F4** bedeutet: Zugangsweg 2 und Bewegungsausmaß 1.

In Abbildung 3.9 werden in den y-Koordinaten die jeweiligen Mittelwerte der Operationszugänge, d.h. mediale und laterale Methoden und die Bewegungsausmaße verglichen bezüglich der folgenden Parameter, welche in der x-Achse aufgeführt sind: „Bewegungsdefizit präoperativ“ (blau), „Zufriedenheit der operierten Patienten“ (lila), aufgetretene postoperative „Komplikationen“ (hellgrün), „Verlauf der Beinachse präoperativ“ (orange) und „Beinachse postoperativ“ (gelb).

Es liegt in beiden Gruppen eine identische Verteilung des „Bewegungsdefizites“ vor, wobei entsprechend dann auch das Bewegungsausmaß schlechter als  $100^\circ$  Flexion ist. Kein Bewegungsdefizit liegt eindeutig in der ersten Gruppe vor, wobei hier auch das Bewegungsausmaß  $\geq 100^\circ$  Flexion beträgt. Die „schlechteren“ Ergebnisse in der F3-Gruppe sind nur im Zusammenhang mit der geringen Anzahl der in dieser Gruppe zugehörigen Patienten zu sehen. Die Komplikationsrate ist in beiden Gruppen identisch gering. Entsprechend ist die Verteilung bezüglich des Faktors Zufriedenheit, wobei in der F3-Gruppe aufgrund des geringeren Anteiles der Personen hier ein Ausreißerwert zu sehen ist. Es lagen präoperativ im großen Anteil eine varische Beinachse vor, und postoperativ im überwiegenden Anteil eine korrekte Achsausrichtung.



**Abbildung 3.10** Analyse der Parameter Stabilität, Gehstrecke, Knievoroperationen, und Beinachsenverlauf präoperativ. Hierbei gilt:

**F1** bedeutet: Zugangsweg 1 und Bewegungsausmaß 0.

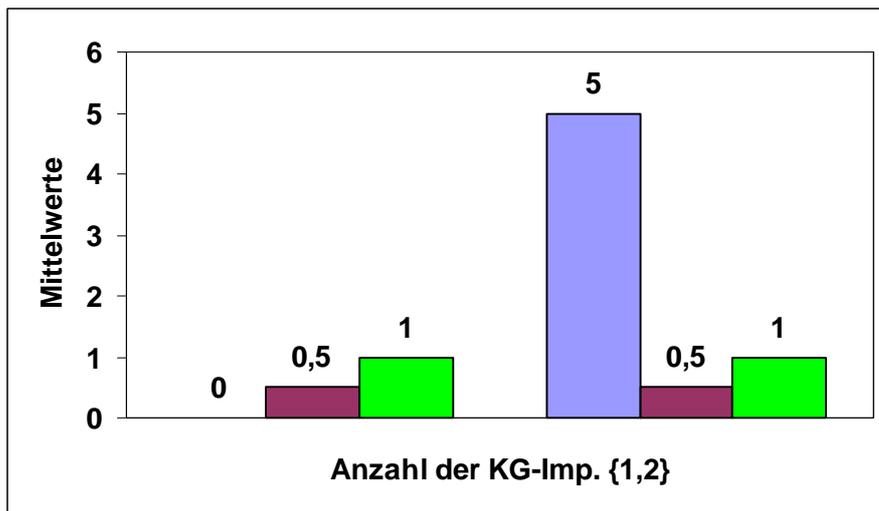
**F2** bedeutet: Zugangsweg 1 und Bewegungsausmaß 1.

**F3** bedeutet: Zugangsweg 2 und Bewegungsausmaß 0.

**F4** bedeutet: Zugangsweg 2 und Bewegungsausmaß 1.

Abbildung 3.10 zeigt wiederum anhand der y-Achse die Mittelwerte der „Zugangswege“ und des „Bewegungsausmaßes“ in Bezug auf folgende Größen, die statistisch errechnet worden sind und hier auf der x- Koordinaten abgebildet sind: „Stabilität“ der operierten Kniegelenke (blau), die „schmerzfremde Gehstrecke“ (lila), Knievoroperationen (gelb), die „präoperative Achse“ des zu operierenden Beines (hellgrün).

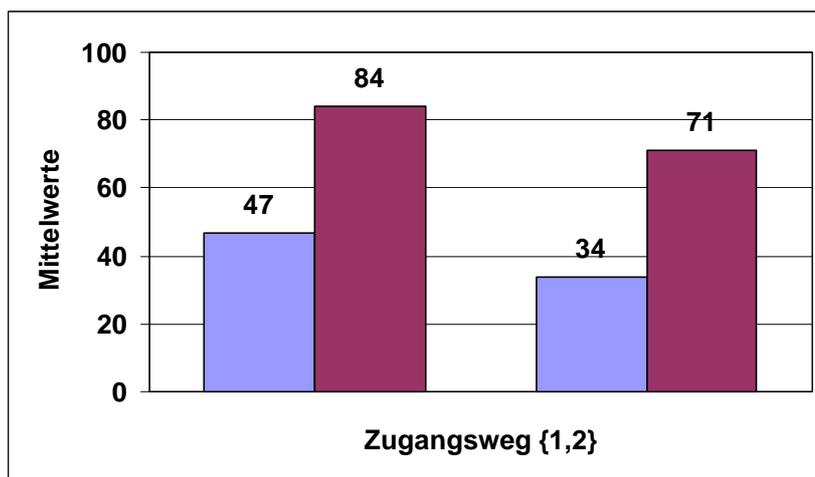
Die postoperative Stabilität ist in allen Untersuchungsgruppen identisch. Die Gehstrecke ist in der F1-Gruppe, welche Patienten enthält, die über den medialen Zugang operiert worden sind und deren Kniegelenkflexion bis 100° reicht, bis auf 1000 m eingeschränkt. Eindeutig ist dargestellt, dass in der Gruppe über den lateralen Zugang eine sehr gute postoperative Beweglichkeit besteht, trotz bestehender Bewegungsdefizite präoperativ und Voroperationen, so dass man durchaus schlussfolgern kann, dass bei ausgeprägten präoperativen Deformitäten und im Zusammenhang hiermit verbunden auch Achsabweichungen von der Mikuliclinie, dann im Sinne einer Valgusfehlstellung, der laterale Zugang dem medialen zu bevorzugen ist (vgl. [16], [17], [24], [28], [39], [58], [59], [72], [85], [86] und [125]).



**Abbildung 3.11:** Analyse der Anzahl der implantierten Kniegelenkseiten und Weite der Gehstrecke und Gangbild sowie Komplikationsrate.

Abbildung 3.11 zeigt die Mittelwerte der Untersuchungsparameter „Gangbild“ (blau), „Komplikationen“ (lila) und die „schmerzfreie Gehstrecke“ (hellgrün), in der y-Achse aufgeführt. Die x-Achse zeigt die oben genannten Werte in Bezug auf den Anzahl der operierten Kniegelenke. Die jeweiligen Werte sind in der Grafik aufgeführt.

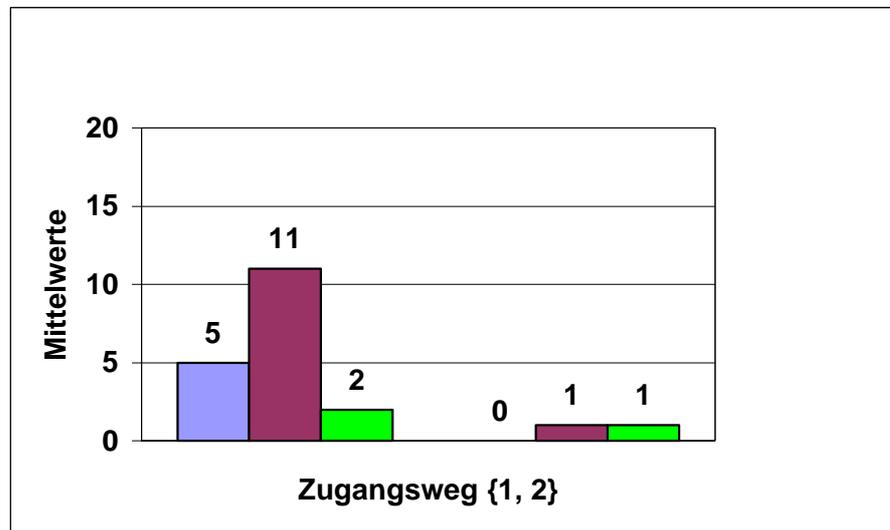
Der Faktor Gangbild ist bei den Patienten, welche eine beiderseitige Kniegelenksalloarthroplastik erhalten haben mit einem Mittelwert von 5 eindeutig höher als bei der Gruppe mit nur einseitig implantierten Kniegelenken, d. h. dass Patienten mit einer einseitigen Kniegelenktotalendoprothese ein besseres Gangbild aufweisen, und auch eine längere schmerzfreie Gehstrecke angegeben haben.



**Abbildung 3.12:** Graphische Darstellung der beiden Zugangswege mediale versus laterale Arthrotomie

In der Abbildung 3.12 werden die Mittelwerte der Patientenalter (lila) und die Anzahl der operierten Kniegelenke der Patienten (blau) und in der x-Achse die Operationszugangswege mediale Arthrotomie mit der Ziffer 1 und laterale Arthrotomie mit der Ziffer 2 gleichgesetzt und miteinander verglichen.

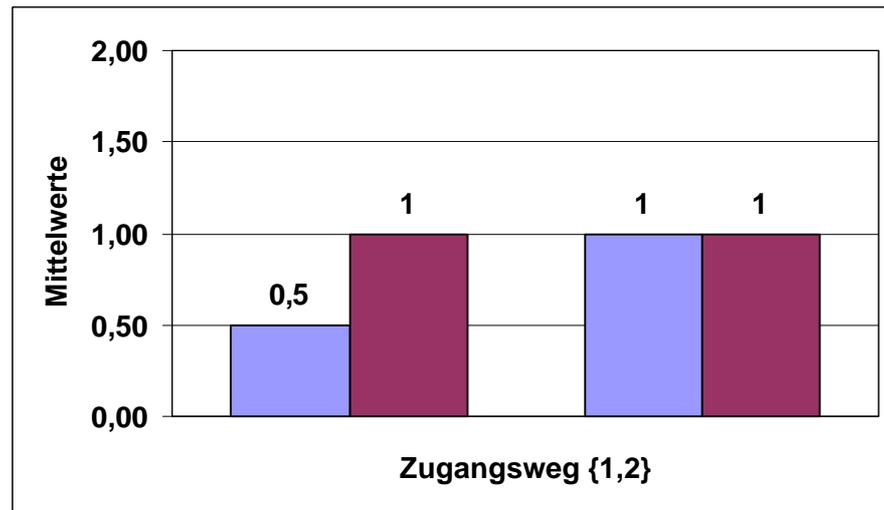
Der mediale Zugang (1) wurde überwiegend bei den älteren Patienten angewandt, dies hängt jedoch mit der Tatsache zusammen, dass bis 1998 in unserer Klinik ausschließlich die mediale Arthrotomie angewandt wurde.



**Abbildung 3.13:** Analyse der Daten Gangbild (GB), Schmerzen und Anzahl der Kniegelenkimplantationen.

Abbildung 3.13 zeigt in der y-Achse die Mittelwerte für die Parameter Gangbild (blau), die aufgetretenen Schmerzen (lila) und die Anzahl der operierten Kniegelenke (hellgrün), die x-Achse zeigt die Operationsmethoden: Mediale Arthrotomie mit der Ziffer 1 und laterale Arthrotomie mit der Ziffer 2 identisch. Die entsprechenden errechneten Mittelwerte sind in der Grafik notiert.

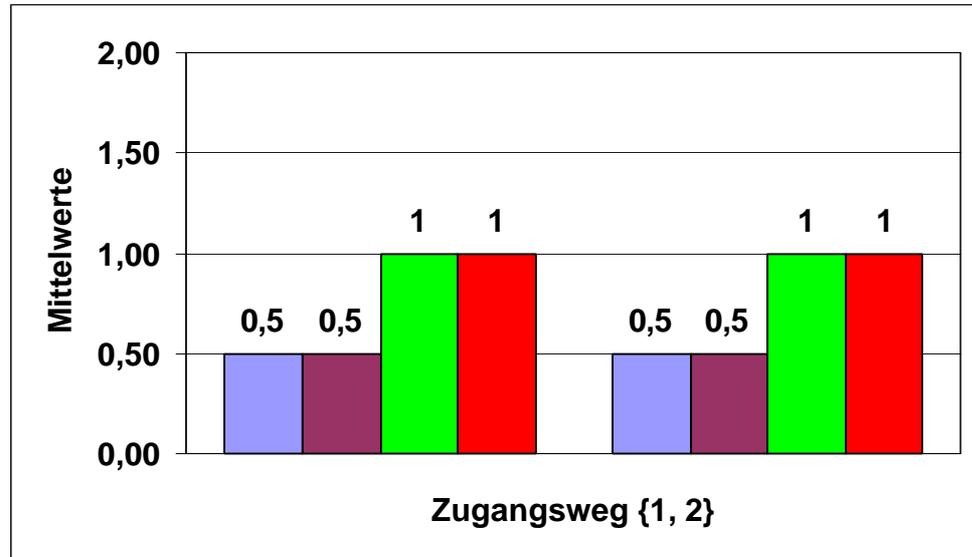
Das Gangbild ist in der 1. Gruppe, operiert über den medialen Zugang deutlich schlechter ausgefallen als in der 2. Gruppe. Analog geben postoperativ im Verhältnis mehr Patienten Schmerzen in der medialen als in der lateralen Gruppe an, was in unserem Fall mit der unterschiedlichen Gruppenmengengleichheit zusammenhängen kann.



**Abbildung 3.14:** Graphische Darstellung des Bewegungsausmaßes postoperativ und Bewegungsdefizit präoperativ in Bezug beider Operationsmethoden.

In der Abbildung 3.14 sind in der y-Achse die Mittelwerte der Untersuchungsparameter „Bewegungsausmaß postoperativ“ (blau) und das bestehende Bewegungsdefizit präoperativ (lila) bezüglich der beiden Zugangswege, welche in der x-Achse stehen, mit mediale Arthrotomie (Ziffer 1) und laterale Arthrotomie mit der Ziffer 2 identisch, aufgeführt.

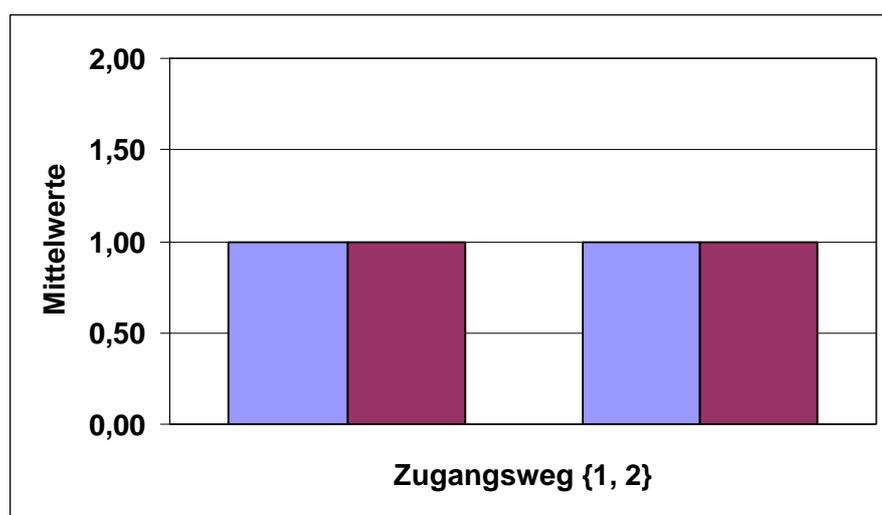
Das Bewegungsausmaß ist in der 2. Gruppe um 50 % besser als in der 1. Gruppe, bezüglich des Bewegungsdefizites gibt es in beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied. 49 Patienten (entsprechend 79 %) hatten ein Streckdefizit präoperativ, davon wurden 39 Kniegelenke über den medialen und 23 Kniegelenke über den lateralen Zugang operativ versorgt.



**Abbildung 3.15:** Graphische Darstellung der beiden Zugangswege in Bezug auf Zufriedenheit, Komplikationen, Verlauf der Beinachsen präoperativ-postoperativ.

Abbildung 3.15 stellt in der y-Achse die erhobenen Mittelwerte der Zufriedenheit (blaue Farbe), der aufgetretenen Komplikationen postoperativ (lila), die Achse präoperativ (hellgrün) und die Achse des operierten Beines in Abhängigkeit vom Operationsmethodik (orange), (medialer Zugang gleichgesetzt mit der 1 und die laterale Arthrotomie mit der Ziffer 2), welcher in der x-Achse aufgeführt ist, dar.

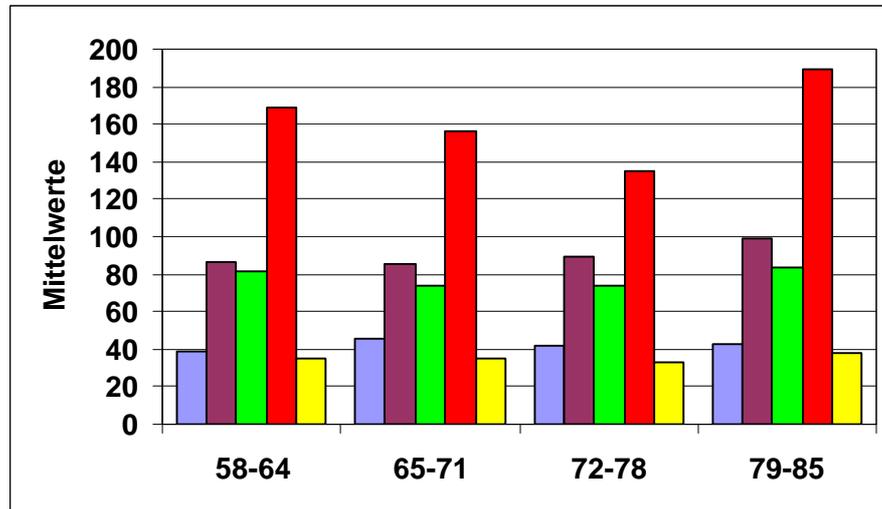
Wir haben herausgefunden, dass folgende Faktoren in beiden Gruppen identisch in unseren Untersuchungsgruppen ausgefallen sind: Zufriedenheit, die Komplikationsrate und die postoperative Beinachse.



**Abbildung 3.16:** Darstellung der Parameter Stabilität und Gehstrecke in Bezug der beiden Zugangswege.

Die Abbildung 3.16 zeigt die Mittelwerte der Untersuchungsgrößen „Stabilität“ (blau) und der „schmerzfreen Gehstrecke“ (lila) und in der x-Achse die Operationsmethoden mit 1 gleich dem medialen Zugang und 2 gleich der lateralen Arthrotomie.

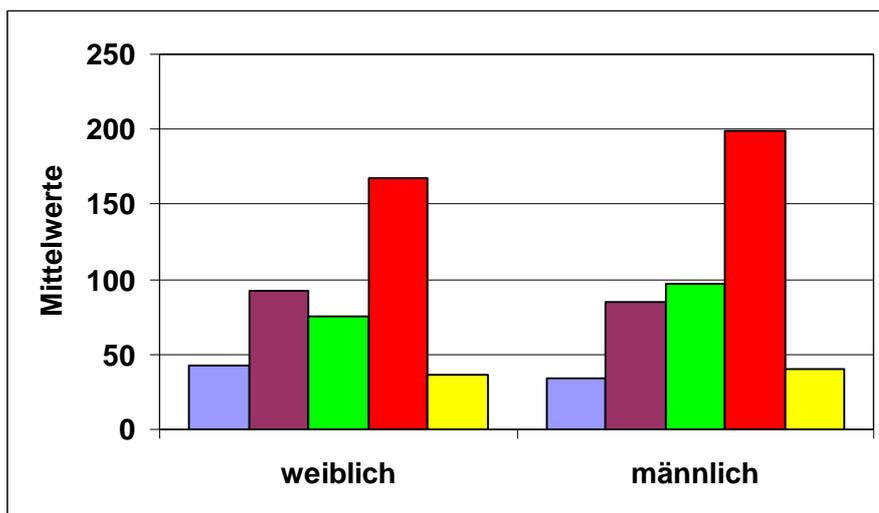
Die Faktoren Stabilität und die Gehstrecke sind in beiden Gruppen völlig gleich.



