

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Winkelmann

# Coventry-Osteotomie vs. Hemikallotaxis

Ein operationsnaher radiologischer und klinischer Vergleich  
von 48 Operationen

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Vortkamp, Ulrich

aus Essen

2006

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. R. Rödl

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. W. Heindel

Tag der mündlichen Prüfung: 15.05.2006

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Winkelmann  
Referent: Priv.-Doz. Dr. R. Rödl  
Koreferent: Univ.-Prof. Dr. W. Heindel

### **Zusammenfassung**

Coventry-Osteotomie vs. Hemikallotasis  
Ein operationsnaher radiologischer und klinischer Vergleich von 48 Operationen  
von Ulrich Vortkamp

Valgisierende Tibiakopfoosteotomien sind auch heute noch Verfahren der Wahl bei der Behandlung medialer Gonarthrose aktiver Patienten. Maßgebend für den Erfolg ist auch das exakte Erreichen der therapeutischen Überkorrektur der Beinachse. Die bereits seit Jahrzehnten etablierte aber operationstechnisch schwierige Coventry-Osteotomie ist daher oft modifiziert worden. Ein neueres Verfahren bei gleicher Indikation ist die protrahierte Valgisierung mittels Distraktionsfixateur (Hemikallotasis). Dies ist in der Literatur auch hinsichtlich anderer Aspekte als bessere Alternative beschrieben worden. Ziel dieser Arbeit war es, den propagierten Vorteil unter den Bedingungen einer Ausbildungsklinik anhand bewährter aber auch neuer klinischer und radiologischer Parameter zu überprüfen. So wurden insgesamt 23 Coventry-Osteotomien und 25 fixateurgestützte Tibiakopfoosteotomien, die wegen medialer Gonarthrose oder wegen eines idiopathischen Genu valgum durchgeführt worden waren, perioperativ untersucht. Zur Beurteilung der Operationsgenauigkeit wurde die Abweichung vom geplanten Hüft-Knie-Knöchel-Winkel gemessen. Hierbei scheint sich die für die Hemikallotasis vermutete höhere Genauigkeit trotz kleiner Gruppengröße zu bestätigen. Ein gruppenspezifischer Unterschied ließ sich jedoch mathematisch nicht beweisen ( $\alpha=0,155$ ). Allerdings war die Zahl der Komplikationen mit acht zu fünf Patienten hier etwas höher, wenn auch insgesamt im vorbeschriebenen zu erwartenden Rahmen. Teilweise waren diese durch Pin-Infektionen bedingt. Signifikant kürzer wiederum waren die Operationszeit und die postoperative stationäre Behandlungsdauer bei der fixateurgestützten Operation. Hinsichtlich der Größen "Operativer Blutverlust", "Zahl der Zweiteingriffe", "Antibiose" und "Analgetikaverabreichung" bestanden keine messbaren Unterschiede.

Im Ergebnis scheint die Coventry-Osteotomie gerade an Ausbildungskliniken als Operationsverfahren überholt. Die Hemikallotasis ist bei gleicher Indikation das operationstechnisch einfachere Verfahren und führt zu einer exakteren Valgisierung. Vorteilhaft ist auch die hier nachgewiesene kürzere Operationszeit und die kürzere stationäre Behandlungsdauer.

Tag der mündlichen Prüfung: 15.05.2006



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Die menschliche Beinachse</b> .....	<b>3</b>
2.1.1	Definitionen.....	3
2.1.2	Das Genu varum und seine Entstehung .....	4
<b>2.2</b>	<b>Genu varum und mediale Gonarthrose</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3</b>	<b>Therapie des Genu varum</b> .....	<b>7</b>
2.3.1	Allgemeine Therapiegrundsätze .....	7
2.3.2	Die Tibiakopfosteotomie in der Behandlung des Genu varum mit medialer Gonarthrose. ....	9
2.3.3	Die Coventry-Osteotomie .....	10
2.3.4	Valgisierende fixateurgestützte hohe Tibiakopfosteotomie .....	11
<b>2.4</b>	<b>Fragestellung</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Studientyp</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Untersuchungsgrößen</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Operationsmethoden</b> .....	<b>16</b>
3.3.1	Valgisierende Coventry-Osteotomie .....	16
3.3.2	Fixateurgestützte hohe Tibiakopfosteotomie.....	18
<b>3.4</b>	<b>Patienten</b> .....	<b>19</b>
3.4.1	Patientengruppe der Coventry-Osteotomie .....	19
3.4.2	Patientengruppe der fixateurgestützten hohen Tibiakopfosteotomie .....	20
<b>3.5</b>	<b>Ermittlung der radiologischen Parameter. Definition der bestimmten Winkel und Messvorgang</b> .....	<b>22</b>
<b>3.6</b>	<b>Erhebung der klinischen Parameter. Definition der Größen und Erhebungsweise</b> .....	<b>26</b>
3.6.1	Operationsdauer .....	26
3.6.2	Dauer der stationären Behandlung .....	27
3.6.3	Intraoperativer Blutverlust.....	27
3.6.4	Dauer der Analgesie.....	28
3.6.5	Antibiose.....	28
3.6.6	Art und Zahl notwendiger Zweiteingriffe .....	28
3.6.7	Postoperative Komplikationen .....	29
<b>3.7</b>	<b>Statistik</b> .....	<b>29</b>
3.7.1	Zusammenführen der Daten in einer Datenbank .....	29
3.7.2	Verwendete statistische Testverfahren .....	31
3.7.2.1	<i>Mann-Whitney-Wilcoxon-Test ("U-Test")</i> .....	31
3.7.2.2	<i>Chi-Quadrat-Test</i> .....	32
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Gruppe der Coventry-operierten Patienten</b> .....	<b>33</b>
4.1.1	Klinische Parameter .....	33
4.1.1.1	<i>Operationsdauer</i> .....	33
4.1.1.2	<i>Dauer der stationären Behandlung</i> .....	34

4.1.1.3	<i>Intraoperativer Blutverlust</i> .....	34
4.1.1.4	<i>Dauer der Analgesie</i> .....	35
4.1.1.5	<i>Antibiose</i> .....	36
4.1.1.6	<i>Art und Zahl der Zweiteingriffe</i> .....	36
4.1.1.7	<i>Komplikationen</i> .....	37
4.1.2	<b>Radiologische Parameter</b> .....	38
4.1.2.1	<i>Praeoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel</i> .....	38
4.1.2.2	<i>Postoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel</i> .....	39
<b>4.2</b>	<b>Gruppe der fixateurgestützt operierten Patienten</b> .....	<b>41</b>
4.2.1	<b>Klinische Parameter</b> .....	41
4.2.1.1	<i>Operationsdauer</i> .....	41
4.2.1.2	<i>Dauer der stationären Behandlung</i> .....	42
4.2.1.3	<i>Intraoperativer Blutverlust</i> .....	43
4.2.1.4	<i>Dauer der Analgesie</i> .....	43
4.2.1.5	<i>Antibiose</i> .....	44
4.2.1.6	<i>Art und Zahl Zweiteingriffe</i> .....	44
4.2.1.7	<i>Komplikationen</i> .....	45
4.2.2	<b>Radiologische Parameter</b> .....	46
4.2.2.1	<i>Praeoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel</i> .....	46
4.2.2.2	<i>Postoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel</i> .....	46
<b>4.3</b>	<b>Gruppen vergleichende Betrachtung und Test auf signifikante Unterschiede</b> .....	<b>49</b>
4.3.1	<b>Klinische Parameter</b> .....	49
4.3.1.1	<i>Operationsdauer</i> .....	49
4.3.1.2	<i>Dauer der stationären Behandlung</i> .....	50
4.3.1.3	<i>Intraoperativer Blutverlust</i> .....	51
4.3.1.4	<i>Dauer der Analgesie</i> .....	52
4.3.1.5	<i>Antibiose</i> .....	53
4.3.1.6	<i>Zweiteingriffe</i> .....	53
4.3.1.7	<i>Komplikationen</i> .....	54
4.3.2	<b>Radiologische Parameter</b> .....	55
4.3.2.1	<i>Praeoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel</i> .....	55
4.3.2.2	<i>Postoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel</i> .....	56
<b>4.4</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b> .....	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>59</b>
<b>5.1</b>	<b>Stellung der Osteotomieverfahren in der Behandlung der medialen Gonarthrose</b> .....	<b>59</b>
5.1.1	Allgemeines.....	59
5.1.2	Indikationsstellung zur hohen Tibiakopfosteotomie.....	60
5.1.3	Hohe Tibiakopfosteotomie versus primäre Arthroplastik.....	61
<b>5.2</b>	<b>Für und Wider: Coventry-Osteotomie versus additiver Osteotomie mittels Hemikallotasis</b> .....	<b>63</b>
<b>5.3</b>	<b>Diskussion der Messparameter und Einordnung der Ergebnisse in die Literatur</b> .....	<b>65</b>
5.3.1	Patienten.....	65
5.3.2	Operationsdauer.....	66
5.3.3	Intraoperativer Blutverlust.....	67

5.3.4	Verabreichung von Antibiotika und Analgetika .....	68
5.3.5	Dauer des postoperativen Stationsaufenthaltes .....	69
5.3.6	Komplikationen und Zweiteingriffe .....	70
5.3.6.1	<i>Betrachtung der Komplikationen in der Coventrygruppe</i> .....	70
5.3.6.2	<i>Betrachtung der Komplikationen in der Hemikallotasis-Gruppe</i> .....	74
5.3.7	Operationsergebnisse .....	77
5.3.7.1	<i>Operationsergebnisse in der Coventrygruppe</i> .....	78
5.3.7.2	<i>Operationsergebnisse in der Fixateur-Gruppe</i> .....	79
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>80</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>82</b>

# **Abbildungsverzeichnis**

## **Diagramme**

Diagramm 3.1	Coventry-OP: Geschlechtsverteilung und Operationsindikation .....	20
Diagramm 3.2	Hemikallotasis: Geschlechtsverteilung und Operationsindikation.....	21
Diagramm 4.1	Coventry-OP: OP-Dauer .....	33
Diagramm 4.2	Coventry-OP: Liegedauer.....	34
Diagramm 4.3	Coventry-OP: HB-Abfall .....	35
Diagramm 4.4	Coventry-OP: Analgesiedauer .....	36
Diagramm 4.5	Coventry-OP: HKKW vor OP .....	38
Diagramm 4.6	Coventry-OP: HKKW post OP.....	40
Diagramm 4.7	Hemikallotasis: OP-Dauer.....	41
Diagramm 4.8	Hemikallotasis: Liegedauer .....	42
Diagramm 4.9	Hemikallotasis: HB-Abfall.....	43
Diagramm 4.10	Hemikallotasis: Dauer der Analgesie .....	44
Diagramm 4.11	Hemikallotasis: HKKW vor OP.....	46
Diagramm 4.12	Hemikallotasis: HKKW post OP.....	48
Diagramm 4.13	Vergleich: OP-Dauer .....	49
Diagramm 4.14	Vergleich: Liegedauer .....	50
Diagramm 4.15	Vergleich: HB-Werte.....	51
Diagramm 4.16	Vergleich: Dauer der Analgesie .....	52
Diagramm 4.17	Vergleich: HKKW vor OP .....	55
Diagramm 4.18	Vergleich: Abweichung vom Zielwinkel.....	57

## **Tabellen**

Tabelle 4.1	Coventry-OP: OP-Ergebnisse.....	39
Tabelle 4.2	Hemikallotasis: Operationsergebnisse .....	48
Tabelle 4.3	Vergleich: Antibiose.....	53
Tabelle 4.4	Vergleich: Zweiteingriffe .....	53
Tabelle 4.5	Vergleich der Komplikationen .....	54
Tabelle 4.6	Vergleich: HKKW post OP.....	56

## **Zeichnungen**

Zeichnung 2.1	Beinachsen.....	3
Zeichnung 2.2	Mediale Gonarthrose und Varisierung .....	6
Zeichnung 2.3	Osteotomieverfahren.....	12
Zeichnung 3.1	Ermittlung der Beinachse (hier leicht valgisch).....	23
Zeichnung 3.2	Bestimmung der Femurlinie bei abgeschnittener Röntgenaufnahme.....	24
Zeichnung 3.3	Bestimmung der Tibialinie bei abgeschnittener Röntgenaufnahme.....	25

## **Danksagungen/Widmungen**

Meinen Eltern Ingrid Vortkamp und Paul Vortkamp.

# **1 Einleitung**

Innerhalb des letzten Jahrzehntes sind zunehmend positive Erfahrungen mit Knie-Endoprothesen in der chirurgischen Behandlung der Gonarthrose gemacht worden. Dennoch stehen auch andere erprobte Operationsverfahren weiterhin zur Auswahl.

Zur Therapie der unikompartimentalen medialen Gonarthrose werden seit über 40 Jahren valgisierende Tibiakopfosteotomien ausgeführt. Bei diesen Verfahren wird durch die Valgisierung der Beinachse im Kniebereich der arthrotische Gelenkanteil entlastet. Durch die valgische Überkorrektur wird die weitere Gelenkdestruktion verhindert und der bekannte Circulus virtiosus aus medialer Arthrose und zunehmender Varisierung durchbrochen. Im Vergleich zur Knie-Endoprothese ist das operierte Kniegelenk später voll belastbar, was besonders für sportlich aktive Patienten wichtig ist. Zudem bleibt die Option zur späteren Prothesenversorgung offen. Daher können diese Verfahren auch als „buying time concept“ angewandt werden, um bei jungen Patienten und immer noch limitierter Prothesenhaltbarkeit eine primäre Arthroplastik zu umgehen.

Bei der valgisierenden Tibiakopfosteotomie sind verschiedene Operationstechniken etabliert worden. Lange bekannt ist die Coventry-Osteotomie, bei der zur Valgisierung im Bereich des Tibiakopfes ein entsprechender Knochenkeil entnommen wird, dessen Basis nach lateral zeigt. Schwierigkeiten dieses Verfahrens sind die genaue praeoperative Bestimmung der notwendigen Keilgröße sowie die exakte intraoperative Ausführung der Osteotomie. Ein möglichst exaktes Erreichen der geplanten Überkorrektur ist für den Erfolg aber maßgebend. Unterkorrekturen führen zu Frührevarisierungen und entlasten den medialen Knieanteil unzureichend. Überkorrekturen verursachen neben kosmetischen Problemen auch eine Überbeanspruchung des lateralen Kniekompartimentes. Die Coventry-Osteotomie ist daher oft modifiziert worden. Ein neueres Verfahren ist die valgisierende hohe Tibiakopfosteotomie nach dem Prinzip der Hemikallotasis. Hierbei wird ein medial am Tibiakopf angelegter Osteotomiespalt durch einen Distractionsfixateur protrahiert aufgeweitet und von Knochenkallus durchsetzt. In der aktuellen Literatur ist dieses Verfahren gelegentlich als einfacher und im Operationsergebnis genauer beschrieben worden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu überprüfen, ob dieser propagierte Vorteil an einer Ausbildungsklinik, wie der Universitätsklinik Münster, an der junge und häufig wechselnde Operateure tätig sind, vielleicht besonders deutlich hervortritt.

Dazu wurden anhand bewährter und neuer radiologischer und klinischer Parameter retrospektiv Patienten verglichen, die mit einer Coventry-Osteotomie oder dem Hemikallotasis-Verfahren behandelt worden waren.

