

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie  
und Orthopädische Chirurgie  
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. Harry R. Merk  
der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt- Universität  
Greifswald

---

Retrospektive mittelfristige Ergebnisse nach  
Knorpel-Knochen-Transplantation am Kniegelenk

Inaugural -Dissertation  
zur  
Erlangung des akademischen  
Grades  
Doktor der Medizin  
(Dr.med.)

der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald  
2007

vorgelegt von:  
Hubert P. Terheiden  
geb. am: 01.03.1965  
in: Goch

Dekan: Herr Prof. Dr. rer. nat. Heyo K. Kroemer  
1. Gutachter: Herr Prof. Dr. H. Merk (Greifswald)  
2. Gutachter: Herr Prof. Dr. W. Neumann (Magdeburg)  
Ort, Raum: Klinikum Greifswald, Sauerbruchstr. E 0.45  
Tag der Disputation: 20. März 2008

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 <u>Material und Methode</u> .....</b>	<b>11</b>
2.1. Untersuchungsgut.....	11
2.2. Studiendesign .....	14
2.2.1 Prinzip und Zeitpunkt der Datenerfassung.....	14
2.2.2 Untersuchungsmethode .....	14
2.2.3 Postoperatives Behandlungsschema.....	20
2.3. Operationstechnik.....	21
2.4. Statistische Auswertung der Daten .....	22
2.5. Epidemiologie .....	23
2.6. Behandlungsmöglichkeiten der Gonarthrose .....	23
2.7. Zielsetzung der eigenen Arbeit .....	25
<b>3.0. <u>Ergebnisse</u> .....</b>	<b>27</b>
3.1. Ergebnisse der Gesamtpopulation.....	27
3.2. Benotung des Behandlungserfolges der Gesamtpopulation .....	29
3.3. Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei verschiedenen Altersgruppen .....	30
3.4. Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei verschiedenen Arthroseursachen .....	38

3.5.	Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei Implantation verschiedener Zylinderzahlen.....	43
3.6.	Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei Implantation verschiedener Flächengrößen.....	52
3.7.	Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei verschiedenen Implantationslokalisationen .....	64
3.8.	Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score unterschieden nach Geschlecht .....	70
<b>4.0</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>75</b>
4.1.	Schlussfolgerung .....	84
<b>5.0.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>86</b>
<b>6.0.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>94</b>
	Eidesstattliche Erklärung	
	Lebenslauf	
	Danksagung	

## Einleitung

Unter Gonarthrose sind alle degenerativen Erkrankungen des Kniegelenkes (femoro-tibial und femoro-patellar) zu verstehen, die durch eine progressive Zerstörung des Gelenkknorpels unter Mitbeteiligung der Gelenkstrukturen wie Knochen, synovialer und fibröser Gelenkkapsel sowie periartikulärer Muskulatur gekennzeichnet sind. Man unterscheidet primäre (idiopatische) Gonarthrosen, bei denen die Ätiologie und Pathogenese unbekannt ist, von der sekundären Gonarthrose, deren Ursache Achsabweichung, Trauma, Arthropathie, Arthritis, Patelladystopie, muskuläre Dysbalance, Osteochondrosis dissecans, Gelenkdysplasie, Osteonekrose und Chondromatose sein kann. Hierbei spielen auch die Faktoren wie Übergewicht, Fehlbelastung und endokrine Faktoren eine Rolle (26).

Der Gelenkknorpel ist in seiner Ausbildung hyaliner Knorpel, welcher im Bereich des Kniegelenkes eine Dicke von bis zu 5 mm erreicht. Er besitzt durch seinen Aufbau die Fähigkeit der mechanischen Dämpfung sowie des fast reibungslosen Gleitens der Gelenkflächen. Die Regenerationsfähigkeit von hyalinem Knorpel ist sehr gering. Der Körper bildet als Reaktion auf Schädigungen der Gelenkoberfläche fibrinöses Ersatzgewebe, welches rauer, substantiell weicher und von kürzerer Lebensdauer ist (16).

Die Vielzahl der Behandlungsmöglichkeiten der Gonarthrose können fünf Gruppen zugeordnet werden: allgemeine Maßnahmen und Prophylaxe, physikalische Maßnahmen, medikamentöse Therapie, die man in symptomatische (Schmerzreduktion und Entzündungshemmung) und strukturverändernde Medikamente

(Knorpelregeneration) unterscheidet, alternative Verfahren und die operative Therapie (16).

Zur operativen Therapie von chondralen bzw. osteochondralen Läsion stehen uns heute folgende Möglichkeiten zur Verfügung: Debridement, Mikrofrakturierung, Herdanbohrung, Abrasionsarthroplastik, Deckung von Knorpeldefekten mit autologen Periostlappen der Tibia oder mit Perichondrium des Rippenbogens, die autologe Chondrozytentransplantation (ACT) und deren Weiterentwicklungen, den künstlichen Gelenkersatz und die Knorpel-Knochentransplantation.

Bei der Auswahl und Beurteilung der Methoden zur Wiederherstellung von geschädigten Gelenkflächen ist es wichtig zwischen Gelenknorpelreparatur und Gelenknorpelregeneration zu unterscheiden. Jedes Gewebe, das implantiert wird um hyalinen Knorpel zu ersetzen, sollte ihm im Aufbau und Gleiteigenschaften möglichst gleichen. Nur so scheint die Arthrose verhinderbar. Welche Behandlungsmethode in Frage kommt, richtet sich nach der Ursache und Schwere der Erkrankung.

Bei Debridement werden die geschädigten, ausgefaserten Gelenkflächen mit einer Minifräse geglättet. Gleichzeitig können Verwachsungen gelöst, freie Gelenkkörper und entzündete, schmerzhaft Gelenkinnenhaut entfernt und Meniskusschäden saniert werden, wobei im frühen Stadium eine Naht des Meniskus angestrebt wird. Da durch diese Methode der noch bestehende Restknorpelbelag jedoch auf unzulässige Weise verschmälert wird, ist diese Methode zunehmend in Misskredit geraten.

Bei der Technik der Mikrofrakturierung wird mittels unterschiedlichen Stößeln, bei der Herdanbohrung durch Verwendung von Bohrern, körpereigenes Heilungspotential stimuliert und die mesenchymalen Stammzellen aus dem Knochenmark dazu angeregt, sich zu knorpelähnlichen Zellen zu differenzieren und somit einen haltbaren Ersatzknorpel zu bilden. Die Meißeltechnik nach Steadman (56) hat durchaus einen Stellenwert, insbesondere bei jüngeren Patienten mit aktivem Stammzell-Pool. Sie wird jedoch aufgrund sehr guter Ergebnisse konkurrierender Verfahren eher bei älteren Patienten angewandt. Der Nachteil der Anbohrung im Gegensatz zur Steadman-Meißelung ist die größere Hitzeentwicklung, die zu einer Nekrosenbildung führen kann, und die Beschränkung auf bestimmte Areale durch die Verwendung von geraden Bohrern. Tippet (58) und Mitarbeiter berichteten über eine 70-prozentige Zufriedenheit von Patienten deren Knorpelschaden mittels antero- oder retrograden subchondralen Bohrungen in Verbindung mit achskorrigierenden Osteotomien behandelt wurde. Die achskorrigierende Osteotomie führt zur Entlastung des betroffenen Kompartiments und hat sicherlich keine unbedeutende Rolle am Erfolg dieses Behandlungsverfahrens gespielt.

Bei der Abrasionsarthroplastik nach Johnson (38) werden nur die oberflächlichen abgestorbenen Osteome entfernt und es wird eine Mulde geschaffen, in der sich Blut anheftet. Zu tief gesetzte Abrasionen mit Entfernung der Kortikalis führen zur Bildung von dünnem, stark vaskularisiertem Regenerationsgewebe ohne jegliche Knorpelnatur.

Die Laserabrasionsarthroplastik führt zur Knorpelglättung und Bearbeitung der subchondralen Zonen mittels thermischer Energie. (44). Laserabrasion ist heute wegen der perifokalen starken

Gewebereaktion mit weit reichenden Nekrosen des Knochens und des umliegenden Knorpelgewebes weitgehend obsolet.

Durch die Deckung von Knorpeldefekten mit autologen Periostlappen der Tibia oder mit Perichondrium des Rippenbogens bildet sich ein Mischgewebe von fibrinösem und hyalinem Knorpel. Trotz anfänglich klinisch ermutigender Ergebnisse wird als bedeutende Komplikation die Kalzifizierung des Periostlappens beschrieben, die zum Verlust der Defektheilung und zu sekundärer Schädigung der Gelenkfläche führt (19).

Brittberg et al. (17) beschrieben 1994 die Technik der autologen Chondrozytentransplantation. Hierzu wird in einem primär arthroskopischen Eingriff gesunder, hyaliner Knorpel entnommen, woraus Chondrozyten gewonnen und durch Kultivierung vermehrt werden. Diese werden in einem zweiten Eingriff unter einen aufgesteppten Periostlappen auf den Defekt replantiert. In dieser, mit Fibrinkleber versiegelten Kammer, redifferenzieren sich die Chondrozyten zu hyalinartigem Knorpelgewebe, welches ähnliche biomechanische Eigenschaften aufweisen soll, wie der hyaline Knorpel. Die ACT ist eine bisher aufwendige, in zwei operativen Eingriffen durchzuführende, kostspielige Behandlungsmethode. Die Hauptkosten entstehen durch die Chondrozyten-Kultivierung. Diese Methode findet vor allem da Anwendung, wo die Defektgröße die Implantation von geringen KKT-Zylinderzahlen überschreitet – mit hervorragenden Ergebnissen. Es gibt jedoch Untersuchungen, welche trotz dieses finanziellen Aufwandes auf lange Sicht ökonomische Vorteile für die Methode sehen (61).

In einer Weiterentwicklung dieser klassischen Form der ACT wurde der zur Defektdeckung benötigte Periostlappen durch



resorbierbares Biomaterial ersetzt. Unter dieser aufgenähten Kollagenmembran wurde dann die Knorpelzellsuspension injiziert.

Eine weitere Modifikation der ACT erfolgte durch die Verwendung von Biomaterialien als Trägersubstanzen und Matrices aus Hyaluronsäure, Kollagen und Polymere, auf denen die kultivierten Zellen aufgebracht werden. Diese matrixassoziierte autologe Chondrozytentransplantation (MACT) beeinflusst nicht nur die biologischen Eigenschaften der Zellkultur, sondern vereinfacht auch den operativen Eingriff. Das Zell-Matrix-Konstrukt kann in der Regel ohne weitere Abdeckung in den präparierten Knorpeldefekt eingebracht werden. Unter Umständen kann die Fixierung der Trägersubstanzen mittels chirurgischer Naht dennoch erforderlich sein.

Eine nächste Modifikation ist die Verwendung eines Kollagengels, in denen die enzymatisch isolierten Zellen ohne weitere Kultivierung in einer Monolayerkultur direkt aufgebracht werden (47).

Beim endoprothetischen Gelenkersatz werden die Gelenkoberflächen ganz oder hälftig entfernt und bei Bedarf unter Korrektur einer Fehlstellung durch künstliche Gelenkteile ersetzt, um Schmerzbefreiung und eine verbesserte Kniegelenksfunktion zu erreichen. Die Kniegelenksprothese hat jedoch bei jungen und aktiven Patienten keine gute Prognose hinsichtlich der Lockerungshäufigkeit (39). Deshalb ist die gelenkersetzende Operation nur dann angezeigt, wenn das konservative Operationsspektrum und die potentiell knorpelaufbauenden oder die Mechanik verbessernden Operationsmethoden nicht zu einem ausreichenden Erfolg geführt haben.

Bobic (13) und Hangody (33) berichteten über ein Verfahren des autologen Transfers von osteochondralen Blöcken aus gering belasteten Zonen in die geschädigten Hauptbelastungszonen des Kniegelenkes. Erst durch die Entwicklung von Spezialinstrumentarium (OATS®, Mosaik-Plastik®, Cor-System®, Diamond Bone Cutting System® (DBCS®) usw.) wurde der osteochondrale Transfer vereinfacht und präzisiert und erlangte damit eine breitere klinische Anwendung. Heute ist ein zuverlässiger, hyaliner Knorpelersatz sowohl bei offenen als auch bei arthroskopischen Operationen möglich (16). Es besteht somit die Möglichkeit, eine mechanisch stabile und kongruente hyaline Knorpeloberfläche mit einer hohen Überlebensrate der Knorpel-Knochen-Transplantate zu rekonstruieren. Tierexperimentelle und klinische Studien zur KKT zeigten gute Langzeitüberlebensraten des hyalinen Gelenkknorpels. Die längste Nachuntersuchungszeit betrug 6 Jahre. Die histologische Analyse des transplantierten Knorpels zeigte, dass sich die Gewebeprobe teilweise aus hyalinem Knorpel zusammensetzte (27, 32). Eine Defektdeckung mit hyalinem Knorpel ist zurzeit nur mit der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation (Mosaikplastik) möglich (17, 54).

Somit stehen Behandlungsmethoden zur Verfügung deren Ziel es ist, Gelenkknorpeldefekte biologisch, beziehungsweise physiologisch zu decken. Bisherige Erfahrungen zeigten, dass sich infolge der annähernden Wiederherstellung der Gelenkoberflächen die Symptome der Patienten deutlich besserten. Die KKT stellt hier eine wertvolle Bereicherung der therapeutischen Möglichkeiten dar. Aus diesem Grund sollte weiterhin angestrebt werden die derzeit klassischen Indikationen zur KKT, wie die Osteochondrosis dissecans, kleinere traumatische und osteochondrale Läsionen im

Bereich der Femurkondylen und die Behandlung von Patienten eher jüngeren Alters, zu erweitern.

Die Fragestellung dieser Arbeit ist, das mittelfristige Ergebnis nach Knorpel-Knochen-Transplantationen im Kniegelenk unter 1. Zuordnung zu bestimmten Gelenklokalisationen, 2. Berücksichtigung der Anzahl der implantierten Zylinder, sowie 3. dem Alter, 4. dem Geschlecht und 5. nicht zuletzt in Abhängigkeit von der Genese der Knorpeldefekte zu erfassen.

## **2 Material und Methode**

### 2.1. Untersuchungsgut

In den Jahren 2001 bis 2003 wurde an der orthopädischen Universitätsklinik Greifswald bei insgesamt 190 Patienten eine autologe Knorpel-Knochen-Transplantation am Kniegelenk durchgeführt. Von 131 dieser Patienten konnte retrospektiv ein vom Patienten selbst ausgefüllter Fragebogen ausgewertet werden. Postoperativ waren zu dem Zeitpunkt der Befragung mindestens 7 Monate vergangen. Dabei handelte es sich um 68 weibliche und 63 männliche Patienten. Der jüngste Patient war 15, der älteste 70 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 46,59 Jahre. Es wurden ein bis sieben Zylinder implantiert, im Durchschnitt 2,7 Zylinder. Die kleinste implantierte Fläche war 7 mm<sup>2</sup>, die größte 76 mm<sup>2</sup>, im Durchschnitt 25,59 mm<sup>2</sup>.

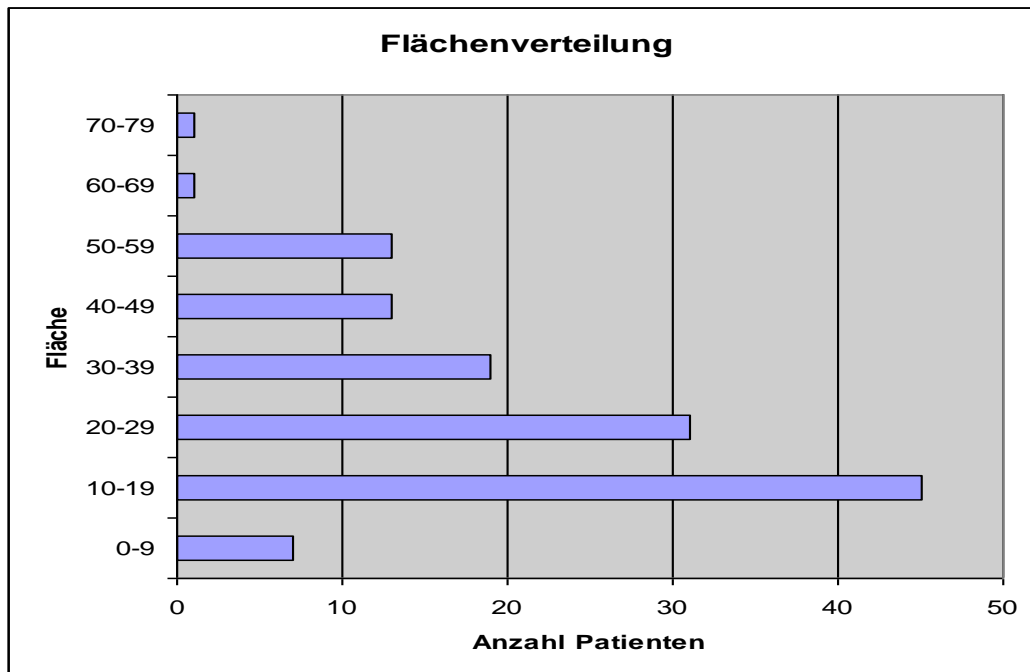


Abb.2.1. Am häufigsten wurde eine Defektfläche von 10-19 mm<sup>2</sup> mittels der Knorpel-Knochen-Transplantation gedeckt.