**Abbildung 3.17:** Analyse der drei angewandten Knee Scores präoperativ – postoperativ in Bezug auf das Alter

Die Abbildung 3.18 stellt in der y-Achse die errechneten Mittelwerte der einzelnen drei Knee Scores, sowohl präoperativ KNEE SCORE I präoperativ (blau), KNEE SCORE II präoperativ. I (lila), als auch die postoperative Auswertung der Knee Scoredaten mit KNEE SCORE I postoperativ (hellgrün), KNEE SCORE II postoperativ. (orange) und KNEE SCORE III postoperativ (gelb). Die jeweiligen Datengrößen sind in entsprechender Reihenfolge in der Tabelle notiert, die x-Achse zeigt die Altersverteilung in den oben genannten vier Gruppen.

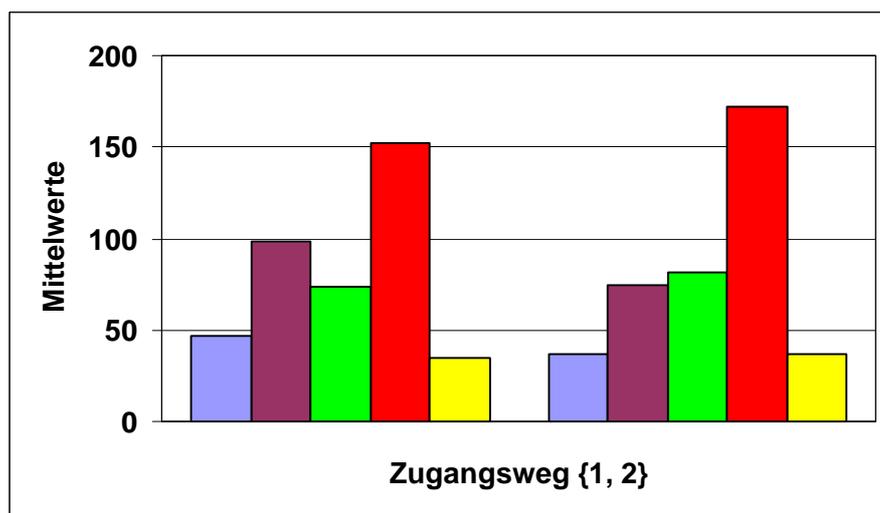
Anhand der Punkteverteilung entsprechend den in dieser Arbeit angewandten drei Knee Scores erkennt man, dass die präoperativen Knee Scores mit geringeren Punktevergaben postoperativ deutlich höher liegen. Diese können anhand der beiden Knee Scores nach Insall und Wang mit einem Bewertungsmaßstab als gute bis sehr gute Ergebnisse gleich gesetzt werden.



**Abbildung 3.18:** Analyse der drei Knee Scores präoperativ – postoperativ in Bezug auf das Geschlecht.

Abbildung 3.18 zeigt in der y-Achse die errechneten Mittelwerte der Daten der einzelnen drei Knee Score präoperativ KNEE SCORE I präoperativ (blau), KNEE SCORE II präoperativ (lila) und die Daten der Knee Scores postoperativ mit KNEE SCORE I postoperativ (hellgrün), KNEE SCORE II postoperativ (orange) und KNEE SCORE III postoperativ (gelb). Diese werden auf die Geschlechter, welche in der x-Achse aufgeführt sind bezogen, weiblich mit der Ziffer 1 und männlich mit der Ziffer 2 gleichgesetzt.

Man sieht, dass bei den männlichen Patienten die Knee Scores besser ausfallen mit entsprechend höheren Punktwerten.

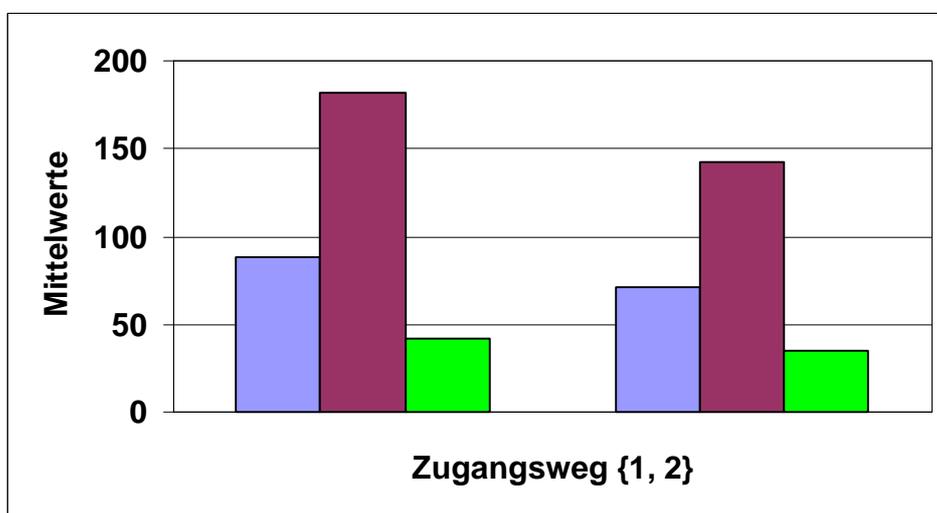


**Abbildung 3.19:** Analyse der Knee Scores im Hinblick auf die beiden Operationsmethoden laterale versus mediale Arthrotomie.

Die Abbildung 3.19 zeigt analog den beiden vorausgegangenen Tabellen die jeweils errechneten Mittelwerte der angewandten drei Knee Scores präoperativ mit KNEE SCORE I präoperativ (blau), KNEE SCORE II präoperativ (lila) sowie die

postoperativen Daten der drei Knee Scores mit KNEE SCORE I postoperativ (hellgrün), KNEE SCORE II postoperativ (orange) und KNEE SCORE III postoperativ (gelb) In der x-Achse sind die Parameter der beiden operativen Zugangswege : Mediale Arthrotomie mit der Ziffer 1 und die laterale Arthrotomie mit der 2 gleichgestellt.

Der Vergleich beider Zugangswege zeigt, dass beide Gruppen in etwa derselben Punkteverteilung unterliegen, wobei der laterale Zugang um einige Punkte besser ausfällt als der mediale. Man kann aber sagen, dass beide Zugangswege gleich gute Ergebnisse erzielt haben. Wir sind, wie bereits in der Literatur beschrieben, der Meinung, dass der laterale Zugang mit Tuberositas tibiae Versetzung vor allem in Fällen mit extremer Valgusdeformität und entsprechende Begleitdeformitäten wie z. B. Beugekontrakturen dem medialen zu bevorzugen ist. Jedoch haben wir auch genauso gesehen, dass bei optimalen Bedingungen im Hinblick auf die Nachbehandlung und vor allem in Abhängigkeit von physikalischen Therapiemaßnahmen wie z. B. Krankengymnastik, sportliche Aktivität des Patienten auch die „schwierigeren“ Gonarthrosen mit entsprechend komplexen Achsdeformitäten über den medialen Zugang operiert, gute Ergebnisse liefern.

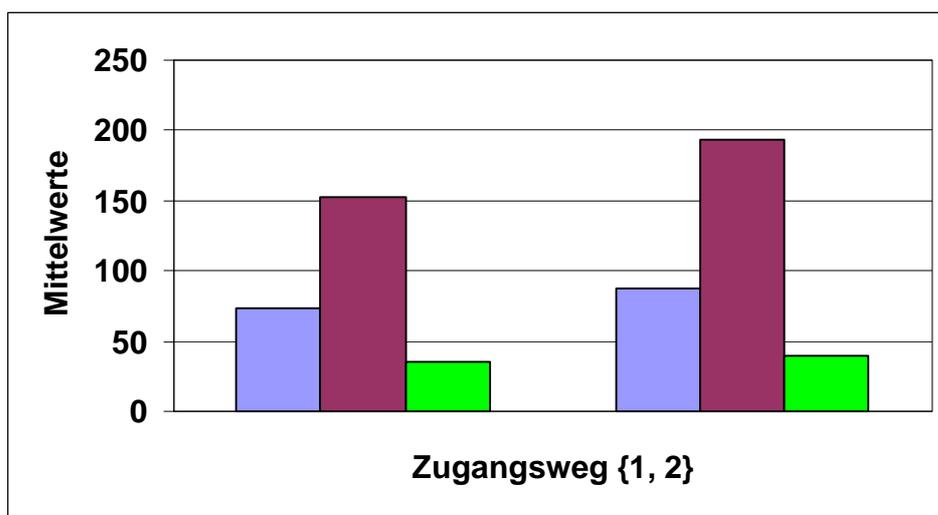


**Abbildung 3.20:** Vergleich der Knee Scores für die mediale und laterale Arthrotomie mit einer präoperativen valgischen Beinachse.

Die y-Achse der Abbildung 3.20 zeigt die errechneten postoperativen Mittelwerte der oben genannten drei Knee Scores KNEE SCORE I postoperativ (blau), KNEE SCORE II postoperativ (lila) und KNEE SCORE III postoperativ (hellgrün). In Bezug stehen in

der x-Achse die aufgeführten Kombinationen der beiden Untersuchungsparameter: Zugangswege und valgische Beinachsen-Deformität.

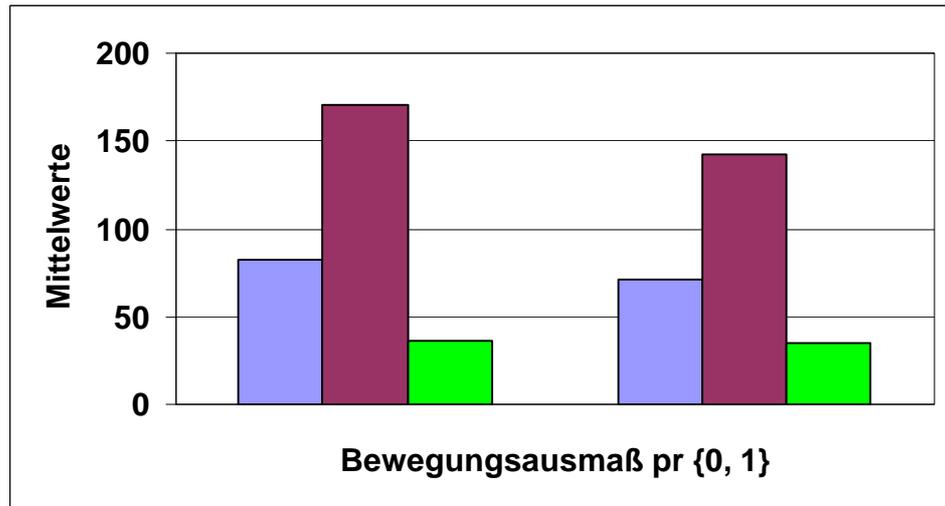
Es ist zu ersehen, daß in beiden Untersuchungsgruppen, d.h. unabhängig vom Zugangsweg hohe Scorewerte erhoben werden konnten. Auch die Patienten mit einer valgischen Beinachsen-Deformität wiesen in unserem untersuchten Kollektiv, operiert über den medialen Zugang, postoperativ ein zufriedenstellendes Ergebnis auf. Das Ergebnis spiegelt sich in den hohen Scorewerten postoperativ wider.



**Abbildung 3.21:** Darstellung der Gegenüberstellung der Knee Scores für die mediale und laterale Arthrotomie mit einer präoperativen varischen Beinachse.

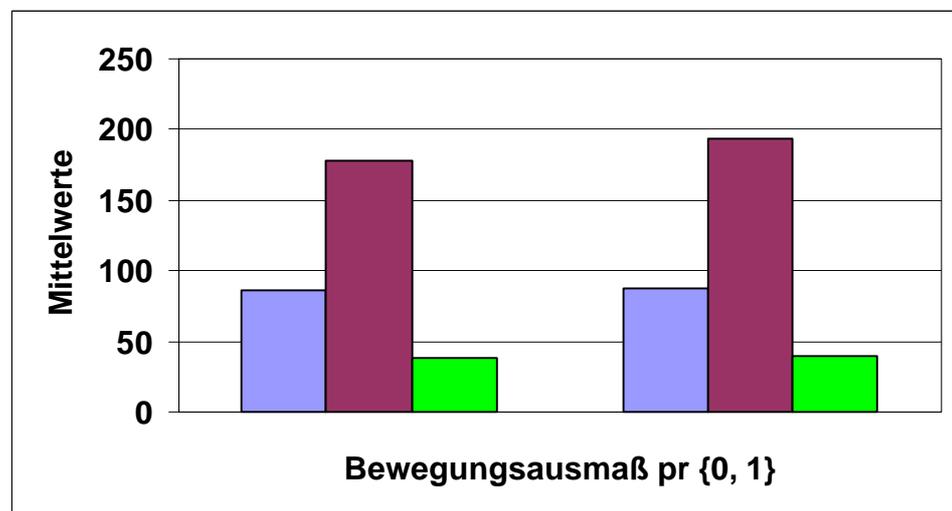
Abbildung 3.21 zeigt die Mittelwerte der drei Knee Scores postoperativ KNEE SCORE I postoperativ nach Ranawat und Shine (blau), KNEE SCORE II postoperativ nach Insall (lila) und KNEE SCORE III postoperativ nach Wang (hellgrün). In Bezug der Kombinationen beider Untersuchungsparameter: Operationsmethodik sowie varischer präoperativer Beinachse. Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl der untersuchten Patienten fallen ungewöhnlich höhere bzw. bessere Scorewerte für die laterale Arthrotomie versus der medialen in Bezug zu einer varischen präoperativen Beinachse auf.

Analog zu diesen Vorgehensweisen zeigen die folgenden Abbildungen die Kombinationen der Zugangswege mit Bewegungsausmaßen und Bewegungsdeformitäten.



**Abbildung 3.22:** Graphische Darstellung der Auswertungen der drei Knee Scores in Bezug zum Bewegungsausmaß präoperativ für die mediale Arthrotomie.

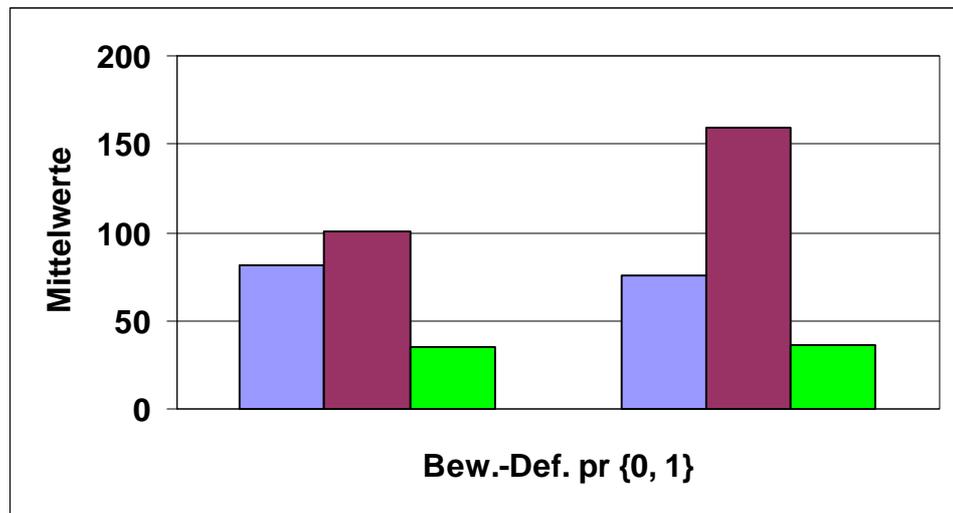
Abbildung 3.22 zeigt die postoperativ erhobenen Mittelwerte der drei angewandten Knee Scores KNEE SCORE I postoperativ (blau), KNEE SCORE II postoperativ (lila) und KNEE SCORE III postoperativ (hellgrün), gegenüber der in der x-Achse dargestellten Parameter Bewegungsausmaß präoperativ. Wir können sehen, dass je eingeschränkter das Bewegungsausmaß präoperativ, desto schlechter das postoperative Ergebnis.



**Abbildung 3.23:** Zusammenhang zwischen den verschiedenen Bewegungsausmaßen präoperativ für die laterale Arthrotomie.

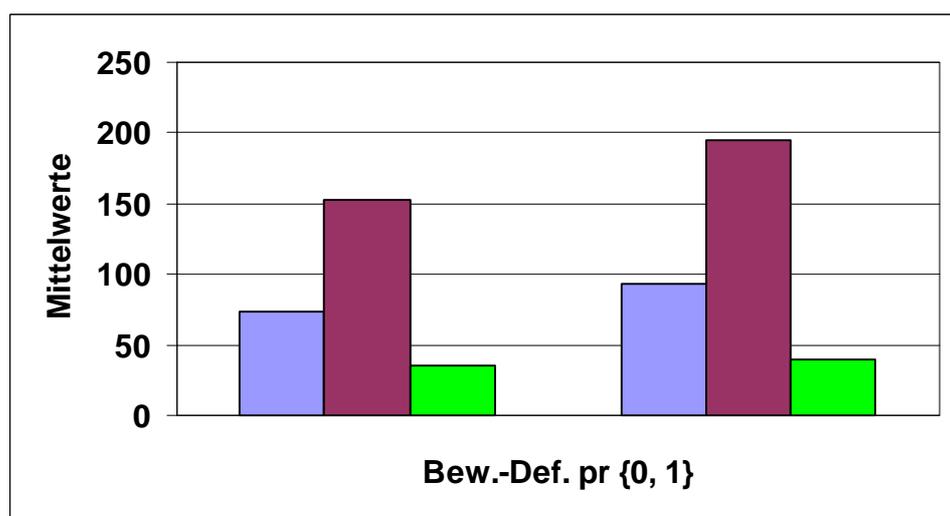
Es werden in der Abbildung 3.23 in der y-Achse die errechneten postoperativen Mittelwerte der drei Knee Scores KNEE SCORE I postoperativ (blau), KNEE SCORE II postoperativ (lila) und KNEE SCORE III postoperativ (hellgrün) gegenüber dem Untersuchungsparameter Bewegungsausmaß präoperativ aufgezeigt.

Es ist zu erkennen, daß sich sowohl eine „bessere“ als auch eine „schlechtere“ präoperative Kniegelenksfunktion auf das postoperative Endergebnis auswirkt.



**Abbildung 3.24:** Graphische Darstellung der bestehenden präoperativen Deformität für den medialen Zugang.

Die y-Achse der Abbildung 3.24 zeigt die errechneten postoperativen Mittelwerte der drei Knee Scores KNEE SCORE I postoperativ (blau), KNEE SCORE II postoperativ (lila) und KNEE SCORE III postoperativ (hellgrün) gegenüber einer bestehenden oder auch nicht vorhandenen präoperativen Bewegungsdeformität. Wenn eine Bewegungsdeformität bestand, dann war das Ergebnis deutlich schlechter ausgefallen, mit entsprechend niedrigeren Scorewerten.



**Abbildung 3.25:** Abhängigkeit des postoperativen Ergebnisses bei bestehenden und nicht bestehenden Bewegungsdeformitäten für den lateralen Zugang

Die Abbildung 3.25 zeigt in der y-Achse die errechneten postoperativen Mittelwerte der drei angewandten Knee Scores KNEE SCORE I postoperativ (blau), KNEE SCORE II postoperativ (lila) und KNEE SCORE III postoperativ (hellgrün) bezüglich des Untersuchungsparameters der präoperativen Bewegungsdeformität.

Auch hier ist zu sehen, dass das Ergebnis der Kniegelenkfunktion postoperativ deutlich besser ist, wenn präoperativ keine Bewegungsdeformität z. B. im Sinne eines Streckdefizites bestand. Des Weiteren erkennt man im Vergleich zur Abbildung 3.24 ein deutlich besseres Ergebnis mit entsprechend hohen Knee Scorewerten für das Kollektiv, operiert über den lateralen Zugang im Vergleich zur medialen Arthrotomie.