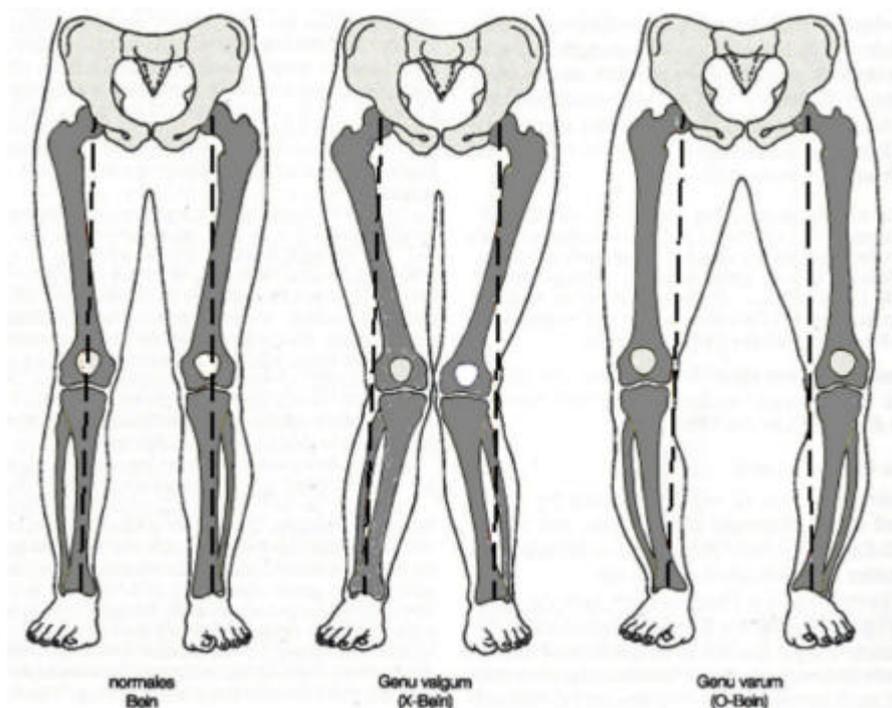
## 2 Grundlagen

### 2.1 Die menschliche Beinachse

#### 2.1.1 Definitionen

Die menschliche Beinachse wird aus Oberschenkelknochen (Femur) und Unterschenkelknochen (Tibia und Fibula) gebildet. Ober- und Unterschenkel sind etwa in der Mitte durch das Kniegelenk miteinander verbunden.

Proximal artikuliert das Bein mit der Hüfte, distal folgen die Sprunggelenke und das Fußskelett. Die Beinachse gilt als gerade, wenn die Linie, die man durch Femurkopfmittle und Mitte des oberen Sprunggelenkes zeichnen kann, mittig durch das Kniegelenk läuft. Weichen die Kniegelenke von dieser Linie nach innen ab, so handelt es sich um "X-Beine" (Genua valga), weichen sie von der Linie nach außen ab, handelt es sich um "O-Beine" (Genua vara). Dies verdeutlicht die Zeichnung Nr. 2.1:



Zeichnung 2.1 Beinachsen

Allerdings kann auch eine nicht gerade Beinachse physiologisch sein.

Für das Kleinkind ist eine O-Form durchaus normal, sofern sie nicht einseitig und extrem ist. Auch bei einem fünfjährigen Kind kann ein physiologisches Genu varum durchaus noch vorkommen. Mit dem weiteren Wachstum wird die Beinachse dann zunehmend aufrecht. Oft besteht ein vorübergehendes kindliches physiologisches Genu valgum. Viele Erwachsene haben jedoch in unterschiedlichem Ausmaß valgische oder varische Beinachsen (17). Deutliche Abweichungen von der Beinachse bergen aber neben kosmetischen Problemen auch andere Gefahren und sind daher behandlungsbedürftig.

Außer den beschriebenen seitlichen Achsabweichungen gibt es auch andere Fehlstellungen. Erwähnt seien das Genu recurvatum (Abweichung nach hinten/dorsal) oder Rotationsfehler.

Für die vorliegende Arbeit ist nur das Genu varum von besonderem Interesse.

### **2.1.2 Das Genu varum und seine Entstehung**

Auch wenn das Entstehen des Genu varum nicht immer geklärt werden kann, gibt es eine Reihe von Ursachen, die neben der Vererbung für die Genese der Achsfehlstellung kausal verantwortlich gemacht werden können (14, 17, 63, 73).

Gut bekannt ist das O-Bein als Folge einer Rachitis. Hier kommt es aus Mangel an Vitamin D zu einer ungenügenden Einlagerung von Calcium in die Skelettstrukturen. Dies führt sowohl zu weichen Knochen (z. B. Kraniotabes), als auch zu Deformitäten, die auf der Ossifikationsstörung beruhen.

Zu den Deformitäten zählen neben Caput quadratum, Glockenthorax und rachitischem Rosenkranz auch die Genua vara.

Eine weitere verwandte Ursache ist die vitamin-D-resistente Rachitis, die auch als Rachitis renalis oder Phosphatdiabetes bezeichnet werden kann. Die Ursache für die Störung der Ossifikation ist hier nicht der primäre Mangel an Vitamin D, sondern ein pathologisch hoher Verlust von Calcium und/oder Phosphat über die Niere. Klinisch äußern sich beide Krankheitsbilder ähnlich.

Die Osteomalazie verursacht durch einen meist altersbedingten Vitamin D-Mangel ein sekundäres Auftreten dieser Symptomatik ("Rachitis des Erwachsenen").

Auch eine endokrine Störung, wie eine Überfunktion der Nebenschilddrüse, kann über die hormonell bedingte Demineralisierung des knöchernen Skeletts ähnliche Symptome einschließlich der Achsfehlstellung verursachen.

Zu den destruktiven Erkrankungen gehört auch der Morbus Blount. Hierbei kommt es aus ungeklärter Ursache zu einer aseptischen Nekrose der proximalen medialen Tibiaepiphyse. Dies führt bei intakter lateraler Epiphysenfuge zu einem schweren Cruris varum.

Weiterhin sind auch kniegelenksnahe Frakturen als Ursache einer bleibenden Deformierung der Beinachse denkbar. Auch gelenkferne Frakturen am Unterschenkel, die bei der Knochenheilung zu einem unterschiedlichen Längenwachstum von Tibia und Fibula führen, können eine persistierende Fehlstellung verursachen.

Außerdem können Lähmungen von Muskeln (zum Beispiel bei der Poliomyelitis) durch ein entstehendes Ungleichgewicht der Zugkräfte am Knochen eine Deformierung bedingen, da sich der Knochen in seiner Wuchsrichtung neuen Belastungen beständig anpasst (14, 63, 73).

Ursachen und Therapie der Beindeformitäten haben sich über das letzte Jahrhundert gewandelt. Stand früher die kindliche Rachitis, artikuläre Tuberkulose und die Poliomyelitis im Vordergrund, so sind es heute meist andere Indikationen, die zu einer operativen Korrektur der Beinachse führen (76).

Meist steht die medial betonte Kniegelenksarthrose in einem engen Zusammenhang mit dem Genu varum. Gerade dies ist für die vorliegende Arbeit von besonderer Bedeutung.

## **2.2 Genu varum und mediale Gonarthrose**

Bei der medialen Gonarthrose handelt es sich um einen degenerativen arthrotischen Prozess, der ausschließlich oder vorwiegend das innere Kompartiment des Knies betrifft.

Solch ein unilateraler destruktiver Prozess kann durch den Schwund medialer Gelenkanteile zu einer Deformität des Kniegelenkes führen. Daraus kann dann eine gelenkbedingte Achsabweichung des betroffenen Beines resultieren. Auf diese Art kann die mediale Gonarthrose Ursache für varische Fehlstellung eines Beines sein.

Umgekehrt kann eine primäre Fehlstellung auch eine unilaterale Arthrose des Kniegelenkes hervorrufen. So führt ein Genu varum zu einer unphysiologischen Belastung des medialen Kniegelenkanteils. Das laterale Kompartiment wird dagegen weniger belastet

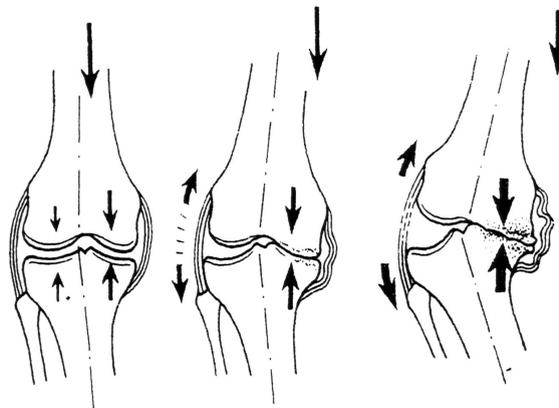
als üblich. Die unverhältnismäßig höhere Beanspruchung des inneren Gelenkanteils mündet daher beim Genu varum oft in einem vorzeitigen Verschleiß und einer Arthrose der medialen Gelenkfläche (10, 11, 12). Ob zuerst knorpelige oder knöcherner Gelenkanteile durch die Fehlbelastung zerstört werden, ist fraglich (11). Die so in Gang gesetzte Arthrose kann, wie oben beschrieben, wiederum die varische Fehlstellung des Beines begünstigen.

Deshalb entsteht oft ein Teufelskreis aus varischer Fehlstellung und medialer Gonarthrose (12). Oft bleibt es schwierig, einer dieser Pathologien die Ursache und der anderen die Folge zuzuschreiben.

Das Krankheitsbild "mediale Gonarthrose bei Genu varum" äußert sich letztlich aber mit gleicher Klinik: zunehmende medial betonte arthrotische schmerzhaft Gelenkzerstörung bei progredienter Varisierung. Mit fortschreitender Fehlstellung wird der laterale Bandapparat außerdem überbeansprucht, während es medial zu einer Insuffizienz der Bandstrukturen kommt. Hierdurch wird das Knie zusätzlich instabil, es entsteht ein "Wackelknie".

Denkbar ist derselbe Prozess auch mit lateraler Gonarthrose und Genu valgum. In der Praxis kommt dies jedoch seltener vor. Das Genu valgum ist eher typisch für die arthritische (also entzündliche) Gelenkerkrankung, die von der Arthrose abzugrenzen ist (8). Eine Umstellungsosteotomie kommt hier eher nicht oder nur bei ausgesuchten Patienten in Frage (10, 84, 93).

Der Circulus virtuosus aus medialer Gonarthrose und zunehmender Varisierung ist in der folgenden Zeichnung 2.2 dargestellt:



**Zeichnung 2.2    Mediale Gonarthrose und Varisierung**

## **2.3 Therapie des Genu varum**

### **2.3.1 Allgemeine Therapiegrundsätze**

Die Therapie des Genu varum ist vor allem bei gleichzeitiger medialer Gonarthrose chirurgisch.

Es gibt aber auch Fälle, in denen konservative Therapieversuche bevorzugt werden sollen. So haben kindliche O-Beine eine hohe Tendenz zur Spontankorrektur (73, 88).

Dies gilt selbst für kombinierte Kniefehlstellungen.

Wichtig ist dabei eine genaue Beobachtung des Verlaufes. Dies kann radiologisch, durch Anfertigen von herkömmlichen Fotos, Umrisszeichnungen oder auch durch standardisiertes Messen des Knieabstandes erfolgen.

Gelegentlich versucht man auch durch das Tragen spezieller Schienen (63, 73, 76) einer zunehmenden Varisierung entgegenzuwirken. Besonders bei Kindern mit Morbus Blount sind hier früher Versuche unternommen worden (Blount-Schiene, A-Rahmen).

Auch bei inoperablen Patienten kann man an eine Schienung denken. Die Vorrichtungen sind aber allesamt unhandlich und können außerdem Druckstellen verursachen.

Hilfreich können dagegen manchmal insbesondere bei Erwachsenen in Frühstadien Schuhaußenranderhöhungen sein.

Fast in allen anderen Fällen kann operativ interveniert werden. Einerseits kann bei früher prophylaktischer Achsenkorrektur das Entstehen einer vorzeitigen Arthrose verhindert werden, andererseits lässt sich bei bereits bestehender medialer Gonarthrose der Teufelskreis aus Varisierung und medialer Arthrose chirurgisch durchbrechen.

Es existieren mehrere verschiedene Operationsverfahren, die je nach Genese des Genu varum, Patientenalter, Begleiterkrankung, Vorliebe des Operateurs oder des Patienten zur Anwendung gelangen. Im Wesentlichen sind die verschiedenen Osteotomien, das Einbringen von Knieendoprothesen, die Blountsche Klammerung und die Arthrodeese des Kniegelenkes zu nennen.

Die Blountsche Klammerung kommt nur bei jungen Patienten in der Wachstumsphase in Frage. Man versucht hierbei, durch einseitiges Klammern der Epiphysenfuge das Knochenwachstum in eine gewünschte Richtung zu lenken. Bei einem Genu varum sind die Klammern lateral an der proximalen tibialen Epiphysenfuge einzubringen. Auch können die Klammern an der distalen Wachstumsfuge des Femurs angewendet werden. Wenn eine ausreichende Korrektur der Fehlstellung durch das Knochenwachstum am nicht geklammerten Bereich der Wachstumsfuge erfolgt ist, müssen die Klammern wieder entfernt werden.

Die Arthrodeese kommt als Gelenkversteifung nur in Ausnahmefällen in Betracht. Sie bleibt eine Ultima Ratio, weil das Gelenk durch den Eingriff unbrauchbar wird. Außerdem müssen die benachbarten Gelenke bei einer geplanten Kniegelenksversteifung intakt sein.

Dagegen kann durch das Einbringen verschiedener Knieendoprothesen die Gelenkfunktion erhalten oder sogar verbessert werden. Je nach Lokalisation der Arthrose und verbliebener Gelenkstabilität sind bestimmte Endoprothesen vorzuziehen. Auch wenn die Lebensqualität durch eine Knieendoprothese beträchtlich gesteigert werden kann, wird durch den Eingriff das Gelenk endgültig zerstört. Eine zusätzlich nicht korrigierte Fehlstellung des Beines führt zu einer Fehlbelastung des eingebrachten Materials, was wiederum zu einem vorzeitigen Verschleiß der Bauteile oder zur Prothesenlockerung führen kann.

Im Übrigen hat eine Kniegelenk-Endoprothese auch bei gerader Beinachse und modernen Materialien nur eine begrenzte Lebensdauer. Daher kommt sie bei jüngeren Patienten eher nicht in Betracht. (39, 46)

Diesen Nachteil haben die Osteotomieverfahren nicht. Durch die chirurgische Umstellung der Beinachse kann bei prophylaktischem Vorgehen einer Arthroseentstehung vorgebeugt werden. Andererseits sollte bei Therapie einer bereits aufgetretenen medialen Gonarthrose das überbeanspruchte Kompartiment des Kniegelenkes entlastet und so die algogen eingeschränkte Kniefunktion verbessert werden.

Es ist bekannt, dass eine Überkorrektur der Beinachse in den valgischen Bereich hinein zu einer Erholung medialer arthrotischer Gelenkabschnitte führen kann. Dies zeigt, dass die valgisierende Osteotomie keine rein symptomatische Behandlung ist, sondern eine ursächliche Therapie der medialen Gonarthrose darstellen kann. Umstellungsosteotomien im Kniebereich können sowohl distal am Femur, als auch proximal an der Tibia ausgeführt werden.