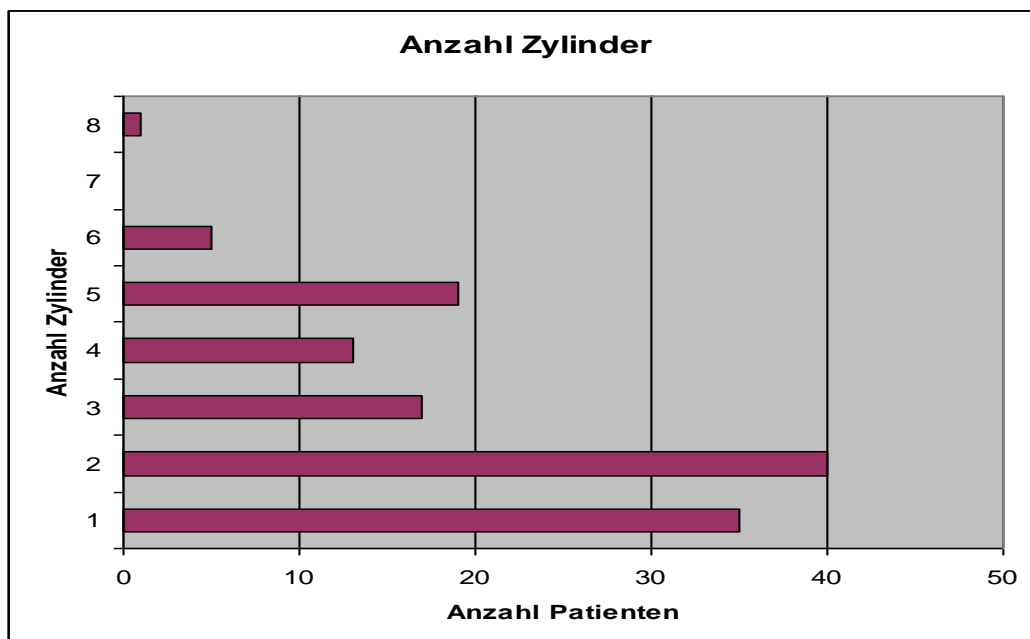
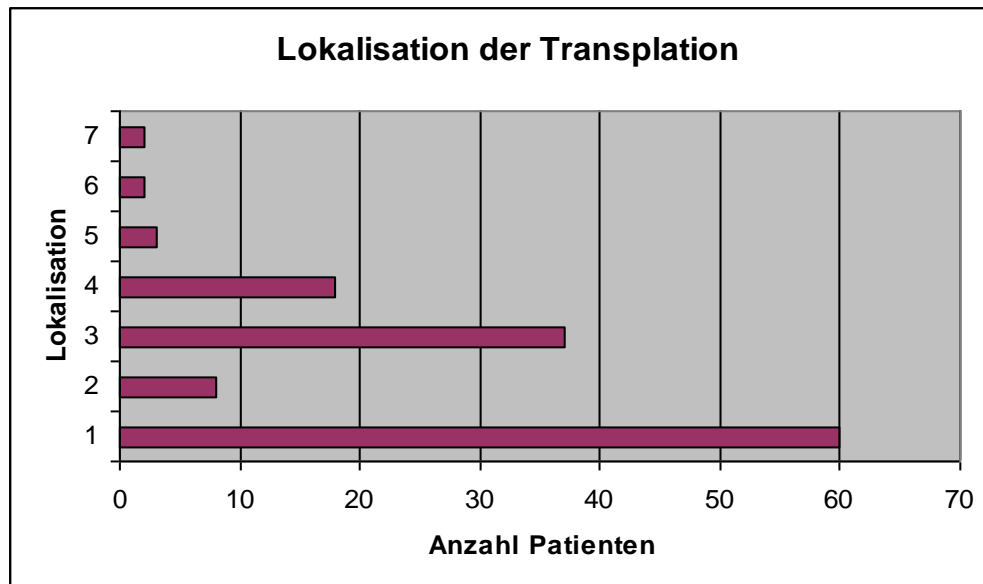


Abb.2.2. Am häufigsten wurden zwei Transplantationszylinder in die vorhandenen Defektzonen implantiert.

Die Indikation zur Knorpel-Knochen-Transplantation am Kniegelenk war bei 112 Patienten eine primäre Arthrose der Gelenkflächen, bei 18 Patienten eine Knorpelzerstörung durch ein Trauma und bei einem Patienten eine Osteochondrosis dissecans (OD). Das Durchschnittsalter der Patienten mit Arthrose war 48,01 Jahre, bei den Patienten mit dem erlittenen Trauma 37,78 Jahre. Die Lokalisationen der KKT waren medial, lateral, retropatellar, medial und retropatellar, lateral und retropatellar, medial und lateral, und trochlear und retropatellar.



1) medial 2) lateral 3) retropatellar 4) medial+retropatellar  
 5) lateral+retropatellar 6) medial+lateral 7) trochlear + retropatellar  
 Abb.2.3. Die geschädigten Knorpelflächen waren hauptsächlich an der medialen Femurkondyle lokalisiert.

## 2.2. Studiendesign

### 2.2.1 Prinzip und Zeitpunkt der Datenerfassung

Die Untersuchungsdaten erfassten wir sieben bis 45 Monate nach der Durchführung der KKT.

Die Datenerfassung erfolgte durch postalische oder telefonische Befragung.

### 2.2.2 Untersuchungsmethoden

Zur Beurteilung des Therapieerfolges wählten wir 3 Untersuchungsmethoden aus:

1. den WOMAC-Index
2. die „Visuelle Analogskala für den Schmerz“ (VAS)
3. das „Global Patients Assessment“ (GPA), im Prinzip eine Benotung der Wirksamkeit der Behandlung in den Noten 1 bis 6

### **Der Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index,**

im weiteren als WOMAC abgekürzt, ist ein reiner Arthrose-Score, der in 3 Teilen den Schmerz, die Gelenksteife und die Funktion des Gelenkes erfasst.

In der Evaluationsstudie für WOMAC wurde die hohe Effizienz in Bezug auf Zuverlässigkeit, Akzeptanz und Praktikabilität bei der Beurteilung von Cox- und Gonarthrosebeschwerden herausgearbeitet (7). Weitere Anwendungsbeobachtungen zur Nutzung des Scores (1,6,8,9,10,20) sowie die Evaluierung der deutschen Version nach Stucki et al. (57) befanden ihn als zuverlässiges und gültiges Instrument zur Erfassung und Beurteilung der Symptome sowie der Funktionseinschränkungen bei Patienten mit Cox- und Gonarthrose.

Der Fragebogen enthält 5 Fragen zur subjektiven Schmerzangabe, 2 Fragen zur Beurteilung der Gelenksteife und 17 Fragen zur Einschätzung der Kniegelenksfunktion.

### **Die visuelle Analogskala (VAS)**

wählten wir als subjektive Beurteilungsmöglichkeit des Schmerzes durch den Patienten (1,20). Der Patient wurde aufgefordert, die Intensität der Schmerzen vor und nach der KKT zu bewerten.

Die VAS-Skala entspricht bei der 10 cm Strecke, die 0-cm-Marke der absoluten Schmerzfreiheit, die 10 cm Marke einem sehr stark empfundenen Schmerz.

Nach Fuchs und Friedrich (22) liegt der Vorteil der VAS-Skala in der universellen und untersucherunabhängigen Anwendbarkeit bei unterschiedlichen Knieschädigungen. Huskisson (35) beschrieb diese Methode als zuverlässig und sensitiv für die Verifizierung der Schmerzen.



## Der Fragebogen

Anleitung für Patienten: Sie werden nun gebeten, nach diesem Muster die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihrer Steifigkeit oder Behinderung anzugeben. Bitte vergessen Sie nicht, je mehr *rechts* Sie das „X“ ankreuzen, umso mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung haben Sie:

### A. Schmerzfragen:

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen, die Sie im betroffenen Gelenk vor der Operation hatten und die Stärke der Schmerzen, die Sie zum jetzigen Zeitpunkt noch verspüren:

#### 1) Gehen auf ebenem Boden

-vor der Operation:

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

#### 2) Treppen hinauf- oder hinuntersteigen:

-vor der Operation:

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

#### 3) Nachts im Bett

-vor der Operation:

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

#### 4) Sitzen oder Liegen:

-vor der Operation:

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

#### 5) Aufrecht stehen

-vor der Operation:

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

### B) Fragen zur Steifigkeit:

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) Ihres betroffenen Gelenkes. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie vor der Operation verspürt haben, und die Sie zum jetzigen Zeitpunkt verspüren:

B1) Wie stark war/ist die Steifigkeit nach dem Erwachen am Morgen?

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

B2) Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

**C) Fragen zur körperlichen Tätigkeit:**

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie vor der Operation gespürt haben, und den sie zum jetzigen Zeitpunkt verspüren. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

Wie groß sind die Schwierigkeiten beim:

C1) Treppen hinuntersteigen:

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C2) Treppen hinaufsteigen:

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C3) Aufstehen im Sitzen

vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C4) Stehen

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C5) Sich zum Boden bücken

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C6) Gehen auf ebenen Boden  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C7) Einsteigen ins Auto/Aussteigen aus dem Auto  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C8) Einkaufen gehen  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C9) Socken /Strümpfe anziehen  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C10) Aufstehen aus dem Bett  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C11) Socken/Strümpfe ausziehen  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C12) Liegen im Bett  
-vor der Operation:  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C13) Ins Bad/aus dem Bad steigen

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C14) Sitzen

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C15) Sich auf die Toilette setzen/ Aufstehen von der Toilette

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C16) Anstrengende Hausarbeiten

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

C17) Leichte Hausarbeiten

-vor der Operation:

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

-zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

D) Bitte markieren Sie auf der Linie durch ein Kreuz, wie sie die Stärke Ihrer Schmerzen vor der Operation und zum jetzigen Zeitpunkt bewerten (Beispiel -----X-----)

-vor der Operation:

keine Schmerzen |-----| extreme Schmerzen

- zum jetzigen Zeitpunkt

keine Schmerzen |-----| extreme Schmerzen

E) Wie beurteilen Sie heute die Wirksamkeit Ihrer Behandlung durch die Operation:

Bitte geben Sie Noten zwischen 1 und 6.

(Sehr gut (1), gut (2), befriedigend (3), ausreichend (4), mangelhaft (5), ungenügend (6);)

**Meine Note:** \_\_\_\_\_

### 2.2.3 Postoperatives Behandlungsschema

Postoperativ wurde eine gute Analgesie mittels Periduralkatheters oder in Form einer angepassten oralen Schmerztherapie angestrebt. Es erfolgte eine zweimal tägliche Kryotherapie und eine Thromboembolieprophylaxe mit niedermolekularem Heparin bis zur Vollbelastung. Das operierte Bein wurde auf einer schiefen Ebene gelagert.

Bereits ab dem ersten postoperativen Tag wurde mit isometrischen Spannungsübungen und gestrecktem Abheben begonnen. Die Mobilisation auf der Motorschiene (CPM-continuous passive motion) erfolgte ab dem zweiten postoperativen Tag zweimal täglich und wurde auch nach Entlassung mittels Leihgerät zu Hause weitergeführt. Ab dem dritten postoperativen Tag konnte mit zunehmend aktiver Krankengymnastik begonnen werden. Bis zur vierten Woche war ein Abrollen des Beines bei einer Teilbelastung von 15 kp erlaubt. Eine Steigerung der Belastung war dann nach klinischer Kontrolle in der Regel möglich bis zur Vollbelastung nach sechs bis acht Wochen. Die in der Klinik begonnene Physiotherapie sollte nach Entlassung mit Hilfe einer ambulanten Physiotherapie weitergeführt werden. Des Weiteren wurden regelmäßige klinische Kontrollen und in der sechsten postoperativen Woche eine Röntgenaufnahme durchgeführt. Zur Beurteilung des OP-Ergebnisses wurde nach zehn bis 16 Wochen ein Kontroll-MRT und gegebenenfalls bei Indikation eine Re-Arthroskopie durchgeführt.

### 2.3 Operationstechnik der autologen KKT

Das Prinzip der operativen Technik ist die Verwendung von Knorpel-Knochen-Zylinder aus wenig belasteten Knorpelzonen für die Transplantation in Gelenkknorpeldefekte der Belastungszonen des Kniegelenkes. Die Operation kann in arthroskopischer Technik, meist bei KKT von bis zu 5 Zylindern, oder mittels Miniarthrotomie erfolgen (41). Bei großen Knorpeldefektarealen, bei denen zur Deckung der geschädigten Areale eine Vielzahl von Zylindern benötigt werden und bei Knorpelschäden, dessen Entstehungen auf Fehlstellungen basiert und durch Umstellungsosteotomien entlastet werden können, wird eine parapatellare Arthrotomie durchgeführt.

Die bevorzugte Spenderregion mit wenig belasteten Knorpelzonen sind der proximale anterolaterale oder –mediale Femurkondylus, weniger die interkondyläre Notch. Durch die Verwendung spezieller Rundmeißel können die Transplantationszylinder mit uniformer Größe und Länge gewonnen werden. Der Durchmesser des Empfängermeißels ist 1 mm weniger als der des Spendermeißels. Nach Gewinnung der Spenderzylinder und der Vorbereitung der Defektzone erfolgt ein vorsichtiges Eintreiben und exaktes Einpressen des Spenderzylinders in Press-fit-Technik. Der implantierte Zylinder sollte fest platziert und den anliegenden Oberflächen angepasst werden. Ziel ist es, eine möglichst vollständige Ausfüllung des Defektes zu erreichen. Die Entnahmestelle wird mit Spongiosa der Defektzylinder aufgefüllt.

## 2.4 Statistische Auswertung der Daten

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 12.0 (Statistical Package for Social Sciences).

Zur Prüfung auf Normalverteilung der Daten wurde der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest angewandt.

Waren die Daten nicht normalverteilt, kamen die nichtparametrischen Tests U-Test nach Mann und Whitney für zwei unabhängige Stichproben und der H-Test nach Kruskal und Wallis für mehr als zwei unabhängige Stichproben zur Anwendung.

Zum Vergleich von zwei abhängigen nicht normalverteilten Stichproben wurde der Wilcoxon-Test angewandt.

Bei normalverteilten Daten wurden Mittelwerte errechnet und das Signifikanzniveau der Unterschiede der Mittelwerte mittels des zweiseitigen t-Tests nach Student für unabhängige Stichproben verifiziert. Die Prüfung auf Homogenität der Varianzen zur Bestimmung des zu verwendenden t-Tests wurde mit dem Test nach Levene vorgenommen.

Waren mehr als zwei unabhängige normalverteilte Stichproben auf signifikante Unterschiede zu testen, kam die One-Way-ANOVA zur Anwendung. Auch hier wurde der Levene-Test zur Überprüfung der Varianzenhomogenität angewandt. Mittels des Duncan-Tests wurde verifiziert, welche Daten bei signifikanten ANOVA-Ergebnissen sich im Einzelnen signifikant unterschieden.

Die Signifikanzniveaus sind:

$p \leq 0,05$ : signifikant

$p \leq 0,01$ : sehr signifikant

$p \leq 0,001$ : höchst signifikant

## 2.5. Epidemiologie der Kniegelenkarthrose

Muskuloskeletale Erkrankungen dominieren in den Morbiditätsstatistiken der Rentenversicherungsträger. Dabei bilden degenerative Gelenkerkrankungen, insbesondere der Wirbelsäule, der Hüft- und Kniegelenke in diesem Bereich den Hauptanteil. Ca. 6 % der Bevölkerung haben Beschwerden durch Arthrose (Gesundheitsbericht für Deutschland 1998).

Im fortgeschrittenen Stadium schränkt die Arthrose nicht nur die Lebensqualität ein, sondern verursacht einen hohen volkswirtschaftlichen Schaden. In Deutschland leiden elf Millionen Menschen an der Arthrose der Gelenke, davon fünf Millionen an Kniegelenkarthrose. Damit ist das Knie –noch vor der Wirbelsäule – am häufigsten betroffen. Da degenerative Gelenkerkrankungen mit dem Alter korrelieren, ist in den nächsten Jahren mit einer rapiden Zunahme zu rechnen. Zudem versetzt die gestiegene globale Lebenserwartung ältere Menschen zusehends in die Lage, ihr Leben bis ins hohe Alter aktiv zu gestalten. Der Anspruch und das Ziel, den Erkrankten möglichst lange eine hohe Lebensqualität zu sichern, stellt an die orthopädische Therapie die Aufgabe, exakte, suffiziente und pathophysiologisch begründete therapeutische Maßnahmen zu entwickeln.

## 2.6 Die Behandlungsmöglichkeiten der Gonarthrose

Eine Vielzahl von Therapieformen steht zur Behandlung der Gonarthrose zur Verfügung. Die allgemeinen Maßnahmen beinhalten die Gewichtsreduktion bei Übergewicht, physiologische Bewegung des arthrotischen Gelenks, ausgewogene Ernährung hinsichtlich der notwendigen Substanzen des Knorpelstoffwechsels und die



Vermeidung feuchter, kalter Umgebung. Unter physikalischen Therapiemaßnahmen und Krankengymnastik werden gezielte konservative Maßnahmen zusammengefasst: Thermo- Elektro- Ultraschallbehandlung, Training zur Muskelstabilisierung der Gelenke und zur Vermeidung einer Einsteifung. Die konservativ medikamentösen Maßnahmen umfassen systemische, oberflächliche oder intraartikuläre Applikationen von Medikamenten wie nicht-steroidale Antiphlogistika, Kortisonpräparate od. Hyaluronsäure. Eine weitere Therapiealternative stellt die Applikation von biochemisch aufbereiteten körpereigenen Entzündungshemmern dar. Die alternativ-konservativen Verfahren umfassen eine unüberschaubare Menge von meist oral applizierten Substanzen, die Akupunktur und die Magnetfeldtherapie. Viele dieser Therapieverfahren dienen vor allem der Schmerzreduktion.