---

## 4 DISKUSSION

Es gibt neben den zahlreichen Implantatmodellen bei der Kniegelenkendoprothetik auch eine sehr große Anzahl von Operationsmethoden. Die Implantationstechniken sind bei der Kniegelenksalloarthroplastik von besonderer Bedeutung, da aufgrund der komplexen biomechanischen Gegebenheiten des Kniegelenkes die Qualität der endoprothetischen Versorgung und deren Langzeiterfolg im weiten Bereich von einem korrekten Alignment der Beinachsen, einer optimalen Implantatposition und einer entsprechenden Einstellung der Weichteilspannungen abhängig ist (vgl. [14] und [61]). Die Ansichten über den besseren Zugang, unter Berücksichtigung des Weichteilalignment, bei Achsenabweichungen in der Frontalebene im Sinne einer Varus- bzw. Valgusdeformität sind kontrovers. Viele Autoren bestätigen, dass große Achsabweichungen und die Patellainstabilität mit die größten Herausforderungen der Kniegelenksendoprothetik sind (vgl. [79]). Insall, Engh und weitere Autoren haben in mehreren klinischen Studien gezeigt, dass der mediale parapatellare Zugang als der Standardzugang auch in Kombination mit Weichteilrelease z.B. in Form von medialem und oder lateralem Release bei der Varusgonarthrose gilt (vgl. [27], [51], [52] und [53]). Auch ausgehend von der These, dass die Weichteilkomponente bei der Kniegelenksendoprothetik eine der Hauptrollen spielt, haben weitere zahlreiche Autoren ausgehend von der medialen Arthrotomie nach Payr Modifikationen herausgebracht, die versucht haben die Patellakomponente und die Weichteile einzubeziehen (vgl. [11], [27] und [123]). Ebenso existieren viele Publikationen, welche den lateralen Zugang als die Operationsmethode der Wahl bei Valgusgonarthrose oder anderen Deformitäten beschreiben, da der laterale Zugang eine große Freilegung des Kniegelenkes anbietet, eine Implantation der tibialen Komponente „erleichtert“, und die „automatische“ Zentrierung des Quadrizeps-Patellar-Sehnen-Mechanismus erlaubt, da der laterale Release als Teil des Zuganges betrachtet wird (vgl. [85]).

---

#### 4.1 Beurteilung der Nachuntersuchungsergebnisse

In unserer Arbeit konnten wir, übereinstimmend mit den Ergebnissen in der Literatur bezüglich Indikationsstellung und Operationszugangsmethoden zeigen, daß bei einer mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 2,5 Jahren für die Knee Scores 90 % der Patienten gute bis sehr gute Ergebnisse aufwiesen. In unseren Untersuchungsgruppen ist ein deutlicher Unterschied in Bezug auf das Gangbild bei den Patienten mit entsprechenden Nebenerkrankungen vorhanden. Etwa bei Muskelatrophie und Voroperationen des betroffenen Kniegelenkes. Deshalb kann durchaus die Schlußfolgerung gezogen werden, dass postoperativ mit höherer Wahrscheinlichkeit ein auffälliges Gangbild in Erscheinung treten kann, wenn z.B. eine Arthrofibrose bei intraartikulären Narbenbildungen vorkommt oder wenn das betroffene Kniegelenk bereits voroperiert ist. Auch die muskuläre Aktivität spielt eine bedeutende Rolle bei der Funktion der Knieendoprothese (vgl. [4], [33] und [68]).

Risikofaktoren wie z.B. Adipositas und andere haben einen negativen Einfluss (vgl. [33] und [92]). Zu berücksichtigen bleibt, dass bei jeder Nachuntersuchung nach alloarthroplastischem Kniegelenkersatz, wie auch in unserer Studie z.T. sehr alte Patienten mit in die Scores aufgenommen werden, mitunter bis zu einem Alter, in dem durch die allgemeine körperliche Einschränkung jegliche Scorebeurteilung, die die Aktivitätsrate mit einschließt – wie Gangbild, Treppensteigen und Laufen, niedriger ausfallen muß. Patienten erzielen nicht selten im weiteren Verlauf wegen einer grundsätzlichen etwaigen allgemeinen Verschlechterung des körperlichen Zustandes, der nicht unbedingt im Zusammenhang mit dem operierten arthroplastischem Eingriff steht, nur niedrigere Scorewerte.

Als weitere Faktoren für das Fehlschlagen endoprothetischer Kniegelenksoperationen könnten ungünstige Voraussetzungen seitens des Patienten hinzutreten, wie eine mangelnde Knochenqualität, mangelhafte Compliance oder Überbeanspruchung im Rahmen der individuellen Lebensgewohnheiten (vgl.[118]).

Im Rahmen unserer Untersuchungen haben wir eine Verbesserung der Scorewerte für den Score nach Ranawat und Shine von durchschnittlich 43,16 Punkten präoperativ auf 72,20 Punkten postoperativ erzielt und im Score nach Insall von durchschnittlich 90 Punkten präoperativ auf 160 Punkten postoperativ.

Natürlich spielen auch mittelbare chirurgische Parameter, wie z.B. die Kniepositionslinie, die Stellung der Patella (Patella alta oder baja), die Komponentengrößen der Prothesenteile, sowie deren Positionierung (Rotationsstellung) eine große Rolle (vgl. [8], [9], [10], [41], [43], [75], [82], [98], [110] und [111]).

Das postoperative Bewegungsausmaß hängt auch davon ab, wie der präoperative Funktionszustand des Kniegelenkes war, d.h. wie ausgeprägt die Achsdeformität, vor allem aber auch welche Deformität zugrunde lag, denn eine valgische Beinachse ist überwiegend mit weiteren Deformitäten „verknüpft“ (vgl. [76]). In unserer Arbeit haben wir diesem Sachverhalt nicht entsprechend der Literatur gerecht werden können, dies kann jedoch mit dem in unserer Nachuntersuchung bestehenden Ungleichgewicht der einzelnen Gruppen in Zusammenhang gebracht werden. Auch die konsequente Durchführung von regelmäßiger Krankengymnastik mit Aufbautraining der Oberschenkelmuskulatur, sowie die Beübung postoperativ an der CPM Motorschiene führen wesentlich zu einer Verbesserung beziehungsweise zum Erhalt der intraoperativ erreichten guten bis sehr guten Beweglichkeitsausmaße (vgl. [49]).

Bei der Beurteilung der Ergebnisse gilt es auch, den genannten Nachuntersuchungszeitraum zu berücksichtigen. Entsprechend sind verschiedene Kriterien, die erst nach einem längeren postoperativen Intervall relevant werden, etwa die Frage einer Prothesenlockerung aus der Beurteilung ausgeschlossen, und spielen aufgrund des nur kurz- und mittelfristigen Follow-up-Zeitraumes im Rahmen unserer Studie eine untergeordnete Rolle. Beschwerden, die in Zusammenhang mit dem Femoropatellargelenk stehen, sind häufig Ursache für das Fehlschlagen eines alloarthroplastischen Kniegelenkersatzes. Patellaprobleme schließen Patellainstabilitäten und eine Imbalance des Kniestreckapparates, die Abnutzung eines Patellarückflächenersatzes, Frakturen der Patella und andere femoropatellare Schmerzen ein. Bis heute ist nicht eindeutig geklärt, warum Patienten ventrale Kniegelenkbeschwerden nach alloarthroplastischem Kniegelenkersatz verspüren. Denn solche Schmerzen treten in annähernd gleicher Menge bei Patienten mit und ohne Patellarückflächenersatz auf (vgl. [14], [15], [16] und [112]).

In der vorliegenden Arbeit ist die Patellakomponente nicht in die Studie mit einbezogen worden. In den beiden Gruppen, die verglichen wurden, hatten in der medialen Gruppe

---

bis auf zwei Patienten alle einen Patellarückflächenersatz erhalten und in der Gruppe der lateralen Arthrotomie alle Patienten keinen Patellaersatz erhalten. Beide Gruppen weisen aber in Bezug auf die Patella keine Probleme auf und hatten in diesem Zusammenhang auch keine Revisionschirurgie.

Offen bleibt, ob eine computergestützte Implantatpositionierung in der Knieendoprothetik die Operationstechniken und somit diese oben aufgeführten Probleme optimieren kann (vgl. [116]).

In der vorliegenden Arbeit konnte dargestellt werden, dass alle untersuchten Patienten ein identisch gutes Ergebnis durch die Wahl der lateralen Arthrotomie geliefert haben. Auch bleibt offen, ob das Ergebnis in der von lateral operierten Gruppe identisch wäre, wenn der mediale Zugang angewandt wäre; denn bei einigen Patienten mit einer extremen Valgusgonarthrose haben wir trotz Durchführung einer medialen Arthrotomie vor dem Juni 1998 ein zufriedenstellendes Ergebnis (subjektiv als auch objektiv) erhalten können.

---

---

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen 01/2000 und 11/2000 wurden 62 Patienten nach Implantation eines alloarthroplastischen Kniegelenkes mittels Natural Knee® System ein- und oder beidseitig im Rahmen einer klinisch retrospektiven Studie nachuntersucht. Die Befragung der Patienten und die Erhebung der Befunde erfolgten nach dem Score nach Ranawat und Shine (Hospital for Special Surgery Score, HSS), Score der „Knee Society“, Insall et al, sowie dem Score nach Wang, durch klinische Untersuchung und mittels röntgenologischen Verlaufskontrollen der implantierten Natural Knee® Endoprothesen. Der Zeitraum der Operation war zwischen 1996 und 1999. Mit einer Beteiligung von 50 Frauen und 12 Männern mit einem Durchschnittsalter von zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von 71,5 Jahren und 70,5 Jahren. 81 ungekoppelte bikondyläre Endoprothesen wurden in 47 Fällen über den medialen Zugang in der Technik nach Payr und in 34 Fällen in der lateralen Technik nach Arnold et al. mit Osteotomie der Tuberositas tibiae implantiert. In allen Fällen wurden Hybridsysteme implantiert, d.h. im Femurkomponente zementfrei und im Tibiateil zementiert. In 38 Fällen wurde aufgrund der intraoperativen „anatomischen Gegebenheiten“ ein laterales Release ausgeführt. In 4 Fällen ein mediales Release. Achsenkorrektur und ein bandstabiles Gelenk wurden bei allen Patienten erreicht. Es erfolgte der Vergleich beider Operationsmethoden im Hinblick auf chirurgische und klinische Parameter, wie nachfolgend in der Tabelle 5.1 und 5.2 dargestellt. 62 Patienten wurden im Mittel 30 Monaten postoperativ nachuntersucht. 42 Patienten gaben keine, 20 Schmerzen v.a. beim Treppenaufsteigen an. Der Bewegungsumfang im Kniegelenk war bei 39 Patienten größer als 100 Grad und bei 23 Patienten kleiner gleich 100 Grad. In 14 Fällen kam es zu Komplikationen. Neun mal zu einer TVT, 5mal zu einer Wundheilungsstörung mit in 3 Fällen konsekutivem Revisionseingriff und in einem Fall entwickelte der Patient eine Lungenstauung bei akuter Linksherzbelastung. Es wurden keine Hautnekrosen, keine Patellaluxationen, keine Frakturen, keine Lockerung gesehen. Bei unauffälligem klinischem Patellagleitlager und jeweils regelrechter Patellaführung sind wir in der vorliegenden Arbeit nicht näher auf die Patellaproblematik eingegangen.

---

	A (medialer Zugang)	B (lateral Zugang)
Durchführung lat. Release	4	34
Durchführung med. Release	3	1
präoperativ Varusfehlstellung	31	26
präoperativ Valgusfehlstellung	4	7
Gonarthrose bei gerader Achse	12	1
Patellarückflächenersatz zementiert	45	0
Subchondrale Dekompression und Patelladenervierung	0	34

**Tabelle 5.1:** Vergleich beider Operationszugänge in Bezug auf chirurgische Parameter.

	A (medialer Zugang)	B (lateral Zugang)
Komplikationen	N = 7, entspricht 15 % von 47	N = 7, entspricht 21 % von 34
ROM	97 Grad im Durchschnitt	104 Grad im Durchschnitt
Schmerzen	N = 12, entspricht 26 % von 47	N = 11, entspricht 32 % von 34
Kein Streckdefizit postoperativ	N = 35, entspricht 75 % von 47	N = 27, entspricht 79 % von 34

**Tabelle 5.2:** Vergleich beider Operationszugänge in Bezug auf klinische Parameter.

### Besonderheiten der Arbeit:

- I. In einem Fall erfolgte eine Verlängerung der Quadrizepssehne.
- II. In einem Fall erfolgte bei einer über den lateralen Zugang operierten Patientin die Reosteosynthese der Tuberositas tibiae mittels drei anstatt zwei Schrauben.
- III. In ca. 80 % der Fälle, welche über den lateralen Zugang operiert worden sind, dies entspricht einer Anzahl von 23 Patienten, gleich 29 Kniegelenke, gaben die Patienten Druckschmerzen über der Tuberositas tibiae Schrauben an, welche zum Teil gut durch die Haut tastbar waren. Auf die Möglichkeit einer Metallentfernung sind diese Patienten hingewiesen worden.

Die Auswertung der untersuchten Daten erlaubt die Schlußfolgerung, dass bei dem untersuchten Patientengut, welches in der orthopädischen Klinik des Klinikums Saarbrücken operiert worden ist, das Resultat bezüglich „Zufriedenheit“, Lebensqualität und Funktion identisch ausgefallen ist, unabhängig von der Operationsmethode beziehungsweise den Operationsweg

In dem untersuchten Kollektiv gab es keine erhöhte Komplikationsrate.

Unabhängig der vorliegenden Untersuchung haben wir im weiteren Verlauf den lateralen Zugangsweg wieder zugunsten des medialen verlassen. Wir führen die Knieprothesenimplantationen jedoch weiterhin über eine laterale Arthrotomie bei (in der Patellagleitlageraufnahme) lateralisiert stehenden Kniescheibe, bei X-Beinen von mehr als  $10^\circ$  und bei voroperierten Kniegelenken (z.B. Umstellungsoperationen) durch.

---

## Summary

Between 01/2000 and 11/2000, a total of 62 patients after having an arthroplasty knee joint by a Natural knee system (one and/or both knee joints operated) were examined retrospective clinically. The polling and the evaluation of the findings were carried out using Hospital for Special Surgery Score (HSS), Knee Society Score (Insall Score) and Score by Wang. The results based on clinical and radiographical measures. The arthroplasties were performed between 1996 and 1999. The survey contained 50 women and 12 men with an average age of 71,5 and 70,5 years. In 47 cases 81 unconstrained bicondylar prostheses were implanted by the standard medial approach (Payr approach) and in 34 cases the lateral approach (Arnold et al.) were carried out. All knees were replaced with hybrid systems, i. e. cementless in femur component and cemented in tibial component. Due to operative anatomical balancings and necessities in 38 cases lateral release and in 4 cases medial release was carried out. For all patients an axial correction and ligamentous stability was achieved. Clinical and radiographic data were collected to evaluate the relationship between the two operation methods: lateral versus medial arthroplasty of the knee joint as presented in the following tables. Follow-up of 62 patients after an average of 30 months. 42 patients had no complaints, 20 had pain during climbing upstairs. The range of motion was greater than 100° for 39 patients and less than 100 ° for 23 patients. In 14 cases complications occurred. There were 9 cases of deep vein thrombosis, 5 patients had a wound healing disorder, because of this three of them had to have a revision surgery. One patient had a pulmonary congestion because of an acute cardiac insufficiency. No increased evidence of skin necrosis, patella luxation, bone fractures and lysis were discovered. There were also no case with patellar complications in the survey, therefore this subject will be not explained further. According to the clinical and surgical parameters table 5.1 and table 5.2 show the comparison between these two operation methods.

---

	<b>A (medial approach)</b>	<b>B (lateral approach)</b>
having lateral Release	4	34
having medial Release	3	1
preoperative varus deformity	31	26
preoperative valgus deformity	4	7
gonarthrosis with normal axis	12	1
cemented patellar resurface	45	0
subchondrale Decompression and patellar denervation	0	34

**Table 5.1: Comparison between medial and lateral approach related to surgical parameters**

	<b>A (medial approach)</b>	<b>B (lateral approach)</b>
complications	N = 7, equates to 15 % of 47	N = 7, equates to 21 % of 34
ROM	97 average degree	104 average degree
pain	N = 12, equates to 26 % of 47	N = 11, equates to 32 % of 34
extension lag postoperativ	N = 35, equates to 75 % of 47	N = 27, equates to 79 % of 34

**Table 5.2: Comparison between medial and lateral approach related to clinical parameters.**

Particularities of the survey:

- I. in one case an extension of the quadriceps tendon had to be made.
- II. One case was operated by the lateral approach having 3 instead of 2 screws being used to replant the tuberositas tibiae.
- III. 80 % (23 patients corresponding to 29 knee joints) of the operated patients through the lateral approach complained of having pain because of the palpable screws. The possibility of metal removal was explained to these ones.

This study investigated the results of contentment, quality of life and function which were identically independent of the surgical technique. Furthermore no high rates of complications were determined. Independent of the presented study the lateral approach was dropped in favour of the standard medial approach. Nevertheless the lateral approach is recommended as the “approach of choice” for lateralised patella or fixed valgus deformity more than 10° as well as for pre operated knee joints.

---

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

**[1] Aglietti et al.:**

*Patellofemoral functional results and complications with the posterior stabilized total condylar knee prosthesis;*  
J. Arthroplasty; 3(1):17-25; 1988

**[2] Aglietti et al.:**

*A new patella prosthesis design and application,*  
Clin Orthop. 107: 175-187; 1975

**[3] Aglietti et al.:**

*A new total knee prosthesis „total condylar“,*  
Ital. J. Orthop. Traumatol, 2: 207-219, 1975

**[4] T. P. Andriacchi et al.:**

*A study of factors influencing muscle activity about the knee joint.*  
Journal of Orthopaedic Research 1: 266-275, 1984.