Besteht das Ziel des Eingriffs allein in der Valgisierung der Beinachse und müssen keine Achsrotationen oder Rekurvationen mittherapiert werden, kommen im Wesentlichen nur zwei Osteotomieverfahren zur Anwendung. Hierbei handelt es sich um die herkömmliche Coventry-Osteotomie und um ein neueres Verfahren, der fixateurgestützten hohen Tibiakopfosteotomie (Hemikallotasis).

Mit den Vor- und Nachteilen dieser beiden Operationsverfahren beschäftigt sich die vorliegende Arbeit.

### **2.3.2 Die Tibiakopfosteotomie in der Behandlung des Genu varum mit medialer Gonarthrose.**

Wie oben beschrieben, ist das Ziel der Tibiakopfosteotomie eine chirurgische Umstellung der Beinachse zur Entlastung des medialen Gelenkanteils.

Für die Behandlung der medialen Gonarthrose bei Genu varum ist die Tibiakopfosteotomie das Verfahren der Wahl, wenn die medial betonte Gonarthrose nicht zu ausgeprägt ist (27).

Die Osteotomieverfahren konkurrieren oft bei gleicher Operationsindikation mit der Knieendoprothetik.

Den Osteotomien ist insbesondere dann der Vorzug zu geben, wenn es sich um jüngere Patienten handelt, bei denen eine postoperative uneingeschränkte auch sportliche Belastbarkeit des Gelenkes von Bedeutung ist (27, 61).

Dabei bleibt der Einsatz einer Gelenkprothese auch nach ausgeführter Osteotomie weiterhin möglich (48).

Weiterhin hat sich gezeigt, dass für den Behandlungserfolg eine Überkorrektur in den valgischen Bereich hinein aus zwei Gründen günstig ist: Erstens kann auf diese Weise der mediale Kniegelenksanteil wirksam entlastet werden. Zweitens konnte in Langzeitstudien demonstriert werden, dass es leider postoperativ über die Zeit von etwa zehn bis 15 Jahren zu einer allmählichen Revarisierung der Beinachse kommt (34).

Das Ausmaß der Überkorrektur ist in der Literatur vielseitig diskutiert worden (92). Die Vorschläge für das Ausmaß einer Überkorrektur differieren zwischen 16 und zwei Grad valgisch sowie der Auffassung, dass ein Korrelat zwischen Überkorrektur und Behandlungserfolg nicht besteht (3, 56). Die meisten Autoren fordern jedoch eine Überkorrektur (7, 9, 10, 11, 32, 34, 35, 38, 41, 60, 65, 81, 92, 99).

An der Universitätsklinik Münster wird eine moderate operative Überkorrektur von fünf Grad valgisch angestrebt, wie sie auch von Ingemar Ivarsson et al. gefordert wird (35).

Dagegen ist bei arthrosefreien Patienten, die prophylaktisch oder aus kosmetischen Gründen operiert werden, eine Überkorrektur unsinnig. Hier wird eine physiologische Aufrichtung der Achse mit einem Hüft-Knie-Knöchel-Winkel von null Grad als Optimum angenommen.

In den beiden folgenden Abschnitten werden die angesprochenen und in der Universitätsklinik Münster verwendeten valgisierenden Osteotomieverfahren hinsichtlich ihrer Eigenheiten beschrieben. Die Indikation und die heutige Bedeutung der Osteotomieverfahren, insbesondere im Vergleich zur Arthroplastik und anderen möglichen Verfahren, werden im Kapitel fünf unter Verwendung aktueller Literatur ausführlicher erörtert.

### **2.3.3 Die Coventry-Osteotomie**

Die ersten Osteotomieverfahren an der Tibia beschreibt B. Langenbeck im Jahr 1854. Gut ein Jahrhundert später propagiert Jackson die Tibiakopfosteotomie 1964 als ein Erfolg versprechendes Verfahren in der Behandlung der Gonarthrose (47).

Coventry untersuchte, standardisierte und etablierte das Behandlungsverfahren wenig später. Die so nach ihm benannte Coventry-Osteotomie wird nun seit mehreren Jahrzehnten an vielen Häusern mit orthopädischer Chirurgie ausgeführt.

Zur Achskorrektur wird im Bereich des Tibiakopfes ein Knochenkeil entnommen, dessen Basis nach lateral weist. Gleichzeitig ist eine Fibulaosteotomie notwendig. Die Osteosynthese zwischen Tibiakopf und Tibia erfolgt mit Klammern intraoperativ. Nach der Operation ist eine Oberschenkelgipsanlage notwendig, um den Osteotomiespalt ruhig zu stellen.

Die Schwierigkeit der Operation besteht unter anderem darin, die Größe des Keils zu bestimmen, die notwendig ist, um die anvisierte Achseinstellung zu erreichen. Auch muss die Osteotomie sehr exakt ausgeführt werden, weil bereits Abweichungen von

einem Millimeter Keilbasis die Beinachse ungewünscht um etwa ein Grad und mehr verändern.

Da die notwendige gleichzeitige Fibulaosteotomie meist in Höhe des Fibulaköpfchens vorgenommen wird, kommen auch bei vorsichtigem Operieren gelegentlich Peroneusschäden mit Paresen und/oder Taubheitsgefühlen als Komplikationen vor. Durch die Entnahme des Knochenmaterials wird das operierte Bein zum einen etwas kürzer, zum anderen wird auch ein Absinken der Patella beobachtet ("Patella baja") (62).

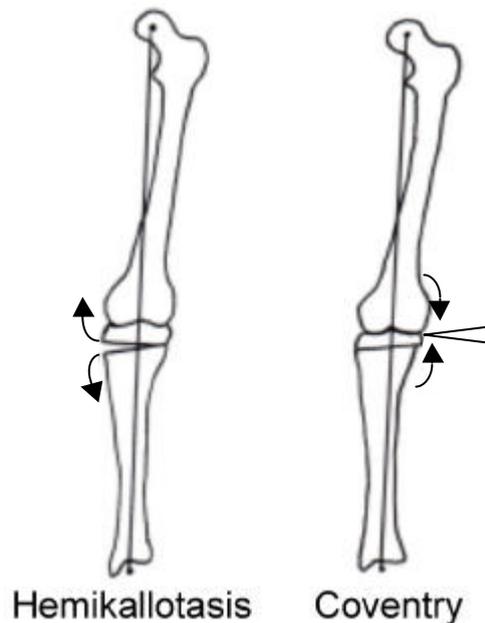
#### **2.3.4 Valgisierende fixateurgestützte hohe Tibiakopfoosteotomie**

Die fixateurgestützte hohe Tibiakopfoosteotomie ist ein jüngeres Verfahren, das der herkömmlichen Coventry-Osteotomie bei gleicher Operationsindikation Konkurrenz macht (51).

Bei diesem Verfahren wird die Tibia interligamentär osteotomiert, wobei der Osteotomiespalt oberhalb des Fibulaköpfchens ausläuft. Die laterale Kortikalis der Tibia bleibt intakt. Auch wird keine Fibulaosteotomie durchgeführt. Nach medialer Fixateuranlage erfolgt postoperativ die protrahierte Distraction des Osteotomiespalt über den Fixateur. Dabei entsteht während der Weitung des medialen Spalt es beständig neues Knochengewebe ("Knochenkallus"), weshalb das Verfahren auch als Hemikallotaxis oder additives Verfahren bezeichnet werden kann. Die Einstellung der Beinachse wird im postoperativen Verlauf durch mehrere Achsenstandaufnahmen überwacht.

Die Distraction wird beendet, wenn die gewünschte Achseinstellung erreicht ist. Der Fixateur wird dann etwa zwei Monate später (nach sicherem Knochendurchbau) ambulant entfernt. Durch das neu gebildete Knochengewebe wird das operierte Bein im Gegensatz zur Coventry-Osteotomie etwas länger.

Die Zeichnung Nr. 2.3 verdeutlicht den Sachverhalt.



**Zeichnung 2.3 Osteotomieverfahren**

## **2.4 Fragestellung**

Wenn eine valgusierende hohe Tibiakopfosteotomie ausgeführt werden soll, muss der Operateur die beiden oben beschriebenen Operationstechniken gegeneinander abwägen. Neben der Tatsache, dass bei der Coventry-Osteotomie das Bein kürzer und beim Verfahren der Hemikallotasis das Bein länger wird, gibt es eine Reihe von prinzipiellen verfahrensspezifischen Vor- und Nachteilen.

So besteht bei der Coventry-Osteotomie durch die notwendige Fibulaosteotomie die Gefahr eines Peroneusschadens.

Dieses Risiko ist bei Ausführen der fixateurgestützten Tibiakopfosteotomie von medial erheblich geringer.

Außerdem muss bei der Coventry-Osteotomie die richtige Achseinstellung sofort intraoperativ gelingen, während beim Prinzip der Hemikallotasis die Achseinstellung langsam postoperativ unter ständiger Röntgenbildkontrolle erfolgt.

Auch ist bei der Coventry-Osteotomie das Bein primär instabil, weshalb postoperativ die Anlage eines Oberschenkelgipses erfolgen muss.

Das fixateurgestützte Bein ist dagegen primär belastungsstabil.

Letztendlich ist bei der Coventry-Osteotomie immer ein Zweiteingriff zur Materialentfernung notwendig, während die Fixateurabnahme ambulant ohne Vollnarkose erfolgen kann.

Nachteile der fixateurgestützten Tibiakopfosteotomie sind die nötige akribische Pin-Pflege durch den Patienten (13), das mögliche Auftreten von Pin-Infektionen (51) sowie die durch die postoperative radiologische Verlaufskontrolle bedingte geringe höhere Strahlenbelastung.

Um dem Operateur bei der Auswahl der Operationsverfahren eine Entscheidungshilfe zu geben, sind in letzter Zeit beide Operationstechniken unabhängig voneinander aber auch vergleichend untersucht worden. Der Blick in die aktuelle Literatur zeigt, dass die valgisierende fixateurgestützte hohe Tibiakopfosteotomie an vielen Häusern etabliert worden ist und sie auch manche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Coventry-Osteotomie zu bieten scheint.

So beschreiben manche Autoren das additive Verfahren mit Fixateuranlage als operationstechnisch deutlich einfacher (20, 45, 51).

Auch scheint das Operationsergebnis hinsichtlich der Achseinstellung besser zu sein (51, 52, 95).

Zudem wurde mehrfach gezeigt, dass es beim Prinzip der Hemikallotaxis deutlich seltener zu Frührevarisierungen kommt (52, 71).

Darüber hinaus kommt es seltener zu operationsbedingten Rotationsabweichungen am Unterschenkel oder Änderungen der Tibiaplateauneigung (52, 62).

Auch ist, verständlich durch die frühe Belastbarkeit des operierten Beines, die Zeit der Hospitalisierung und Rehabilitation kürzer (51).

Die Komplikationen sind bei der valgisierenden additiven hohen Tibiakopfosteotomie offenbar geringer oder aber wenigstens weniger schwerwiegend (51, 95).

Klinische Unterschiede wurden dagegen nicht gefunden (51).

Bei der Betrachtung des zuvor Gesagten scheint die valgisierende additive Tibiakopfosteotomie vielleicht das bessere Verfahren zu sein.

Zielsetzung dieser Studie ist die Überprüfung dieses vermeintlichen Vorteils unter den besonderen Bedingungen einer Ausbildungsklinik wie der Orthopädischen Poliklinik Münster. Hier ist das Patientenaufkommen mit medialer Gonarthrose oder idiopathischem Genu valgum ausreichend groß, um trotz der Vielzahl der angewandten

Verfahren einen Vergleich zwischen den beiden beschriebenen Operationstechniken anstellen zu können. Auch werden die Operationen, nicht zuletzt wegen der Lehr- und Forschungstätigkeit, weitgehend standardisiert ausgeführt und dokumentiert, was auch eine retrospektive Auswertung besser ermöglicht. Allerdings bringt es der Ausbildungsauftrag mit sich, dass ein möglichst breites Spektrum an Patienten und Operationsverfahren behandelt wird. Dies steht einer Spezialisierung für ein besonderes Operationsverfahren, wie sie an peripheren Häusern oft stattfindet, gelegentlich im Wege. Auch die größere Zahl der häufig wechselnden weiterzubildenden Ärzte führt nicht immer zu einer Kumulation von persönlicher Erfahrung in seltenen Operationsverfahren. Persönliche Erfahrung ist aber gerade bei den Umstellungsosteotomien von Bedeutung (10). Daher wäre bei gleicher Eignung zweier Verfahren das operationstechnisch einfachere zu wählen, um den Therapieerfolg nicht unnötig zu gefährden.

Zur Beantwortung der Frage, welches Operationsverfahren in Münster die besseren Operationsergebnisse erzielt und welche Methode eventuell risikoärmer ist, sind bewährte und neue radiologische und klinische Parameter im unmittelbaren perioperativen und nahen postoperativen Zeitraum an der Orthopädischen Poliklinik Münster erhoben worden.

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Studientyp**

Seit 1993 werden in der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie des Universitätsklinikums Münster Patienten mit medialer Gonarthrose oder Genu Valgum auch durch die fixateurgestützte additive hohe Tibiakopfosteotomie behandelt.

Diese Patientengruppe wurde hinsichtlich radiologischer und klinischer Parameter mit anderen Patienten retrospektiv verglichen, die sich in derselben Klinik aus gleichen Gründen einer herkömmlichen Coventry-Osteotomie unterzogen hatten.

Anhand der Operationsberichte wurden retrospektiv Patienten ermittelt, die sich einer der beiden Operationen zwischen den Jahren 1990 und 2001 unterzogen hatten. Dabei wurden ausschließlich die Patienten berücksichtigt, bei denen durch die Operation nur eine Valgisierung am Kniegelenk erreicht werden sollte. Eingriffe mit Varisierungen, Derotationen, Antekurvationen oder Retro kurvationen am Tibiakopf blieben unberücksichtigt. Die Operationsindikation musste mediale Gonarthrose oder Genu valgum sein.

Auch wurden Patienten ausgeschlossen, bei denen in gleicher Sitzung Eingriffe im Bereich des Femurs vorgenommen wurden. In der Gruppe der fixateurgestützt operierten Patienten wurden nur Patienten untersucht, die einen Ortho-Kipp-Fixateur erhalten hatten. Patienten mit anderen Fixateuren wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.

Außerdem mussten die für die Untersuchung geforderten Röntgenaufnahmen, auch hinsichtlich Typ und Zeitraum, zur Verfügung stehen. Dies galt auch für die Krankenakten. Zudem blieben Phosphatdiabetiker, in der Untersuchung unberücksichtigt, weil diese Erkrankung die Knochenheilung erheblich erschwert und das Ergebnis verfälschen könnte. Hier wäre ein eventueller Misserfolg weitgehend patientenbedingt und nicht methodenimmanent.

So verblieben von den insgesamt operierten 61 Knien 48 Fälle, die zur Auswertung gelangten.