Eine Fülle von operativen Maßnahmen kommt zur Therapie der Gonarthrose in Frage. Mittels Arthroskopie kann eine Lavage, eine Beseitigung mechanischer Irritationen, eine Oberflächenglättung des geschädigten Knorpels, eine Synovektomie oder ein Weichteileingriff zur Verbesserung der Patellaführung durchgeführt werden. Bei lokal begrenzten, viertgradigen Knorpelschäden können Methoden zur Bildung von Ersatzknorpelgewebe angewendet werden wie die Mikrofrakturierung oder die Pridiebohrungen. Der allogene oder autologe Transfer von Knorpel-Knochen-Zylindern ist eine weitere Methode zur operativen Behandlung von höhergradigen Knorpelschäden. Methoden der Knorpelzelltherapie ermöglichen das Auffüllen von Knorpeldefekten mit aufbereiteten Suspensionen von meist körpereigenen Zellen. Eine weitere operative Maßnahme ist die Korrektur des kniegelenknahen Achsenfehlers, um die mechanische Beanspruchung des Kniegelenkes zu verringern und damit das Fortschreiten der Arthrose zu verzögern.

Beim endoprothetischen Gelenkersatz werden die zerstörten Gelenkanteile entfernt und ggf. unter Korrektur einer Fehlstellung durch künstliche Gelenkteile ersetzt. Hierbei liegen für das Kniegelenk durchschnittliche Prothesenstandzeiten von 15 Jahren vor.

## 2.7. Zielsetzung der eigenen Arbeit

Gesicherte Ergebnisse aus klinisch kontrollierten und vergleichenden Studien liegen für die meisten Therapieformen nicht vor. Der behandelnde Arzt muss aus der großen Therapiepalette die adäquate Therapie für den Patienten individuell auswählen.

In welchem Ausmaß sich die neueren Therapiemethoden wie Knorpelverpflanzung und Knorpelzüchtung weiterentwickeln, bleibt abzuwarten. Bisher ist deren Anwendung auf kleinere Knorpelschäden begrenzt. Die bisherigen Ergebnisse sind für die Zukunft sehr viel versprechend.

Als Vorteile der KKT werden die reproduzierbar und vergleichbar guten Ergebnisse in der Literatur, der sofortige Ersatz zerstörter Knorpeloberfläche durch hyalinen Ersatz, die rasche Einheilung der Transplantatzylinder und damit eine rasche Belastbarkeit, die sehr gute Eignung zur Auffüllung tiefen knöchernen Defekten und die Möglichkeit einer biologischen Verdübelung abgeplatzter Knorpelflächen, gesehen

Als klassische Indikation der Knorpelknochen transplantation gelten bisher die Osteochondrosis dissecans (OD) des Kniegelenkes und die kleinere traumatische Knorpelläsionen im Bereich der Femurkondylen. Bei zunehmender Erfahrung des Operateurs können auch die OD bzw. Arthrose der retropatellaren Gleitfläche und die

OD-Läsionen der medialen oder lateralen Talusschulter versorgt werden (16)

Zu den Ausschlusskriterien vieler Autoren zählen ein fortgeschrittenes Patientenalter (>45J), retropatellare Knorpelschäden sowie ein Knorpeldefekt aufgrund von Arthrose.

Ziel der Studie ist es folgende Ausschlusskriterien zu hinterfragen:

- 1) Alter
- 2) Defektlokalisierung der Arthrose
- 3) Defektgröße der Arthrose
- 3) Defektursache

### 3.0 Ergebnisse

#### 3.1 Ergebnisse der Gesamtpopulation

Bei den insgesamt 130 Patienten konnte präoperativ ein Womac-Score im Mittel von 129,03 Punkten, bei der VAS-Skala ein Wert von 6,91 cm berechnet werden. Postoperativ reduzierte sich der Womac-Score um 47,05 % auf 68,34 Punkte, die VAS-Skala um 44,43% auf 3,84 cm.

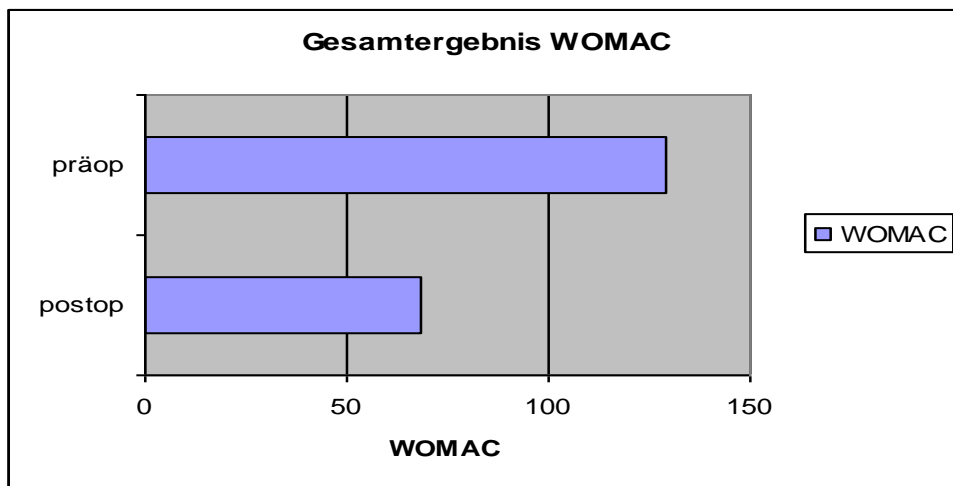
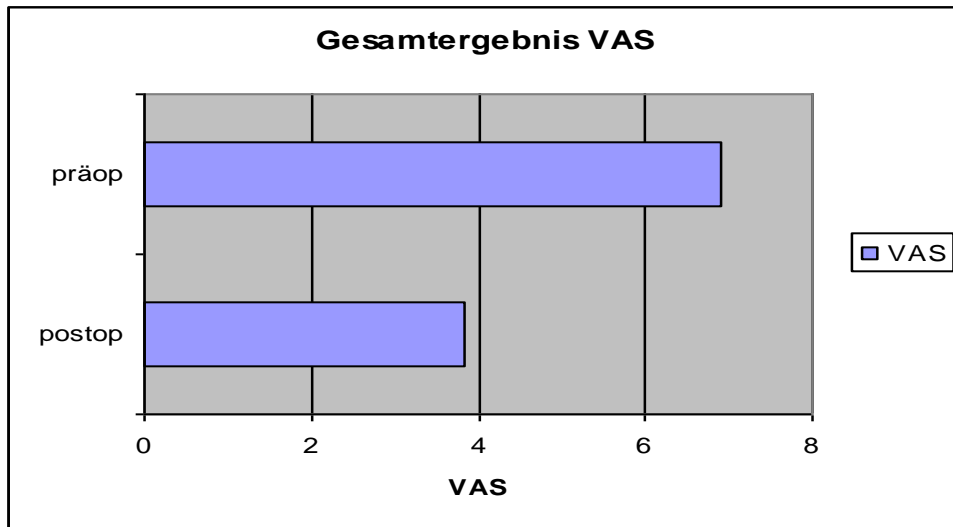


Abb. 3.1.1./3.1.2 Die Analyse der Gesamtergebnisse zeigt im Womac-Score sowie bei der VAS-Skala, dass die Beschwerdesymptomatik durch die Behandlung nahezu halbiert wurde.

## Nichtparametrische Tests (gesamt)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	130	6,908	2,1632	,3	10,0
WOMAC Prä-OP	130	129,03	64,139	0	240
VAS Post-OP	130	3,844	2,7162	,1	9,4
WOMAC Post-OP	130	68,34	55,682	0	213

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	100 <sup>a</sup>	67,26	6726,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	24 <sup>b</sup>	42,67	1024,00
	Bindungen	6 <sup>c</sup>		
	Gesamt	130		
WOMAC Post-OP -	Negative Ränge	100 <sup>d</sup>	70,74	7073,50
WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	28 <sup>e</sup>	42,23	1182,50
	Bindungen	2 <sup>f</sup>		
	Gesamt	130		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-7,110 <sup>a</sup>	-7,005 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**p<=0,001**

**Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

### 3.2. Benotung des Behandlungserfolges der Gesamtpopulation

56 Patienten benoteten die Behandlung mit der Note sehr gut und gut, 27 Patienten mit der Note befriedigend, das entspricht 64 % der Patienten, die den Behandlungserfolg positiv bewerten.

18 Patienten beurteilten den Erfolg der KKT als ausreichend.

Bei 29 Patienten (22%) erbrachte die Behandlung nicht den erwünschten Erfolg, denn 21 Patienten benoteten die KKT mit mangelhaft und 8 Patienten mit ungenügend.

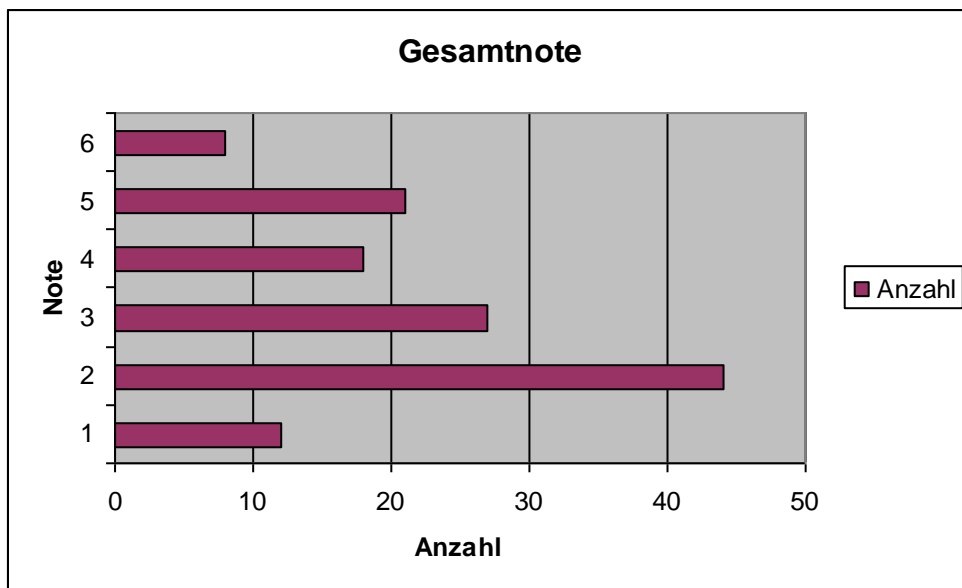


Abb.3.2.1 75 % der untersuchten Patienten benoteten die Behandlung von sehr gut bis ausreichend.

### 3.3 Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei verschiedenen Altersgruppen

Werden die Patienten in Altersgruppen eingeteilt, sieht das Ergebnis folgendermaßen aus:

Bei den Patienten, die  $\geq 40$  Jahre sind, fällt der Womac Score präoperativ um 51,98% von 140,77 auf 67,60 Punkte postoperativ, die VAS-Skala um 49,79% von 7,25 auf 3,64 cm.

Bei den  $<40$ -jährigen zeigt sich eine Verringerung des Womac-Scores von 94,52 auf 70,52 Punkten, das entspricht einer Verbesserung der Beschwerden von nur 25,39 %. Gleiches zeigt sich beim der VAS-Skala: präoperativ 5,91cm, postoperativ 4,45 cm, eine Verbesserung von 24,70%.

Setzt man den Altersschnitt bei  $\geq 50$ / $<50$  Jahren, so fällt der Womac-Score bei den  $\geq 50$ -jährigen von 149,33 auf 72,50 Punkte (-51,45%) und die VAS-Skala von 7,39 auf 3,72cm (-49,66%). Bei den  $<50$ -jährigen verändert sich der Womac von 112,68 Punkten auf 64,99 (-42,32 %) der VAS von 6,62 auf 3,95cm (-39,42%).

Bei der Altersgrenze  $\geq 60$ / $<60$  verändert sich der Womac präoperativ bei den  $\geq 60$ -jährigen von 147,00 Punkten auf 50,86 Punkten (-65,40 %) und der VAS von 7,86 cm auf 2,87 cm (-63,49%). Bei  $<60$ -jährigen fällt der Womac um 42,65% von 125,37 auf 71,90 Punkten, der VAS um 39,88 % von 6,72 auf 4,04 cm.

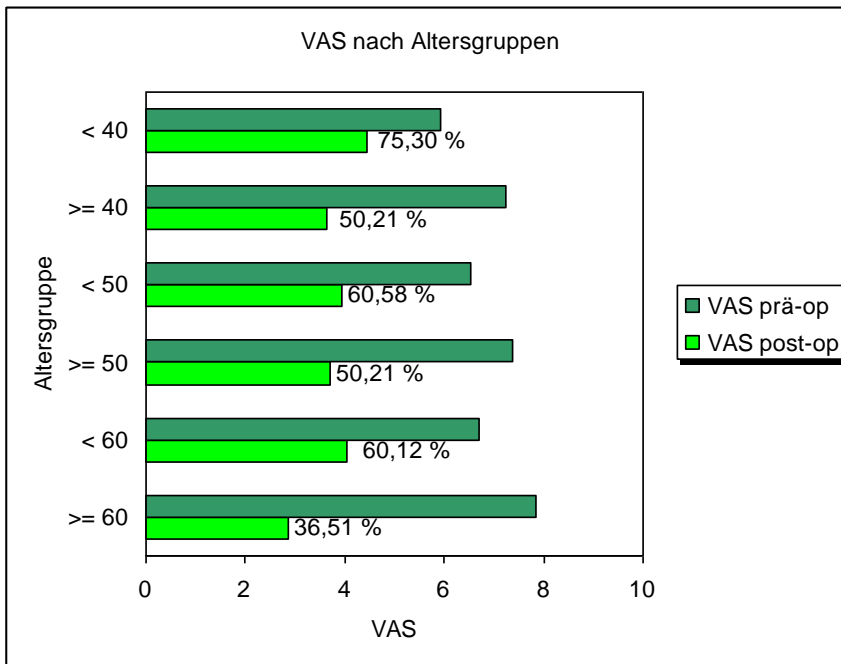


Abb.3.3.1 Die Analyse der VAS-Ergebnisse zeigt, dass sowohl junge Patienten aber insbesondere auch Patienten, die älter sind als 60 Jahre, von der Behandlung profitieren.

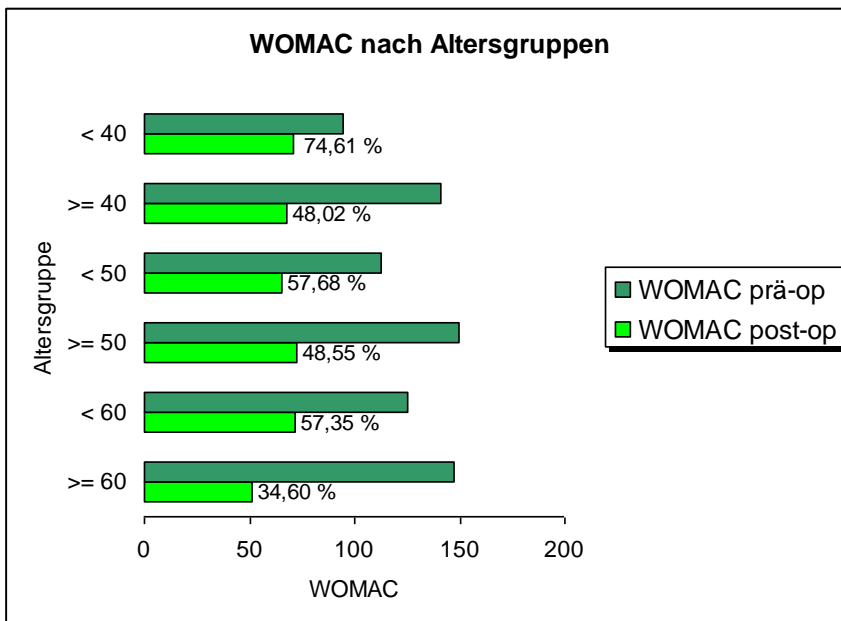


Abb.3.3.2 Die Analyse der Womac-Ergebnisse zeigt, dass sowohl junge Patienten aber insbesondere auch Patienten, die älter sind als 60 Jahre, von der Behandlung profitieren. Die Ergebnisse zeigen, dass die KKT auch bei älteren Patienten gute Ergebnisse zeigen kann



## Nichtparametrische Tests (Alter < 40)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	33	5,906	2,6322	,3	9,5
WOMAC Prä-OP	33	94,52	62,570	0	190
VAS Post-OP	33	4,445	2,9706	,1	9,0
WOMAC Post-OP	33	70,52	55,157	0	165

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	20 <sup>a</sup>	16,23	324,50
	Positive Ränge	10 <sup>b</sup>	14,05	140,50
	Bindungen	3 <sup>c</sup>		
	Gesamt	33		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	21 <sup>d</sup>	17,86	375,00
	Positive Ränge	12 <sup>e</sup>	15,50	186,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	33		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-1,893 <sup>a</sup>	-1,689 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,058	,091

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**nicht signifikant**

## Nichtparametrische Tests (Alter >= 40)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	97	7,249	1,8750	2,3	10,0
WOMAC Prä-OP	97	140,77	60,615	4	240
VAS Post-OP	97	3,639	2,6088	,1	9,4
WOMAC Post-OP	97	67,60	56,124	0	213