**[5] Andriacchi T.P., Galante J.O.:**

*The influence of total knee replacement design on walking and stair climbing*  
J Bone Joint Surg Gk-A: 1328-1335; 1982

**[6] Y. S. Anouchi et al.:**

*The effects of axial rotational alignment of the femoral component on knee stability and patellar tracking in total knee arthroplasty demonstrated on autopsy specimens.*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 287: 170–177, 1993

**[7] A. H. Arnbjörnsson et al.:**

*The use of isolated patellar prostheses in Sweden 1977 – 1986*  
International Orthopaedics (SICOT) 22: 141–144, 1998

**[8] M. P. Arnold et al.:**

*Lateraler Zugang zum Kniegelenk mit Osteotomie der Tuberositas tibiae.*  
Operative Orthopädie und Traumatologie 11: 223–232, 1999

**[9] J. H. Bargaen et al.:**

*Alignment in total knee arthroplasty*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 173: 178–182, 1983

**[10] R. L. Barrack et al.:**

*Comparison of surgical approaches in total knee arthroplast*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 456: 16–21, 1998

**[11] R. L. Barrack et al.:**

*Specialized exposure for revision total knee arthroplasty: Quadriceps snip and patellar turndown.*  
The Journal of Bone and Joint Surgery 81–A, No. 1, 1999

---

**[12] R. L. Barrack et al.:**

*Patella in total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 389: 62-73, 2001

**[13] R. Bauer et al.:**

*Orthopädische Operationslehre: „Becken und Untere Extremität“ Teil 1.*

Thieme Stuttgart New York

**[14] W. Blömer:**

*Knieendoprothetik – Herstellerische Probleme und technologische Entwicklungen.*

Der Orthopäde: 29, 8: 688-696, 2000

**[15] J. Bruns et al.:**

*Pressure distribution at the knee joint – Influence of varus and valgus deviation without and with ligament dissection*

Arch Orthop Trauma Surg 133: 12–19, 1993

**[16] F. F. Buechel.:**

*A Sequential three-step lateral release for correcting fixed valgus knee deformities during total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 260: 170–175, 1990

**[17] H. Burki et al.:**

*Lateral approach with osteotomy of the tibial tubercle in primary total knee arthroplasty.*

Clinical Orthopaedics and Related Research 362: 156–161, 1999

**[18] E. Cila et al.:**

*Subvastus versus medial parapatellar approach in arthroplasty.*

Der Unfallchirurg 103, 5, 2000

**[19] M. L. Clayton et al.:**

*Correction of alignment deformities during total knee arthroplasties*

Clinical Orthopaedics and Related Research 202: 117–124, 1986

**[20] C. W. Colwell et al.:**

*The influence of continuous passive motion on the results of total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 276: 225–228, 1992

**[21] S. J. Crenshaw et al.:**

*Effects of lateral-wedged insoles on kinetics at the knee*

Clinical Orthopaedics and Related Research 375: 185–192, 2000

**[22] D. A. Dennis:**

*Wound complications in total knee arthroplasty.*

Orthopedics Vol 20, No 9, 1997

**[23] F. Dieterich:**

*Veränderungen der muskulären Leistungsfähigkeit nach Implantation einer Kniegelenkendoprothese 2002*

**[24] L. D. Dorr et al.:**

*Technical consideration in total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 205: 5–11, 1986

**[25] S. F. Dye et al.:**

*Conscious neurosensory mapping of the internal structures of the human knee without intraarticular anesthesia*

The American Journal of Sports Medicine Vol. 26, No. 6: 773–777, 1998

**[26] D. G. Eckhoff et al.:**

*Assessing rotational alignment in total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 318: 176–181, 1995

**[27] G. A. Engh et al.:**

*Influence of surgical approach on lateral retinacular releases in total knee arthroplasty.*

Clinical Orthopaedics and Related Research 331: 56–63, 1996

**[28] F. C. Ewald et al.:**

*The knee society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system*

Clinical Orthopaedics and Related Research 248: 9–12, 1989

**[29] T. K. Fehring et al.:**

*Knee instability after total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 299: 157–162, 1994

**[30] J. W. Fielding et al.:**

*Tibial tubercle transfer*

Clinical Orthopaedics and Related Research 43 – 44

**[31] S. Fuchs et al.:**

*Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung.*

Der Unfallchirurg 99, 12: 958–963, 1996

**[32] B. E. Gerber et al.:**

*Shift and tilt of the bony patella in total knee replacement.*

Der Orthopäde 27, 9: 629–636, 1998

**[33] W. Glinz:**

*Bewegungseinschränkung nach Trauma und Operationen am Kniegelenk.*

Arthroskopie 12, 5. 222–232, 1999

**[34] Goldberg V.M., Figgie M.P., Figgie H.E., Heiple K.G., Sobel M.:**

*Use of a total condylar knee prosthesis for treatment of osteoarthritis and rheumatoid arthritis*

J Bone Joint Surg 70-A: 802-811; 1988

**[35] Grelsamer RP, Bazon AN, Proctor CS:**

*Radiographic analysis of patellar tilt*

J Bone Joint Surg [Br]; 75/5-B: 822-824; 1993

**[36] Gunston F.H.: 1**

*Polycentric knee arthroplasty prothetic (stimulation of normal knee movement)*  
J bone Join Surg 53 B: 272-279; 1971

**[37] Gustilo RB, Rand JA:**

*Operationstechnik zum Genesis-CR Knie System*  
Smith & Nephew Richards; 1992

**[38] M. R. Lozano Gomez et al.:**

*Long – term results of the treatment of severe osteoarthritis and rheumatoid arthritis with 193 total knee replacemen*  
Knee Surergy, Sports Traumatology, Arthroscopy 5, 2: 102–112, 1997

**[39] L. R. Hamilton:**

*UCI total knee replacement*  
The Journal of Bone and Joint Surgery 64-A5: 742–744, 1982

**[40] W. L. Healy et al.:**

*Medial reconstruction during total knee arthroplasty for severe valgus deformity*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 356: 161–169, 1998

**[41] D. A. Heck et al.:**

*Patient outcomes after knee replacement*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 356: 93–110, 1998

**[42] Hellinger J.:**

*Meßmethoden in der Skelettradiologie*  
Thieme, Stuttgart, New York. S. 3 – 5, 1995

**[43] D. Hernandez-Vaquero et al.:**

*Patellar complications after total knee arthroplasty*  
International Orthopaedics (SICOT) 20: 103–106, 1996

**[44] Hoffmann S et al.:**

*Physiotherapy in osteoarthritis – a review of literature on conservative therapy on knee and hip osteoarthritis*  
Ther Umsch., 58(8). 480-486; 2001

**[45] Hoffmann AA, Murdock LE, Wyatt RWB, Alpert JP:**

*Two –to four-year experience using an asymmetric tibial try and a deep trochlear grooved femoral component*  
Clinical Orthop. 269: 78-88; 1991

**[46] Hoffmann et al.:**

*Totale Knie Arthroplastik: Klinische Resultate nach 2-4 Jahren*  
Produktinformation der Fa. Zimmer

**[47] A. M. Hollister et al.:**

*The axes of rotation of the knee*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 290: 259–268, 1993

**[48] P. F. Holmes et al.:**

*The result of extensor mechanism realignment following failed lateral retinacular releases!*

Clinics in Sports Medicine Vol.8, No.2, 291–297, 1989

**[49] C.-H. Huang et al.:**

*Muscle strength after succesful total knee replacement.*

Clinical Orthopaedics and Related Research 328: 147–154, 1996

**[50] Insall J., Salvati E.:**

*Patella position in normal knee joint;*

Radiology 101: 101-104; 1971

**[51] J. N. Insall et al.:**

*Rationale of the knee society clinical rating system*

Clinical Orthopaedics and Related Research 248 13-14, 1989

**[52] J. N. Insall et al.:**

*Total knee arthroplasty.*

Clinical Orthopaedics and Related Research 192: 13–22, 1985

**[53] J. N. Insall et al.:**

*A comparison of four models of total knee-replacement prostheses*

The Journal of Bone and Joint Surgery Vol. 58-A, No.6: 754–765, 1976

**[54] J. N. Insall:**

*Presidential address to the knee society*

Clinical Orthopaedics and Related Research 226: 43–48, 1988

**[55] J. Jerosch et al.:**

*Lebensqualitätsgewinn (SF-36) nach Implantation einer Knieendoprothese.*

Der Unfallchirurg Vol. 103, No.5: 371–374, 2000

**[56] P. M. Kapfhammer :**

*Mittelfristige klinische und röntgenologische Ergebnisse nach Kniegelenks-Oberflächenersatz Typ PFC. 2005*

**[57] Kayler et al.:**

*Patellar blood supply in TKA*

Clinical Orthopaedics and related Research 229: 222-225, 1988

**[58] P. A. Keblish et al.:**

*The lateral approach to the valgus knee*

Clinical Orthopaedics and Related Research 271: 52–62, 1991

**[59] J. C. Kennedy et al.:**

*Medial and anterior instability of the knee*

Clinical Orthopaedics and Related Research 321: 3–9, 1995

**[60] Von Knoch M et al.:**

*Knee flexion after rotational knee endoprosthesis*  
Z Orthop 138 (1).66-8, 2000

**[61] D. Kohn et al.:**

*Alloarthroplastik des Kniegelenkes.*  
Der Orthopäde 27. 975–995, 1999

**[62] D. Kohn et al.:**

*Knieendoprothetik – Operationstechnische Aspekte.*  
Der Orthopäde 29: 697–707, 2000

**[63] K. A. Krackow et al.:**

*Primary total knee arthroplasty in patients with fixed valgus deformity.*  
Clinical Orthopedics and Related Research 273: 9–18, 1991

**[64] Krämer, K.L., Maichel, F.P.:**

*Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie*  
Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1993

**[65] I. A. Kramers-de Quervain et al.:**

*Quantitative gait analysis in patients with medial patellar instability following lateral retinacular release*  
Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 5: 95–101, 1997

**[66] J. Krugluger et al.:**

*Uncemented Miller-Galante total knee replacement*  
International Orthopaedics (SICOT) 22, 230–233, 1998

**[67] P. J. Kumar et al.:**

*Rehabilitation after total knee arthroplasty*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 331: 93–101, 1996

**[68] M. S. Kuster et al.:**

*Knieendoprothetik – Sportorthopädische Möglichkeiten und Einschränkungen.*  
Der Orthopäde 29: 739–745, 2000

**[69] H.-P. Kutschera et al.:**

*Die Patellaposition nach Knieendoprothese.*  
Z.Orthop.136, 1998

**[70] C. M- Larson et al.:**

*Patellofemoral complications with the Insall-Burstein II posterior-stabilized total knee arthroplasty*  
The Journal of Arthroplasty Vol. 14, No.3: 288–292, 1999

**[71] R. S. Laskin:**

*Total condylar knee replacement in rheumatoid arthritis.*  
The Journal of Bone and Joint Surgery Vol. 63-A, No. 1:32–35, 1981

**[72] C. T. Laurencin et al.:**

*Total knee replacement in severe valgus deformity.*

The American Journal of Knee Surgery Vol 5, No. 3:135–139, 1992

**[73] Laurin CA, Levesqu HP, Labelle H, Peodes JP:**

*The abnormal patellofemoral angle a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation*

J Bone joint surgery Am; 60: 55-61; 1978

**[74] Lootvoet L et al.:**

*Complete knee prosthesis in severe genu valgum retrospective review of 90 knees surgically*

*Treated through the anterior-external approach*

Acta Orthop Belg 63 (4): 278-286, 1997

**[75] A. F. Lynch et al.:**

*Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty.*

The Journal of Arthroplasty Vol. 2, No. 2: 135–140, 1987

**[76] W. J. Maloney et al.:**

*The effects of implant design on range of motion after total knee arthroplasty.*

Clinical Orthopaedics and Related Research 278: 147–152, 1992

**[77] M. Marcacci et al.:**

*Total knee arthroplasty without patellar resurfing in active and overweight patients.*

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 5: 258–261, 1997

**[78] W. R. J. Mayer.:**

*Vergleich mittelfristiger klinischer und raiologischer Ergebnisse nach bicondylärem Kniegelenkersatz mit den Oberflächenersatzprothesen Natural-Knee und Genesis I 2003*

**[79] W. Mittelmeier et al.:**

*Knee endoprosthesis-advances and questions*

Fortschr Med 20, 117(14): 22-26, 1999

**[80] R. Marks:**

*Correlation entre les mesures du sens de la position du genou et la severite des lesions articulaires dans la gonarthrose.*

Revue du Rheumatisme: 423–430, 1994

**[81] B. M. Marson et al.:**

*The effect of a tourniquet on intraoperative patellofemoral tracking during total knee arthroplasty*

The Journal of Arthroplasty Vol. 14; No. 2: 197–199, 1999

**[82] J. W. Martin et al.:**

*The Influence of joint line position on knee stability after condylar knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 259: 146–156, 1990

**[83] M. A. Masini et al.:**

*A new surgical technique for tibial tubercle transfer in total knee arthroplasty*  
The Journal of Arthroplasty Vol. 7, No. 1: 81–86, 1992

**[84] M. Matsueda et al.:**

*Subvastus medial parapatellar approaches in total knee arthroplasty.*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 371: 161–168, 2000

**[85] P. Mertl et al.:**

*Lateral approach of the knee with tibial tubercle osteotomy for prosthetic surgery.*  
Rev Chir Orthop Reparatrice Appar mot 78(4): 264–267, 1992

**[86] P. Mertl et al.:**

*L'Abord lateral du genou.*  
Journal of Orthopaedic Surgery Vol6, No. 3, 1992

**[87] K. C. Miyasaka et al.:**

*10- to 20- Year followup of total knee arthroplasty for valgus deformities.*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 345: 29–37, 1997

**[88] J. R. Moreland:**

*Mechanism of failure in total knee arthroplasty*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 226: 49–64, 1988

**[89] Nagamine et al.:**

*Patellar tracking measurement in the normal knee;*  
J Orthop Res. 13/1: 115-122, 1995

**[90] R. Nagamine et al.:**

*Reliability of the anteroposterior axis and the posterior condylar axis for determining rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty*  
Journal of Orthopaedic Science 3: 194–198, 1998

**[91] C. W. Olcott et al.:**

*Femoral component rotation during total knee arthroplasty*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 367: 39–42, 1999

**[92] M. A. Parentis et al.:**

*A Comparison of the vastus splitting and median parapatellar approaches in total knee arthroplasty.*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 367: 107–116, 1999

**[93] Park W:**

Orthopaedic Radiology; Chapter 6; Bone and joint measurement, Blackwell Scientific publications; 1987

**[94] Plitz W.:**

*Biomechanik des Kniegelenkes in : Das Knie*  
Kohn D. Georg  
Thieme Verlag Stuttgart ; 2000.

---

**[95] Puhl W., Bernau A., Bohle E., Brunek:**

*Ambulatory diagnosis and therapy of gonarthrosis*  
Z Orthop Ihre Grenzgebiete : 138(1): 85-92; 2000.

**[96] C. S. Ranawat et al.:**

*Survivorship analysis and results of total condylar knee arthroplasty.*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 226: 6–12, 1988

**[97] Ranawat Cs, Shine JJ:**

*Duocondylar total knee arthroplasty*  
Clin Orthop, 94: 185-195; 1973

**[98] M. A. Ritter et al.:**

*The clinical significance of proximal tibial resection level in total knee arthroplasty*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 360: 174–181, 1999

**[99] M. A. Ritter et al.:**

*Patellar complications (total knee arthroplasty)*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 367: 149–157, 1999

**[100] M. A. Ritter et al.:**

*Postoperative patellar complications with or without lateral release during total knee arthroplasty*  
Clinical Orthopaedics and Related Research 219: 163–168, 1987

**[101] M. A. Ritter et al.:**

*Comparison of two anterior medial approaches to total knee arthroplasty*  
The American Journal of Knee Surgery Vol. 3, No. 4: 170-171, 1990

**[102] A. Sahlström et al.:**

*Knee moment at work: validation of a questionnaire based on knee moment in working life*  
Int Arch Occup Environ Health 68: 321–324, 1996

**[103] G. Scheller et al.:**

*Einfluß der Komponenteneinpositionierung auf Patella-Probleme beim totalen Kniegelenkersatz*  
Der Orthopäde 27,9: 625–628, 1998

**[104] Schiebler -Schmidt:**

*Anatomie*  
1. Auflage, Springer Berlin 1991

**[105] Schmidt, Köhler, Zimmer:**

*Grenzen des Normalen und Anfänge des pathologischen im Röntgenbild des Skeletts;*  
Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 1989

**[106] H. Schroder-Boersch:**

*Der Patellarrückflächenersatz in der Knieendoprothetik Aktueller Stand der Kontroverse*  
Der Orthopäde 27,9: 600–611, 1998

---

**[107] H. Schroeder-Boersch et al.:**

*Advantages of patellar resurfacing in total knee arthroplasty Two-year results of a prospective randomized study*

Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery 117, 11/2: 73–78, 1997

**[108] W. Schultz et al.:**

*Articular cartilage regeneration of the knee joint after proximal tibial valgus osteotomy: A prospective study of different intra- and extra-articular operative techniques*

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 7, 1: 29–36, 1999

**[109] P. F. Sharkey et al.:**

*Posterior dislocation of total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 278: 128–133, 1992

**[110] E. Simmons et al.:**

*Patella alta and recurrent dislocation of the patella*

Clinical Orthopaedics and Related Research 274: 265–269, 1992

**[111] B. E. Smith et al.:**

*The effect of patient weight on the functional outcome of total Knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research: 237–244, 1992

**[112] Sneppen O. et al.:**

*Patellofemoral function in total condylar knee arthroplasty;*

Int Orthop, 9: 65; 1985

**[113] S. H. Stern et al.:**

*Total knee arthroplasty in valgus knees*

Clinical Orthopaedics and Related Research 273: 5–8, 1991

**[114] J B. Stiehl et al.:**

Clinical Orthopaedics and Related Research 331: 47–55, 1996

**[115] C. Stukenborg-Colsman et al.:**

*Knieendoprothetik – Klinische Aspekte*

Der Orthopäde 29: 732–738, 2000

**[116] W. Thoma et al.:**

*Computergestützte Implantatpositionierung in der Knieendoprothetik*

Der Orthopäde 29, 7: 614–626, 2000

**[117] W. M. Tierney et al.:**

*Tricompartmental knee replacement*

Clinical Orthopaedics and Related Research 305: 209–217, 1994

**[118] C. Trevisan et al.:**

*Bone assessment after total knee arthroplasty by dual-energy x-ray absorptiometry: analysis protocol and reproducibility*

Calcified Tissue International 62: 359–361, 1998

---

**[119] R. T. Trousdale et al.:**

*V-Y quadricepsplasty in total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 286: 48–55, 1993

**[120] K. G. Vince et al.:**

*Surgical technique of total knee arthroplasty: principles and controversy*

Techniques Orthop 1(4): 69–82, 1987

**[121] Vince und Wolf, Vince K.G., Insall J.N., Kelly M.A.:**

*The total condylar prosthesis*

J Bone Joint Surg 71-B: 793-797; 1989

**[122] U. Wehrli et al.:**

*Lateraler Zugang für den endoprothetischen Kniegelenkersatz bei der sogenannten Valgusarthrose*

Operative Orthopädie und Traumatologie 13, 1: 54–69, 2001

**[123] R. E. White et al.:**

*Clinical comparison of the midvastus and medial parapatellar surgical approaches*

Clinical Orthopaedics and Related Research 367: 117–122, 1999

**[124] L. A. Whiteside:**

*Selective ligament release in total knee arthroplasty of the knee in valgus*

Clinical Orthopaedics and Related Research 367: 130–140, 1999

**[125] L.A. Whiteside:**

*Correction of ligament and bone defects in total arthroplasty of the severely valgus knee*

Clinical Orthopaedics and Related Research 288: 234–244, 1993

**[126] L. A. Whiteside et al.:**

*Tibial tubercle osteotomy for exposure of the difficult total knee arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research 260: 6–9, 1990

**[127] L. A. Whiteside.:**

*Ligament release and bone grafting in total arthroplasty of the varus knee*

Orthopaedics Vol 18, No.2: 117–123, 1995

**[128] C. J. Wirth et al.:**

*The dilemma with multiply reoperated knee instabilities*

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 6: 148–159, 1998

**[129] S. Yoshiono et al.:**

*Recovery of full flexion after total knee replacement in rheumatoid arthritis – a follow-up study*

International Orthopaedics 21, 2: 98–100, 1997

---

## 7 Anhang

### A) Schema eines Fragebogens

Name	
Vorname	
Geburtsdatum	
Mobilität	
Belastbarkeit	
Treppengehen	
Selbstversorgen	
Rehaklinik Aufenthalt	
Schmerzmitteleinnahme	
Beweglichkeitsausmaß (Extension/Flexion)	
Zufriedenheit	
Komplikationen	
Beinachsenverlauf (präoperativ/postoperativ)	
Gehstrecke	
Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel	
Muskelkraft	
Stabilität	
Deformität (präoperativ/postoperativ)	
Patella	
Erguss / Infiltrat	
Narbe	
Allgemeinerkrankungen	
Beweglichkeit der Hüftgelenke	
Beinlängendifferenz	
Beckenstand	
Operationstag	
Prothesentyp / Prothesenform	
Femursize	
Tibiasize	
Onlaygröße	
Patellsize	
Röntgenverlaufskontrolle	
Operationsmethode	
Tuberositas tibiae Osteosynthese	
Voroperationen	

---

## B) Statistisch auswertbare Ziffern der erhobenen Daten

**Gangbild:** Wenn unauffällig, dann 0.

Wenn pathologisch, dann 1, aufgrund operiertes Kniegelenk mit Faktor 10, multipliziert, ansonsten mit Faktor 1.

**Schmerzen:** Wenn keine, dann 0.

Wenn vorhanden, dann 1.

Wenn bei Belastung, dann 2.

Wenn auch in Ruhe, dann 3, aufgrund operierten Kniegelenk mit Faktor 10 multipliziert, ansonsten mit Faktor 1.

**Bewegungsausmaß:** Wenn  $\geq 100$  Grad, dann 1.

Wenn  $<$  als 100 Grad, dann 0.

**Bewegungsdefizit postoperativ:** Wenn Vorliegen eines Defizites irgendeiner Form, dann 0.

Wenn kein Bewegungsdefizit vorliegend, dann 1.