## **3.2 Untersuchungsgrößen**

Die retrospektiv erhobenen radiologischen Untersuchungsgrößen waren in beiden Patientengruppen:

- der praeoperative Hüft-Knie-Knöchel-Winkel,
- der postoperative Hüft-Knie-Knöchel-Winkel.

Bei den untersuchten klinischen Parametern handelte es sich in beiden Gruppen um:

- die Operationsdauer,
- die Dauer der stationären Behandlung,
- den intraoperativen Blutverlust,
- die Dauer der Analgesie,
- die Antibiose,
- die Art und die Zahl notwendiger Zweiteingriffe,
- die postoperativen Komplikationen.

## **3.3 Operationsmethoden**

### **3.3.1 Valgisierende Coventry-Osteotomie**

Diese Operationsmethode wurde zuerst in den sechziger Jahren von M.D. Coventry in größerer Zahl ausgeführt und beschrieben (8, 10, 11, 12). Das Verfahren ist von intertrochantären Osteotomien zur Behandlung der Hüftarthrose abgeleitet worden und wurde modifiziert (10). Bei dieser Operationsart wird am Unterschenkel proximal der Tuberositas tibiae ein Knochenkeil entnommen.

Die Basis des Keils muss naturgemäß außen liegen, wenn eine Valgisierung der Beinachse erreicht werden soll. Die Höhe der Keilbasis ist bestimmend für das Ausmaß der Korrektur. In der Literatur wird einem Millimeter Keilbasis pauschal eine Beinachsenveränderung von einem Grad beigemessen.

Gleichzeitig muss, damit sich die neu entstandenen Knochenflächen adaptieren lassen, eine Fibulaosteotomie ausgeführt werden.

Der Patient wird auf dem Operationstisch rüklings gelagert. Das zu operierende Bein wird im Knie auf 90 Grad flektiert. Nach gründlicher Hautdesinfektion und Anlage

einer Esmarchschen Blutleere erfolgt ein Hautschnitt im distalen Teil des Tractus iliotibialis, der nach proximal bis auf Höhe des Gelenkspaltes ausgedehnt wird. Auf der Außenseite des Kniegelenkes verläuft der Schnitt leicht bogig zwischen Fibulaköpfchen und Knieaußenband.

Teils stumpf, teils scharf präpariert man sich danach auf das zuletzt genannte Band herunter und stellt den einstrahlenden Tractus iliotibialis und die Fascia lata dar.

Dann erfolgt die Darstellung der *Articulatio tibiofibularis*. Dazu löst man subperiostal die Streckmuskulatur vom Tibiaplateau und löst die Sehne des *Musculus biceps femoris* sowie das fibuläre Kollateralband.

Nun wird das *Collum fibulae* mit zwei schmalen Homann-Hebeln umfahren und mit einer oszillierenden Säge so durchtrennt, dass ein Segmentstück entnommen werden kann. Hierbei muss besonders auf den vorbeiziehenden *Nervus peroneus* geachtet werden.

Nun präpariert man sich auf den lateralen Tibiarand vor. Am Tibiakopf werden in dem für die Operation nötigen Bereich die Weichteile mobilisiert. Dies umfasst hinten die gesamte Breite der Tibia und vorn den Bereich bis zur Patellarsehne. Um vor der eigentlichen Tibiaosteotomie den zu entnehmenden Knochen teil zu markieren, werden unter Bildwandlerkontrolle von lateral zwei Kirschnerdrähte im gewünschten Winkel in den Knochen getrieben.

Daraufhin wird unter Sicht mit Meißel und oszillierender Säge der Knochenkeil aus der Tibia entfernt.

Es ist darauf zu achten, dass die Osteotomie nicht zu nah am Gelenkspalt ausgeführt wird, damit später noch das stabile Einbringen der Coventryklammer möglich ist.

Nun wird auf der medialen Tibiaseite die Kortikalis mit einem Osteotom perforiert, damit es leichter gebrochen werden kann. Die neu entstandenen Knochenenden werden dann am nunmehr gestreckten Bein mit Knochenklammern fest aneinander gefügt.

Für die restliche Operationszeit wird das Bein wieder in eine Flexionhaltung von etwa 45 Grad gebracht. Nach Aufheben der Blutsperrung werden Bizepssehne und Kollateralband wieder vernäht. Auch die Fascia lata wird wieder verschlossen.

Vor dem endgültigen Wundverschluss wird eine Saugdrainage angelegt. Noch im Operationssaal erfolgt die Anlage eines Oberschenkelgipses zur Ruhigstellung des Osteotomiespaltes.

Nach Entfernen der Wunddrainage soll der Patient mit krankengymnastischen Übungen unter Anleitung beginnen.

### **3.3.2 Fixateurgestützte hohe Tibiakopfosteotomie**

Bei der fixateurgestützten hohen Tibiakopfosteotomie wird der Patient ebenfalls mit dem Rücken auf den Operationstisch gelagert.

Nach der gründlichen Hautdesinfektion beginnt man zunächst mit dem Einbringen der Kortikalisschrauben zur späteren Befestigung des Fixateurs. Dies geschieht unter Bildwandlerkontrolle bei vollständig extendiertem Knie. Die ersten beiden Pins werden auf der medialen Seite des Knies etwa einen Zentimeter unterhalb des Gelenkspaltes platziert. Die unteren Pins werden entsprechend der Länge des Fixateurs weiter distal von medial in die Tibiadiaphyse eingebracht. Die Schraubenführung soll möglichst parallel zum Tibiaplateau erfolgen.

Nach Anlegen der Esmarchschen Blutleere erfolgt nun der operative Eingang von medial.

Es folgt die Präparation in die Tiefe und Spalten des Pes anserinus in Längsrichtung. Nachdem man den Knochen dargestellt hat, befreit man diesen in einem schmalen Raum um die geplante Osteotomie herum von seinem Periost. Die Weichteile werden mit Instrumenten zurückgehalten.

Nun wird wieder ein Kirschnerdraht zur Markierung der späteren Osteotomie eingebracht. Dieser wird ansteigend von medial so nach lateral geführt, dass der spätere Osteotomiespalt oberhalb des Fibulaköpfchens auskommt. Die Lage des Drahtes wird mittels Bildwandler kontrolliert.

Nun wird wiederum mit Meißel und oszillierender Säge die Osteotomie ausgeführt, wobei die laterale Kortikalis intakt gelassen wird. Diese "Knochenbrücke" bildet später das Scharnier für die folgende Distraction.

Eine Fibulaosteotomie wird nicht ausgeführt. Nach ausgiebiger Wundspülung und Periostnaht erfolgt unter Anlage einer Wunddrainage der schichtweise Wundverschluss und Aufheben der Blutsperre.

Zuletzt wird der Fixateur an die gesetzten Pins montiert.

Die Distraction beginnt am zehnten postoperativen Tag. Diese kann der Patient durch Drehen am Distraktor selbst ausführen. Angestrebt wird eine Distraction von einem Millimeter pro Tag. Diese Spanne kann jedoch bei starken Schmerzen reduziert werden.

Durch die Distraction wird der Osteotomiespalt medial immer weiter aufgeklappt und der Leerraum durch Knochenkallus ersetzt. So erfolgt progressiv die Valgisierung.

Bei erreichter Korrektur der Beinachse und ausreichendem Knochendurchbau kann der Fixateur ambulant entfernt werden.

### **3.4 Patienten**

Unter Berücksichtigung der genannten Einschlusskriterien verblieben von 61 Fällen 48 Operationen für die Studie.

Davon wurde 23-mal eine Coventry-Osteotomie ausgeführt; 25-mal wurden Patienten mit der fixateurgestützten hohen Tibiakopfosteotomie behandelt.

#### **3.4.1 Patientengruppe der Coventry-Osteotomie**

Die Coventry-Osteotomien wurden im Zeitraum von 1990 bis 1998 durchgeführt. Zu dieser Gruppe zählten 9 Operationen bei Frauen und 14 Operationen bei Männern.

Das Patientenalter differierte zwischen 19 Jahren und 69 Jahren. Der Median lag bei 49,2 Lebensjahren.

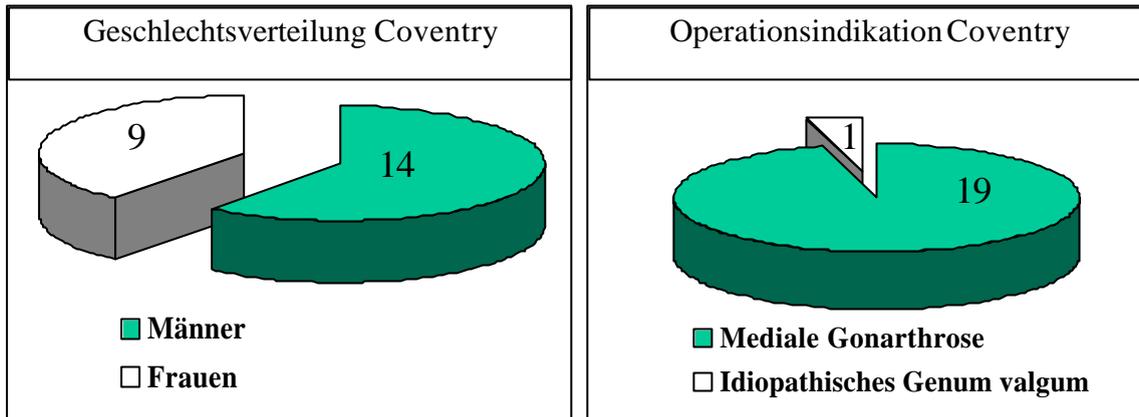
Zwei Patienten dieser Gruppe hatten sich einer beidseitigen Coventry-Osteotomie unterzogen. Bei 22 Operationen war die Operationsindikation die Erkrankung an medialer Gonarthrose. Nur ein Patient wurde einseitig wegen eines Genu Valgum ohne mediale Gonarthrose operiert.

Die Sichtung der Krankenunterlagen im Hinblick auf untersuchungsrelevante Neben-Diagnosen ergab, dass bei vier Kniegelenken zuvor Meniskusteilresektionen durchgeführt worden waren.

Zweimal fand sich in der Krankenvorgeschichte eine Osteochondrosis dissecans im Kniebereich.

Zwei Knie waren einmal wegen eines Osteoblastoms und einmal wegen einer 20 Jahre zurückliegenden Tibiakopffraktur voroperiert.

Ein Patient litt an einer Hämophilie A, ein anderer an einem mild ausgeprägten Von-Willebrandt-Jürgens-Syndrom.



**Diagramm 3.1 Coventry-OP: Geschlechtsverteilung und Operationsindikation**

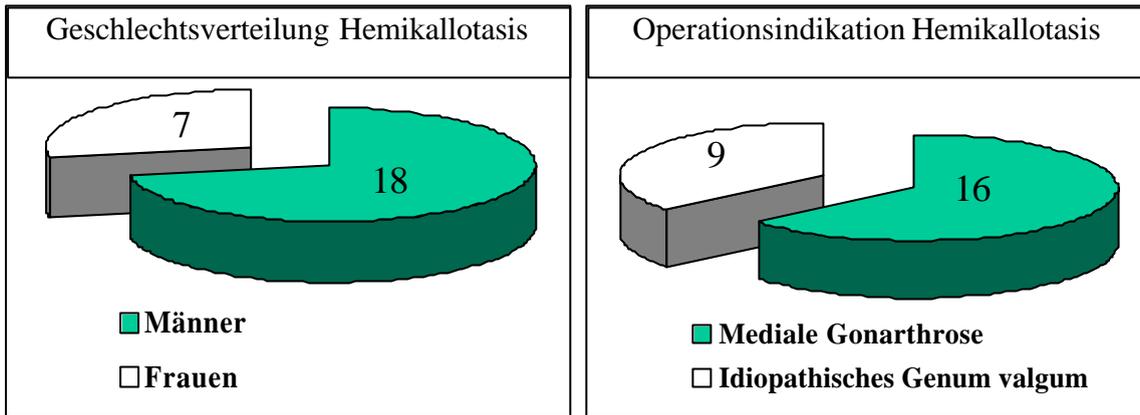
### **3.4.2 Patientengruppe der fixateurgestützten hohen Tibiakopffosteotomie**

In der Gruppe der fixateurgestützten hohen Tibiakopffosteotomie wurden 25 Operationen bei 21 Patienten in einem Zeitraum von 1993 bis 2002 berücksichtigt.

Hier wurden sieben Operationen bei Frauen, 18 Operationen bei Männern durchgeführt. Das Patientenalter lag zwischen acht und 57 Jahren. Der Median lag bei 37,5 Lebensjahren.

Für 16 Operationen stellte die mediale Gonarthrose des Patienten die Operationsindikation dar. Neunmal wurde wegen eines Genu Valgum operiert.

Als relevante Nebendiagnosen wurde jeweils einmal der Zustand nach Meniskusteilresektion, Unterschenkelfraktur im Tibiakopfbereich und Kreuzbandabriss festgehalten. Zwei Patienten litten an einem Morbus Blount. Bei einem beidseitig operierten Patienten war eine Rachitis bekannt.



**Diagramm 3.2 Hemikallotasis: Geschlechtsverteilung und Operationsindikation**

### **3.5 Ermittlung der radiologischen Parameter. Definition der bestimmten Winkel und Messvorgang.**

Zur retrospektiven Kontrolle des Operationserfolges wurden klinikeigene praeoperativ und postoperativ angefertigte Röntgenaufnahmen herangezogen. Diese Aufnahmen wurden aus den verschiedenen Röntgenbildarchiven des Universitätsklinikums in Münster ausgeliehen. Zum Auffinden der Röntgenaufnahmen wurde hier ein archiv-eigenes elektronisches Datensystem benutzt.

Zur Auswertung der praeoperativen Bilder wurden Achsenstandaufnahmen der Patienten im anterioposteriorem Strahlengang mit operationsnaher Datierung verwendet.

Zur postoperativen Evaluierung wurden ebenfalls Achsenstandaufnahmen oder Röntgenaufnahmen der unteren operierten Extremität vermessen.

Diese Aufnahmen mussten in einem Zeitraum von etwa sechs Monaten nach erfolgter Operation angefertigt worden sein.

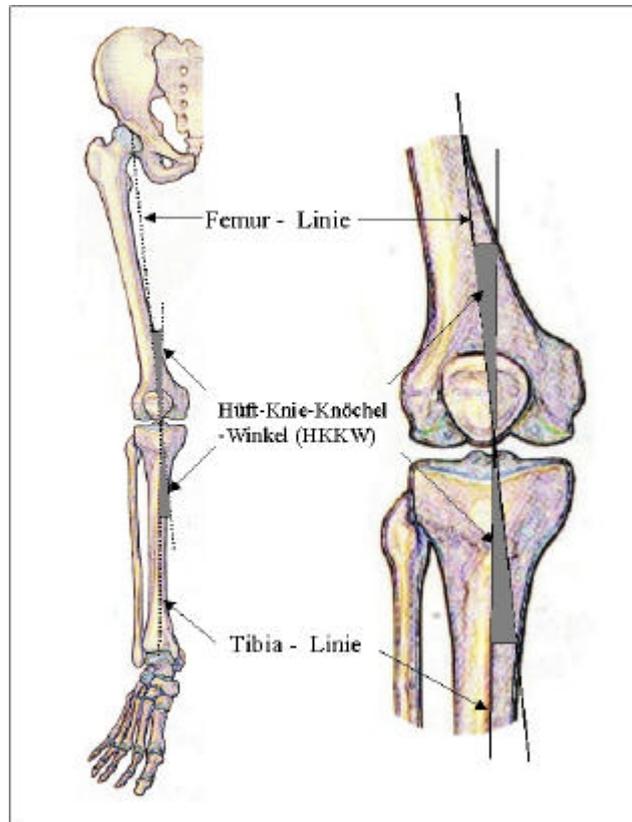
Auf den vorhandenen Röntgenaufnahmen wurden der praeoperative Hüft-Knie-Knöchel-Winkel und der postoperative Hüft-Knie-Knöchel-Winkel an einem entsprechend großen Röntgenbildbetrachter gemessen.