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	80 <sup>a</sup>	50,99	4079,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	14 <sup>b</sup>	27,57	386,00
	Bindungen	3 <sup>c</sup>		
	Gesamt	97		
WOMAC Post-OP	Negative Ränge	79 <sup>d</sup>	52,66	4160,00
- WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	16 <sup>e</sup>	25,00	400,00
	Bindungen	2 <sup>f</sup>		
	Gesamt	97		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-6,964 <sup>a</sup>	-6,978 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**p<=0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

## Nichtparametrische Tests (Alter < 50)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	72	6,519	2,3010	,3	10,0
WOMAC Prä-OP	72	112,68	63,742	0	240
VAS Post-OP	72	3,947	2,8130	,1	9,0
WOMAC Post-OP	72	64,99	53,972	0	213

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	52 <sup>a</sup>	37,61	1955,50
	Positive Ränge	16 <sup>b</sup>	24,41	390,50
	Bindungen	4 <sup>c</sup>		
	Gesamt	72		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	52 <sup>d</sup>	40,82	2122,50
	Positive Ränge	20 <sup>e</sup>	25,28	505,50
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	72		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-4,782 <sup>a</sup>	-4,537 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**p<=0,001**

**Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

## Nichtparametrische Tests (Alter >= 50)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	58	7,391	1,8886	2,3	9,7
WOMAC Prä-OP	58	149,33	59,097	21	239
VAS Post-OP	58	3,716	2,6096	,1	9,4
WOMAC Post-OP	58	72,50	57,935	0	208

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	48 <sup>a</sup>	29,95	1437,50
	Positive Ränge	8 <sup>b</sup>	19,81	158,50
	Bindungen	2 <sup>c</sup>		
	Gesamt	58		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	48 <sup>d</sup>	29,91	1435,50
	Positive Ränge	8 <sup>e</sup>	20,06	160,50
	Bindungen	2 <sup>f</sup>		
	Gesamt	58		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-5,217 <sup>a</sup>	-5,200 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**p <= 0,001**

**Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

## Nichtparametrischen Tests (Alter < 60)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	108	6,716	2,2399	,3	10,0
WOMAC Prä-OP	108	125,37	64,785	0	240
VAS Post-OP	108	4,042	2,8033	,1	9,4
WOMAC Post-OP	108	71,90	57,794	0	213

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	79 <sup>a</sup>	55,64	4395,50
	Positive Ränge	23 <sup>b</sup>	37,28	857,50
	Bindungen	6 <sup>c</sup>		
	Gesamt	108		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	80 <sup>d</sup>	58,95	4716,00
	Positive Ränge	26 <sup>e</sup>	36,73	955,00
	Bindungen	2 <sup>f</sup>		
	Gesamt	108		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-5,906 <sup>a</sup>	-5,927 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**p <= 0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

## Nichtparametrische Tests (Alter $\geq$ 60)

### Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	22	7,855	1,4332	2,5	9,7
WOMAC Prä-OP	22	147,00	58,979	34	229
VAS Post-OP	22	2,873	2,0225	,9	7,7
WOMAC Post-OP	22	50,86	40,520	15	124

## Wilcoxon-Test

### Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	21 <sup>a</sup>	11,71	246,00
	Positive Ränge	1 <sup>b</sup>	7,00	7,00
	Bindungen	0 <sup>c</sup>		
	Gesamt	22		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	20 <sup>d</sup>	12,05	241,00
	Positive Ränge	2 <sup>e</sup>	6,00	12,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	22		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

### Statistik für Test<sup>b</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,881 <sup>a</sup>	-3,718 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test

**$p < 0,001$  Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

### 3.4 Entwicklung des Womac-Index und des VAS-Score bei verschiedenen Arthroseursachen :

- Arthrose unklarer Ursache
- Arthrose aufgrund eines Traumaereignisses
- Arthrose aufgrund einer Osteochondrosis dissecans

Bei den Patienten, die anamnestisch über ein vorhergegangenes Trauma berichteten, wurde präoperativ ein Womac-Index von 92,67, postoperativ von 83,39 Punkten ermittelt. Prozentual ergab das eine Verringerung der Punktzahl von 10%.

Der VAS-Score ergab vor der Operation ein Wert von 5,47 cm, nach der Operation von 4,49 cm, eine Verringerung der Strecke von 17,93 %.

Bei Patienten, mit einer Arthrose unklarer Genese ergab der Womac-Index eine signifikante Verringerung der Punktzahlen um 51,13% von präoperativ 134,88 auf postoperativ 65,92 Punkten. Ähnliche Ergebnisse zeigt der VAS-Score: das Verhältnis von präoperativ 7,14 cm zu postoperativ von 3,74 cm veränderte sich um 47,62 %.

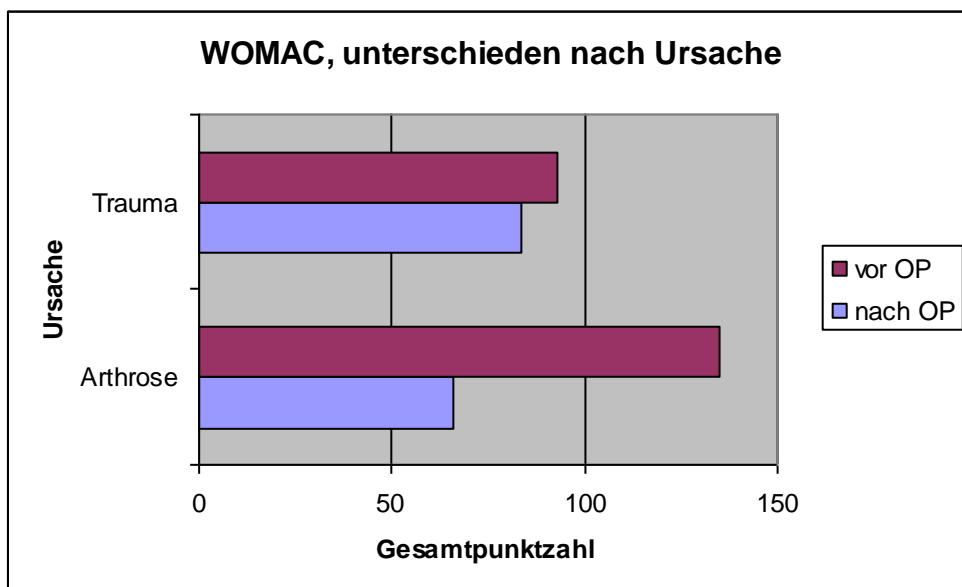
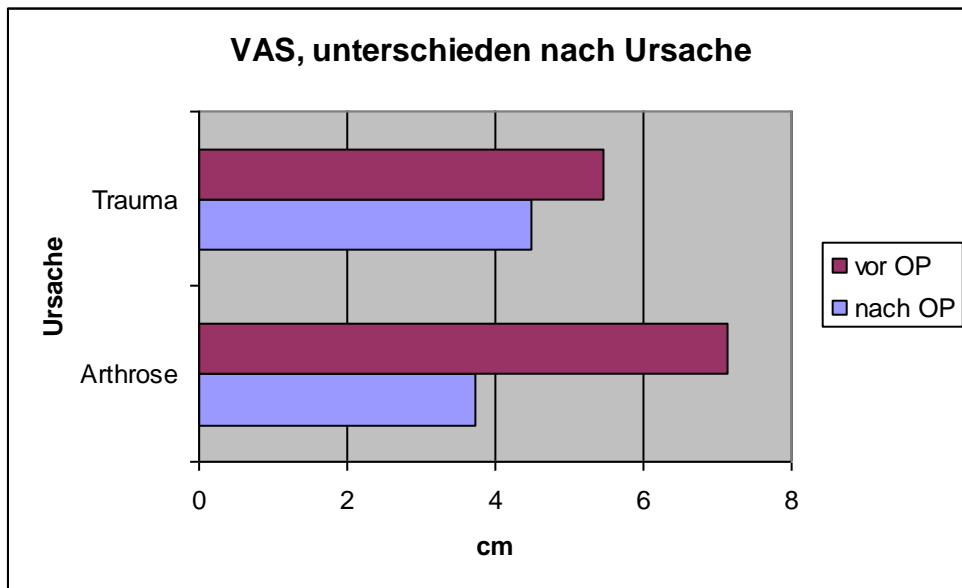


Abb.: 3.4.1/3.4.2 Patienten, deren Ursache ihres Knorpelschadens eine primäre Arthrose darstellt, zeigen einen deutlicheren Rückgang der Beschwerden als Traumapatienten.



Bei nur einem 15 Jahre alten Patienten war anamnestisch die Diagnose Osteochondrosis dissecans erhoben worden.

Präoperativ wurde ein Womac-Punktwert von 149 errechnet und im VAS-score eine Strecke von 9,5 cm, postoperativ im Womac 10 Punkte und im VAS 0,5 cm. Dieser Patient beurteilt die Behandlung mit sehr gut.

## Ursache = Arthrose

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	112	7,140	2,0168	2,3	10,0
WOMAC Prä-OP	112	134,88	61,772	4	240
VAS Post-OP	112	3,739	2,7337	,1	9,4
WOMAC Post-OP	112	65,92	56,458	0	213

a. Ursache = Arthrose

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	88 <sup>a</sup>	58,82	5176,50
	Positive Ränge	19 <sup>b</sup>	31,66	601,50
	Bindungen	5 <sup>c</sup>		
	Gesamt	112		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	89 <sup>d</sup>	61,35	5460,00
	Positive Ränge	21 <sup>e</sup>	30,71	645,00
	Bindungen	2 <sup>f</sup>		
	Gesamt	112		

a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP

b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP

c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP

d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP

e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP

f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

g. Ursache = Arthrose

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-7,110 <sup>a</sup>	-7,180 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Ursache = Arthrose

**p<=0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

## Ursache = Trauma

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	18	5,467	2,5289	,3	9,5
WOMAC Prä-OP	18	92,67	68,388	0	197
VAS Post-OP	18	4,494	2,5824	,4	9,0
WOMAC Post-OP	18	83,39	49,356	0	161

a. Ursache = Trauma

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	12 <sup>a</sup>	8,25	99,00
	Positive Ränge	5 <sup>b</sup>	10,80	54,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	18		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	11 <sup>d</sup>	9,09	100,00
	Positive Ränge	7 <sup>e</sup>	10,14	71,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	18		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Ursache = Trauma

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-1,066 <sup>a</sup>	-,632 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,287	,528

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Ursache = Trauma

**nicht signifikant**

### 3.5 Entwicklung des Womac-Indices und des VAS-Scores bei Implantation verschiedener Anzahlen von Zylindern

Nach Implantation eines Zylinders kam es zu einer signifikanten Verringerung der Punkte um 47,29% im Womac-Index von 128,63 auf 67,80 Punkten und eine Verringerung der VAS-Scala von 43,52 % von 6,71 cm auf 3,79 cm.

Ähnliche Ergebnisse sind auch nach Implantation von zwei Zylindern festzustellen: der Womac-Index fällt von 127,40 auf 70,17 Punkte um 44,92%, der VAS-Score von 7,02 auf 3,99 cm um 43,16%.

Weiterhin gleichermaßen die Ergebnisse nach der Behandlung mit 3 Zylindern: der Womac fällt von 140,47 auf 76,53 Punkte, der VAS von 6,58 auf 3,91 cm.

Auch nach der Implantation von vier Zylindern entwickeln sich die Ergebnisse folgendermaßen: der Womac fällt von 122,38 auf 67 Punkte, der VAS von 7,15 auf 3,45 cm.

Nach der Implantation von fünf Zylindern zeigen sich noch etwas positivere Ergebnisse: der Womac-Index fällt von 130,63 auf 61,32 Punkten um 53,06 % der VAS-Score von 7,19 auf 3,70 cm um 48,54 %. Wiederum signifikante Verringerung der Werte nach der Implantation von sechs Zylindern: der Womac-Score verändert sich von 108,60 auf 65,40 Punkten um 39,78%, der VAS von 6,62 auf 4,56 cm um 31,12 %.

Bei einem Patienten wurden 8 Zylinder implantiert. Der überaus positive Behandlungserfolg wurde folgendermaßen bewertet: der Womac-Index präoperativ von 172,00 reduzierte sich auf 40,00 Punkten um 76,74%, der VAS-Score um 63,10 % von 8,4 auf 3,1 cm.

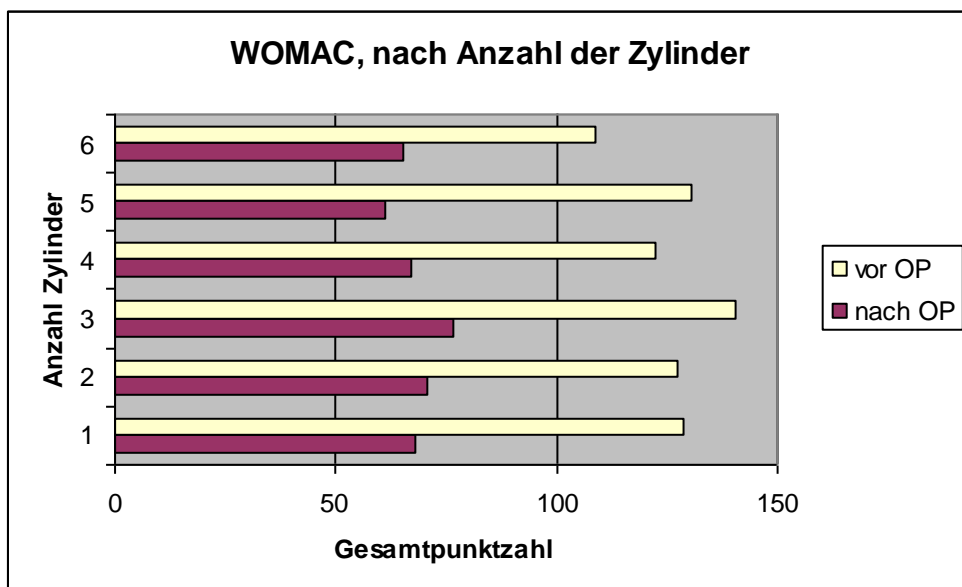
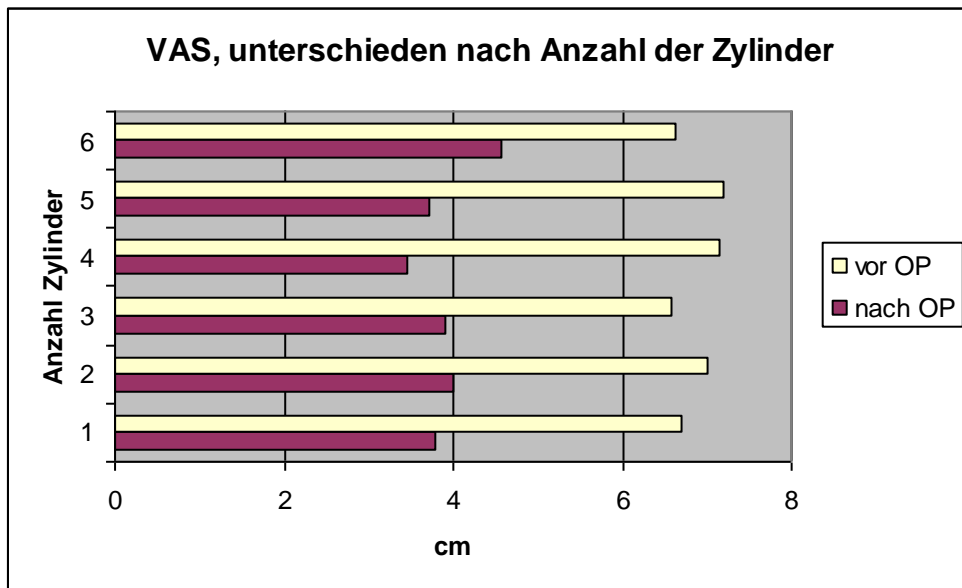


Abb. 3.5.1/3.5.2 Die Analyse der VAS- und Womac-Ergebnisse zeigt, dass bezüglich des Parameters Zylinderanzahl keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen bestehen. Dies lässt darauf schließen, dass auch die Transplantation mit mehr Zylindern zur Deckung einer größeren Defektfläche eine ähnliche Erfolgschance haben, wie die Transplantation kleiner Defekte.