**Zufriedenheit:** Wenn hoch zufrieden, dann 1.

Wenn mäßig zufrieden, dann 0.

**Komplikationen:** Wenn Komplikationen vorhanden, dann 0.

Wenn keine Komplikationen vorhanden, dann 1.

**Beinachsenverlauf präoperativ:** Wenn valgischer Verlauf, dann 0.

Wenn varischer Verlauf, dann 1.

Wenn korrekte Beinachse, dann 2.

**Beinachsenverlauf postoperativ:** Wenn korrekter Verlauf, dann 1.

Wenn varischer Verlauf, dann 0.

Wenn valgischer Verlauf, dann 2.

**Weite der Gehstrecke:** Wenn  $\geq 1000$  Metern, dann 1.

Wenn  $< 1000$  Metern, dann 0.

**Vorhandensein von Knievoroperationen:** Wenn ja, dann 1.

Wenn nein, dann 0.

**Streckdefizit präoperativ:** Wenn Vorliegen eines Defizites in irgendeiner Form, dann 1.

Wenn kein Streckdefizit/Bewegungsdefizit vorliegend, dann 0.

---

## C) Angewandte Knee Scores

### I) Score nach Ranawat und Shine (Hospital for Special Surgery, HSS)

Score-Kriterien:

Spezielle Anwendung: Kniegelenkendoprothesen

Allgemeine Anwendung: Möglich

Bereich: Klinischer Score

Subj./Obj. 62% / 38 %

#### *Häufigkeit Häufig*

#### *Hospital for Special Surgery-Score*

In HSS-Score werden maximal 100 Punkte erreicht. Hierbei beträgt die subjektive Komponente 62%, die objektive 38%. Das Hauptkriterium des Scores ist der Schmerz (30%), gefolgt vom Bewegungsausmaß (18%) und der Gehstrecke (12%). Je 10% fallen auf die Kriterien Muskelkraft, Flexionsdeformität und objektive Instabilität, je 5% auf die Fähigkeit Treppen zu steigen und öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen. Für die erreichten Punkte in HSS-Score gilt folgender Bewertungsmaßstab:

85 - 100 Punkte = sehr gut

70 - 84 Punkte = gut

60 - 69 Punkte = befriedigend

< 60 Punkte = schlecht

Vgl. Clin Orthop 94: 185-195 und J Bone Jt Surg 58-A: 754-765

pain (30 points)	no pain at any time	30
	no pain on walking	15
	mild pain on walking	10
	moderate pain on walking	5
	severe pain on walking	0
	no pain at rest	15
	mild pain at rest	10
	moderate pain at rest	5
	severe pain at rest	0
function (22 points)	walking and standing unlimited	12
	walking distance of 5-10 blocks and standing ability intermittent (<1/2 hour)	10
	walking 1-5 blocks and standing ability up to 1/2 hour	8
	walking less than 1 block	4
	cannot walk	0
	climbing stairs	5
	Climbing stairs with support	2
	transfer activity	5

	transfer activity with support	2
range of motion (18 points)	1 point for each 8 degrees of arc of motion to a maximum of 18 points	Max. 18
muscle strength (10 points)	good: can't break the quadriceps power	10
	good: Can break the quadriceps power	8
	fair: moves through the arc of motion	4
	poor: can't move through the arc of motion	0
flexion deformity (10 points)	no deformity	10
	few degrees	8
	5 – 10 degrees	5
	11 degrees or more	0
instability (10 points)	none	10
	mild: 0 – 5 degrees	8
	moderate: 6 – 15 degrees	5
	severe: 16 degrees or more	0
substruction	one cane	1
	one crutch	2
	two crutches	3
	extension lag of 5 degrees	2
	extension lag of 10 degrees	3
	extension lag of 15 degrees	5
	each 5 degrees of varus	1
	each 5 degrees of valgus	1

**Result:**

85 - 100 excellent  
70 – 81 good  
60 – 69 fair  
< 60 poor

## II) Score des „Knee Society“, Insall et al.

Score-Kriterien:

Spezielle Anwendung: Nachuntersuchung Kniegelenkendoprothesen.

Allgemeine Anwendung: Möglich

Bereich: Klinischer Score

Subj./Obj. 75 % / 25 % (ges. 200 Punkte)

### *Häufigkeit Häufig*

#### ***Knee-Society-Score***

Der Knee-Society-Score wurde für die Nachuntersuchung von Patienten mit Knieendoprothesen entwickelt. Der Score wird unterteilt in einen „Knie-Score“ (maximal 100 Punkte), der nur das Gelenk beurteilt, und einen „Funktionsscore“ (maximal 100 Punkte), der die Fähigkeit der Patienten zu gehen und Treppen zu steigen berücksichtigt. Im Gesamtscore der Knee-Society werden als Hauptkriterien der insgesamt 200 zu erreichenden Punkte Schmerz (25%), Bewegungsausmaß im Kniegelenk (12,5%), Stabilität des Gelenks (12,5%), Gehstrecke (25%) sowie Treppensteigen (25%) gewertet. Insgesamt beträgt in Knee-Society-Score der subjektive Anteil 75%, der objektive Anteil 25%.

Vgl. Clin Orthop 248: 13-14

<b>A. Knee Score</b>			<b>B. Function Score</b>		
pain	none	50	walking	unlimited	50
	mild or occasional	45		> 10 blocks	40
	stairs only	20		5 – 10 blocks	30
	walking and stairs	40		< 5 blocks	20
	moderate occasional	20		housebound	10
	moderate continual	10		unable	0
	severe	0			
range of motion	(5 degrees = 1 point) => Max. 25 points for 125 degrees	25	stairs	normal up and down	50
				normal up; down with rail	40
stability(max . movement in any position)	antero-posterior < 5 mm	10		up and down with rail	30
	antero-posterior 5 – 10 mm	5		up with rail; unable down	15

	antero-posterior > 10 mm	0		unable	0
	mediolateral < 5 degrees	15			
	mediolateral 6 – 9 degrees	10			
	mediolateral 10 – 14 degrees	5			
	mediolateral > 15 degrees	0			
subtotal	(max. 100 points)		subtotal	(max. 100 points)	
deductions( minus)	flexion contracture – 10 degrees	2	deduction (minus)	cane	5
	flexion contracture 10 – 15 degrees	5		two canes	10
	flexion contracture 6 – 20 degrees	10		crutches or walker	20
	flexion contracture > 20 degrees	15			
	extension lag: < 10 degrees	5			
	extension lag: 10 – 20 degrees	10			
	extension lag : > 20 degrees	15			
	alignement: 5 – 10 degrees	0			
	alignement: 0 – 4 degrees	3/ degrees			
	alignement: 11 – 15 degrees	3/ degrees			
	alignement > 15 degrees	20			
total deductions			total deductions		
total: knee score			total: function score		

### III) Score nach Wang

Score-Kriterien:

Spezielle Anwendung: Nachuntersuchung Kniegelenkendoprothesen

Allgemeine Anwendung: Möglich

Bereich: Klinischer Score

Subj./Obj. 62,5 % subj / 37,5 % obj. Bezogen auf die Anzahl der Kriterien

Häufigkeit selten

Vgl. Arch Orthop Trauma Surg 103: 263-268

pain	none	4	loading pain	none	4
	less than before OP	3		mild	3
	the same as before OP	2		apparent	2
	more than before OP	1		intense	1
pain on starting to move	none	4	pain at rest	none	4
	mild	3		mild	3
	apparent	2		apparent	2
	intense	1		intense	1
maximal walking distance	unlimited	4	malformed axis of leg	valgus – varus	
	up to 1000 m	3		10 degrees	4
	only at home	2		10 – 20 degrees	3
	unable to walk	1		20 – 30 degrees	2
				30 degrees	1
ability climb stairs	normal	4	walking aids	none	4
	troublesome due to operated knee	3		one cane occasionally	3
	only with help from others	2		one cane always	3
	impossible	1		two canes always	3
				one crutch	2
				two crutches	2
				wheel chair always	1

flexion	0 degrees	4	ability to flex	> 100 degrees	4
	0 – 10 degrees	3		81- 100 degrees	3
	10 – 20 degrees	2		61 – 80 degrees	2
	> 20 degrees	1		< 60 degrees	1
ability to get out of chair	without support	4			
	support on chair arm or seat	3			
	with help from others	2			
	impossible	1			

**Result:** (points for pain: add a, b, c and d divided by 4)

3-4 points very good

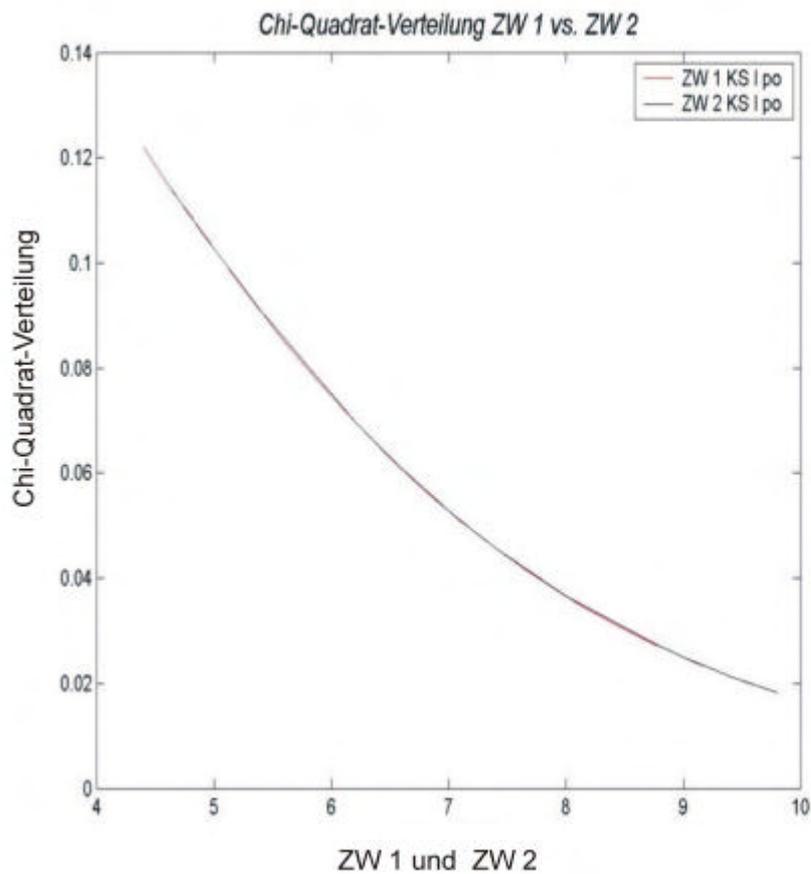
2-3 points good

1-2 points moderate

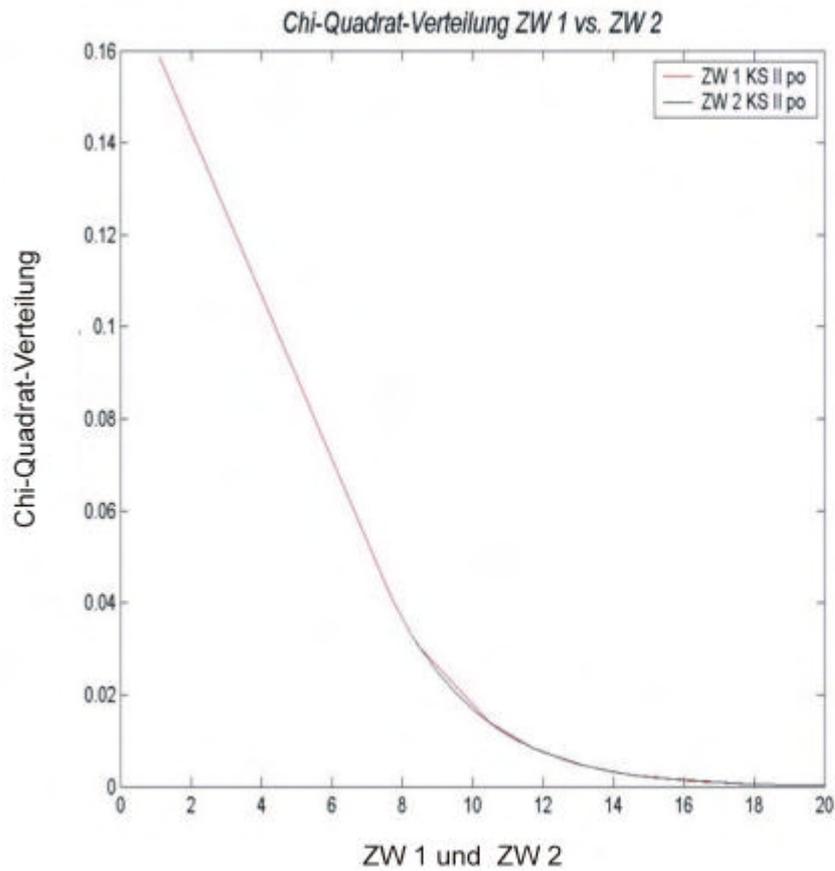
0-1 points unsatisfactory

Der Score nach Ranawat und Shine sowie der Score nach Wang haben im Unterschied zum Score nach Invall et al. eine entsprechende Translation der erhobenen Daten in ein Bewertungsmodus mit Punktevergabe.

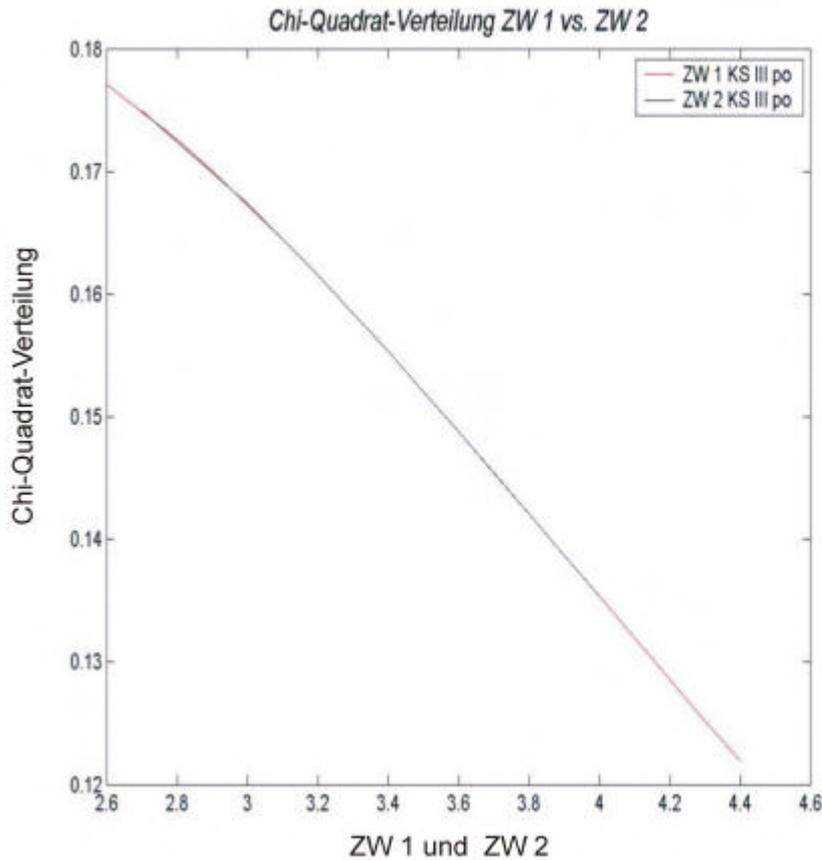
## D) Statistische Auswertungen



**Abbildung 7.1:** Graphische Darstellung der Dichtefunktion ( $\chi^2$  – Verteilung) Score nach Ranawat und Shine (Knee Score I) (postoperativ) mit Freiheitsgrad ( $df = 4$ ) für beide Zugangswege ZW 1 = mediale Arthromotie und ZW 2 = laterale Arthromotie.

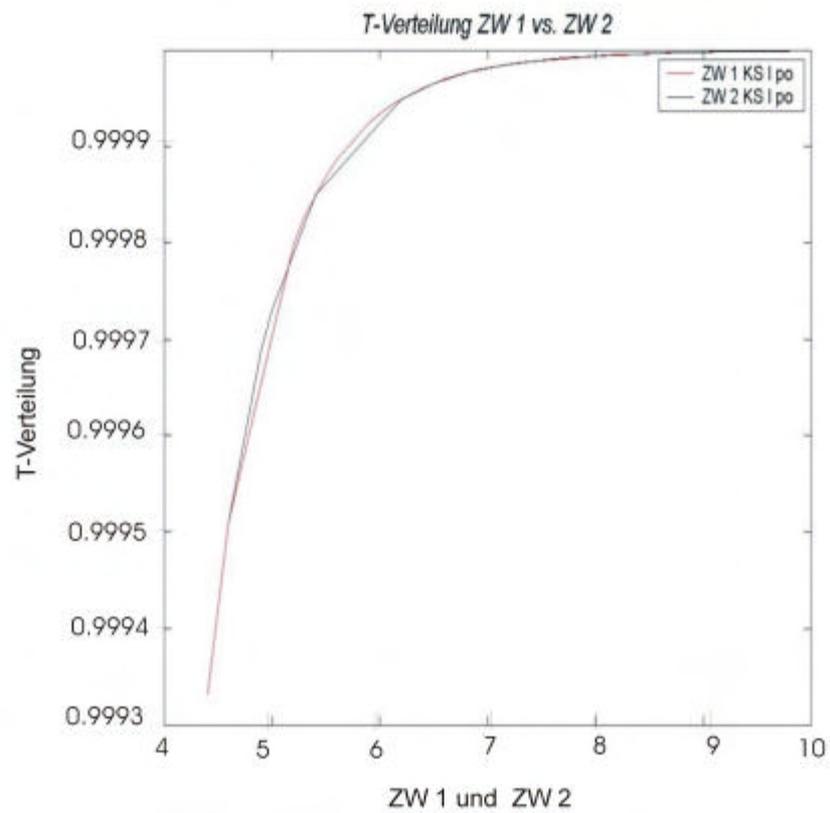


**Abbildung 7.2:** Graphische Darstellung der Dichtefunktion ( $\chi^2$  – Verteilung) Insall Score (Knee Score II) (postoperativ) mit Freiheitsgrad (df = 4) für beide Zugangswege ZW 1 = mediale Arthromotie und ZW 2 = laterale Arthromotie.

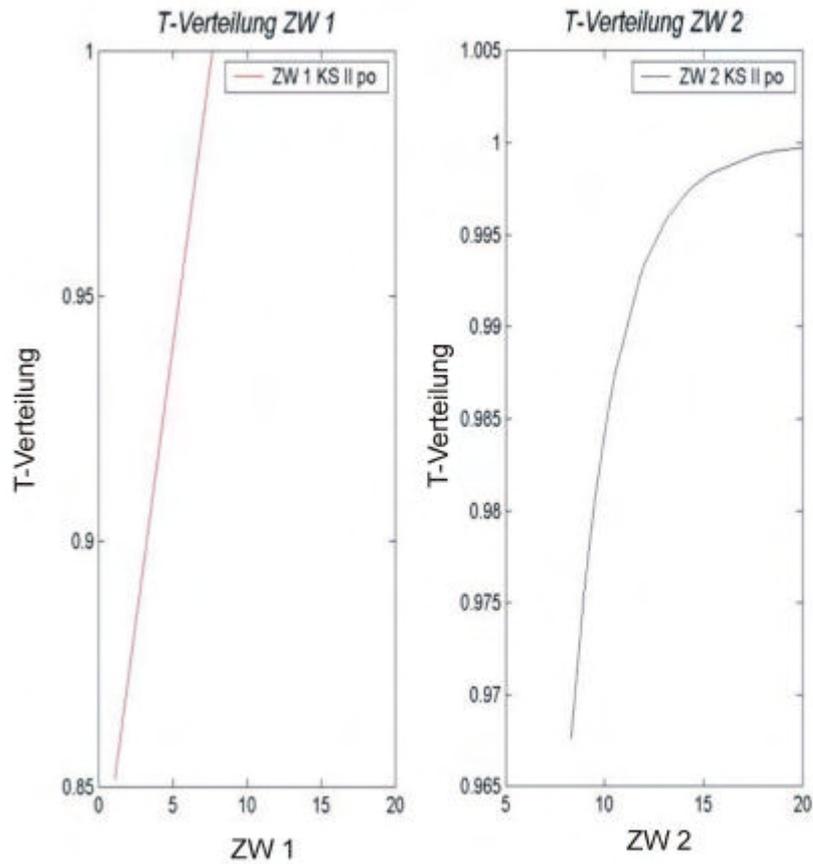


**Abbildung 7.3:** Graphische Darstellung der Dichtefunktion ( $\chi^2$  – Verteilung) Wang Score (Knee Score III) (postoperativ) mit Freiheitsgrad ( $df = 4$ ) für beide Zugangswege ZW 1 = mediale Arthromotie und ZW 2 = laterale Arthromotie.