Hierzu wurde auf den Achsenstandaufnahmen zunächst am Femur mit Hilfe eines langen Lineals und eines feinen Bleistiftes eine Linie durch das Zentrum des Femurkopfes und die Mitte der Fossa intercondylaris gezeichnet. Diese Linie wurde als Femurlinie bezeichnet.

Am Unterschenkel wurde danach eine Linie durch die Mitte der Malleolengabel und die Mitte der Tubercula intercondylaria gezogen. Diese Linie wurde als Tibialinie bezeichnet.

Am Schnittpunkt der beiden Linien wurde mit einem großen Winkelmesser der kleinere Winkel als Hüft-Knie-Knöchel-Winkel in Grad gemessen. Dabei wurden für varische Beinachsen negative Winkel und für valgische Beinachsen positive Winkel definiert.

Einem geraden Bein wurde entsprechend ein Hüft-Knie-Knöchel-Winkel von null Grad zugeordnet (siehe Zeichnung 3.1).



**Zeichnung 3.1 Ermittlung der Beinachse (hier leicht valgisch)**

Viele Autoren, so auch Coventry selbst, bestimmen den Winkel der Beinachse, indem sie lediglich Linien durch die Mitte des Oberschenkelchaftes und Tibiaschaftes ziehen. Am Schnittpunkt der beiden Linien im Kniegelenk wird dann der Femur-Tibia-Winkel gemessen. In der Literatur wird er als FTA abgekürzt.

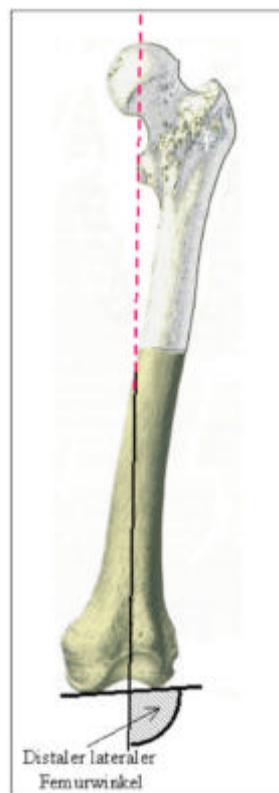
Hendersson et al. Weist jedoch eindringlich darauf hin, dass der Hüft-Knie-Knöchel-Winkel gemessen werden soll. Dieser ist deutlich genauer und reproduzierbarer als der Femur-Tibia-Winkel (30).

Auch Bhan et al. (3), Rudan et al. (74) sowie Hernigou et al. (32) und Khan et al. (42) verwenden den Hüft-Knie-Knöchelwinkel.

In den Fällen, in denen keine postoperativen Achsenstandaufnahmen zur Verfügung standen, wurde anders verfahren. Hier wurden ersatzweise postoperative Aufnahmen der unteren Extremität ohne Darstellung der gesamten Beinachse verwendet.

Für den Fall, dass auf der postoperativen Aufnahme der obere Teil des Femurs mit Femurkopf nicht abgebildet war, musste die Linie zwischen Fossa intercondylaris und Zentrum des Femurkopfes (Femurlinie) aus der praeoperativen Achsenstandaufnahme rekonstruiert werden. Hierzu wurde am praeoperativen Röntgenbild der Winkel zwischen der Femurlinie und einer Linie gemessen, die beide Condylenenden in einer Ebene verbindet. Aus den vier am Schnittpunkt entstandenen Winkeln wurde jeweils der distale laterale Winkel gemessen.

Dieser Winkel ist als distaler lateraler Femurwinkel definiert (Zeichnung 3.2).



**Zeichnung 3.2 Bestimmung der Femurlinie bei abgeschnittener Röntgenaufnahme**

Mithilfe dieses Winkels konnte die Femurlinie auch ohne abgebildeten Femurkopf in die postoperative Aufnahme übertragen werden. Wahre Femurlinie und die über den Winkel rekonstruierte Femurlinie entsprechen sich aus geometrischen Gründen. Dies ergab auch eine Überprüfung an zehn vollständigen Aufnahmen.

Für den Fall, dass auf den postoperativen Aufnahmen der unteren Extremität die Malleolengabel nicht abgebildet war, wurde die Tibialinie ersatzweise als Linie durch die Mitte der Tubercula intercondylaria und die Mitte des Tibiaschaftes des distalen Drittels der Tibia bestimmt (Zeichnung 3.3).



**Zeichnung 3.3 Bestimmung der Tibialinie bei abgeschnittener Röntgenaufnahme**

Versuche an zehn vollständigen Achsenstandaufnahmen ergaben, dass auch so die Malleolengabel mittig getroffen wird und sich keine messbaren Abweichungen im Hüft-Knie-Knöchel-Winkel ergeben.

### **3.6 Erhebung der klinischen Parameter. Definition der Größen und Erhebungsweise.**

Grundlage bei der Auswertung klinischer Parameter waren die Krankenakten der Patienten.

In diese wurde innerhalb der Archive des Universitätsklinikums Münster Einblick genommen. Die archivierten Krankenakten wurden mit Hilfe eines im Archiv vorhandenen elektronischen Datensystems aufgefunden.

Dabei waren Krankenakten von Patienten, die für einen Zeitraum von mehr als fünf Jahren in der Klinik nicht vorstellig geworden waren, mikroverfilmt worden. Die entsprechenden Mikrofilme wurden ebenfalls mit Hilfe der elektronischen Datenbank gefunden und an Geräten zur Mikrofilmbetrachtung ausgewertet.

#### **3.6.1 Operationsdauer**

Bei allen 48 Operationen wurde retrospektiv die Operationsdauer in Minuten ermittelt. Hierfür wurden die Anästhesieprotokolle als Teil der entsprechenden Krankenakten verwendet. Als Operationsdauer wurde die „Schnitt-Naht-Zeit“ definiert. Diese Zeitpunkte wurden aus den Aufzeichnungen des Anästhesiepersonals entnommen. Meistens waren die entsprechenden Uhrzeiten an einer im Protokollformular vorgesehenen Stelle in einer Tabelle dokumentiert.

In anderen Fällen waren Operationsbeginn und Operationsende mit Symbolen in dem Teil des Protokolls vermerkt, der grafisch den intraoperativen Verlauf der Narkose hinsichtlich Blutdruck, Puls und Atemfrequenz darstellte. Die Symbole waren am Rand des Protokolls in einer Legende erklärt.

Wenn sich aus den zuvor studierten Operationsberichten ergab, dass im Operationssaal unmittelbar vor der Operation eine Arthroskopie des jeweiligen Kniegelenkes durchgeführt worden war, wurde nach entsprechenden Vermerken im Anästhesieprotokoll gesucht, die es ermöglichten, Arthroskopie- und Operationszeiträume voneinander zu unterscheiden. Die für die Arthroskopie benötigte Zeit wurde dann von der gesamten Operationszeit zur Ermittlung der eigentlichen Operationszeit für Osteotomie subtrahiert.

Wenn sich die Operationszeit nicht auf die zuvor beschriebene Weise wegen fehlender oder unleserlicher Daten ermitteln ließ, wurde dies bei der Datenerfassung vermerkt.

### **3.6.2 Dauer der stationären Behandlung**

Für alle 48 Operationen wurde die Dauer der stationären Behandlung festgehalten. Definitionsgemäß war der Operationstag der erste Tag und der Tag der Entlassung aus stationärer Behandlung der letzte Tag, der für die Bestimmung dieses Zeitraumes gezählt wurde. Das Tagesdatum der Operation wurde aus den Operationsberichten ermittelt. Der Tag der Entlassung wurde mit den in der Krankenakte vorhandenen Arztbriefen oder dem Kurventeil der Krankenakte festgestellt. Tage praeoperativen Stationsaufenthaltes, die meist diagnostischen Zwecken dienten, blieben unberücksichtigt. Ebenso fanden Tage poststationärer ambulanter Behandlung keine Berücksichtigung. Wurden Patienten gegen ärztlichen Rat entlassen, wurde dies bei der Datenerhebung vermerkt.

### **3.6.3 Intraoperativer Blutverlust**

Um den intraoperativen Blutverlust abzuschätzen, wurde aus den in den Krankenakten vorhandenen Laborberichten die Differenz aus den praeoperativen und postoperativen Hämoglobinwerten des Patientenblutes verwendet. Auch wenn der Hämoglobinwert individuellen Schwankungen unterliegt, kann er zur Diagnostik, Abschätzung und Verlaufsbeurteilung von Anämien/Blutverlusten verwendet werden. Die postoperative Blutentnahme muss allerdings mehrere Stunden nach Operationsende erfolgen (16, 25). Hier geschah dies am Folgetag. Die Haemoglobinwerte waren jeweils in Gramm pro Deziliter (g/dl) angegeben.

Alle Blutproben wurden durch das Zentrallabor des Universitätsklinikums Münster ausgewertet.

Für die Datenerfassung wurden als praeoperative Haemoglobinwerte Blutwerte verwendet, die am Operationstag vor der Operation oder am Tag vor der Operation bestimmt worden waren.

Zur Erfassung der postoperativen Haemoglobinwerte wurden Werte verwendet, die am Operationstag nach der Operation oder am ersten postoperativen Tag aus dem Patientenblut bestimmt worden waren.

Standen mehrere Werte zur Verfügung, wurden jeweils die verwendet, die näher am Operationszeitpunkt lagen.

Zur Bestimmung des operationsbedingten Hämoglobinabfalls wurde die Differenz der praeoperativen und postoperativen Haemoglobinwerte gebildet. Hierzu wurde vom

praeoperativen Hämoglobinwert der postoperative Hämoglobinwert subtrahiert. So ergaben sich ausschließlich positive Differenzen.

Wenn keine Hämoglobinwerte aus den zuvor beschriebenen Zeiträumen vorhanden waren oder diese unleserlich waren, wurde dies bei der Datenerhebung festgehalten.

#### **3.6.4 Dauer der Analgesie**

Zur groben Abschätzung des operationsbedingten postoperativen Schmerzes wurde anhand der Krankenkurven die Dauer der postoperativen Analgesie in Tagen ermittelt.

Aus den Krankenkurven ließ sich für jeden Tag des stationären Aufenthaltes ersehen, ob ärztlicherseits Schmerzmittelverabreichung angeordnet worden war.

Dabei wurde weder zwischen einzelnen Präparaten und Stoffgruppen, noch zwischen Applikationsart und Dosierung unterschieden. Auch blieb unberücksichtigt, ob Analgetika als Dauerapplikation oder als Einzeldosen "bei Bedarf" verordnet worden waren.

Wenn Schmerzmittel angesetzt waren, wurde als erster Tag für die Dauer der Analgesie der Operationstag und als letzter Tag der Tag der letzten Schmerzmitteleinnahme gezählt. Dauerte die Schmerzmittelverabreichung bis zum Ende der stationären Behandlung, wurde als letzter Tag der Analgesie der Tag der Entlassung angenommen.

#### **3.6.5 Antibiose**

Um nicht anderweitig dokumentierte beginnende Wundinfektionen am Patienten zu erfassen, wurde mit Hilfe der Krankenkurven festgestellt, ob den operierten Patienten während ihres postoperativen stationären Aufenthaltes Antibiotika verabreicht worden waren.

Dies ließ sich wie bei der Analgetikaapplikation für jeden Tag des Stationsaufenthaltes nachvollziehen.

Bei der Antibiose wurde ebenfalls wie bei den Analgetika weder zwischen einzelnen Präparaten und Stoffgruppen, noch zwischen Applikationsart und Dosierung unterschieden. Zusätzlich interessierte hier nicht die Dauer der Antibiose, sondern nur, ob überhaupt postoperativ antimikrobiell behandelt worden war.

#### **3.6.6 Art und Zahl notwendiger Zweiteingriffe**

Beim Sichten der zu den Patienten gehörigen Krankenakten wurde festgestellt, ob postoperative Zweiteingriffe unternommen worden waren.

Als solche galten chirurgische Eingriffe, die nach Ausführung der entsprechenden Osteotomie nötig geworden waren und mit diesen kausal zusammenhingen. Dabei wurden die Indikation, die Art und der Zeitpunkt des Zweiteingriffes festgehalten. Es wurden alle Eingriffe erfasst, die zum Zeitpunkt der Datenerhebung in den Krankenunterlagen dokumentiert waren.

### **3.6.7 Postoperative Komplikationen**

Außerdem wurde neben Zweiteingriffen auch nach schriftlich dokumentierten Komplikationen gesucht, die im Zusammenhang mit der durchgeführten Osteotomie stehen. Dabei wurden ebenfalls alle Komplikationen erfasst, die zum Zeitpunkt der Datenerhebung in den Krankenunterlagen dokumentiert waren.

## **3.7 Statistik**

### **3.7.1 Zusammenführen der Daten in einer Datenbank**

Die oben beschriebenen radiologischen und klinischen Parameter wurden patientenbezogen gesammelt und für den jeweiligen Patienten auf einem hierzu entworfenen Datenblatt zusammengetragen und dokumentiert.

Diese handschriftlich fixierten Daten wurden danach getrennt nach Operationsgruppen in ein Tabellenkalkulationsprogramm eingegeben.

Um jederzeit eine Zuordnung und Überprüfung der Daten zu ermöglichen, wurde in die erste Spalte des Programms der Patientennamen, in die zweite das dazugehörige Geschlecht und in die dritte Spalte das entsprechende Geburtsdatum eingegeben.

In den weiteren Spalten folgten das Operationsalter, Diagnosen, die Operationsindikation, die Operationsart, das angestrebte Operationsergebnis in Grad, das Datum des Eingriffs, die Operationsdauer, der praeoperative und postoperative Hämoglobinwert in g/dl, die Differenz der prae- und postoperativen Hämoglobinwerte in g/dl, die Dauer der Analgesie in Tagen, die Antibiose, das Entlassungsdatum, die Dauer der stationären Behandlung in Tagen, die Tragedauer des Fixateurs/Gips in Tagen, die Komplikationen, den Komplikationsschlüssel, das Datum eines eventuellen Zweiteingriffes und die dazugehörige Indikation.

Es folgten die Spalten für die radiologischen Parameter mit dem praeoperativ gemessenen Hüft-Knie-Knöchel-Winkel und dem postoperativ gemessenen Hüft-Knie-

Knöchel-Winkel, sowie der Differenz des prae- und postoperativ gemessenen Hüft-Knie-Knöchel-Winkels.

In weiteren Spalten wurde das radiologische Operationsergebnis beurteilt.

Um die Daten besser interpretieren zu können, wurde für besondere Zwecke eine Spalte mit Bemerkungen angefügt.