## Nichtparametrische Tests Anzahl der Zylinder = 1

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	35	6,706	2,1603	2,5	9,7
WOMAC Prä-OP	35	128,63	66,978	12	239
VAS Post-OP	35	3,786	2,7262	,2	8,8
WOMAC Post-OP	35	67,80	55,871	1	208

a. Anzahl der Zylinder = 1

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	25 <sup>a</sup>	19,40	485,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	8 <sup>b</sup>	9,50	76,00
	Bindungen	2 <sup>c</sup>		
	Gesamt	35		
WOMAC Post-OP -	Negative Ränge	26 <sup>d</sup>	20,48	532,50
WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	9 <sup>e</sup>	10,83	97,50
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	35		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Anzahl der Zylinder = 1

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,654 <sup>a</sup>	-3,563 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Anzahl der Zylinder = 1

**p <= 0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

## Anzahl der Zylinder = 2

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	40	7,013	2,3114	2,3	9,5
WOMAC Prä-OP	40	127,40	66,539	0	240
VAS Post-OP	40	3,988	2,8399	,1	9,0
WOMAC Post-OP	40	70,17	54,244	0	193

a. Anzahl der Zylinder = 2

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	31 <sup>a</sup>	19,94	618,00
	Positive Ränge	7 <sup>b</sup>	17,57	123,00
	Bindungen	2 <sup>c</sup>		
	Gesamt	40		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	31 <sup>d</sup>	21,85	677,50
	Positive Ränge	9 <sup>e</sup>	15,83	142,50
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	40		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Anzahl der Zylinder = 2

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,590 <sup>a</sup>	-3,596 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Anzahl der Zylinder = 2

**p<=0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant.**

## Anzahl der Zylinder = 3

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	17	6,576	2,5071	,3	10,0
WOMAC Prä-OP	17	140,47	59,744	2	224
VAS Post-OP	17	3,912	2,9991	,4	8,5
WOMAC Post-OP	17	76,53	60,462	0	181

a. Anzahl der Zylinder = 3

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	12 <sup>a</sup>	10,42	125,00
	Positive Ränge	5 <sup>b</sup>	5,60	28,00
	Bindungen	0 <sup>c</sup>		
	Gesamt	17		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	13 <sup>d</sup>	9,46	123,00
	Positive Ränge	3 <sup>e</sup>	4,33	13,00
	Bindungen	1 <sup>f</sup>		
	Gesamt	17		

a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP

b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP

c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP

d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP

e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP

f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

g. Anzahl der Zylinder = 3

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,296 <sup>a</sup>	-2,844 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,022	,004

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Anzahl der Zylinder = 3



$p <= 0,05$  VAS ist signifikant  $p <= 0,01$  WOMAC ist sehr signifikant

Anzahl der Zylinder = 4

Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	13	7,154	1,9852	3,2	9,6
WOMAC Prä-OP	13	122,38	71,112	34	228
VAS Post-OP	13	3,454	2,9829	,1	8,5
WOMAC Post-OP	13	67,00	69,637	0	213

a. Anzahl der Zylinder = 4

## Wilcoxon-Test

Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	11 <sup>a</sup>	6,45	71,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	1 <sup>b</sup>	7,00	7,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	13		
WOMAC Post-OP	Negative Ränge	9 <sup>d</sup>	8,00	72,00
- WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	4 <sup>e</sup>	4,75	19,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	13		

a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP

b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP

c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP

d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP

e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP

f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

g. Anzahl der Zylinder = 4

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,511 <sup>a</sup>	-1,852 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,012	,064

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Anzahl der Zylinder = 4

**p<=0,05 VAS ist signifikant      WOMAC ist nicht signifikant.**

**Anzahl der Zylinder = 5**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	19	7,189	1,8571	2,6	9,5
WOMAC Prä-OP	19	130,63	53,503	15	200
VAS Post-OP	19	3,705	2,4919	,5	9,4
WOMAC Post-OP	19	61,32	53,580	3	161

- a. Anzahl der Zylinder = 5

**Wilcoxon-Test**

**Ränge<sup>g</sup>**

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	16 <sup>a</sup>	9,81	157,00
	Positive Ränge	2 <sup>b</sup>	7,00	14,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	19		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	16 <sup>d</sup>	9,81	157,00
	Positive Ränge	2 <sup>e</sup>	7,00	14,00
	Bindungen	1 <sup>f</sup>		
	Gesamt	19		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Anzahl der Zylinder = 5

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,114 <sup>a</sup>	-3,114 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,002	,002

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Anzahl der Zylinder = 5

**p<=0,01 Beide Unterschiede sind sehr signifikant.**

**Anzahl der Zylinder = 6**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardab- weichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	5	6,620	2,1218	4,0	9,4
WOMAC Prä-OP	5	108,60	85,556	4	212
VAS Post-OP	5	4,560	1,9718	1,8	7,2
WOMAC Post-OP	5	65,40	43,644	30	137

- a. Anzahl der Zylinder = 6

**Wilcoxon-Test**

**Ränge<sup>g</sup>**

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	4 <sup>a</sup>	3,50	14,00
	Positive Ränge	1 <sup>b</sup>	1,00	1,00
	Bindungen	0 <sup>c</sup>		
	Gesamt	5		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	4 <sup>d</sup>	3,00	12,00
	Positive Ränge	1 <sup>e</sup>	3,00	3,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	5		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Anzahl der Zylinder = 6

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-1,753 <sup>a</sup>	-1,214 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,080	,225

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Anzahl der Zylinder = 6

**Beide Unterschiede sind nicht signifikant.**

**Anzahl der Zylinder = 8**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardab- weichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	1	8,400	.	8,4	8,4
WOMAC Prä-OP	1	172,00	.	172	172
VAS Post-OP	1	3,100	.	3,1	3,1
WOMAC Post-OP	1	40,00	.	40	40

a. Anzahl der Zylinder = 8

### 3.6 Entwicklung des Womac-Indices und des VAS-Scores bei Implantation verschiedener Flächengrößen

Nach Implantation einer Fläche von 10 mm<sup>2</sup> kam es zu einer Verringerung der Punkte um 42,09% im Womac-Index von 138,14 auf 80 Punkten und eine Verringerung der VAS-Scala von 33,97 % von 6,77 auf 4,47 cm.

Folgende Ergebnisse sind nach Implantation einer Fläche von 20 mm<sup>2</sup> festzustellen: der Womac-Index fällt von 124,53 auf 64,33 Punkte um 48,34%, der VAS-Score von 6,80 auf 3,78 cm um 44,41%. Signifikante Ergebnisse nach der Behandlung der Arthrose mit einer Implantationsfläche vom 30 mm<sup>2</sup>: der Womac-Index fällt von 128,42 auf 74,68 Punkte, der VAS von 6,69 auf 3,93 cm.

Auch nach der Implantation einer Fläche von 40 mm<sup>2</sup> entwickeln sich die Ergebnisse folgendermaßen: der Womac-Index verringert sich von 142,37 auf 77,37 Punkte um 45,66%, der VAS von 7,10 auf 3,77 cm um 46,90%.

Fast gleichermaßen wird die Behandlung mit einer Fläche von 50 mm<sup>2</sup> bewertet. Der Womac-Index verändert sich von 136,31 auf 75,23 um 44,81%, der VAS von 7,45 auf 4,27cm um 42,69%. Ein deutlich positiveres Ergebnis zeigt die Implantation von 60 mm<sup>2</sup> Fläche: der Womac-Index fällt von 115,85 auf 44,15 Punkten um 61,89%, die VAS-Scala von 7,07 auf 3,25 cm um 54,03%.

Bei nur einem Patienten wurde eine Implantation von 70 mm<sup>2</sup> vorgenommen: der Womac-Index reduzierte sich von 67,00 auf 52,00 Punkten, um 22,39%, der VAS-Score in gleicher Weise von 5,2 auf 4,2 cm um 19,23%.

Außerordentlich gut bewertet der Patient die Behandlung mit der größten implantierten Fläche der Studie von 80 mm<sup>2</sup>. Vor der Operation wurde ein Womac-Index von 172,00 Punkten angegeben

und einer Wert auf der VAS-Scala von 8,4 cm. Nach der KKT wurde ein Womac-Index von 40 ermittelt, eine Veränderung von 76,74% und ein VAS-Score von 3,1 cm, eine Veränderung von 63,10%.

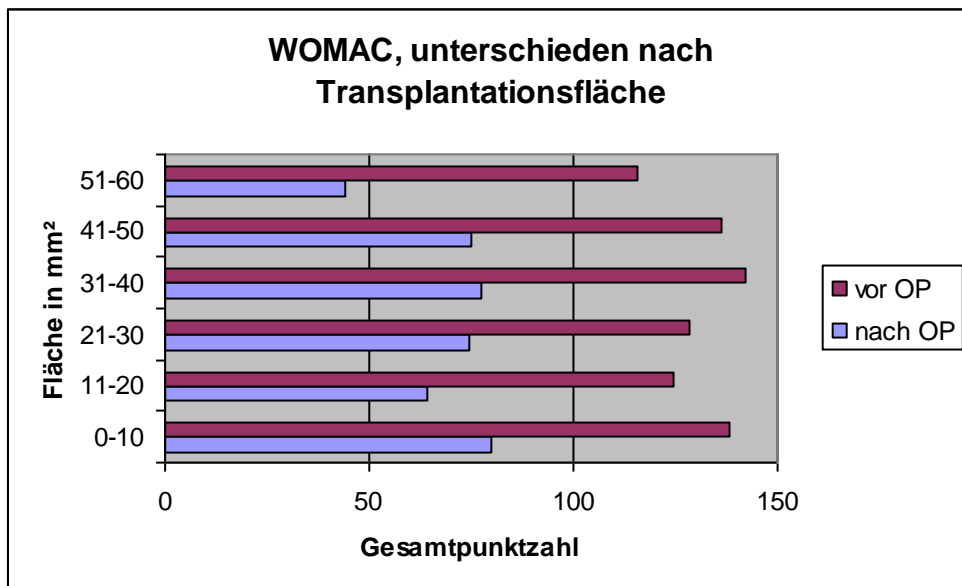
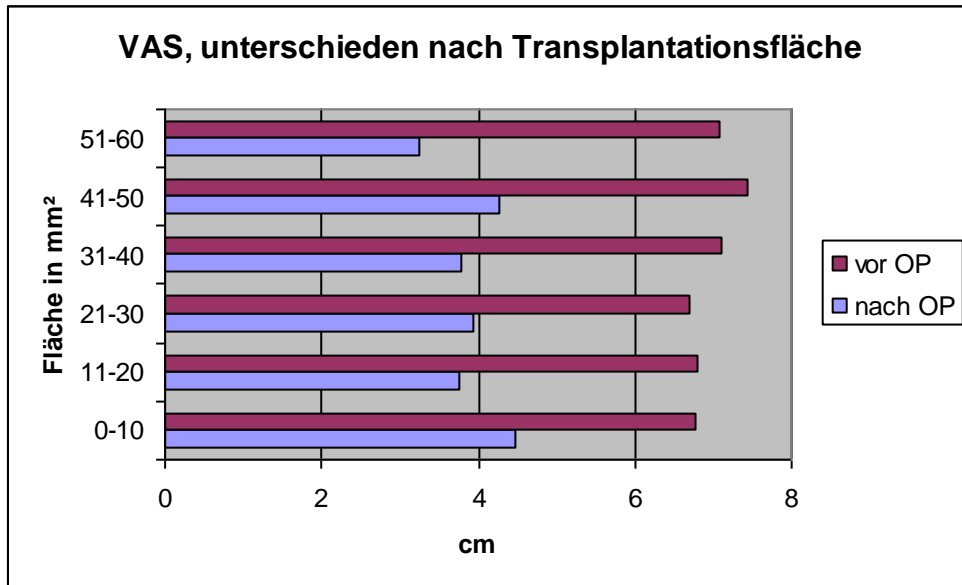


Abb. 3.6.1/3.6.2 Die Analyse der VAS- und Womac-Ergebnisse zeigt, dass bezüglich des Parameters Transplantationsflächengröße keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen bestehen. Dies lässt darauf schließen, dass auch die Deckung einer größeren Defektfläche eine ähnliche

Erfolgschance haben kann, wie die Transplantation kleiner Defektgrößen.

## Nichtparametrische Tests

### Transplantationsfläche = 10 mm<sup>2</sup>

Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	7	6,771	2,1406	2,6	8,8
WOMAC Prä-OP	7	138,14	83,306	21	239
VAS Post-OP	7	4,471	3,2963	1,0	8,8
WOMAC Post-OP	7	80,00	73,975	18	208

a. Transplantationsfläche = 10mm<sup>2</sup>

## Wilcoxon-Test

Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	4 <sup>a</sup>	4,25	17,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	2 <sup>b</sup>	2,00	4,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	7		
WOMAC Post-OP	Negative Ränge	5 <sup>d</sup>	4,60	23,00
- WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	2 <sup>e</sup>	2,50	5,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	7		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Transplantationsfläche = 10mm<sup>2</sup>

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-1,363 <sup>a</sup>	-1,521 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,173	,128

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Transplantationsfläche = 10mm<sup>2</sup>

**nicht signifikant**

**Transplantationsfläche = 20mm<sup>2</sup>**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardab- weichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	45	6,796	2,2537	2,5	9,7
WOMAC Prä-OP	45	124,53	63,207	0	236
VAS Post-OP	45	3,778	2,8072	,1	9,0
WOMAC Post-OP	45	64,33	50,814	0	188

a. Transplantationsfläche = 20mm<sup>2</sup>



## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	32 <sup>a</sup>	23,92	765,50
VAS Prä-OP	Positive Ränge	10 <sup>b</sup>	13,75	137,50
	Bindungen	3 <sup>c</sup>		
	Gesamt	45		
WOMAC Post-OP	Negative Ränge	33 <sup>d</sup>	26,38	870,50
- WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	12 <sup>e</sup>	13,71	164,50
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	45		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Transplantationsfläche = 20mm<sup>2</sup>

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,927 <sup>a</sup>	-3,985 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Transplantationsfläche 20= mm<sup>2</sup>

**p<=0,001**

**Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

## Transplantationsfläche = 30mm<sup>2</sup>

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	31	6,694	2,2724	1,7	9,5
WOMAC Prä-OP	31	128,42	67,278	14	240
VAS Post-OP	31	3,929	2,7029	,4	9,0
WOMAC Post-OP	31	74,68	58,026	0	193

a. Transplantationsfläche= 30mm<sup>2</sup>

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	25 <sup>a</sup>	16,62	415,50
	6 <sup>b</sup>	13,42	80,50
	0 <sup>c</sup>		
Gesamt	31		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	25 <sup>d</sup>	16,04	401,00
	5 <sup>e</sup>	12,80	64,00
	1 <sup>f</sup>		
Gesamt	31		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Transplantationsfläche= 30mm<sup>2</sup>

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,283 <sup>a</sup>	-3,466 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,001	,001

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Transplantationsfläche = 30mm<sup>2</sup>

**p<=0,001**

**Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

**Transplantationsfläche = 40mm<sup>2</sup>**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardab weichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	19	7,100	2,3221	,3	10,0
WOMAC Prä-OP	19	142,37	63,811	2	228
VAS Post-OP	19	3,768	2,9719	,5	8,5
WOMAC Post-OP	19	77,37	66,971	12	213

a. Transplantationsfläche=40mm<sup>2</sup>

## Wilcoxon-Test

Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	16 <sup>a</sup>	10,50	168,00
	Positive Ränge	3 <sup>b</sup>	7,33	22,00
	Bindungen	0 <sup>c</sup>		
	Gesamt	19		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	15 <sup>d</sup>	11,00	165,00
	Positive Ränge	4 <sup>e</sup>	6,25	25,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	19		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Transplantationsfläche=40mm<sup>2</sup>

Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,938 <sup>a</sup>	-2,817 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,003	,005

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Transplantationsfläche=40mm<sup>2</sup>

**p<=0,01 Beide Unterschiede sind sehr signifikant**

## Transplantationsfläche = 50mm<sup>2</sup>

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	13	7,454	2,0500	2,6	9,5
WOMAC Prä-OP	13	136,31	58,619	21	213
VAS Post-OP	13	4,269	2,8596	,1	9,4
WOMAC Post-OP	13	75,23	55,516	0	160

a. Transplantationsfläche=50mm<sup>2</sup>

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	10 <sup>a</sup>	7,00	70,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	2 <sup>b</sup>	4,00	8,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	13		
WOMAC Post-OP -	Negative Ränge	9 <sup>d</sup>	7,11	64,00
WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	3 <sup>e</sup>	4,67	14,00
	Bindungen	1 <sup>f</sup>		
	Gesamt	13		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Transplantationsfläche=50mm<sup>2</sup>

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,433 <sup>a</sup>	-1,962 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,015	,050

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Transplantationsfläche=50mm<sup>2</sup>

**p<=0,05**

**Beide Unterschiede sind signifikant**

**Transplantationsfläche = 60mm<sup>2</sup>**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	13	7,077	1,7810	4,0	9,5
WOMAC Prä-OP	13	115,85	64,174	4	212
VAS Post-OP	13	3,246	2,0931	,5	7,2
WOMAC Post-OP	13	44,15	41,857	3	161

a. Transplantationsfläche=60mm<sup>2</sup>

## Wilcoxon-Test

Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	11 <sup>a</sup>	7,00	77,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	1 <sup>b</sup>	1,00	1,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	13		
WOMAC Post-OP	Negative Ränge	11 <sup>d</sup>	7,73	85,00
- WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	2 <sup>e</sup>	3,00	6,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	13		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Transplantationsfläche=60mm<sup>2</sup>

Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,981 <sup>a</sup>	-2,760 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,003	,006

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Transplantationsfläche=60mm<sup>2</sup>