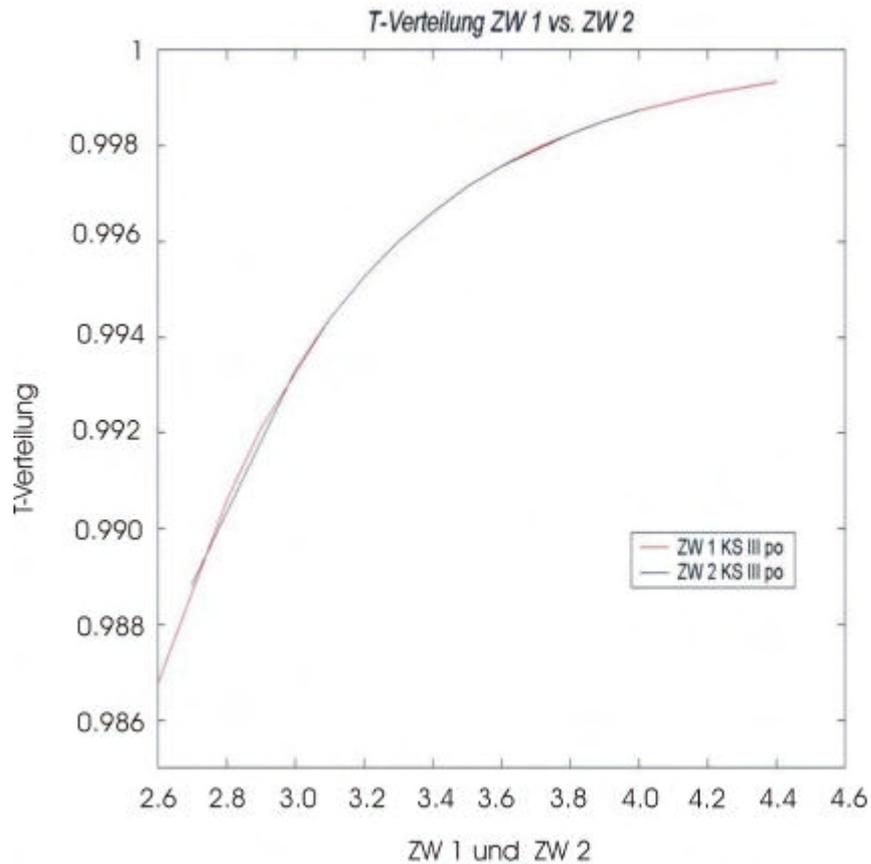
Wie man aus den obigen Abbildungen entnehmen kann, gelten für beide Operationsmethoden gleiche Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Bei der Bestimmung dieser Verteilungsfunktionen wurde auf Grund unterschiedlicher Patientenzahlen bei der jeweiligen Methode eine Skalierung vorgenommen, die jedoch keinen Einfluss auf die Berechnung der Verteilungsfunktion hat.



**Abbildung 7.4:** Graphische Darstellung der Dichtefunktion ( $t$  – Verteilung) Knee Score I (postoperativ) mit Freiheitsgrad ( $df = 10$ ) für beide Zugangswege ZW 1 = mediale Arthrotomie und ZW 2 = laterale Arthrotomie.



**Abbildung 7.5:** Graphische Darstellung der Dichtefunktion ( $t$  – Verteilung) Knee Score II (postoperativ) mit Freiheitsgrad ( $df = 10$ ) für beide Zugangswege ZW 1 = mediale Arthromotie und ZW 2 = laterale Arthromotie



**Abbildung 7.6:** Graphische Darstellung der Dichtefunktion ( $t$ -Verteilung) Knee Score III (postoperativ) mit Freiheitsgrad ( $df = 10$ ) für beide Zugangswege ZW 1 = mediale Arthromotie und ZW 2 = laterale Arthromotie

**Bemerkung:** Bei der Visualisierung der  $t$ -Verteilung musste auf Grund der unterschiedlichen Anzahl der Patienten in den beiden Gruppen eine Differenzierung vorgenommen werden.

### Gruppenstatistiken

	Z-W	N	MW	SW	SF des MW
KS I po	1,00	47	77,6596	15,7235	2,2935
	2,00	34	78,9412	16,4223	2,8164

### Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test		T--Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signi- fikanz	T	df	Sig.(2 Seitig)	Mittl. Diff.	SF der Diff.	95% KI-Diff.	
									Unt	Ob
KS_I po	Gleiche Var.	0,08	0,77	-0,35	70	0,77	-1,28	3,60	-8,46	5,89
	Nicht gl. Var.			-0,35	69,38	0,72	-1,28	3,63	-8,52	5,96

Erläuterung: Der erste Teil dieses Tests (Gruppenstatistik) enthält beschreibende Statistiken zu den beiden Zugangswegen: Hier werden die Zugangswege anhand Knee Score I (postoperativ) verglichen. Es ist zu bemerken, dass die Mittelwerte trotz einer Differenz von 13 bei der Anzahl der untersuchten Kniegelenke sich nicht von einander wesentlich unterscheiden. Die Varianzen sind gleich, d.h. der  $F$ -Test (*Levene Test*) ist nicht signifikant. Ferner kann man feststellen, dass die Standardabweichungen bei dem jeweiligen Zugangsweg relativ groß sind. Das Konfidenzintervall enthält die Null. Die Hypothese, dass im Mittel für den Knee Score I (postoperativ) keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Zugangswegen gibt, wird somit nicht verworfen.

Es bedeuten KNEE SCORE I (Score nach Ranawat und Shine), Z-W (Zugangsweg), N (Anzahl), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), Var. (Varianzen), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze), df (Freiheitsgrade).

### Gruppenstatistiken

	Z-W	N	MW	SW	SF des MW
KS II po	1,00	47	156,5745	44,5674	6,5008
	2,00	34	164,3824	39,3931	6,7559

### Test bei unabhängigen Stichproben

	Levene-Test		T--Test für die Mittelwertgleichheit							
	F	Signifikanz	T	df	Sig.(2 Seitig)	Mittl. Diff.	SF der Diff.	95% KI-Diff		
								Unt	Ob	
KS_II po	Gleiche Var.	0,27	0,60	-0,81	79	0,41	-7,80	9,56	-26,84	11,22
	Nicht gl. Var.			-0,83	75,78	0,40	-7,80	9,37	-26,48	10,86

Erläuterung: Für Knee Score II (postoperativ) stellt man ebenfalls fest, dass die Mittelwerte für die beiden Operationsverfahren sich nicht signifikant unterscheiden:  $t = -0.816$ , Freiheitsgrade 79 und  $p < 0,5$ . Es zeigt sich, dass die aufgestellte Null-Hypothese der Beobachtung nicht widerspricht, dass es unter den gegebenen Voraussetzungen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Knee Scores bei den beiden Operationsmethoden gibt.

Es bedeuten KNEE SCORE II (Score nach Insall et al.), Z-W (Zugangsweg), N (Anzahl), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), Var. (Varianzen), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze), df (Freiheitsgrade).

### Gruppenstatistiken

	Z-W	N	MW	SW	SF des MW
KS III po	1,00	47	35,7447	4,4059	0,6427
	2,00	34	36,7353	3,4842	0,5975

### Test bei unabhängigen Stichproben

	Levene-Test		T--Test für die Mittelwertgleichheit							
	F	Signifikanz	T	df	Sig.(2 Seitig)	Mittl. Diff.	SF der Diff.	95% KI-Diff		
								Unt	Ob	
KS_III po	Gleiche Var.	2,09	0,15	-1,08	79	0,28	-0,99	0,91	-2,80	0,822
	Nicht-gl. Var.			-1,12	78,32	0,26	-0,99	0,87	-2,73	0,756

Erläuterung: Für Knee Score III (postoperativ) stellt man das gleiche Resultat fest, dass die Mittelwerte für beide: lateralen und medialen Zugang sich nicht signifikant unterscheiden: Der  $F$ -Test ist nicht signifikant, so daß die Varianzen gleich sind:  $t = -1,087$ , Freiheitsgrade 79 und  $p < 0,3$ .

Es bedeuten KNEE SCORE III (Score nach Wang), Z-W (Zugangsweg), N (Anzahl), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), Var. (Varianzen), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze). Folgende Tests prüfen, ob zwei Variablen pro Fall sich im Mittel unterscheiden. Es wird die Hypothese getestet, dass die Knee Scores prä- und postoperativ sich im Mittel unterscheiden. Dies kann als ein Maß für die Güte der jeweiligen Operationsmethode dienen.

Wie man aus den Ergebnissen entnehmen kann, unterscheiden sich die Werte prä- und postoperativ signifikant von einander.

**Statistik bei gepaarten Stichproben, ZW1**

		MW	N	SW	SF - MW
Paare	KS_I_PR	42,1064	47	9,9110	1,4457
	KS_I_PO	77,6596	47	15,723	2,2935

**Korrelationen bei gepaarten Stichproben, ZW1**

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren	KS_I_PR & KS_I_PO	47	0,482	0,001

**Test bei gepaarten Stichproben, ZW1**

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		MW	SW	SF - MW	95% KI. - Diff.				
					Unt				Obe
Paar	KS_I PR u. PO	25,5	13,97	2,0387	-39,6	-31,4	-17,4	46	0,000

Erläuterung: Der  $p$ -Wert von  $0,000 < 0,01$  erreicht ein signifikantes Level. Statistisch betrachtet unterscheiden sich Knee Score I prä- und postoperativ wesentlich von einander.

Es bedeuten KNEE SCORE I (Score nach Ranawat und Shine), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI.-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze), df (Freiheitsgrade).

Diese Aussage kann für die beiden anderen Knee Scores sowohl für den lateralen als auch für den medialen Zugang festgestellt werden .

**Statistik bei gepaarten Stichproben, ZW1**

		MW	N	SW	SF - MW
Paare	KS_II_PR	90,0000	47	23,8373	3,4770
	KS_II_PO	156,5745	47	44,5674	6,5008

**Korrelationen bei gepaarten Stichproben, ZW1**

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren	KS_II_PR & KS_II_PO	47	0,583	0,000

**Test bei gepaarten Stichproben, ZW1**

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	MW	SW	SF - MW	95% KI. - Diff.				
				Unt	Obe			
Paar KS_II PR u. PO	66,5	36,27	5,2907	-77,2	-55,9	-12,5	46	0,000

Erläuterung: Der  $p$ -Wert von  $0,000 < 0,01$  erreicht ein signifikantes Level. Statistisch betrachtet unterscheiden sich Knee Score II prä- und postoperativ wesentlich von einander. Es ist zu bemerken, dass die Korrelation zwischen den Scores positiv (0,583) ist.

Es bedeuten KNEE SCORE II (Score nach Insall et al.), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI.-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze), df (Freiheitsgrade).

**Statistik bei gepaarten Stichproben, ZW 2**

		MW	N	SW	SF - MW
Paare	KS_I_PR	44,6176	34	8,6586	1,4849
	KS_I_PO	78,9412	34	16,4223	2,8164

**Korrelationen bei gepaarten Stichproben, ZW2**

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren	KS_I_PR & KS_I_PO	34	0,226	0,199

**Test bei gepaarten Stichproben, ZW2**

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	MW	SW	SF - MW	95% KI. - Diff.				
				Unt	Obe			
Paar KS_I PR u. PO	-34,32	16,74	2,8721	-40,1	-28,4	-11,9	33	0,000

Erläuterung: Der  $p$ -Wert von  $0,000 < 0,01$  erreicht ein signifikantes Level. Statistisch betrachtet unterscheiden sich Knee Score I prä- und postoperativ wesentlich von einander. Die Korrelation (0,226) ist hierbei ebenfalls positiv.

Es bedeuten KNEE SCORE I (Score nach Ranawat und Shine), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI.-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze), df (Freiheitsgrade).

**Statistik bei gepaarten Stichproben, ZW 2**

		MW	N	SW	SF - MW
Paare	KS_II_PR	90,2059	34	22,6713	3,8881
	KS_II_PO	164,3824	34	39,3931	6,7559

**Korrelationen bei gepaarten Stichproben, ZW2**

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren	KS_II_PR & KS_II_PO	34	0,523	0,002

**Test bei gepaarten Stichproben, ZW2**

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	MW	SW	SF - MW	95% KI. - Diff.				
				Unt	Obe			
Paar KS_II PR u. PO	-71,1	33,64	5,7696	-85,9	-62,4	-12,8	33	0,000

Erläuterung: Der  $p$ -Wert von  $0,000 < 0,01$  erreicht ein signifikantes Level. Statistisch betrachtet unterscheiden sich Knee Score II prä- und postoperativ wesentlich von einander, mit einer Korrelation von (0,523).

Es bedeuten KNEE SCORE II (Score nach Insall et al.), MW (Mittelwert), SW (Standardabweichung), SF d. MW (Standardfehler des Mittelwertes), SF der Diff. (Standardfehler der Differenz), KI.-Diff. (Konfidenzintervall der Differenz), unt. (untere Grenze) und ob. (obere Grenze), df (Freiheitsgrade).

### Statistik bei gepaarten Stichproben

		MW	N	SW	SF -MW
Paare	zw1ksi	78,470	34	15,582	2,672
	zw2ksi	78,941	34	16,422	2,816

### Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paare	zw1ksi & zw2ksi	34	0,135	0,446

### Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		MW	SW	SF MW	95 % KI Diff.				
					Unte	Ober			
Paare	zw1ksi - zw2ksi	-0,47	21,05	3,6108	-7,81	6,87	-0,13	33	0,897

Erläuterung: Der  $p$ -Wert von 0,897 erreicht kein auch annähernd signifikantes Level. Statistisch betrachtet unterscheiden sich Knee Score I für beide Zugangswege nicht; die Korrelation zwischen den beiden Parametern beträgt (0,135).

### Statistik bei gepaarten Stichproben

		MW	N	SW	SF -MW
Paare	zw1ksii	162,6176	34	35,164	6,0307
	zw2ksii	164,38	34	39,391	6,755

### Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paare	zw1ksii & zw2ksii	34	0,014	0,937

### Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen						T	df	Sig. (2-seitig)
	MW	SW	SF MW	95 % KI Diff.					
				Unte	Ober				
Paare zw1ksii zw2ksii	-1,764	52,43	8,9920	-20,0	16,5	-0,19	33	0,846	

Erläuterung: Der  $p$ -Wert von 0,846 liefert analog wie im letzten Fall, dass sich Knee Score II statistisch nicht unterscheiden; die Korrelation hierbei beträgt (0,014).

### Statistik bei gepaarten Stichproben

		MW	N	SW	SF -MW
Paare	zw1ksiii	36,0588	34	4,2064	0,7214
	zw2ksiii	36,735	34	3,4842	0,597

### Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paare	zw1ksiii & zw2ksiii	34	-0,206	0,243

### Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen						T	df	Sig. (2-seitig)
	MW	SW	SF MW	95 % KI Diff.					
				Unte	Ober				
Paare zw1ksiii zw2ksiii	-0,676	5,988	1,0270	-2,76	1,41	-0,65	33	0,515	

Erläuterung: Für den Knee Score III ist ein  $p$ -Wert von 0,515 zu verzeichnen. Betrachtet man das Konfidenzintervall, so kann man feststellen, dass hierdurch die Hypothese verworfen wird und dass sich die Werte für den Knee Score III statistisch nicht unterscheiden.

Weitere Untersuchungen beinhalten die Darstellung und Analyse der Korrelationsmatrizen für die verzeichneten Knee Scores. Der Signifikanz-Level für jeden individuellen Test sei durch  $0,05/2 = 0,025$  gegeben.

### Korrelationen

		zw1ksi	zw2ksi
zw1ksi	Korrelation nach Pearson	1,000	,135
	Signifikanz (2-seitig)	,	,446
	N	47	34
zw2ksi	Korrelation nach Pearson	,135	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,446	,
	N	34	34

Erläuterung: Die Korrelation zwischen ZW1-KNEE SCORE-I und ZW2-KNEE SCORE-I ist nicht signifikant;  $r_{32} = 0.135, 0.446 = p > 0.025$ ; der Freiheitsgrad, assoziiert mit dem Test, ist  $32 = 34 - 2$ .

### Korrelationen

		zw1ksii	zw2ksii
zw1ksii	Korrelation nach Pearson	1,000	,014
	Signifikanz (2-seitig)	,	,937
	N	47	34
zw2ksii	Korrelation nach Pearson	,014	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,937	,
	N	34	34

Erläuterung: Die Korrelation zwischen ZW1-KNEE SCORE-II und ZW2-KNEE SCORE-II ist nicht signifikant;  $r_{32} = 0.014, 0.937 = p > 0.025$ ; der Freiheitsgrad, assoziiert mit dem Test, ist  $32 = 34 - 2$ .

### Korrelationen

		zw1ksiii	zw2ksiii
zw1ksiii	Korrelation nach Pearson	1,000	-,206
	Signifikanz (2-seitig)	,	,243
	N	47	34
zw2ksiii	Korrelation nach Pearson	-,206	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,243	,
	N	34	34

Erläuterung: Die Korrelation zwischen ZW1-KNEE SCORE-III und ZW2-KNEE SCORE-III ist nicht signifikant;  $r_{32} = 0.014, 0.937 = p > 0.025$ ; der Freiheitsgrad, assoziiert mit dem Test, ist  $32 = 34 - 2$ .

## Deskriptive Statistiken; ZW 1

	Mittelwert	Standardabweichung	N
ksi_po	77,6596	15,7235	47
bwa	,5532	,5025	47
bwd	,7660	,4280	47
ba_po	1,0213	,3290	47
gb	2,6596	4,3553	47

(a)

## Korrelationen; ZW 1

		ksi_po	bwa	bwd	ba_po	gb
Korrelation nach Pearson	ksi_po	1,000	,327	,198	,212	-,633
	bwa	,327	1,000	,312	,190	-,260
	bwd	,198	,312	1,000	,191	-,125
	ba_po	,212	,190	,191	1,000	-,192
	gb	-,633	-,260	-,125	-,192	1,000
Signifikanz (einseitig)	ksi_po	,	,012	,091	,077	,000
	bwa	,012	,	,016	,100	,039
	bwd	,091	,016	,	,100	,201
	ba_po	,077	,100	,100	,	,098
	gb	,000	,039	,201	,098	,
N	ksi_po	47	47	47	47	47
	bwa	47	47	47	47	47
	bwd	47	47	47	47	47
	ba_po	47	47	47	47	47
	gb	47	47	47	47	47

(b)

## Modellzusammenfassung, ZW 1

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	SF des Schätzers
1	0,66 <sup>a</sup>	0,438	0,384	12,3401

a. Einflußvariablen : (Konstante), gb, bwd, ba\_po, bwa

(c)

ANOVA; ZW 1<sup>b</sup>

Modell	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	4976,84	4	1244,2	8,171	0,000 <sup>a</sup>
Residuen	6395,70	42	152,27		
Gesamt	11372,55	46			

a. Einflußvariablen : (Konstante), gb, bwd, ba\_po, bwa

b. Abhängige Variable: ksi\_po

(d)

Koeffizienten; ZW<sup>a</sup>

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall für B		Korrelationen		
	B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze	Nullter Ordnung	Partiell	Teil
	1 (Konstante)	75,781	6,845			Beta	11,072	,000	61,968	89,594
bwa	4,523	3,941	,145	1,148	,258	-3,430	12,476	,327	,174	,133
bwd	2,544	4,521	,069	,563	,577	-6,580	11,668	,198	,086	,065
ba_po	2,888	5,751	,060	,502	,618	-8,718	14,494	,212	,077	,058
gb	-2,076	,438	-,575	-4,742	,000	-2,959	-1,192	-,633	-,591	-,549

a. Abhängige Variable: ksi\_po

(e)

Erläuterung: Die deskriptive Statistiken (a) beschreiben die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablenkombination unter Berücksichtigung der **medialen** Operationsmethode. Aus Teilabbildung (b) kann man die Korrelationen zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen entnehmen. Wie man ersehen kann, ist die Korrelation zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und der Beinachse (postoperativen, ba-po) 0.190, also positiv und die zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und dem Gangbild (gb) -0.260; diese negative Korrelation bedeutet, dass kleinere Werte für das Bewegungsausmaß einen größeren Wert für das Gangbild (gb) aufweisen. Analog können auch andere Korrelationen interpretiert werden. Der Wert des Regressionskoeffizienten zum Quadrat (R-Quadrat) in Teilabbildung (c) kann direkt im Prozent interpretiert werden. Dies bedeutet, dass 43% der Varianzen im **Knee Score I** (postoperativ) aus den betrachteten Einflussvariablen (bwa, bwd = Bewegungsdefizit, ba-po und gb) erklärt werden kann. Dies wird im Teilbild (d) ebenfalls bestätigt; dies ist statistisch – neben anderen Parametern – nicht zu vernachlässigen. Schließlich kann man mit Hilfe der Regressionskoeffizienten im Teil (e) die Regressionsgleichungen herleiten. Hierbei bezeichnet  $k_{i_j}$  den vorauszusagenden postoperativen Knee Score für  $i \in \{i, ii, iii\}$  und  $j \in \{1, 2\}$  den Zugangsweg.