Die Werte für das Operationsalter, die Differenz der prae- und postoperativen Haemoglobinwerte, die Dauer der stationären Behandlung in Tagen und Differenz des prae- und postoperativ gemessenen Hüft-Knie-Knöchel-Winkels wurden durch das Programm berechnet.

Die Felder für Patientennamen Diagnosen, Komplikationen, Indikation eines Zweiteingriffes und Bemerkungen waren als Textfelder gestaltet.

Das Geschlecht, die Operationsindikation, die Operationsart und der Komplikationen wurden nominal verschlüsselt.

So wurde für das Geschlecht die Zahl 1 für Männer, die Zahl 2 für Frauen verwendet.

Die mediale Gonarthrose wurde in der Spalte für die Operationsindikation mit einer 1, das Genu valgum ohne mediale Gonarthrose in derselben Spalte dagegen mit einer 2 verschlüsselt.

Die Coventry-Osteotomie wurde in den Feldern für die Operationsart mit der 1, die fixateurgestützte hohe Tibiakopfosteotomie hingegen mit der 2 gekennzeichnet.

Bei der Verschlüsselung der Komplikationen wurde eine 0 für komplikationsfreie Verläufe, eine 1 bei oberflächlichen Wundheilungsstörungen, eine 2 bei Infektionen, eine 3 für die Bildung von Pseudoarthrosen, eine 4 für einen Peroneusschaden, eine 5 bei anderweitigen Komplikationen und eine 6 für das Auftreten von Mehrfachkomplikationen verwendet.

Die Beurteilung des Operationsergebnisses nach radiologischen Parametern wurde ebenfalls rechnerisch durch das Programm vorgenommen. Hierzu wurde zunächst der Betrag der Differenz aus angestrebtem und erreichtem Operationsergebnis errechnet. Bei einem Betrag von ein oder zwei Grad Differenz zum angestrebten optimalen Ergebnis wurde der Erfolg als "gut" bezeichnet. Abweichungen von drei Grad erhielten das Prädikat "befriedigend", Differenzen von vier Grad und mehr erhielten die Bezeichnung "nicht befriedigend".

Dabei wurde als optimales Operationsergebnis für die Korrektur eines Genu Valgum ein Hüft-Knie-Knöchel-Winkel von null Grad und für die Behandlung der medialen Gonarthrose eine moderate Überkorrektur des Hüft-Knie-Knöchel-Winkels von fünf Grad definiert.

### **3.7.2 Verwendete statistische Testverfahren**

Die gesammelten Daten wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS, Rel. 11.0 ausgewertet. Nach dem Löschen aller Textfelder im Tabellenkalkulationsprogramm konnten alle übrigen erhobenen Größen auf elektronischem Wege in SPSS überführt werden.

Damit weiterhin jederzeit eine Zuordnung der Daten erfolgen konnte, war zuvor jedem Patienten eine laufende Nummer zugeteilt worden, die auch in SPSS erscheinen konnte. Innerhalb des SPSS-Programms konnten nun statistische Messgrößen für die einzelnen Parameter bestimmt werden.

Alle Parameter wurden getrennt nach Operationsgruppen hinsichtlich ihrer Verteilung und Streuungsmaße, Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte sowie ihres Medianwertes untersucht.

Anschließend wurden beide Operationsgruppen getrennt nach Parametern auf statistisch signifikante Unterschiede überprüft.

#### **3.7.2.1 Mann-Whitney-Wilcoxon-Test ("U-Test")**

Hierzu wurde unter anderem der Mann-Whitney-Wilcoxon-Test ("U-Test") verwendet. Hierbei handelt es sich um ein nicht parametrisches Testverfahren zum Vergleich zweier unverbundener Stichproben.

Es wird auf einen Unterschied der Verteilung quantitativer Merkmale untersucht.

Dabei werden als Prüfgröße die Rangzahlen der Stichproben gebildet und auf signifikante Unterschiede verglichen. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha=0,05$  festgelegt.

Das bedeutet, dass von einem signifikanten Unterschied nur ausgegangen wurde, wenn die Wahrscheinlichkeit fälschlicherweise einen Unterschied anzunehmen, statistisch kleiner als fünf Prozent war.

Dieser Test wurde für die Parameter "Operationsdauer", "Dauer der stationären Behandlung", "intraoperativer Blutverlust", "Dauer der Analgesie", sowie für die gemessenen Winkel verwandt.

### 3.7.2.2 Chi-Quadrat-Test

Der Chi-Quadrat-Test ist ein statistischer Test zur Prüfung der Unabhängigkeit zweier qualitativer Merkmale.

Mit ihm lässt sich überprüfen, ob zum Beispiel die unterschiedliche Häufigkeit eines Ereignisses (z. B. Antibiose) in zwei verschiedenen Gruppen (z.B. OP-Gruppen) abhängig oder unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit ist.

Das Signifikanzniveau wurde ebenfalls auf  $\alpha=0,05$  festgelegt.

Dieser Test wurde für die Parameter "Antibiose", "Zahl der Zweiteingriffe" und "OP-Ergebnis" verwendet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Gruppe der Coventry-operierten Patienten

#### 4.1.1 Klinische Parameter

##### 4.1.1.1 Operationsdauer

Von den 23 durchgeführten Coventryoperationen konnten 20 Fälle zur statistischen Auswertung herangezogen werden.

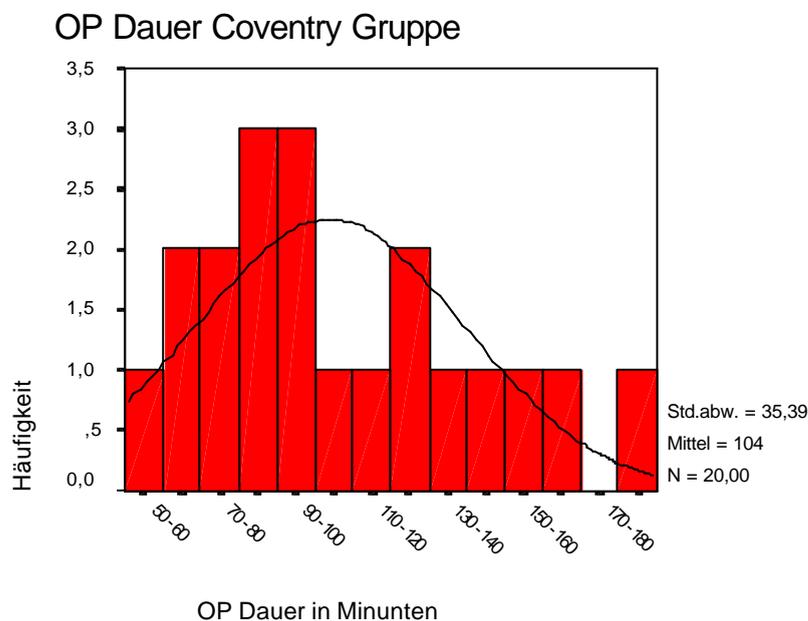
Bei drei Patienten ließ sich die Operationszeit retrospektiv nicht mehr ermitteln.

Bei den verbliebenen 20 Patienten differierte die Operationsdauer zwischen 55 Minuten und 180 Minuten.

Die durchschnittliche Eingriffsdauer lag bei 103,9 Minuten, der Median lag bei 94,0 Minuten.

Die Standardabweichung der Operationsdauer beträgt 35,39 Minuten.

Die Werte sind, wie das Balkendiagramm im Vergleich zur Gaußschen Glockenkurve zeigt, offensichtlich nicht normal verteilt.



**Diagramm 4.1 Coventry-OP: OP-Dauer**

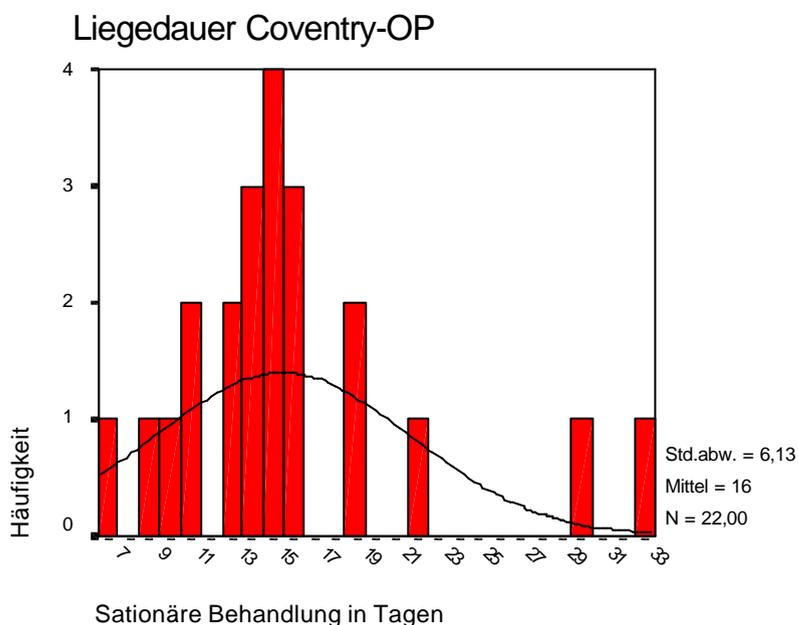
#### 4.1.1.2 Dauer der stationären Behandlung

Im Durchschnitt waren die untersuchten Patienten nach einer durchgeführten Coventry-Osteotomie durchschnittlich 15,7 Tage in postoperativer stationärer Behandlung.

Der Median lag bei 15 Tagen. Die Dauer des stationären Aufenthaltes variierte dabei zwischen sieben und 33 Tagen.

Die beiden längsten Stationsaufenthalte (33 und 30 Tage) waren durch die Behandlung postoperativer Komplikationen in der Behandlung bedingt. Zuvor war keine Entlassung erfolgt.

Die Standardabweichung des Stationsaufenthaltes in Tagen lag bei 6,125.



**Diagramm 4.2 Coventry-OP: Liegedauer**

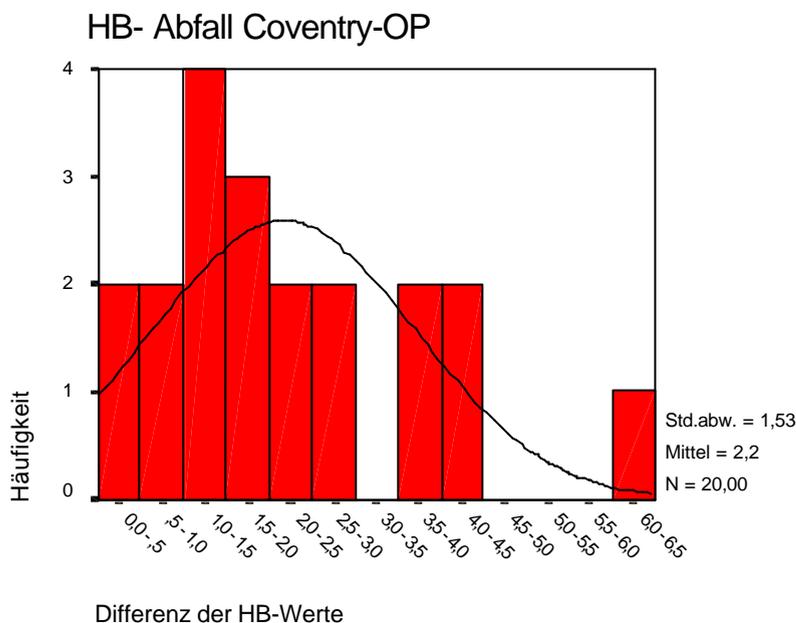
#### 4.1.1.3 Intraoperativer Blutverlust

Der intraoperative Blutverlust wurde, wie bereits beschrieben, anhand des postoperativen Hämoglobinabfalls abgeschätzt.

Bei drei Patienten konnten keine Laborwerte mehr aus dem geforderten Zeitkorridor ermittelt werden.

Darunter fiel auch der Patient, der nebenbefundlich an einer Hämophilie A litt.

Der operationsbedingte Hämoglobinabfall schwankte zwischen Werten von 0,2 g/dl und 6,2 g/dl. Der durchschnittliche Abfall betrug 2,17 g/dl; der Median lag bei 1,65 g/dl. Die Standardabweichung der nicht normalverteilten Werte betrug 1,53.



**Diagramm 4.3 Coventry-OP: HB-Abfall**

#### 4.1.1.4 Dauer der Analgesie

Bei 23 ausgeführten Operationen ließ sich in 22 Fällen retrospektiv ermitteln, dass postoperativ Analgetika verabreicht worden waren.

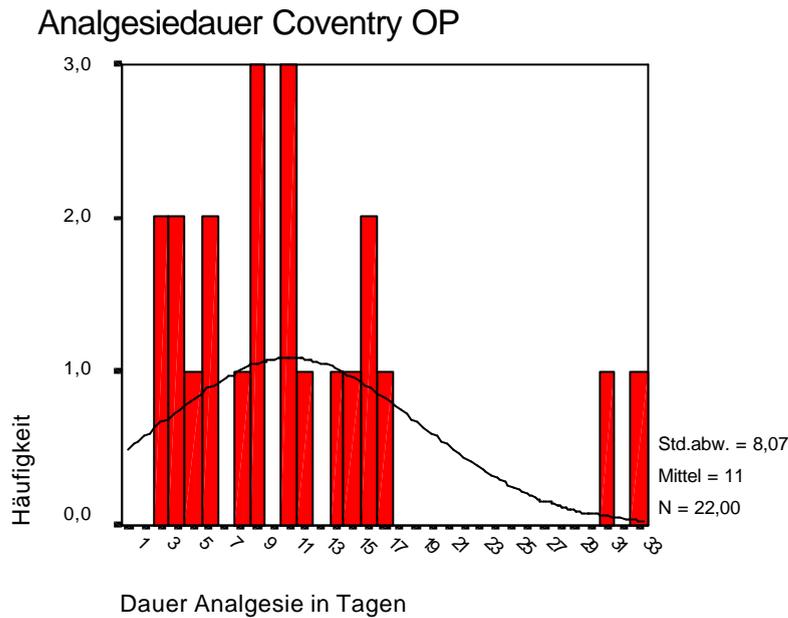
Hier schwankte die Applikationsdauer zwischen zwei und 33 Tagen.

Die Dauer postoperativer Schmerzen konnte bei den Patienten mit Valgisierung durch Coventry-Osteotomie auf durchschnittlich 10,55 Tage berechnet werden.

Der Median lag bei neun Tagen. Die Standardabweichung betrug 8,1.

Wie bereits dargelegt, wurde nur die Dauer der Analgesie untersucht. Andere Parameter wie pharmakologische Stoffgruppen, Dosierungen und Applikationsart wurden nicht unterschieden.

Auch die Analgesiedauer in Tagen war nicht normalverteilt.



**Diagramm 4.4 Coventry-OP: Analgesiedauer**

#### 4.1.1.5 Antibiose

Die Auswertung der Krankenakten ergab, dass in der nach Coventry operierten Patientengruppe fünfmal während des stationären Aufenthaltes eine Antibiose verabreicht worden war.

Dabei blieben wie zuvor beschrieben pharmakologische Stoffgruppen, Applikationsart, Dosierung und Anwendungsdauer unberücksichtigt.