**p<=0,01**

**Beide Unterschiede sind sehr signifikant**

## Transplantationsfläche = 70mm<sup>2</sup>

Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	1	5,200	.	5,2	5,2
WOMAC Prä-OP	1	67,00	.	67	67
VAS Post-OP	1	4,200	.	4,2	4,2
WOMAC Post-OP	1	52,00	.	52	52

a. Transplantationsfläche=70mm<sup>2</sup>

## Transplantationsfläche = 80mm<sup>2</sup>

Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

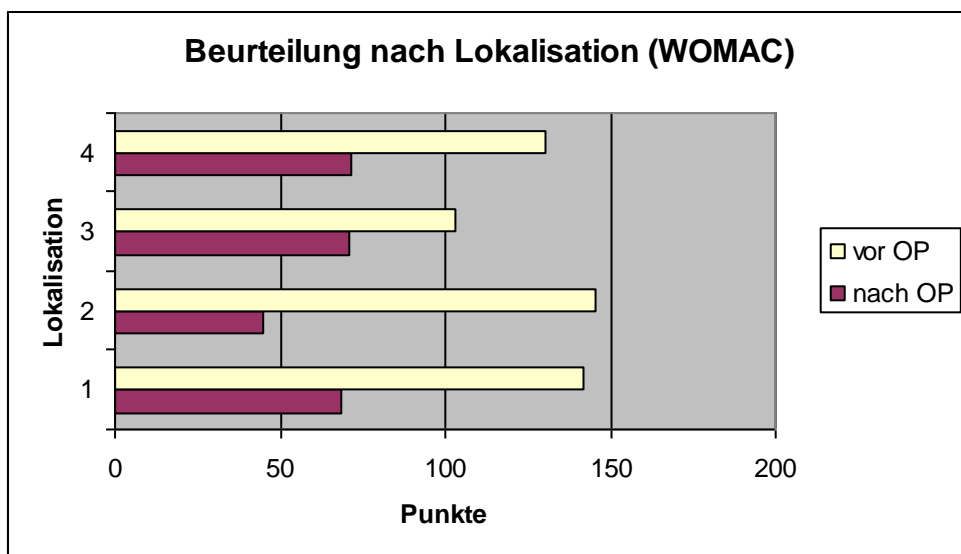
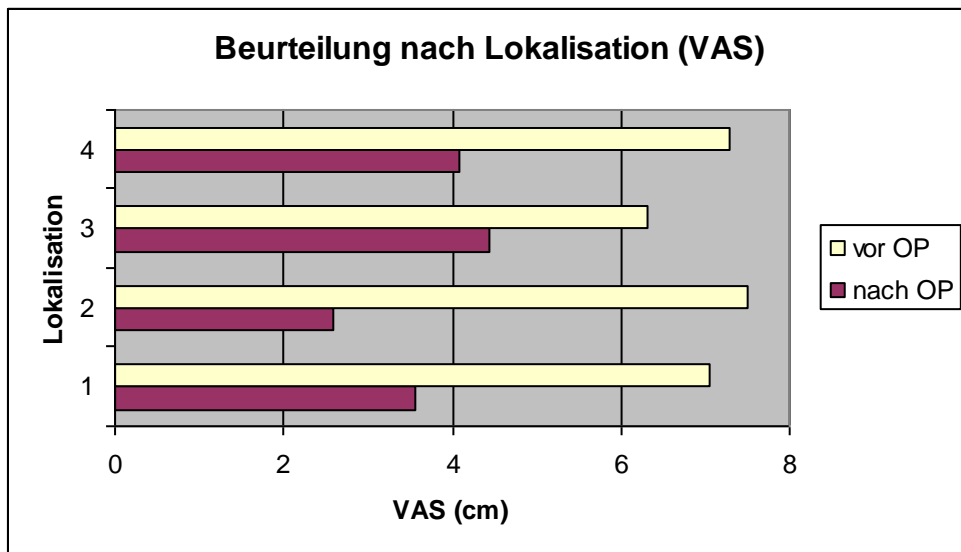
	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	1	8,400	.	8,4	8,4
WOMAC Prä-OP	1	172,00	.	172	172
VAS Post-OP	1	3,100	.	3,1	3,1
WOMAC Post-OP	1	40,00	.	40	40

a. Transplantationsfläche=80mm<sup>2</sup>

**Keine Berechnung möglich, zu wenig Fälle!**



3.7 Entwicklung des Womac-Indices und des VAS-Scores nach KKT bei verschiedenen Lokalisationen



1= medial; 2= lateral; 3= retropatellar; 4=Mischformen  
 (medial/retropatellar; lateral/retropatellar; medial/lateral;  
 trochlear/retropatellar)

Abb.3.7.1/3.7.2 Die Transplantation von Defektflächen im retropatellaren Bereich und die gleichzeitige Transplantation in unterschiedlichen Bereichen zeigt im VAS-Score, sowie im Womac-Index eine deutliche Besserung der Beschwerden.

Auf diesem Grunde sollte die Behandlung nicht nur auf einzelne Arthrosebereiche und Defektzonen der medialen und lateralen Femurkondyle beschränkt bleiben.

Patienten, die eine KKT des medialen Femurkondylus erhielten, zeigten folgende Ergebnisse: der Womac-Index präoperativ verringerte sich von 142,08 auf 68,65 Punkten um 51,68%, der VAS-Score von 7,04 auf 3,56 cm um 49,43%.

Nach einer Behandlung des Knorpelschadens am lateralen Femurkondylus mittels KKT wurde vor der Operation ein Womac-Index von 145,75 Punkten und ein VAS-Score-Wert von 7,49 cm, nach der Operation ein Womac von 44,63 Punkten (-69,38%) und ein VAS von 2,59 cm (-65,82%) ermittelt.

Nach retropatellaren Transplantationen veränderte sich der Womac von 103,24 auf 70,76 Punkten um 31,46% und der VAS von 6,31 auf 4,44 cm um 29,66%.

Nach gleichzeitigen Transplantationen an verschiedenen Lokalisationen verringerte sich der Womac-Index um 45,14% von 130,52 auf 71,60 Punkte und der VAS-Score um 43,82% von 7,28 auf 4,09 cm.

## Nichtparametrische Tests Lokalisation = medial

Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	60	7,040	1,9877	2,3	10,0
WOMAC Prä-OP	60	142,08	59,253	29	240
VAS Post-OP	60	3,563	2,6459	,1	9,0
WOMAC Post-OP	60	68,65	58,373	0	208

a. Lokalisation = medial

## Wilcoxon-Test

Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	50 <sup>a</sup>	31,14	1557,00
	Positive Ränge	9 <sup>b</sup>	23,67	213,00
	Bindungen	1 <sup>c</sup>		
	Gesamt	60		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	49 <sup>d</sup>	32,34	1584,50
	Positive Ränge	10 <sup>e</sup>	18,55	185,50
	Bindungen	1 <sup>f</sup>		
	Gesamt	60		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Lokalisation = medial

Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-5,073 <sup>a</sup>	-5,280 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Lokalisation = medial

**p<=0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

## Lokalisation= lateral

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	8	7,488	2,9725	1,7	9,6
WOMAC Prä-OP	8	145,75	89,258	4	236
VAS Post-OP	8	2,563	2,6742	,1	8,4
WOMAC Post-OP	8	44,63	69,387	0	213

a. Lokalisation = lateral

## Wilcoxon-Test

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP -	Negative Ränge	7 <sup>a</sup>	5,00	35,00
VAS Prä-OP	Positive Ränge	1 <sup>b</sup>	1,00	1,00
	Bindungen	0 <sup>c</sup>		
	Gesamt	8		
WOMAC Post-OP -	Negative Ränge	6 <sup>d</sup>	5,33	32,00
WOMAC Prä-OP	Positive Ränge	2 <sup>e</sup>	2,00	4,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	8		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Lokalisation = lateral

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,380 <sup>a</sup>	-1,960 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,017	,050

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Lokalisation = lateral

**p<=0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

## Lokalisation = retropatellar

### Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	37	6,316	2,2462	2,6	9,5
WOMAC Prä-OP	37	103,24	64,022	0	229
VAS Post-OP	37	4,438	2,8775	,2	9,0
WOMAC Post-OP	37	70,76	48,691	0	165

a. Lokalisation = retropatellar

## WilcoxonTest

### Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	23 <sup>a</sup>	19,63	451,50
	Positive Ränge	11 <sup>b</sup>	13,05	143,50
	Bindungen	3 <sup>c</sup>		
	Gesamt	37		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	25 <sup>d</sup>	20,04	501,00
	Positive Ränge	12 <sup>e</sup>	16,83	202,00
	Bindungen	0 <sup>f</sup>		
	Gesamt	37		

a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP

b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP

c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP

d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP

e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP

f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

g. Lokalisation = retropatellar

### Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-2,634 <sup>a</sup>	-2,256 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,008	,024

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Lokalisation = retropatellar

**VAS: p<=0,01 ist sehr signifikant**  
**WOMAC: p<=0,05 ist signifikant**

## Lokalisation = Mischformen

Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	25	7,284	2,1100	,3	9,5
WOMAC Prä-OP	25	130,52	58,841	2	230
VAS Post-OP	25	4,048	2,5705	,1	9,4
WOMAC Post-OP	25	71,60	55,858	0	182

a. Lokalisation = Mischformen

## Wilcoxon-Test

Ränge<sup>g</sup>

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	20 <sup>a</sup>	12,90	258,00
	Positive Ränge	3 <sup>b</sup>	6,00	18,00
	Bindungen	2 <sup>c</sup>		
	Gesamt	25		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	20 <sup>d</sup>	13,78	275,50
	Positive Ränge	4 <sup>e</sup>	6,13	24,50
	Bindungen	1 <sup>f</sup>		
	Gesamt	25		

a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP

b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP

c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP

d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP

e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP

f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

g. Lokalisation = Mischformen

Statistik für Test<sup>b,c</sup>

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-3,650 <sup>a</sup>	-3,586 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Lokalisation = Mischformen

**p<=0,001      Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

### 3.8 Entwicklung des Womac-Indices und des VAS-Scores nach KKT unterschieden nach dem Geschlecht

Bei dem weiblichen Geschlecht konnte präoperativ ein Womac-Index von 138,04 Punkten und ein VAS-Score von 7,12cm errechnet werden. Postoperativ verringerte sich der Womac-Index um 47,98% auf 71,81 Punkte und der VAS-Score um 46,77 % auf 3,79 cm.

Beim männlichen Geschlecht ähnliche Ergebnisse: der Womac veränderte sich durch die Operation von 119,15 um 45,84% auf 64,53 Punkte und der VAS von 6,67 um 41,38% auf 3,91 cm.

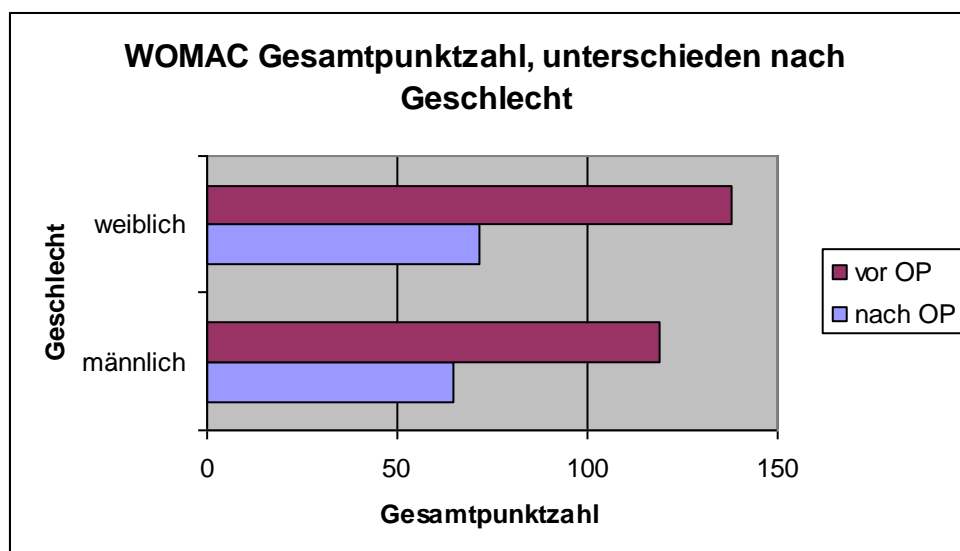


Abb.3.8.1

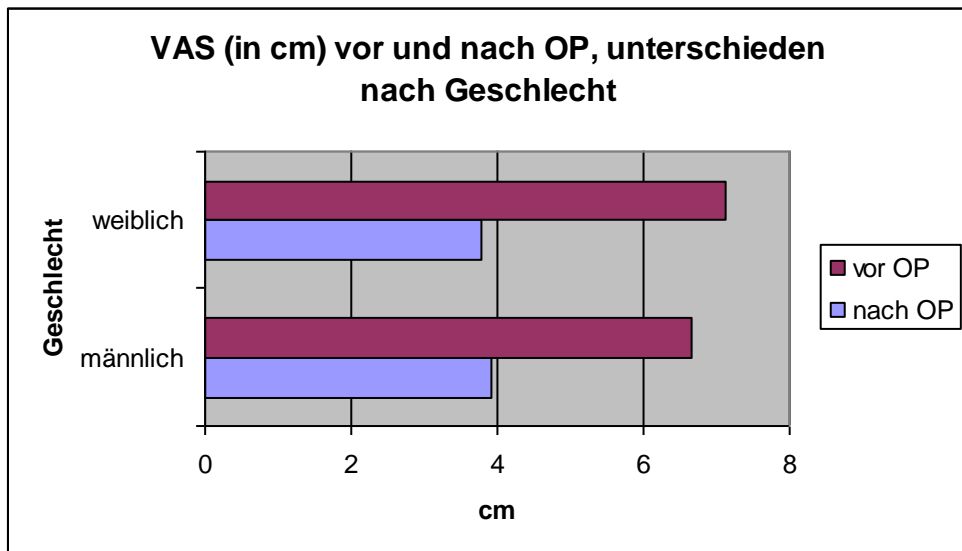


Abb. 3.8.1/3.8.2. Die Auswertung der VAS- und Womac-Ergebnisse zeigt, dass hinsichtlich des Behandlungserfolges keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern bestehen.



## Nichtparametrische Tests

**Geschlecht = männlich**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	62	6,669	2,2658	,3	10,0
WOMAC Prä-OP	62	119,15	64,812	0	240
VAS Post-OP	62	3,906	2,8549	,1	9,0
WOMAC Post-OP	62	64,53	57,725	0	213

a. Geschlecht = männlich

**Ränge<sup>g</sup>**

	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	46 <sup>a</sup>	32,95	1515,50
	14 <sup>b</sup>	22,46	314,50
Bindungen	2 <sup>c</sup>		
Gesamt	62		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	46 <sup>d</sup>	34,48	1586,00
	16 <sup>e</sup>	22,94	367,00
Bindungen	0 <sup>f</sup>		
Gesamt	62		

a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP

b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP

c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP

d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP

e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP

f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP

g. Geschlecht = männlich

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-4,421 <sup>a</sup>	-4,273 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

- a. Basiert auf positiven Rängen.
- b. Wilcoxon-Test
- c. Geschlecht = männlich

**p<0,001 Beide Unterschiede sind höchst signifikant  
Geschlecht = weiblich**

**Deskriptive Statistiken<sup>a</sup>**

	N	Mittelwert	Standardab- weichung	Minimum	Maximum
VAS Prä-OP	68	7,126	2,0578	2,5	9,7
WOMAC Prä-OP	68	138,04	62,636	17	239
VAS Post-OP	68	3,787	2,6034	,1	9,4
WOMAC Post-OP	68	71,81	53,946	0	208

- a. Geschlecht = weiblich

**Wilcoxon-Test**

**Ränge<sup>g</sup>**

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
VAS Post-OP - VAS Prä-OP	Negative Ränge	54 <sup>a</sup>	34,84	1881,50
	Positive Ränge	10 <sup>b</sup>	19,85	198,50
	Bindungen	4 <sup>c</sup>		
	Gesamt	68		
WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP	Negative Ränge	54 <sup>d</sup>	36,56	1974,00
	Positive Ränge	12 <sup>e</sup>	19,75	237,00
	Bindungen	2 <sup>f</sup>		
	Gesamt	68		

- a. VAS Post-OP < VAS Prä-OP
- b. VAS Post-OP > VAS Prä-OP
- c. VAS Post-OP = VAS Prä-OP
- d. WOMAC Post-OP < WOMAC Prä-OP
- e. WOMAC Post-OP > WOMAC Prä-OP
- f. WOMAC Post-OP = WOMAC Prä-OP
- g. Geschlecht = weiblich

**Statistik für Test<sup>b,c</sup>**

	VAS Post-OP - VAS Prä-OP	WOMAC Post-OP - WOMAC Prä-OP
Z	-5,629 <sup>a</sup>	-5,548 <sup>a</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

a. Basiert auf positiven Rängen.

b. Wilcoxon-Test

c. Geschlecht = weiblich

**p<=0,001**

**Beide Unterschiede sind höchst signifikant**

## 4.0 Diskussion

Die Therapiemöglichkeiten von Knorpelschäden des Kniegelenkes sind vielfältig. Im vordergründigen Interesse stehen derzeit die Behandlungsverfahren, die nicht nur die Neubildung von fibrinösem Ersatzgewebe bewirken, sondern die Verfahren, die die geschädigten Läsionen dauerhaft mit hyalinem bzw. qualifiziertem hyalinartigem Knorpel ersetzen. Zurzeit ist die KKT das einzige Verfahren, welches die direkte Deckung mit hyalinem Knorpel ermöglicht.

Als klassische Indikationen der KKT zählen osteochondrale Läsionen bis 3 cm<sup>2</sup>, lokale Gelenkknorpelschäden IV°, Osteochondrosis dissecans, sowie circumskriptive Osteonekrosen. Die obere Altersgrenze liegt nach allgemeinen Vorstellungen bei ca. 45 Jahren, ohne, dass jedoch diese Verfahren ausreichend oberhalb dieser Grenze getestet wurden.

Ziel dieser Studie ist es, die klassischen Indikationskriterien und die Ausschlußkriterien anhand bestehender Kollektive zu überprüfen. Untersucht wurden die Ergebnisse nach Knorpel-Knochen-Transplantationen im Kniegelenk unter

1. Zuordnung zu bestimmten Gelenklokalisationen,
2. Berücksichtigung der Anzahl der implantierten Zylinder, sowie
3. dem Alter,
4. dem Geschlecht und nicht zuletzt
5. Abhängigkeit von der Genese der Knorpeldefekte.