**Multiple lineare Regressionsgleichung:**

$$k_{i_1} = 4.5 \text{ bwa} + 2.54 \text{ bwd} + 2.88 \text{ ba\_po} + (-2.07) \text{ gb} + 75.78.$$

**Regressionsgleichung in Standardform:**

$$k_{i_1} = 0.14 Z_{bwa} + 0.06 Z_{bwd} + 0.06 Z_{ba\_po} + (-0.57) Z_{gb}.$$

ANOVA; ZW 1 <sup>b</sup>

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	43633,798	4	10908,449	9,598	,000 <sup>a</sup>
	Residuen	47733,691	42	1136,516		
	Gesamt	91367,489	46			

a. Einflussvariablen : (Konstante), gb, bwd, ba\_po, bwa

b. Abhängige Variable: ksii\_po

(a)

## Deskriptive Statistiken; ZW 1

	Mittelwert	Standardabweichung	N
ksii_po	156,5745	44,5674	47
bwa	,5532	,5025	47
bwd	,7660	,4280	47
ba_po	1,0213	,3290	47
gb	2,6596	4,3553	47

(b)

## Korrelationen; ZW 1

		ksii_po	bwa	bwd	ba_po	gb
Korrelation nach Pearson	ksii_po	1,000	,401	,240	,186	-,640
	bwa	,401	1,000	,312	,190	-,260
	bwd	,240	,312	1,000	,191	-,125
	ba_po	,186	,190	,191	1,000	-,192
	gb	-,640	-,260	-,125	-,192	1,000
Signifikanz (einseitig)	ksii_po	,	,003	,052	,105	,000
	bwa	,003	,	,016	,100	,039
	bwd	,052	,016	,	,100	,201
	ba_po	,105	,100	,100	,	,098
	gb	,000	,039	,201	,098	,
N	ksii_po	47	47	47	47	47
	bwa	47	47	47	47	47
	bwd	47	47	47	47	47
	ba_po	47	47	47	47	47
	gb	47	47	47	47	47

(c)

## Modellzusammenfassung; ZW 1

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,691 <sup>a</sup>	,478	,428	33,7123

a. Einflussvariablen : (Konstante), gb, bwd, ba\_po, bwa

(d)

Koeffizienten; ZW<sup>a1</sup>

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall für B		Korrelationen		
	B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze	Nullter Ordnung	Partiell	Teil
	1 (Konstante)	151,184	18,699	Beta	8,085	,000	113,448	188,920		
bwa	19,533	10,766	,220	1,814	,077	-2,194	41,260	,401	,270	,202
bwd	10,076	12,351	,097	,816	,419	-14,849	35,002	,240	,125	,091
ba_po	2,258	15,711	,017	,144	,886	-29,448	33,964	,186	,022	,016
gb	-5,805	1,196	-,567	-4,854	,000	-8,218	-3,392	-,640	-,599	-,541

a. Abhängige Variable: ksii\_po

## (e)

Erläuterung: Die deskriptive Statistiken (a) beschreiben die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablenkombination unter Berücksichtigung der **medialen** Operationsmethode. Aus Teilabbildung (b) kann man die Korrelationen zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen entnehmen. Wie man ersehen kann, ist die Korrelation zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und der Beinachse (postoperativen, ba-po) 0.190, also positiv und die zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und dem Gangbild (gb) -0.260; diese negative Korrelation bedeutet, dass kleinere Werte für das Bewegungsausmaß einen größeren Wert für das Gangbild (gb) aufweisen. Analog können auch andere Korrelationen interpretiert werden. Der Wert des Regressionskoeffizienten zum Quadrat (R-Quadrat) in Teilabbildung (c) kann direkt im Prozent interpretiert werden. Dies bedeutet, dass 47% der Varianzen im **Knee Score II** (postoperativ) aus den betrachteten Einflussvariablen (bwa, bwd = Bewegungsdefizit, ba-po und gb) erklärt werden kann. Dies wird im Teilbild (d) ebenfalls bestätigt; dies ist statistisch – neben anderen Parametern – nicht zu vernachlässigen. Schließlich kann man mit Hilfe der Regressionskoeffizienten im Teil (e) die Regressionsgleichungen herleiten. Hierbei bezeichnet  $k_{i_j}$  den vorauszusagenden postoperativen Knee Score für  $i \in \{i, ii, iii\}$  und  $j \in \{1, 2\}$  den Zugangsweg.

**Multiple lineare Regressionsgleichung:**

$$k_{ii_1} = 19.53 \text{ bwa} + 10.07 \text{ bwd} + 2.25 \text{ ba\_po} + (-5.80) \text{ gb} + 151.18.$$

**Regressionsgleichung in Standardform:**

$$k_{ii_1} = 0.22 Z_{bwa} + 0.09 Z_{bwd} + 0.01 Z_{ba\_po} + (-0.56) Z_{gb}.$$

## Deskriptive Statistiken; ZW 1

	Mittelwert	Standardabweichung	N
ksiii_po	35,7447	4,4059	47
bwa	,5532	,5025	47
bwd	,7660	,4280	47
ba_po	1,0213	,3290	47
gb	2,6596	4,3553	47

(a)

## Korrelationen; ZW 1

		ksiii_po	bwa	bwd	ba_po	gb
Korrelation nach Pearson	ksiii_po	1,000	,311	,117	,214	-,613
	bwa	,311	1,000	,312	,190	-,260
	bwd	,117	,312	1,000	,191	-,125
	ba_po	,214	,190	,191	1,000	-,192
	gb	-,613	-,260	-,125	-,192	1,000
Signifikanz (einseitig)	ksiii_po	,	,017	,216	,075	,000
	bwa	,017	,	,016	,100	,039
	bwd	,216	,016	,	,100	,201
	ba_po	,075	,100	,100	,	,098
	gb	,000	,039	,201	,098	,
N	ksiii_po	47	47	47	47	47
	bwa	47	47	47	47	47
	bwd	47	47	47	47	47
	ba_po	47	47	47	47	47
	gb	47	47	47	47	47

(b)

## Modellzusammenfassung; ZW 1

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,637 <sup>a</sup>	,406	,350	3,5528

a. Einflußvariablen : (Konstante), gb, bwd, ba\_po, bwa

(c)

## ANOVA; ZW 1

Modell		Quadrat summe	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	362,790	4	90,697	7,185	,000 <sup>a</sup>
	Residuen	530,147	42	12,623		
	Gesamt	892,936	46			

a. Einflußvariablen : (Konstante), gb, bwd, ba\_po, bwa

b. Abhängige Variable: ksiii\_po

(d)

## Koeffizienten; ZWPI

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall für B		Korrelationen		
	B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze	Nullter Ordnung	Partiell	Teil
			Beta							
1 (Konstante)	35,532	1,971		18,031	,000	31,555	39,509			
bwa	1,361	1,135	,155	1,199	,237	-,929	3,651	,311	,182	,143
bwd	-,167	1,302	-,016	-,128	,898	-2,794	2,460	,117	-,020	-,015
ba_po	1,070	1,656	,080	,646	,521	-2,271	4,412	,214	,099	,077
gb	-,566	,126	-,559	-4,490	,000	-,820	-,312	-,613	-,569	-,534

a. Abhängige Variable: ksii\_po

## (e)

Erläuterung: Die deskriptive Statistiken (a) beschreiben die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablenkombination unter Berücksichtigung der **medialen** Operationsmethode. Aus Teilabbildung (b) kann man die Korrelationen zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen entnehmen. Wie man ersehen kann, ist die Korrelation zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und der Beinachse (postoperativen, ba-po) 0.190, also positiv und die zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und dem Gangbild (gb)  $-0.260$ ; diese negative Korrelation bedeutet, dass kleinere Werte für das Bewegungsausmaß einen größeren Wert für das Gangbild (gb) aufweisen. Analog können auch andere Korrelationen interpretiert werden. Der Wert des Regressionskoeffizienten zum Quadrat (R-Quadrat) in Teilabbildung (c) kann direkt im Prozent interpretiert werden. Dies bedeutet, dass 40% der Varianzen im **Knee Score III** (postoperativ) aus den betrachteten Einflussvariablen (bwa, bwd = Bewegungsdefizit, ba-po und gb) erklärt werden kann. Dies wird im Teilbild (d) ebenfalls bestätigt; dies ist statistisch – neben anderen Parametern – nicht zu vernachlässigen. Schließlich kann man mit Hilfe der Regressionskoeffizienten im Teil (e) die Regressionsgleichungen herleiten. Hierbei bezeichnet  $k_{i_j}$  den vorauszusagenden postoperativen Knee Score für  $i \in \{i, ii, iii\}$  und  $j \in \{1, 2\}$  den Zugangsweg.

**Multiple lineare Regressionsgleichung:**

$$k_{iii_1} = 1.36 \text{ bwa} + (-0.16) \text{ bwd} + 1.07 \text{ ba\_po} + (-0.56) \text{ gb} + 35.53.$$

**Regressionsgleichung in Standardform:**

$$k_{iii_1} = 0.15 Z_{bwa} + (-0.01) Z_{bwd} + 0.08 Z_{ba\_po} + (-0.55) Z_{gb}.$$

## Deskriptive Statistiken; ZW 2

	Mittelwert	Standardabweichung	N
ksi_po	78,9412	16,4223	34
gb	,3824	1,7235	34
bwa	,7353	,4478	34
bwd	,7647	,4306	34
ba_po	,9706	,1715	34

(a)

## Korrelationen; ZW 2

		ksi_po	gb	bwa	bwd	ba_po
Korrelation nach Pearson	ksi_po	1,000	-,377	,274	,191	,311
	gb	-,377	1,000	,057	-,324	-,986
	bwa	,274	,057	1,000	-,018	-,104
	bwd	,191	-,324	-,018	1,000	,314
	ba_po	,311	-,986	-,104	,314	1,000
Signifikanz (einseitig)	ksi_po	,	,014	,059	,140	,037
	gb	,014	,	,375	,031	,000
	bwa	,059	,375	,	,459	,278
	bwd	,140	,031	,459	,	,035
	ba_po	,037	,000	,278	,035	,
N	ksi_po	34	34	34	34	34
	gb	34	34	34	34	34
	bwa	34	34	34	34	34
	bwd	34	34	34	34	34
	ba_po	34	34	34	34	34

(b)

## Modellzusammenfassung; ZW 2

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,563 <sup>a</sup>	,317	,222	14,4817

a. Einflußvariablen : (Konstante), ba\_po, bwa, bwd, gb

(c)

## ANOVA, ZW 2

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	2817,984	4	704,496	3,359	,022 <sup>a</sup>
	Residuen	6081,898	29	209,721		
	Gesamt	8899,882	33			

a. Einflußvariablen : (Konstante), ba\_po, bwa, bwd, gb

b. Abhängige Variable: ksi\_po

(d)

Koeffizienten; ZW<sup>2</sup>

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall für B		Korrelationen		
		B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze	Nullter Ordnung	Partiell	Teil
		Beta									
1	(Konstante)	245,896	94,671		2,597	,015	52,272	439,520			
	gb	-20,355	9,174	-2,136	-2,219	,034	-39,117	-1,592	-,377	-,381	-,341
	bwa	7,652	5,896	,209	1,298	,205	-4,407	19,711	,274	,234	,199
	bwd	2,471	6,194	,065	,399	,693	-10,197	15,140	,191	,074	,061
	ba_po	-171,740	92,221	-1,793	-1,862	,073	-360,352	16,873	,311	-,327	-,286

a. Abhängige Variable: ksi\_po

(e)

Erläuterung: Die deskriptive Statistiken (a) beschreiben die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablenkombination unter Berücksichtigung der **lateralen** Operationsmethode. Aus Teilabbildung (b) kann man die Korrelationen zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen entnehmen. Wie man ersehen kann, ist die Korrelation zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und dem Gangbild (gb) 0,05, also positiv und die zwischen dem Gangbild (gb) und der Beinachse (postoperativ, ba-po) -0,98; diese negative Korrelation bedeutet, dass kleinere Werte für das Gangbild einen größeren Wert für die Beinachse aufweisen. Analog können auch andere Korrelationen interpretiert werden. Der Wert des Regressionskoeffizienten zum Quadrat (R-Quadrat) in Teilabbildung (c) kann hierbei ebenfalls im Prozentanteil interpretiert werden. Dies bedeutet, dass 31% der Varianzen im **Knee Score I** (postoperativ) aus den betrachteten Einflussvariablen (bwa, bwd = Bewegungsdefizit, ba-po und gb) erklärt werden kann. Dies wird im Teilbild (d) ebenfalls bestätigt; dies ist statistisch – neben anderen Parametern – nicht zu vernachlässigen. Schließlich kann man mit Hilfe der Regressionskoeffizienten im Teil (e) die Regressionsgleichungen herleiten. Hierbei bezeichnet  $k_{i_j}$  den vorauszusagenden postoperativen Knee Score für  $i \in \{i, ii, iii\}$  und  $j \in \{1, 2\}$  den Zugangsweg.

**Multiple lineare Regressionsgleichung:**

$$k_{i_2} = 7.65 \text{ bwa} + 2.47 \text{ bwd} + (-171.74) \text{ ba\_po} + (-20.35) \text{ gb} + 245.89.$$

**Regressionsgleichung in Standardform:**

$$k_{i_2} = 0.20 Z_{bwa} + 0.06 Z_{bwd} + (-1.79) Z_{ba\_po} + (-2.13) Z_{gb}.$$

### Deskriptive Statistiken; ZW 2

	Mittelwert	Standardabweichung	N
ksii_po	164,3824	39,3931	34
gb	,3824	1,7235	34
bwa	,7353	,4478	34
bwd	,7647	,4306	34
ba_po	,9706	,1715	34

(a)

### Korrelationen; ZW 2

		ksii_po	gb	bwa	bwd	ba_po
Korrelation nach Pearson	ksii_po	1,000	-,349	,343	,055	,266
	gb	-,349	1,000	,057	-,324	-,986
	bwa	,343	,057	1,000	-,018	-,104
	bwd	,055	-,324	-,018	1,000	,314
	ba_po	,266	-,986	-,104	,314	1,000
Signifikanz (einseitig)	ksii_po	,	,021	,024	,378	,064
	gb	,021	,	,375	,031	,000
	bwa	,024	,375	,	,459	,278
	bwd	,378	,031	,459	,	,035
	ba_po	,064	,000	,278	,035	,
N	ksii_po	34	34	34	34	34
	gb	34	34	34	34	34
	bwa	34	34	34	34	34
	bwd	34	34	34	34	34
	ba_po	34	34	34	34	34

(b)

### Modellzusammenfassung; ZW 2

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,635 <sup>a</sup>	,404	,321	32,4540

a. Einflußvariablen : (Konstante), ba\_po, bwa, bwd, gb

(c)

### ANOVA, ZW 2

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	20665,439	4	5166,360	4,905	,004 <sup>a</sup>
	Residuen	30544,591	29	1053,262		
	Gesamt	51210,029	33			

a. Einflußvariablen : (Konstante), ba\_po, bwa, bwd, gb

b. Abhängige Variable: ksii\_po

(d)

Koeffizienten; ZW<sup>2</sup>

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall für B		Korrelationen		
		B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze	Nullter Ordnung	Partiell	Teil
		Beta									
1	(Konstante)	712,481	212,160		3,358	,002	278,564	1146,398			
	gb	-62,917	20,559	-2,753	-3,060	,005	-104,964	-20,870	-,349	-,494	-,439
	bwa	21,687	13,214	,247	1,641	,112	-5,338	48,711	,343	,292	,235
	bwd	-7,357	13,881	-,080	-,530	,600	-35,748	21,033	,055	-,098	-,076
	ba_po	550,555	206,669	-2,397	-2,664	,012	-973,241	-127,869	,266	-,443	-,382

a. Abhängige Variable: ksii\_po

(e)

Erläuterung: Die deskriptive Statistiken (a) beschreiben die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablenkombination unter Berücksichtigung der **lateralen** Operationsmethode. Aus Teilabbildung (b) kann man die Korrelationen zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen entnehmen. Wie man ersehen kann, ist die Korrelation zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und dem Gangbild (gb) 0,05, also positiv und die zwischen dem Gangbild (gb) und der Beinachse (postoperativ, ba-po)  $-0,98$ ; diese negative Korrelation bedeutet, dass kleinere Werte für das Gangbild einen größeren Wert für die Beinachse aufweisen. Analog können auch andere Korrelationen interpretiert werden. Der Wert des Regressionskoeffizienten zum Quadrat (R-Quadrat) in Teilabbildung (c) kann hierbei ebenfalls im Prozentanteil interpretiert werden. Dies bedeutet, dass 40 % der Varianzen im **Knee Score II** (postoperativ) aus den betrachteten Einflussvariablen (bwa, bwd = Bewegungsdefizit, ba-po und gb) erklärt werden kann. Dies wird im Teilbild (d) ebenfalls bestätigt; dies ist statistisch – neben anderen Parametern – nicht zu vernachlässigen. Schließlich kann man mit Hilfe der Regressionskoeffizienten im Teil (e) die Regressionsgleichungen herleiten. Hierbei bezeichnet  $k_{i\_j}$  den vorauszusagenden postoperativen Knee Score für  $i \in \{i, ii, iii\}$  und  $j \in \{1, 2\}$  den Zugangsweg.