#### 4.1.1.6 Art und Zahl der Zweiteingriffe

Bei den 23 beobachteten Fällen der Coventry-Osteotomie ließ sich retrospektiv ermitteln, dass sechsmal ein operativer Zweiteingriff unternommen worden war.

So wurde bei einem Patienten einen Monat nach Ausführung der Osteotomie eine Wundrevision mit Sulmycin-Ketten-Einlage durchgeführt. Grund war hier die unzureichende Wirkung der versuchten oralen Antibiose wegen einer tiefen Wundentzündung.

Bei einem anderen Patienten musste nach fünf Monaten eine Lösung postoperativer Adhäsionen (Gelenkmobilisation) vorgenommen werden, weil ihm diese offensichtlich Schmerzen bereiteten.

In einem weiteren Fall mit erheblicher postoperativer Schmerzanamnese wurde sechs Monate nach Ausführung der Osteotomie eine Knie-Total-Endoprothese eingesetzt.

Außerdem wurde bei einem anderen Operierten 10 Monate nach der Coventry-Osteotomie eine Punktion des Kniegelenkes und eine Resektion der Plica mediopattellaris vorgenommen. Grund war das rezidivierende Auftreten von Ergüssen, sowie eine Schmerzpersistenz.

Im Weiteren fand sich ein Fall mit einem postoperativen instabilen Knie, an dem 13 Monate nach Osteotomieausführung ein Therapieversuch durch Kapselraffung vorgenommen wurde.

In einem zuletzt zu nennenden Fall wurde 14 Monate nach der chirurgischen Umstellung arthroskopisch eine patellare Denervierung durchgeführt, um vom Patienten geschilderten Schmerzen entgegenzuwirken.

Insgesamt lag so die Rate der geschilderten operativen Zweiteingriffe in dieser Operationsgruppe bei 26%.

#### 4.1.1.7 Komplikationen

Als Komplikationen, die in der Coventrygruppe zutage traten, sind Ereignisse zu nennen, die zu den oben erwähnten Zweiteingriffen geführt hatten.

Wenn man das Einbringen der Knieendoprothese und das Punktieren weiterhin rezidivierender Ergüsse nicht als Komplikation, sondern als ausgebliebenen Behandlungserfolg betrachtet, kam es bei fünf Patienten zu Komplikationen, die durch die Operation ausgelöst wurden.

Dazu zählt eine bereits oben erwähnte Infektion, die auch zu einem Zweiteingriff führte. Des Weiteren trat bei einem Patienten als Mehrfachkomplikation neben einer oberflächlichen Wundheilungsstörung auch eine Pseudoarthrose auf, die jedoch nicht operativ behandelt wurde, da der Patient an einem Bronchialkarzinom litt, das vorrangig therapiert werden sollte.

Außerdem berichtete ein Patient über ein Taubheitsgefühl im Bereich des Nervus infrapattellaris. Zuvor war ein großes Hämatom im Gelenkbereich aufgetreten.

Auch die schon oben erwähnten Adhäsionen, die in einem Zweiteingriff gelöst wurden, waren höchstwahrscheinlich durch die Coventry-Osteotomie bedingt.

Die ebenfalls durchgeführte postoperative Kapselraffung bei instabil gewordenem Gelenk war auch durch das (subtraktive!) Operationsverfahren bedingt.

So traten bei fünf Patienten sieben Komplikationen auf. Auf eine feste Einteilung der Komplikationen in Gewichtungskategorien, wie sie in größeren Studien öfter vorgenommen wird, wurde hier - nicht zuletzt wegen der kleinen Fallzahl - verzichtet.

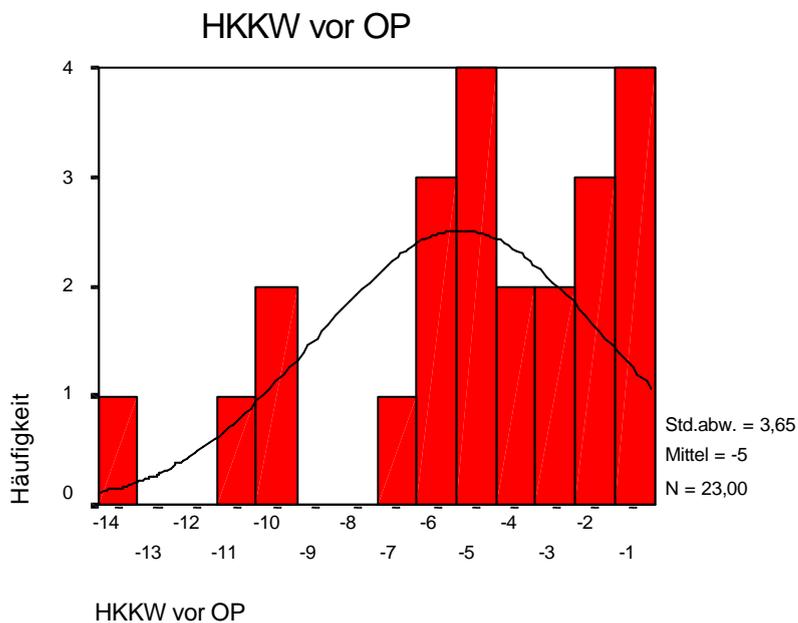
Die Komplikationen sind in 4.3.1.7 tabellarisch dargestellt.

## 4.1.2 Radiologische Parameter

### 4.1.2.1 Praeoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel

22 der 23 durchgeführten Operationen wurden zur Behandlung medialer Gonarthrose ausgeführt. Bei diesen Patienten rangierten die praeoperativ gemessenen varischen Hüft-Knie-Knöchel-Winkel zwischen null und 14 Grad. Der Median lag bei viereinhalb Grad.

Nur an einem Knie wurde eine Umstellung wegen eines sonst unauffälligen Genu varum vorgenommen. Hier betrug der praeoperativ gemessene varische Hüft-Knie-Knöchel-Winkel sechs Grad.



**Diagramm 4.5 Coventry-OP: HKKW vor OP**

#### 4.1.2.2 Postoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel

Bei den 22 durchgeführten Coventry-Osteotomien zur Behandlung der Varusgonarthrose wurden Valgisierungen zwischen einem und 14 Grad erreicht. Der Median lag bei sieben Grad.

Das Operationsergebnis rangierte zwischen acht Grad varisch und zehn Grad valgisch. Hier lag der Median bei zwei Grad valgisch.

Angestrebt wurde in dieser Gruppe eine Überkorrektur von fünf Grad. Ausgehend von diesem Optimum ergab die Einteilung der operierten Patienten in die Ergebnisgruppen "gut" (Abweichung ein oder zwei Grad), "befriedigend" (Abweichung drei Grad) und "nicht befriedigend" (Abweichung vier Grad und mehr), dass bei sieben Patienten ein gutes Operationsergebnis, bei fünf Patienten ein befriedigendes und bei zehn Patienten ein nicht befriedigendes Operationsergebnis erzielt worden war.

Zur Teilgruppe der Patienten mit nicht befriedigendem Operationsergebnis zählten oft die Patienten, bei denen auch klinische Komplikationen (ein revidierender Erguss, eine Wundinfektion, eine Knieinstabilität, ein Entstehen einer Pseudoarthrose) aufgefallen waren.

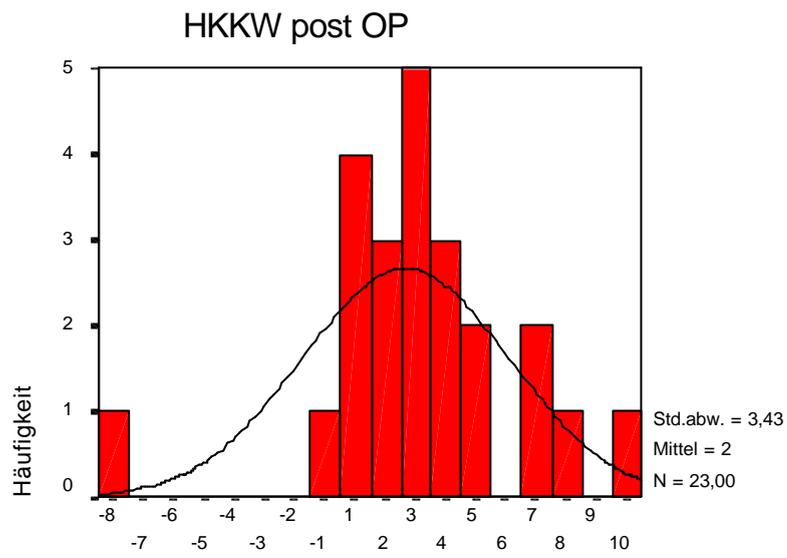
Zur Behandlung des klinisch unauffälligen Genu varum wurde ein optimales Operationsergebnis von null Grad im Hüft-Knie-Knöchel-Winkel definiert.

Der einzige Patient, der wegen dieser Indikation eine Coventry-Osteotomie erhalten hatte, musste ebenfalls in die Gruppe "nicht befriedigend" eingeteilt werden.

Will man trotz kleiner Gruppengröße Prozentangaben machen, so ergibt sich gerundet, dass etwa 35% der radiologischen Ergebnisse als gut, etwa 22% als befriedigend und 44% als nicht befriedigend einzustufen waren.

Operationsergebnis für Indikation	Gut	Befriedigend	Nicht befriedigend
mediale Gonarthrose	7	5	10
Genu valgum	0	0	1
Gesamt	7	5	11

**Tabelle 4.1 Coventry-OP: OP-Ergebnisse**



HKKW post OP

**Diagramm 4.6 Coventry-OP: HKKW post OP**

## 4.2 Gruppe der fixateurgestützt operierten Patienten

### 4.2.1 Klinische Parameter

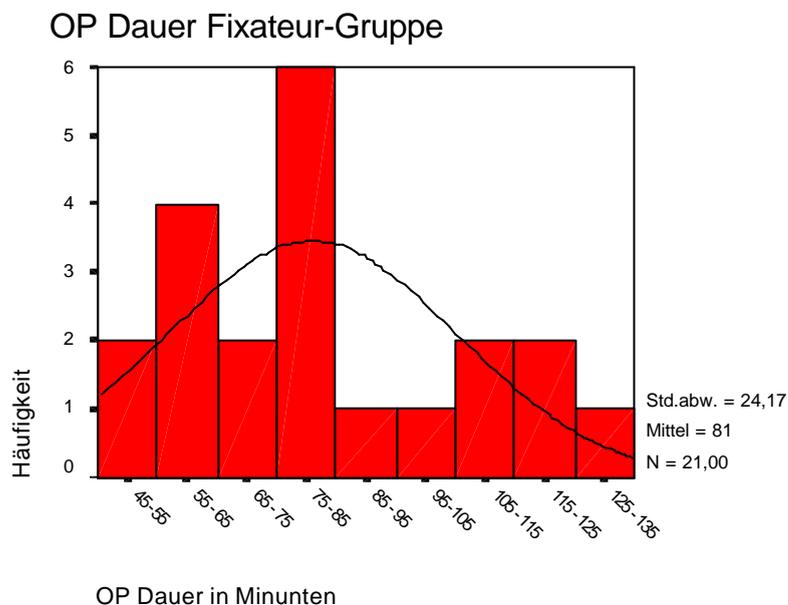
#### 4.2.1.1 Operationsdauer

Von den insgesamt 25 Operationen, bei denen eine Valgisierung unter Fixateuranlage vorgenommen wurde, konnte in 21 Fällen retrospektiv die Operationszeit ermittelt werden. Viermal fehlten entsprechende Angaben in den Krankenakten.

Die Operationszeit differierte zwischen 45 Minuten und 130 Minuten.

Die durchschnittliche Eingriffszeit lag bei 81 Minuten; der Median lag bei 75 Minuten.

Die Standardabweichung betrug 24,17.



**Diagramm 4.7 Hemikallotaxis: OP-Dauer**

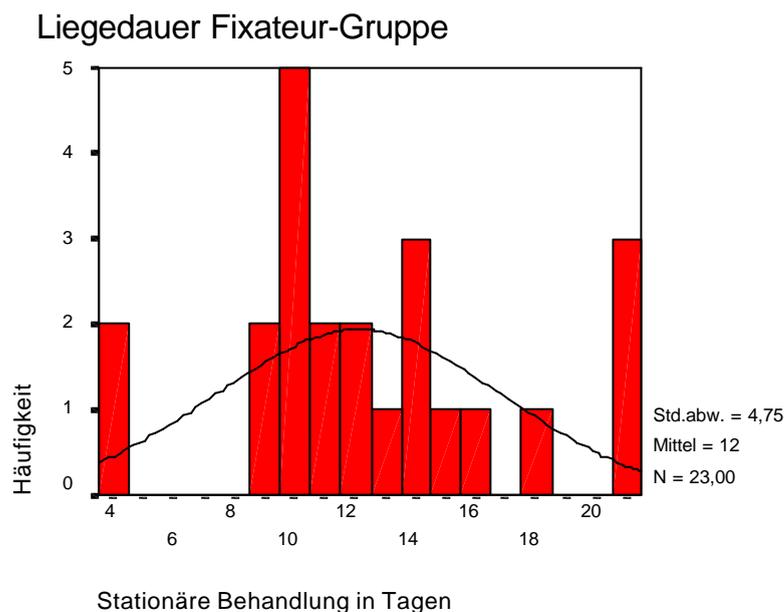
#### 4.2.1.2 Dauer der stationären Behandlung

Die postoperative stationäre Behandlung der Patienten, die zur Valgisierung eine Fixateuranlage erhalten hatten, dauerte durchschnittlich 11,6 Tage.

Der Median lag bei elf Tagen. Der postoperative Krankenhausaufenthalt schwankte dabei zwischen drei und 21 Tagen.

Ein Patient, der bereits am dritten postoperativen Tage entlassen worden war, musste wenige Tage später wegen einer Wundinfektion wieder stationär aufgenommen werden. Dies wurde bei der statistischen Auswertung allerdings rechnerisch nicht berücksichtigt, weil der Stationsaufenthalt unterbrochen worden war.

Die Standardabweichung der insgesamt 25 postoperativen stationären Aufenthalte in Tagen betrug 4,74.



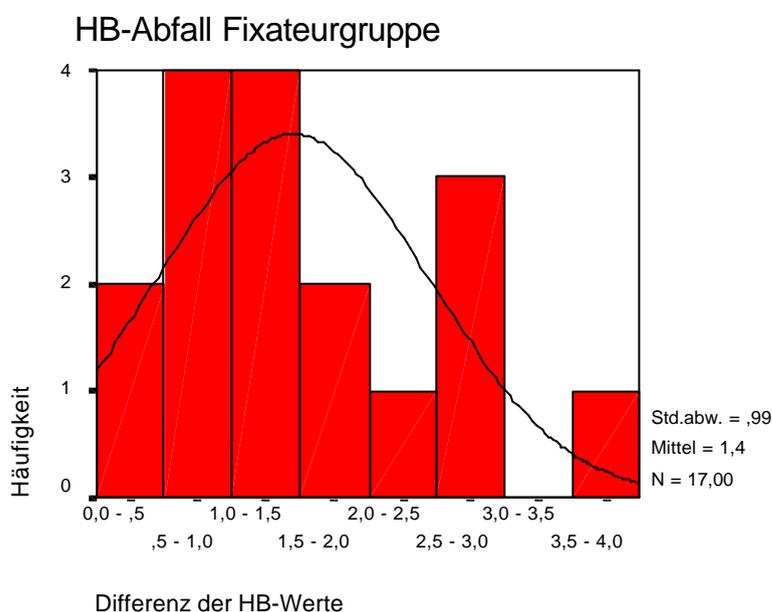
**Diagramm 4.8 Hemikallotasis: Liegedauer**

#### 4.2.1.3 Intraoperativer Blutverlust

Der intraoperative Blutverlust wurde anhand der Hämoglobindifferenz aus praeoperativen und postoperativen Blutwerten abgeschätzt.