Im untersuchten Patientenkollektiv wurden die Defekte mit ein bis sieben Knorpel-Knochen-Transplantaten gedeckt, im Durchschnitt mit 2,7 Zylindern. Die kleinste implantierte Fläche war 0,7 cm<sup>2</sup>, die größte 7,6 cm<sup>2</sup>, im Durchschnitt 2,56 cm<sup>2</sup>. Es zeigte sich, dass auch die Patienten, die mit einer hohen Anzahl von implantierten Zylindern zur Deckung einer großen Arthrosefläche versorgt wurden, von der Behandlung profitierten.

Die erste offene osteochondrale Transplantation bei Osteochondrosis dissecans wurde 1964 von Wagner (59) beschrieben. Die anfänglich viel versprechenden Resultate dieses neuen Behandlungsverfahren (70% gute Ergebnisse) führten jedoch in 30 % zur allmählichen Verschlechterung (58). Dieser große Unterschied zu derzeitigen Ergebnissen lässt darauf schließen, dass der damalige Umgang mit der Technik der Mosaikplastiken oder der „multiplen OATS“ mit den späteren und heutigen Therapieverfahren nicht zu vergleichen sind.

Bobic (13,14,15) und Hangody et al. (27,28,29) berichteten 1996 von der erfolgreichen autologen KKT mit Hilfe des entwickelten spezifischen Instrumentariums nahezu zeitgleich. Bobic transplantierte wenig große Zylinder, Hangody et al. viele kleine Einzelzylinder.

Bobic (13) berichtete über 83 % gute Resultate mit 3-5 Zylindern mit jeweils 0,5-1,0 cm im Durchmesser und 1,5-2,0 cm Länge. Der Durchmesser des Knorpeldefektes betrug 1,0-2,2 cm.

Bei der mittlerweile im Bereich des Kniegelenkes häufig angewandten Mosaikplastik bzw. OATS- Technik werden mit einem speziellem Instrumentarium Knorpel-Knochenzylinder von 0,4-1,2 cm

Durchmesser bei einer Länge von etwa 1,5-2,5 cm entnommen und in das vorbereitete Empfängerlager im Defektbereich eingebracht. Hangody et al. (31) empfiehlt inzwischen aufgrund seiner Erkenntnisse mit sehr großem Patientenkollektiv und Nachbeobachtungszeiten von 10 Jahren eine Indikationsbegrenzung für die Mosaikplastik auf Defekte von max. 4 cm<sup>2</sup> Ausdehnung.

Im Gegensatz zu Hangody, Bobic und Wang (63) versorgte Mayr HO et al. (49) die Defektzonen der Osteochondrosis dissecans nicht mit kleinen Zylindern, sondern verwendete Stanzzyylinder mit großem Durchmesser (0,8-1,1cm). Diese wurden teilweise in überschneidender Technik implantiert. Dadurch entstanden wenige kleine Zwischenräume. In großen Spalträumen bildet sich Faserknorpel mit geringem Proteoglykangehalt, der nicht die physiologischen Eigenschaften des hyalinen Knorpel aufweist ( 23).

In unserer Untersuchung wurden die Ergebnisse bei unterschiedlichen Transplantationslokalisationen des Knies untersucht: die besten Resultate erzielte die Behandlung der lateralen Femurkondyle (mit einer Besserung im Womac-Index um 69%), gefolgt von der medialen Kondyle (Verbesserung von 51%) und der Transplantation retropatellarer Defekte (Verbesserung von 31%).

Der am erfolgreichsten zu deckende Defekt ist nach Liebau et al. (41) eine relativ kleine (Durchmesser 1,2-2,0 cm) chondrale Läsion. Bei richtiger Indikationsstellung und sorgfältiger Operation darf erwartet werden, dass die Überlebenszeit der KKT-Zylinder mit der Haltbarkeit einer Knieendoprothese konkurrieren kann (27, 51).

Nach Bruckner et al. (18) sind die Grenzen der OATS-Technik bei osteochondralen Defekten größer als 4-5 cm<sup>2</sup> erreicht.

Auch Gaissmaier et. al. (24) schließen sich der Meinung an, dass die Grenzen der Methode je nach Defektlokalisierung und (individueller) Gelenkgröße spätestens bei etwa 3-4 cm<sup>2</sup> erreicht werden, da beim Einbringen mehrerer Zylinder die Gefahr einer sekundär pathologisch wirksamen Stufenbildung zwischen den Oberflächen der einzelnen Spenderzylinder ggf. erheblich zunimmt (18,37). Die klinischen Ergebnisse bei kleinen und mittleren Defektgrößen sind mittelfristig als gut zu betrachten (14,18,24,37). Minas (52) und Wirt et al. (62) empfahlen die Mosaikplastik für osteochondrale Defekte bis zu einer Größe von 1-2 cm<sup>2</sup>, Erggelet et al. (21) bis zu 3 cm<sup>2</sup>, Marco et al. (46) bis zu 3,5 cm<sup>2</sup> und Hangody et al. (29) von bis zu 4 cm<sup>2</sup> Fläche.

Sehr große Defekte im Femurkondylus mit einer Größe von 53,2 cm<sup>2</sup> wurden bei 10 Patienten mit Osteochondrosis dissecans von Outerbridge et al. (53) mit Transplantaten aus der Patellafacette behandelt. Alle Patienten waren nach einem Follow-up von 6,5 Jahren mit dem Ergebnis zufrieden. Über gute Kurzzeitergebnisse berichteten auch Attmanspacher et al. (2, 3) bei der Behandlung von Patienten mit Knorpelschäden in der Hauptbelastungszone des Femurkondylus sowie am oberen Sprunggelenk (medialer, lateraler Talus) mit einer Defektgröße von 1,2-2,3 cm im Durchmesser (im Durchschnitt 1,5 cm). Es wurden im Durchschnitt 1,8 Zylinder transplantiert und aus Sorge vor Instabilitäten nie mehr als 3 Zylinder. Das Durchschnittsalter lag bei 36 Jahren.

Außerordentlich gut bewerte in unserer Untersuchung der Patient sein Ergebnis, bei dem die größte implantierte Fläche von 8,0 cm<sup>2</sup> behandelt wurde. Vor der Operation wurde ein Womac-Index von 172,00 Punkten angegeben und eine Länge auf der VAS-Scala

von 8,4 cm. Nach der KKT wurde ein Womac-Index von 40 ermittelt, (eine Veränderung von 76,74%) und ein VAS-Score von 3,1 cm (eine Veränderung von 63,10%).

Die weitere Studie von Baltzer et al. (5) untersuchte kürzlich die Behandlung von osteochondralen Verletzungen am Talus. Die zur Deckung benötigten Transplantatzylinder wurden aus dem ipsilateralen Knie entnommen. Die Nacharthroskopie nach 10 Monaten zeigte einen vollständigen Knorpelanschluß. Nach 3,5 Jahren waren sportliche Maximalbelastungen wie Marathon, Triathlon und Volleyball wieder möglich. Dies lässt unter anderem darauf schließen, dass die Morbidität im Spenderbereich lateraler/kranialer Kondylus zumindest mittelfristig zu vernachlässigen ist.

Falls bei zunehmender Defektgröße keine Mosaikplastik durchgeführt wird, bildet sich nicht selten ein fibrinöses Füllgewebe zwischen den Zylindern aus. Außerdem ist es schwierig bei großen Defekten, wie bereits erwähnt, die erforderliche Oberflächenkongruenz zu erzeugen, was sekundär zum Zylinderversagen führen kann. Als mögliche Ursachen führen verschiedene Autoren Passungenauigkeiten der Stanzzylinder, Mangel an Stabilität des Transplantats, Reaktionen der Synovialis, Alter des Patienten und die Größe der Transplantate an (25, 27, 50). Bei größeren Defekten ist auch die Morbidität an der Entnahmestelle nicht zu unterschätzen. Die Ergebnisse der Umfrage von Lürring et al. (45) deuten auf einen favorisierten Indikationsbereich in deutschen unfallchirurgischen und orthopädischen Kliniken von zurzeit bis zu 3 cm<sup>2</sup> Fläche hin.

Ein Hauptproblem der transplantierten osteochondralen Zylinder ist die Beschaffenheit der Knorpeloberfläche, da die Zylinder aus einem



Bereich mit anderer Oberflächenformation entnommen wurden. Das Schicksal des Knorpels wird maßgeblich von der Passform des Zylinders und der Kongruenz der Oberfläche bestimmt. Ist dieses nicht der Fall, kommt es zur Ausbildung von Bindegewebe. Dieses Problem wurde von Matsusue et al. (48) über die Implantation mehrerer kleiner Autografts im Sinne einer Mosaikplastik umgangen. Es wurde ein 1,5 cm großer Knorpeldefekt des medialen Femurkondylus mit 3 Zylindern gefüllt. Nach zwei Jahren wurde eine komplette Knorpeloberfläche nachgewiesen. Die nach zwölf Wochen durchgeführte Kontrollarthroskopie zeigte, dass der ursprünglich vorhandene Defekt mit vitalem Knorpel gedeckt war und dieser sich gleichmäßig in die vorhandene Knorpeloberfläche integrierte. Die zweite Arthroskopie, zwei Jahre nach der Knorpel-Knochen transplantation, ergab einen vollständigen Knorpelüberzug in diesem Bereich, der sich vom umliegenden Bereich kaum abgrenzte. Die nach drei Jahren durchgeführte Röntgenuntersuchung diagnostizierte nur einen schmalen Arthrosebereich im Bereich der medialen Femurkondyle, das patellare Gleitlager erschien unverändert zum präoperativen Befund. Der Patient konnte ohne Probleme wieder seine gewohnten sportlichen Aktivitäten (Golf, Tennis, Skifahren) aufnehmen.

Schillians et al. (55) untersuchten die Knorpelregeneration bei kindlichen osteochondralen Abscherfrakturen. Es zeigte sich, dass der Knorpel bei Kindern noch die Fähigkeit zur spontanen Regeneration aus dem Stammzellager aufweisen kann.

In einer prospektiven Studie mit 40 Patienten verglichen Horas et al. (34) die ACT mit der KKT. 20 Patienten im Durchschnittsalter von 31,4 Jahren wurden mit einer autologen Chondrozytentransplantation, die anderen 20 Patienten im Durchschnittsalter von 35,4 Jahren mittels KKT versorgt. Alle

Patienten hatten einen Knorpeldefekt in der mittleren Größe von 4,4 cm<sup>2</sup>. Die Defekte befanden sich hauptsächlich über dem medialen, weniger über dem lateralen Femurkondylus. Nur einmal war das femuropatellare Gleitlager betroffen. Das klinische Ergebnis ergab für beide Gruppen ähnliche Ergebnisse, wobei die ACT-Gruppe eine längere Rehabilitationszeit benötigte. Die größten Unterschiede wurden histomorphologisch in den Kontrollbiopsien beobachtet: die Biopsien nach ACT zeigten eine Defektfüllung vornehmlich mit Faserkorpel, wobei sich basisnah begrenzte Areale mit hyalinähnlichen Knorpelregeneraten nachweisen ließen, eine Veränderung der Transplantate nach KKT wurde nicht gesehen .

In einer 1999 veröffentlichten Studie (36) bei einem Mindest-Follow-up von 12 Monaten mit 17 Patienten im Alter von 17-55 Jahren wurden bis zu 6 Zylinder in verschiedene Bereiche (Femurkondylus, Patella, Talus, Trochlea femoris und Capitulum humeri ) transplantiert. Im Verlauf konnte kein sicherer Zusammenhang zwischen Größe des Defektes, Zahl der transplantierten Zylinder, Ätiologie der Läsion, Alter des Patienten und dem klinischen Ergebnis festgestellt werden . Die mangelnde Aussagekraft ist daher vermutlich auf das inhomogene Studiendesign der Autoren zurückzuführen.

In unserer Studie zeigte die Auswertung unserer Patientendaten mit unterschiedlichen Implantationsflächen von 1 cm<sup>2</sup> bis 7 cm<sup>2</sup> eine fast gleiche Verbesserung im Womac-Index und VAS-Score um 40 % nach sieben bis 45 Monaten. Dies lässt darauf schließen, dass bei sorgfältiger Durchführung der OP-Technik grobe Stufenbildung auch bei größeren Defekten vermieden werden kann. Zudem lässt dieses Ergebnis die Schlussfolgerung zu, dass die Morbidität der Zylinderentnahmestellen von untergeordneter Bedeutung ist.

Bei unfallbedingten Knorpeldefekten mit einer mittleren Größe von 4,4 cm<sup>2</sup> am medialen Femurkondylus und am lateralen Femurkondylus zeigte die osteochondrale Zylindertransplantation in der Untersuchung von Horas et al. (34) gute Ergebnisse und keine histomorphologisch erkennbare Veränderung der Transplantate .

Gute Ergebnisse (Womac-Index-51%) erzielte in unserer Untersuchung die Behandlung der Patienten, bei denen die Ursache der Arthrose unbekannt war. Patienten, bei denen ein Trauma als Grund des Knorpelschadens angegeben wurde, empfanden hingegen eine Verbesserung der Beschwerden von lediglich 10%.

Nach Bobic (13) ist die „ideale“ chondrale Läsion ein relativ kleiner (1,2-2,0 cm) im Durchmesser) durchgängiger chondraler Defekt. Dieser Läsionstyp ist relativ häufig in der Belastungszone des medialen Femurkondylus des Kniegelenkes bei fehlendem vorderem Kreuzband. 1996 veröffentlichte Bobic (13) eine Studie von 12 Patienten mit fehlendem vorderem Kreuzband bei kompletten Knorpeldefekten der Femurkondyle mit einem Durchmesser von >10 mm. Bei einer Second-look-Arthroskopie bei 10 Patienten konnte ein zufrieden stellendes Transplantat festgestellt werden. Gewebeproben setzten sich aus normalem hyalinen Knorpel zusammen (21).

Die Behandlung der Knorpelschäden retropatellarer Lokalisation bewertete die von uns untersuchte Patientengruppe im Gegensatz zur Medialen-, Lateralen- und Mischlokalisierung mit einer Verbesserung der Beschwerden von 30 %.

Aufgrund guter Ergebnisse konnte im Rahmen der Studie von Liebau et al. (42) die Indikationsstellung der autologen KKT bei einem Patientenalter von maximal 65 Jahren (im Durchschnitt bei 37,8) und bei der Implantation von nicht mehr als 3 Zylindern auf

umschriebene degenerative Knorpeldefekte der Femurkondylen, der Trochlea femoris und retropatellare Bereiche erweitert werden .

Der Einsatz des OATS bei Osteonekrosen des medialen Femurkondylus (Morbus Ahlboeck) verdient besondere Beachtung.

Die Untersuchung von Attmanspacher et al. (2,3) zeigte eine rasche Schmerzreduktion und eine ausreichende knöcherne Durchbauung des KK-Defektes in der Hauptbelastungszone des medialen Femurkondylus .

Sowohl kurz- bis mittelfristige (2,3,11,12,36) als auch langfristige (48,72) Ergebnisse mit Nachuntersuchungszeiten von bis zu neun Jahren zeigen gute Resultate bei 70 bis 90 % der Patienten, mit besseren Ergebnissen bei chondralen gegenüber osteochondralen und femoralen gegenüber retropatellaren Defekten. Laprell u. Petersen (40) publizierten 2001 erstmalig Langzeitergebnisse mit einem Follow-up von 6-12 Jahren, wobei die 35 Patienten ermutigende Resultate mit guten funktionellen Ergebnissen erzielten. Die Spenderzylinder wurden mittels eines „diamond bone cutting system“ aus der dorsalen Kondylenregion gewonnen .

In einer mittelfristigen Kontrolluntersuchung von Baltzer et al. (4) nach OATS und Mosaikplastiken am Sprunggelenk zeigte die Analyse der Methodik folgende Ergebnisse:

- 1.) histologisch konnte hyaliner Knorpel nachgewiesen werden,
- 2.) die Nacharthroskopie zeigte eine Defektdeckung, die sich
- 3.) bei der Austastung als stabil erwies, und zeigte
- 4.) fibrinöses Füllgewebe zwischen den Zylindern.

Auch Hangody et al. (30) konnten nach der KKT am Talus nach mehr als zwei Jahren sehr gute klinische Ergebnisse aufweisen. Die sportlichen Aktivitäten der behandelten Patienten konnte in vollem Umfang wieder aufgenommen werden.

#### 4.1 Schlussfolgerung

Die Auswertung der Ergebnisse der Untersuchung zeigt, dass auch Patienten hoher Altersgruppen (>50 und >60 Jahren) von der Knorpel-Knochen-Transplantation profitieren. Der Erfolg der Behandlung unseres untersuchten Patientenkollektivs ist unabhängig vom Geschlecht. Auch die Implantation von höheren Zylinderzahlen und großen Zylinderflächen zeigen gute Ergebnisse. Die KKT der lateralen oder medialen Femurkondyle ergibt bekanntlich bessere Ergebnisse als die Behandlung der retropatellaren Knorpelschäden und der Transplantation an verschiedenen Lokalisationen des Kniegelenkes. Patienten, deren Ursache des Knorpelschadens eine primäre Arthrose darstellt, bewerten den Erfolg der Behandlung als sehr positiv.

Aufgrund unserer Ergebnisse stellt die Knorpel-Knochen-Transplantation, auch außerhalb der bisher diskutierten klassischen Indikationskriterien, eine gute Behandlungsmöglichkeit dar.

Unter Berücksichtigung der sich zurzeit gleichermaßen entwickelnden alternativen Verfahren, wie u.a. die ACT und MACT, sind Therapieverfahren vorhanden, die den Anspruch erheben, hyaline Knorpelflächen dauerhaft zu rekonstruieren. Aus diesem Grunde sollten die Therapieverfahren sich ergänzen und nicht in Konkurrenz stehen, um weitere Therapieziele zu ermöglichen und Indikationskriterien zu erweitern. Insgesamt sollte bei dauerhafter Knorpeldeckung ein hoher Anspruch an den hyalinen Aufbau der Knorpeldecke gestellt werden, um langfristig gute Ergebnisse zu generieren.