**Multiple lineare Regressionsgleichung:**

$$k_{ii\_2} = 21,67 \text{ bwa} + (-7,35) \text{ bwd} + (-550,55) \text{ ba\_po} + (-62,91) \text{ gb} + 712,48.$$

**Regressionsgleichung in Standardform:**

$$k_{ii\_2} = 0,24 Z_{bwa} + (-0,08) Z_{bwd} + (-2,39) Z_{ba\_po} + (-2,75) Z_{gb}.$$

**Deskriptive Statistiken; ZW 2**

	Mittelwert	Standardabweichung	N
ksiii_po	36,7353	3,4842	34
gb	,3824	1,7235	34
bwa	,7353	,4478	34
bwd	,7647	,4306	34
ba_po	,9706	,1715	34

(a)

**Korrelationen; ZW 2**

		ksiii_po	gb	bwa	bwd	ba_po
Korrelation nach Pearson	ksiii_po	1,000	-,285	,400	,119	,189
	gb	-,285	1,000	,057	-,324	-,986
	bwa	,400	,057	1,000	-,018	-,104
	bwd	,119	-,324	-,018	1,000	,314
	ba_po	,189	-,986	-,104	,314	1,000
Signifikanz (einseitig)	ksiii_po	,	,051	,009	,252	,142
	gb	,051	,	,375	,031	,000
	bwa	,009	,375	,	,459	,278
	bwd	,252	,031	,459	,	,035
	ba_po	,142	,000	,278	,035	,
N	ksiii_po	34	34	34	34	34
	gb	34	34	34	34	34
	bwa	34	34	34	34	34
	bwd	34	34	34	34	34
	ba_po	34	34	34	34	34

(b)

**Modellzusammenfassung; ZW 2**

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,676 <sup>a</sup>	,457	,383	2,7379

a. Einflußvariablen : (Konstante), ba\_po, bwa, bwd, gb

(c)

**ANOVA; ZW 2**

Modell		Quadrat summe	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	183,227	4	45,807	6,111	,001 <sup>a</sup>
	Residuen	217,391	29	7,496		
	Gesamt	400,618	33			

a. Einflußvariablen : (Konstante), ba\_po, bwa, bwd, gb

b. Abhängige Variable: ksiii\_po

(d)

Koeffizienten; ZW<sup>2</sup>

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz	5%-Konfidenzintervall für B		Korrelationen		
		B	Standardfehler	Beta			Untergrenze	Obergrenze	Nullter Ordnung	Partiell	Teil
		1	(Konstante)	92,906			17,899		5,191	,000	56,299
	gb	-6,209	1,734	-3,071	-3,580	,001	-9,756	-2,662	-,285	-,554	-,490
	bwa	2,183	1,115	,281	1,959	,060	-,097	4,463	,400	,342	,268
	bwd	,760E-02	1,171	,011	,075	,941	-2,308	2,483	,119	,014	,010
	ba_po	-57,150	17,435	-2,813	-3,278	,003	-92,809	-21,490	,189	-,520	-,448

a. Abhängige Variable: ksiii\_po

## (e)

Erläuterung: Die deskriptive Statistiken (a) beschreiben die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Variablenkombination unter Berücksichtigung der **lateralen** Operationsmethode. Aus Teilabbildung (b) kann man die Korrelationen zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen entnehmen. Wie man ersehen kann, ist die Korrelation zwischen Bewegungsausmaß (bwa) und dem Gangbild (gb) 0,05, also positiv und die zwischen dem Gangbild (gb) und der Beinachse (postoperativ, ba-po) -0,98; diese negative Korrelation bedeutet, dass kleinere Werte für das Gangbild einen größeren Wert für die Beinachse aufweisen. Analog können auch andere Korrelationen interpretiert werden. Der Wert des Regressionskoeffizienten zum Quadrat (R-Quadrat) in Teilabbildung (c) kann hierbei ebenfalls im Prozentanteil interpretiert werden. Dies bedeutet, dass 45 % der Varianzen im **Knee Score III** (postoperativ) aus den betrachteten Einflussvariablen (bwa, bwd = Bewegungsdefizit, ba-po und gb) erklärt werden kann. Dies wird im Teilbild (d) ebenfalls bestätigt; dies ist statistisch – neben anderen Parametern – nicht zu vernachlässigen. Schließlich kann man mit Hilfe der Regressionskoeffizienten im Teil (e) die Regressionsgleichungen herleiten. Hierbei bezeichnet  $k_{i\_j}$  den vorauszusagenden postoperativen Knee Score für  $i \in \{i, ii, iii\}$  und  $j \in \{1, 2\}$  den Zugangsweg.

**Multiple lineare Regressionsgleichung:**

$$k_{iii\_2} = 2.18 \text{ bwa} + 0.087 \text{ bwd} + (-57.15) \text{ ba\_po} + (-6.20) \text{ gb} + 92.90.$$

**Regressionsgleichung in Standardform:**

$$k_{iii\_2} = 0.28 Z_{bwa} + 0.01 Z_{bwd} + (-2.81) Z_{ba\_po} + (-3.07) Z_{gb}$$

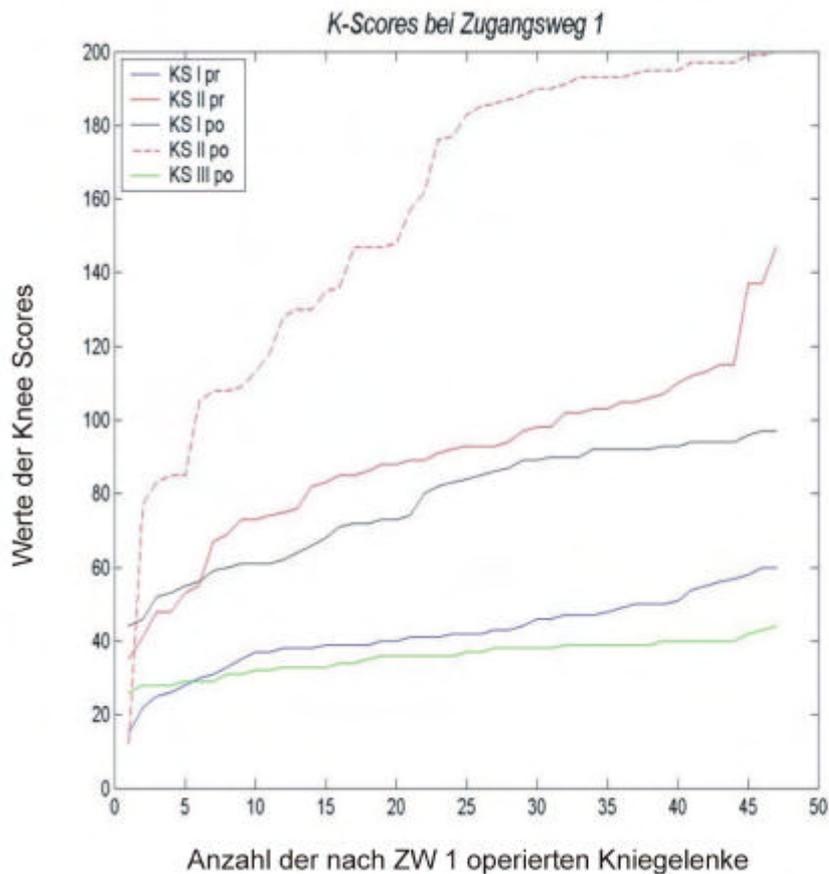
## E) Darstellender Vergleich der Knee Scores beider Operationsmethoden

Es gilt jeweils:

Score nach Ranawat und Shine (KNEE SCORE I),

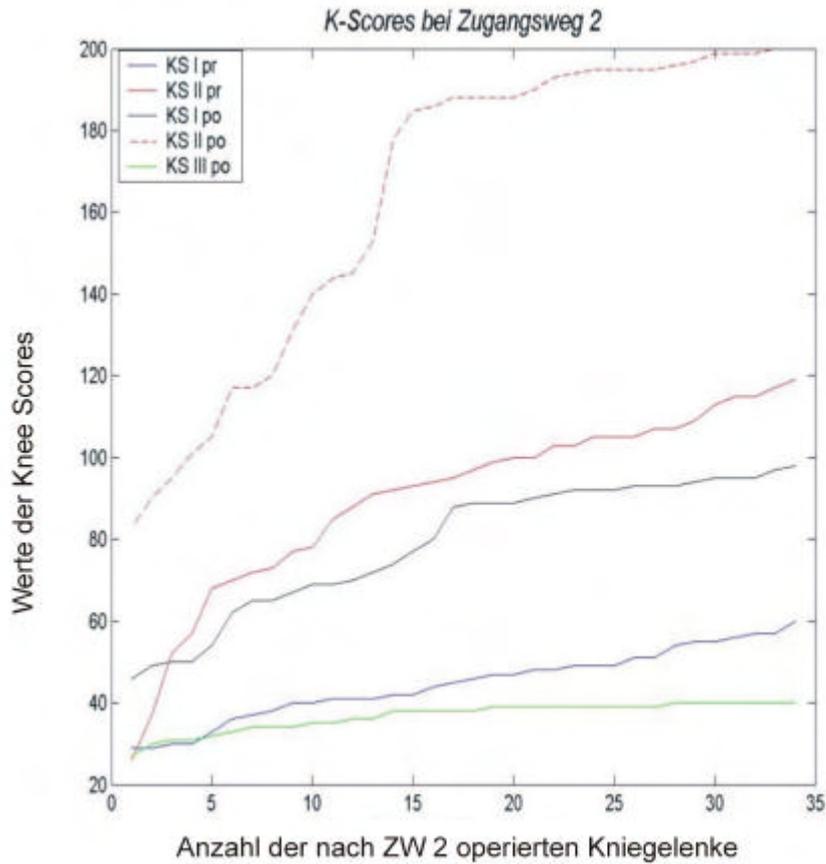
Insall Score (KNEE SCORE II),

Score nach Wang (KNEE SCORE III) und Zugangsweg 1 = mediale Arthrotomie sowie Zugangsweg 2 = laterale Arthrotomie.



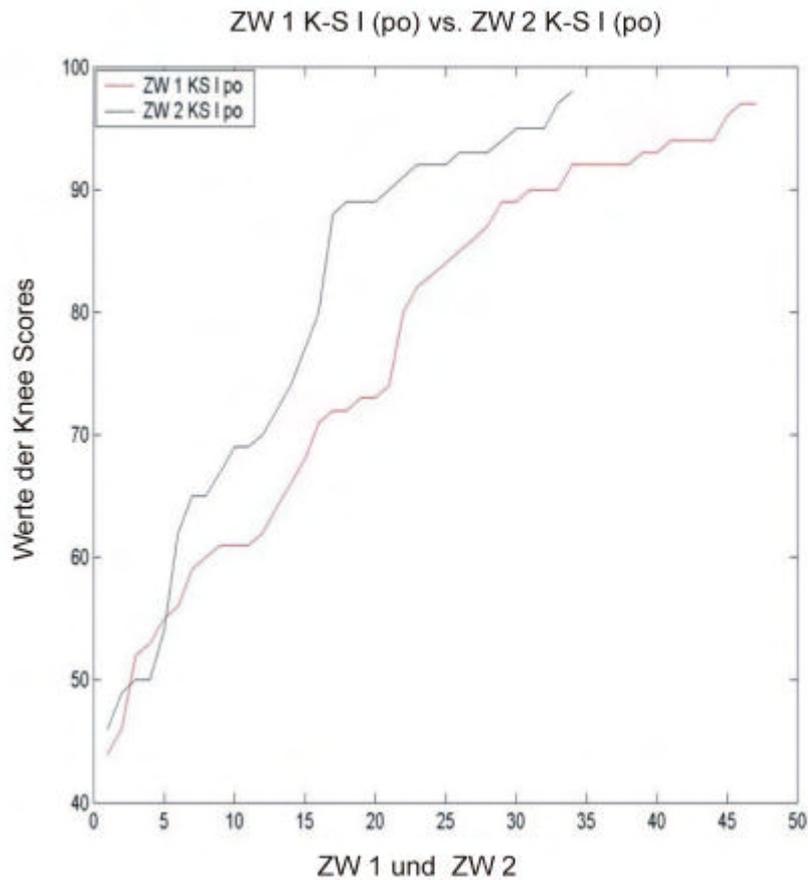
**Nähere Erläuterungen:** KS I pr = Knee Score I präoperativ: hellblaue Farbe  
 KS II pr = Knee Score II präoperativ: lila Farbe  
 KS I po = Knee Score I postoperativ: dunkelblaue Farbe  
 KS II po = Knee Score II postoperativ: gestrichelt lila Farbe  
 KS III po = Knee Score III postoperativ: hellgrüne Farbe.

Aus der Darstellung ist zu ersehen, dass die präoperativen Werte der Knee Scores eindeutig unterhalb der postoperativen Werte verlaufen.



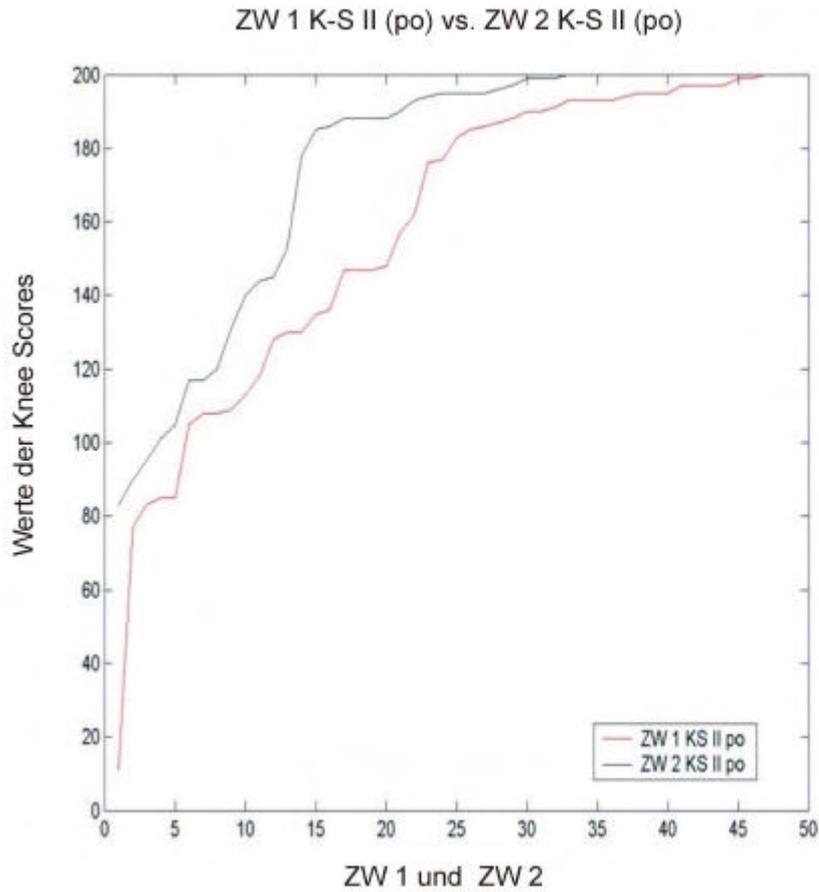
**Nähere Erläuterungen:** KS I pr = Knee Score I präoperativ: hellblaue Farbe.  
 KS II pr = Knee Score II präoperativ: lila Farbe.  
 KS I po = Knee Score I postoperativ: dunkelblaue Farbe.  
 KS II po = Knee Score II postoperativ: gestrichelt lila Farbe.  
 KS III po = Knee Score III postoperativ: hellgrüne Farbe.

Für die einzelnen Operationstechniken gilt: Die präoperativen Werte der Knee Scores laufen in den unteren Tabellenwerten entsprechend dem schlechten Ausmaß des präoperativen Zustandes, reziprokes Verhalten der postoperativen Werte.

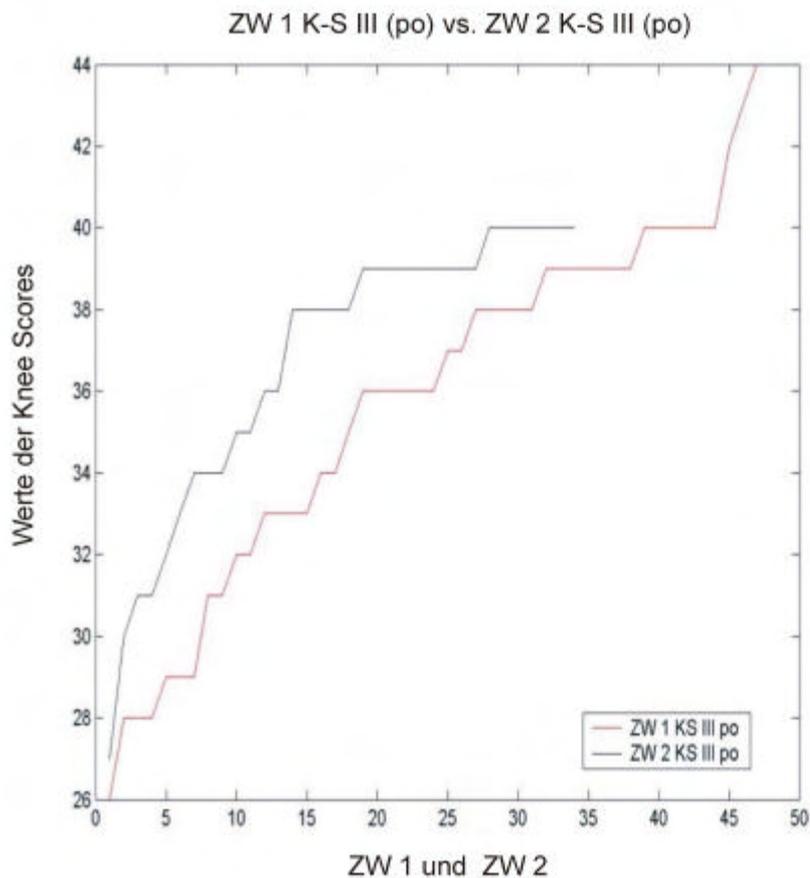


**Nähere Erläuterungen:** ZW 1 und KNEE SCORE I po = Zugangsweg 1 = mediale Arthrotomie und Knee Score I postoperativ dargestellt in lila und ZW2 und KNEE SCORE I po = laterale Arthrotomie und Knee Score I postoperativ in blauer Farbe gezeichnet.

Die Werte weisen für beide Methoden hohe Werte auf, jedoch sind die Werte für den lateralen Zugang um einige Stufen höher als die der medialen.



**Nähere Erläuterungen:** ZW 1 und KNEE SCORE II po = Zugangsweg 1, d.h. mediale Arthrotomie und Knee Score II postoperativ, in lila und ZW 2 und Knee Score II po = Zugangsweg 2, d.h. laterale Arthrotomie und Knee Score II postoperativ in dunkelblauer Farbe.



**Nähere Erläuterungen:** ZW 1 und KNEE SCORE III po= Zugangsweg 1, d.h. mediale Arthrotomie und Knee Score III postoperativ in lila Farbe dargestellt, sowie ZW 2 und KNEE SCORE III po, d.h. Zugangsweg 2, also laterale Arthrotomie und Knee Score III postoperativ in dunkelblauer Farbe.

Entsprechende Aussage, wie sie bereits für die ersten beiden aufgeführten Knee Scores I und II können wir für den Knee Score III, Score nach Wang treffen, in Bezug auf das postoperative Ergebnis der beiden vergleichenden Operationsmethoden.

## F) Verteilungsfunktionen

### $c^2$ -Verteilung:

Es seien  $X_1, \dots, X_n$  unabhängige Zufallsgrößen.  $(X_1, \dots, X_n)$  kann als eine Stichprobe vom Umfang  $n$  aus einer Grundgesamtheit, in der das Merkmal  $X$  normal verteilt ist, aufgefasst werden. Betrachtet man die Stichprobenfunktion

$$c^2 = \frac{1}{s^2} \sum_{i=1}^n (X_i - a)^2,$$

so heißt die Verteilung dieser Größe  $c^2$ -Verteilung mit  $n$  Freiheitsgraden und ist wie folgt definiert:

$$y = f(x | n) = \frac{x^{(n-2)/2} e^{-x/2}}{2^{n/2} \Gamma(n/2)},$$

hierbei gilt:  $\Gamma(n+1) = n \cdot \Gamma(n)$ .

### $t$ -Verteilung (*Student-Verteilung*):

Es sei  $T = \frac{X}{Y}$  mit unabhängigen  $X$  und  $Y$ .  $X$  sei normal verteilt und  $Y = \frac{c}{\sqrt{n}}$ . Dann heißt die Verteilung von  $T$   $t$ -Verteilung beziehungsweise *Student-Verteilung* mit  $n$  Freiheitsgraden. Sie hat die Dichte

$$y = f(x | n) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi} n \Gamma(n/2)} \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}}.$$

## **8 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit herzlich bedanken:

Herrn Prof. Dr. med. U. Harland für die freundliche Überlassung des Themas und meiner Familie für die Unterstützung. Ein ebenso großer Dank gilt den Patienten für deren zahlreiches Erscheinen.

Ich möchte diese Arbeit meinem Vater Herrn Dr. med. Mohammed-Ibrahim Abdullah widmen.

---

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5507-1



9 783835 195507 3