Bei richtiger Indikationsstellung und sorgfältiger OP-Technik ist die Knorpel-Knochen-Transplantation unabhängig vom Geschlecht eine Behandlungsmöglichkeit der Knorpelschäden der medialen und lateralen Femurkondylen, aber auch der retropatellaren Regionen. Eine gleichzeitige Versorgung verschiedener Bereiche des Knies ist möglich. Gute Ergebnisse sind auch bei der Implantation höherer Zylinderzahlen zur Deckung großflächiger Knorpeldefekte zu erreichen. Eine erfolgreiche Behandlung ist bei traumatischen Ursache und Arthrose unklarer Genese möglich.

## 5.0 Literaturverzeichnis

- (1) Altman RD, Moskowitz R (1998) Intraarticular sodium hyaluronate (Hyalgan) in the treatment of patients with osteoarthritis of the knee: A randomized clinical trial. *J Rheumatol* 25: 2203-2212
- (2) Attmanskpacher W, Dittrich V, Stedtfeld HW (2000) Erfahrungen in der arthroskopischen Therapie von chondralen und osteochondralen Defekten am Kniegelenk mit dem OATS. *Zentralblatt Chir* 125: 494-499
- (3) Attmanskpacher W, Dittrich V, Stedtfeld HW (2000) Klinische Erfahrungen und kurzfristige Ergebnisse mit OATS. *Arthroskopie* 13: 103-108
- (4) Baltzer AWA, Becker C, Liebau C, Krauspe R, Merk HR (2000) KKT am oberen Sprunggelenk. *Arthroskopie* 13:109-112
- (5) Baltzer AWA, Arnold JP (2005) Bone-cartilage transplantation from the ipsilateral knee for chondral lesions of the talus. *Arthroscopy* 21:159-66
- (6) Barr S, Bellamy N, Buchanan WW, Chalmers A, Ford PM, Kean WF, Kraag GR, Gerez-Simon E, Campbell J (1994) A comparative study of signal versus aggregate methods of outcome measurement based on the WOMAC Osteoarthritis Index. *J Rheumatol* 21: 2106-2112
- (7) Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW (1988) Validation study of WOMAC: A health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 15: 1833-1940
- (8) Bellamy N, Goldsmith CH, Buchanan WW, Campbell J, Duku E (1991) Prior score availability: Observations using the WOMAC osteoarthritis index. *Br J Rheumatol* 30: 150-151

- (9) Bellamy N (1995) WOMAC Osteoarthritis Index. A user`s guide. University of Western Ontario, London, Ontario, Canada
- (10) Bellamy N, Campbell J, Stevens J, Pilch L, Stewart C, Mahmood Z (1997) Validation study of a computerized version of the Western Ontario and McMaster Universities VA3.0 Osteoarthritis Index. *J Rheumatol* 24: 2413-2415
- (11) Bentley G, Biant LC, Carrington RW, Akmal M, Goldberg A, Williams AM, Skinner JA, Pringle J (2003) A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaikplasty for osteochondral defect of the knee. *J Bone J Surg (Br)* 85:223-230
- (12) Bobic V (1995) Arthroscopic osteochondral autograft transplantation in acl rekonstruktion: a preliminary study. *J Jpn Orthop Assoc* 69: 369
- (13) Bobic V (1996) Arthroscopic osteochondral autograft transplantation in anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 3:262-264
- (14) Bobic V (1996) Arthroscopic osteochondral autograft transplantation in anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary clinical study. *J Bone Joint Surg (Br) (Suppl I)* 78:59
- (15) Bobic V (1996) An update on arthroscopic osteochondral autograft transplantation in acl reconstruction. Paper on the 22<sup>nd</sup> annual meeting of AOSSM. Lake Buena Vista, June 16-20
- (16) Bös L, Ellermann A (2003) Indikation und Ergebnisse der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation (Mosaikplastik). *Dt. Zeitschrift für Sportmedizin Jahrg.54 Nr. 6*:222-224
- (17) Brittberg M, Lindhal A, Nilsson A, Ohlsson C, Isaksson O, Peterson L (1994) Treatment of deep cartilage defects in the knee



with autologous chondrocyte transplantation. N Engl J Med. 331: 889-895

(18) Bruckner P, Agneskircher JD, Burkart A, Imhoff AB (2002) Mega-OATS Technik und Ergebnisse. Unfallchirurg 105:443-449

(19) Bruns J, Kersten P, Silbermann M et al. (1997) Cartilage-flow phenomenon and evidence for it in perichondral grafting. Arch Orthop Trauma Surg 116. 66-73

(20) Creamer P, Lethbridge-Cejku M, Hochberg MC (1999) Determinants of pain severity in knee osteoarthritis: Effect of demographic and psychosocial variables using 3 pain measures. J Rheumatol 26: 1785-1792

(21) Erggelet C (1999) Perspektiven der Knorpelregeneration. Implant 2:7-9

(22) Fuchs S, Friedrich M (2000) Beeinflussungsmöglichkeiten von Kniegelenkscores. Unfallchirurg 103:44-50

(23) Desjardins MR, Hurtig MB, Palmer NC (1991) Heterotopic transfer of fresh and cryopreserved autogenous articular cartilage in the horse. Vet Surg 20:434-445

(24) Gaissmaier C, Fritz J, Mollenhauer J, Schneider U, Marlovits S, Anders J, Schewe B, Weise K (2003) Verlauf klinisch symptomatischer Knorpelschäden des Kniegelenkes-Ergebnisse ohne und mit biologischer Rekonstruktion. Dtsch Ärztebl Jg 100: A 2448-2453

(25) Ghazavi MT, Pritzker KP, Davis AM, Gross AE (1997) Fresh osteochondral allografts for post-traumatic osteochondral defects of the knee. J Bone Joint Surg Br 79:1008-1013

(26) Grifka J, Krämer KL (2002) Gonarthrose. Dt.Ges.f.Orthopädie u. orthopäd. Chirurgie + BV d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg) Leitl. der Orthopädie. Dt. Ärzte-Verlag, 2 Aufl., Köln

- (27) Hangody L, Kish G, Karpati Z, Szerb I, Udvarhelyi I (1997) Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects: A preliminary report. *Knee Surg SportsTraumatol Arthrosc* 5:262-267
- (28) Hangody L, Kish G, Karpati Z, Eberhardt R (1997) Osteochondral plugs: autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of focal chondral and osteochondral articular defects. *Operat Techn Orthop* 7: 312-322
- (29) Hangody L, Kish G, Karpati Z, Udvarhelyi I, Szigeti I, Bely M (1998) Mosaicplasty for the treatment of articular cartilage defects: application in clinical practice. *Orthopedics* 21: 751-756
- (30) Hangody L, Kish G, Modis L, Szerb I, Gaspar L, Dieszegi Z, Kendrick Z (2001) Mosaicplasty for the treatment of osteochondritis dissecans of the talus: two to seven year results in 36 patients. *Foot Ankle Int.* 22:552-558
- (31) Hangody L, MD, PHD, DSC, Fules P (2003) Autologous osteochondral mosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weight-bearing joints: ten years of experimental and clinical experience. *J Bone Joint Surg (Am)* 85 (Suppl2): 25-32
- (32) Hangody L, Karpati Z, Szerb I, Eberhart R (1996) Autologous osteochondral mosaic like graft technique for the replacing weight bearing cartilage defects. Abstract, 7<sup>th</sup> Congress of the ESSKA, Budapest, Hungary
- (33) Hangody L. (1997) Erfahrungen mit der Mosaik-Plastik bei Knorpelschäden, Vortrag 46. Jahrestagung Nd. Orthopäden, Bremen
- (34) Horas U, Schnettler R, Pelinkovic D, Herr G, Aigner T (2000) Knorpelknochen transplantation versus autogene Chondrozytentransplantation. Eine prospektiv vergleichende Studie. *Chirurg* 71:1090-1097

- (35) Huskisson EC (1974) Measurement of pain. Lancet 9: 1127-1131
- (36) Imhoff AB, Öttl GM, Burkart A, Traub S (1999) Osteochondrale autologe Transplantation an verschiedenen Gelenken. Orthopäde 28:33-44
- (37) Jakob RP, Franz T, Gautier E, Mainil-Varlet P (2002) Autologous osteochondral grafting in the knee: Indication, results and reflections. Clin Orthop 401: 170-184
- (38) Johnson LL (1991) Arthroscopic abrasion arthroplasty. McGinty JB (ed) Operative Arthroscopy, Raven Press, New York, pp319-324;
- (39) Landon GC, Galante JO, Casini J. (1985) Essay on total knee arthroplasty. Clin Orthop 192: 69-74
- (40) Laprell H, Peterson W (2001) Autologous osteochondral transplantation using the diamond bone-cutting system (DBCS): 6 to 12 years follow up of 35 patients with osteochondral defects at the knee joint. Arch Orthop Trauma Surg 121:248-253
- (41) Liebau C, Krämer R, Haak H, Baltzer AWA, Arnold J, Merk HR, Krauspe R (2000) Technik der autologen KKT am Kniegelenk. Arthroskopie 13: 94-98
- (42) Liebau C, Baltzer AWA, Arnold J, Bartmann T, Behnke B, Koch H, Merk HR (2003) Erfahrungen nach 150 Knorpel-Knochen-Transplantationen am Kniegelenk: Eine prospektive Ergebnisanalyse. Zentralbl Chir 128: 511-516
- (43) Löhnert J, Ruhnau, Gossen A, Bernsmann K, Wiese M (1999) Autologe Chondrozytentransplantation (ACT) im Kniegelenk. Arthroskopie(1999) 12:34-42
- (44) Lübbers C, Siebert WE (1996) Arthroskopische Holmium-YAG-Laseranwendung im Vergleich zur konventionellen Anwendungen am Kniegelenk. Orthopäde 25: 24-72

- (45) Lüring C, Anders S, Bähis H, Perlick L, Tingart M, Grifka J (2004) Gegenwärtige Praxis der Behandlung von Knorpelschäden am Kniegelenk-Ergebnisse einer deutschlandweiten Umfrage an unfallchirurgischen und orthopädischen Kliniken. *Z Orthop* 142:546-552
- (46) Marco F, Lopez-Oliva F, Fdez Fdez-Arroyo JM, Pedro JA de, Perez AJ, Leon C, Lopez-Duran I (2003) Osteochondral allografts for the osteochondritis dissecans and osteonecrosis of the femoral condyles. *Int Orthop* 17: 104-108
- (47) Marlovits S, Kutscha-Lissberg F, Aldrian S, Resinger C, Singer P, Zeller P, Vecsei V (2004) Autologe Chondrozytentransplantation zur Behandlung von Knorpeldefekten des Kniegelenkes-Techniken und Ergebnisse. *Radiologe* 44: 763-772
- (48) Matsusue Y, Yamamuro T, Hama H (1993) Arthroscopic multiple osteochondral transplantation to the chondral defect of the knee associated with anterior cruciate ligament disruption. *Arthroscopy* 9:318-321
- (49) Mayr HO, Grape T, Münch EO, Wiedemann E, Tröger M, Plitz W (2003) Die autologe Knorpel-Knochen-Transplantation bei Osteochondrosis dissecans des medialen Femurkondylus. *Arthroskopie*
- (50) Merk H.R (2000) Knorpelersatz. *Arthroskopie* 13.93
- (51) Messner K, Maletius W (1996) The long-term prognosis for severe damage to weight-bearing cartilage in the knee. A 14-year clinical and radiographic follow-up in 28 young athletes. *Acta Orthop Scand* 67:165-168
- (52) Minas T (1998) Chondrocyte implantation in the repair of chondral lesions of the knee: economics and quality of life. *Am J Orthop* 27: 739-744

- (53) Outerbridge HK, Outerbridge AR, Outerbridge RE (1995) The use of a lateral patellar autologous graft for the repair of a large osteochondral defect of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 77:65-72
- (54) Petersen L, Minas T, Brittberg M, Nilsson A, Sjogren-Jansson E, Lindahl A (2000) Two to 9-year outcome after autologous chondrocyte transplantation of the knee. *Clin Orthop* 374:212-234
- (55) Schillians N, Baltzer AWA, Liebau C, Merk HR, Krauspe R (2001) Osteochondrale Abscherfrakturen bei Kindern- eine Falldarstellung unter kritischer Wertung der Literatur. *Zbl Chir* 126: 233-236
- (56) Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK., Rodrigo JJ (1999) Die Technik der Mikrofrakturierung zur Behandlung von kompletten Knorpeldefekten im Kniegelenk. *Orthopäde* 28:26-32
- (57) Steinwachs MR, Kreuz PC (2003) Kombination knorpelrekonstruktiver Verfahren. *ZOrthop* 141:625-628
- (58) Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W, Theiler R (1996) Evaluation einer deutschen Version des WOMAC (Western Ontario und McMaster Universities) Arthroseindex. *Z Rheumatol* 55: 40-49
- (59) Tippet JW (1991) Articular cartilage drilling and osteotomy in osteoarthritis of the knee. Ginty JB(ed) *Operative arthroscopy*. New York, Raven Press, 325-339
- (60) Wagner H (1964) Operative Behandlung der Osteochondrosis dissecans des Kniegelenk. *Z Orthop* 98:333-335
- (61) Wagner H (1972) Möglichkeiten und klinische Erfahrung mit der Knorpeltransplantation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 110:708-715
- (62) Weise K, Krackhardt T, Gaissmaier C (2000) Die operative Behandlung von Gelenkknorpeldefekten unter besonderer Berücksichtigung der autologen Knorpelzelltransplantation: Grundlagen-Ergebnisse-Ausblicke. *Op-Journal* 16:150-159

(62) Wirth T, Rauch G, Schuler P, Griss P (1991) Das autologe Knorpel-Knochen-Transplantat zur Therapie der Osteochondrosis dissecans des Kniegelenks. Z Orthop Ihre Grenzgeb 129:80-84

(63) Wang CJ (2002) Treatment of focal articular cartilage lesions of the knee with autogenous osteochondral grafts. A 2- to 4 years follow up study. Arch Orthop Trauma Surg 122:169-172

## 6.0 Anhang

KKT	<b>K</b> norpel- <b>K</b> nochen <b>t</b> ransplantation
ACT	<b>A</b> utologe <b>C</b> hondrocyte <b>t</b> ransplantation
MACI	<b>M</b> atrix-gekoppelte autologe <b>C</b> hondrozyte <b>n</b> implantation
MACT	<b>M</b> atrix-gekoppelte- <b>a</b> utologe <b>C</b> hondrozyte <b>n</b> transplantation
OCT	<b>O</b> steochondral <b>c</b> ylinder <b>t</b> ransplantation
OATS	<b>o</b> steochondral <b>a</b> utograft <b>t</b> ransfer system (Instrumentarium)
OD	<b>O</b> steochondrosis <b>d</b> issecans

,

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Dissertation selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, daß ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und daß eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Datum

Uedem, den 15.05.2007

Unterschrift

Hubert P. Terheiden



## Lebenslauf

Name: Hubert Peter Terheiden  
Wohnort: 47589 Uedem  
Straße: Am Lindchen 7

### Persönliche Angaben:

Familienstand: ledig  
Staatsangehörigkeit: deutsch  
Geburtsdatum: 01.03.1965  
Geburtsort: Goch  
Religion: röm./katholisch

### Schulbildung:

1971-1982 Grund – und Hauptschulbildung

### Berufsausbildung:

1982-1986 Krankenpflegeausbildung in der  
Grenzlandkrankenpflegeschule  
Niederrhein einschließlich Krankenhausjahrespraktikum  
1986-1987 Berufstätigkeit als Krankenpfleger (Unfallchirurgie)  
im Wilhelm-Anton-Hospital Goch  
1987-1988 Berufstätigkeit als Krankenpfleger im  
Bundeswehrzentralranken-  
Haus Koblenz (anästhesiologische Intensivstation) im  
Rahmen des Grundwehrdienstes  
1988-1989 Berufstätigkeit als Krankenpfleger (Allgemeinchirurgie)  
1989- 1991 Berufstätigkeit als Krankenpfleger (Anästhesie- Intensivmedizin)  
mit Abschluss der Fachpflegeausbildung im Klinikum Krefeld

### schulische Weiterbildung und berufliche Tätigkeit:

1991-1994 Friedrich-Spee-Kolleg Neuss  
Erlangen der Fachhochschulreife

### Studium:

1994-2001 Studium der Humanmedizin an der Heinrich-Heine-  
Universität Düsseldorf  
2001-2005 Arzt im Praktikum und Weiterbildungsassistentenarzt im

St.-Antonius-Hospital-Kleve in der Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin

seit 2005      Weiterbildungsassistentenarzt im  
St.-Agnes-Hospital-Bocholt gGmbH in der Klinik für Anästhesie,  
Operative Intensivmedizin und Schmerztherapie

Udem, den 15.05.2007

Hubert P. Terheiden

## **Danksagung**

Dank sagen möchte ich folgenden Personen für die große Unterstützung bei der Anfertigung dieser Dissertation:

Herrn Prof. Dr. H. Merk, Herrn PD. Dr. A. Lahm und seinen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie der Universität Greifswald für die Möglichkeit der Aufnahme der Patientendaten,

**Herrn PD Dr. A. Baltzer** für die fachliche Unterstützung und konstruktive Kritik und sehr gute Zusammenarbeit,

Herrn Thomas Messner für die Unterstützung bei der EDV.