Dabei konnte für 17 Operationen diese Differenz aus den Akten ermittelt werden. In acht Fällen waren die Unterlagen unvollständig oder die Laborwerte nicht aus den geforderten perioperativen Zeiträumen.

Der Hämoglobinabfall schwankte bei den verbliebenen Fällen zwischen 0,3 g/dl und 3,8 g/dl. Der Durchschnitt lag hier bei 1,44 g/dl und der Median bei 1,0 g/dl.



**Diagramm 4.9 Hemikallotaxis: HB-Abfall**

#### 4.2.1.4 Dauer der Analgesie

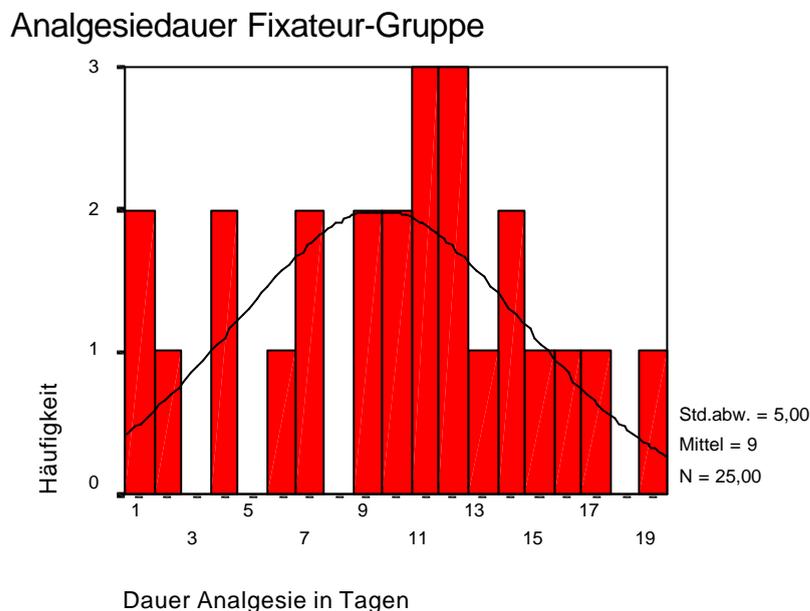
Für die 25 Fälle der fixateurgestützt operierten Patienten war 23-mal die Verabreichung von Analgetika in den Krankenakten dokumentiert. Zweimal fand sich kein Hinweis auf eine Analgesierung.

Die längste Schmerzmittelgabe zog sich über 19 Tage. Die durchschnittliche Dauer der postoperativen Schmerzen konnte im Mittel auf etwa 9 Tage geschätzt werden.

Der Median lag bei 10 Tagen; die Standardabweichung betrug 4,40.

Wie bereits erwähnt, wurde nur die Dauer der Analgesie untersucht.

Andere Parameter wie pharmakologische Stoffgruppen, Dosierungen und Applikationsart wurden nicht unterschieden.



**Diagramm 4.10 Hemikallotaxis: Dauer der Analgesie**

#### 4.2.1.5 Antibiose

In der Gruppe der Patienten, die mit einer Umstellungsosteotomie mittels Fixateurmontage behandelt worden waren, wurde während des Stationsaufenthaltes sechsmal eine Antibiose angeordnet.

19-mal kamen die Patienten ohne antimikrobielle Therapie aus.

Dabei blieben wie zuvor beschrieben pharmakologische Stoffgruppen, Applikationsart, Dosierung und Anwendungsdauer unberücksichtigt.

#### 4.2.1.6 Art und Zahl Zweiteingriffe

Von den 25 vorgenommenen fixateurgestützten Tibiakopfoosteotomien führten sechs zu notwendigen operativen Zweiteingriffen. So wurde in einem Fall bereits am postoperativen Tag das Versetzen einer falsch platzierten Knochenschraube in Allgemeinnarkose notwendig.

In einem anderen Fall war wegen einer aufgetretenen unteren Pin-Infektion eine Fixateurabnahme mit anschließender Gipsanlage unumgänglich.

Bei einem weiteren Patienten war wegen eines oberen Pin-Infektes eine Inzision nötig, die von einem niedergelassenen Chirurgen außer Haus vorgenommen wurde.

Ebenfalls wegen eines Pin-Infektes wurde bei einem anderen Patienten ein Wunddebridement mit Sulmycinketteneinlage sechs Monate nach erfolgter Umstellung vorgenommen.

Bei einem weiteren Patienten war es zu einer frühen Verklebung des Fixateurs mit konsekutiver vorzeitiger knöcherner Konsolidierung gekommen. Dieser Patient erlitt später eine Tibiakopfimplicationsfraktur, die sieben Monate nach der Valgisierung chirurgisch angegangen wurde.

Eine an der Fibula aufgetretene Pseudoarthrose wurde nach mehr als 24 Monaten reseziert.

Zusammengenommen lag die Rate der vorgenommenen Zweiteingriffe bei 28%. Mehr als die Hälfte dieser Revisionen fand ihre Grundlage in aufgetretenen Pin-Infektionen.

#### 4.2.1.7 Komplikationen

An dieser Stelle können alle Komplikationen genannt werden, die wie oben beschrieben zu operativen Revisionen führten.

Weiterhin traten jedoch auch Komplikationen auf, die nicht operativ behandelt werden mussten.

So trat in einem Fall eine tiefe Beinvenenthrombose auf.

Zum anderen wurde einmal eine ambulante Fixateurummontage notwendig, weil ein Kugelgelenk beständig knackte.

Zwei Patienten berichteten postoperativ über ein Taubheitsgefühl im Bereich des medialen Unterschenkels am operierten Bein (Ramus infrapattellaris des Nervus saphenus).

Der Patient, bei dem die ventrale Fixateurschraube umgesetzt werden musste, litt unter einer Mehrfachkomplikation. Er entwickelte später einen Pin-Infekt und beschrieb ein Taubheitsgefühl im Bereich des Ramus infrapattellaris.

Insgesamt waren also zehn Komplikationen bei 8 Patienten aufgetreten.

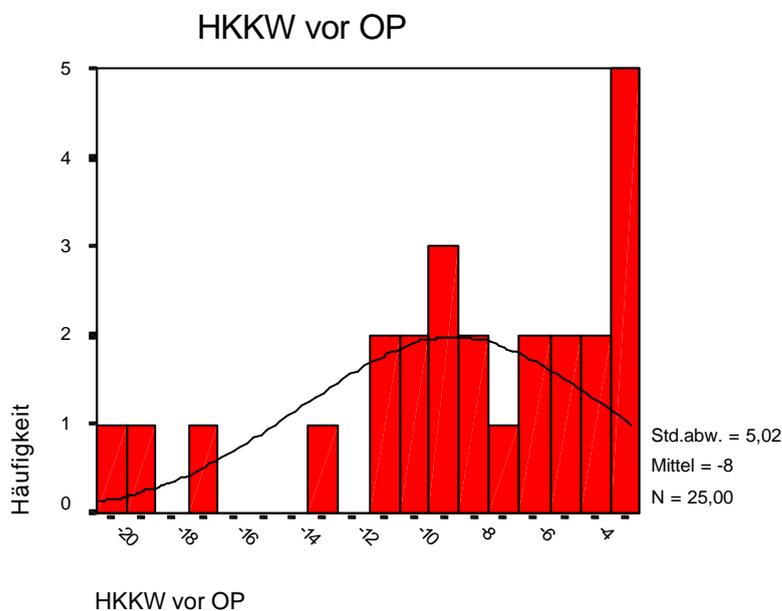
Die Komplikationen sind in 4.3.1.7 tabellarisch dargestellt.

## 4.2.2 Radiologische Parameter

### 4.2.2.1 Praeoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel

Insgesamt wurde 25-mal der praeoperative Hüft-Knie-Knöchel-Winkel gemessen. In 16 Fällen wurde eine Operation wegen medialer Gonarthrose vorgenommen. In dieser Teilgruppe schwankten die praeoperativen varischen Winkel zwischen zwei und 13 Grad. Der Median lag bei sechs Grad.

Die neun anderen Eingriffe wurden wegen eines idiopathischen Genu Valgum durchgeführt. Hier lagen die praeoperativen varischen Winkel zwischen vier und 20 Grad. Der Median betrug neun Grad.



**Diagramm 4.11 Hemikallotasis: HKKW vor OP**

### 4.2.2.2 Postoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel

In den 16 Fällen, in denen der Eingriff zur Therapie der medialen Gonarthrose vorgenommen wurde, wurden Valgisierungen zwischen zwei und 15 Grad durchgeführt. Der Median betrug 9,5 Grad.

Dabei wurden Operationsergebnisse erreicht, die zwischen zwei Grad varisch und sechs Grad valgisch lagen.

Der Median der postoperativen Hüft-Knie-Knöchel-Winkel lag bei 2,5 Grad. Angestrebt wurde in dieser Gruppe wiederum eine Überkorrektur von fünf Grad.

Ausgehend von diesem als ideal angesehenem Ergebnis ergab die Einteilung der operierten Patienten in die Ergebnisgruppen "gut" (Abweichung ein oder zwei Grad), "befriedigend" (Abweichung drei Grad) und "nicht befriedigend" (Abweichung vier Grad und mehr), dass bei acht Patienten ein gutes Operationsergebnis, bei zwei Patienten ein befriedigendes und bei sechs Patienten ein nicht befriedigendes Operationsergebnis erzielt worden war.

Zur Teilgruppe der Patienten mit nicht befriedigendem Operationsergebnis zählten Patienten, bei denen auch klinische Komplikationen (eine vorzeitige Fixateurabnahme mit Gipsanlage wegen Pin-Infekt, eine Fixateurverklebung mit vorzeitiger knöcherner Konsolidierung und späterer Impressionsfraktur, ein Pin-Infekt) aufgetreten waren.

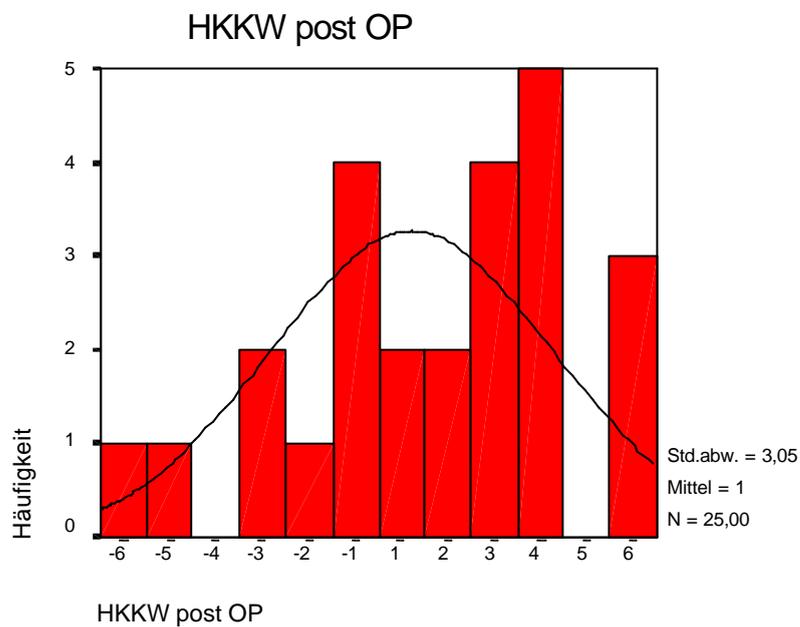
Die praeoperativ gemessenen varischen Winkel der Beinachsen der Patienten, die wegen eines idiopathischen Genu valgum operiert worden waren, wurden zwischen vier und 20 Grad bestimmt.

Durch die Behandlungen konnten Valgisierungen zwischen vier und 15 Grad erreicht werden. Sechs Monate nach der ausgeführten Osteotomie lagen die Hüft-Knie-Knöchel-Winkel zwischen sechs Grad varisch und zwei Grad valgisch.

Wendet man abermals die oben beschriebenen Bewertungskriterien an, so konnte in fünf Fällen das Ergebnis als "gut", in zwei Fällen als "befriedigend" und in zwei weiteren Fällen als "nicht befriedigend" bezeichnet werden. Fasst man die Patienten beider Operationsindikationen zusammen, ergibt sich, dass, wenn man trotz kleiner Gruppengröße Prozentangaben machen will, in der fixateurgestützt operierten Gruppe in 52% ein gutes, in 16% ein befriedigendes und in 32% ein nicht befriedigendes Operationsergebnis erzielt wurde.

Operationsergebnis für Indikation	Gut	Befriedigend	Nicht befriedigend
mediale Gonarthrose	8	2	6
Genau valgum	5	2	2
Gesamt	13	4	8

**Tabelle 4.2 Hemikallotasis: Operationsergebnisse**



**Diagramm 4.12 Hemikallotasis: HKKW post OP**

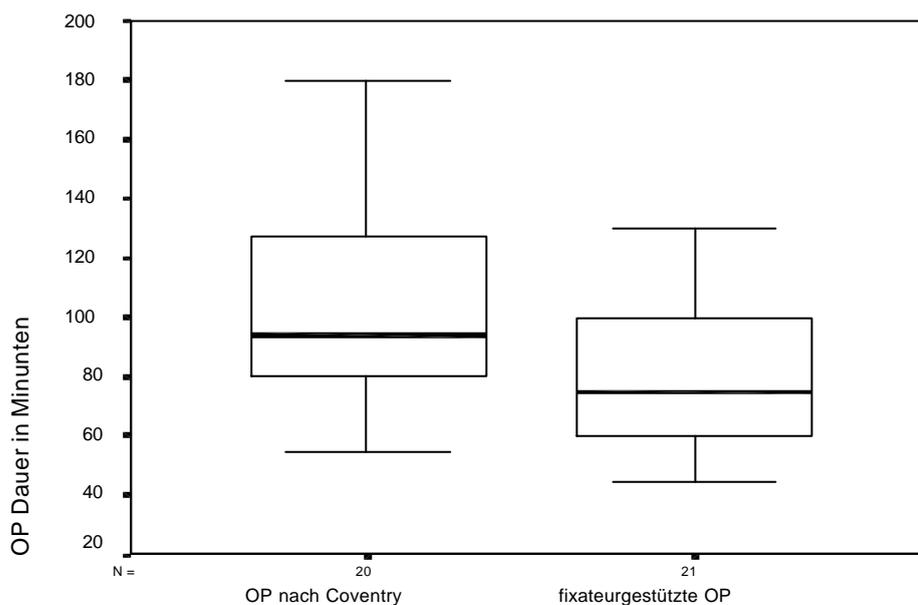
## **4.3 Gruppen vergleichende Betrachtung und Test auf signifikante Unterschiede**

### **4.3.1 Klinische Parameter**

#### **4.3.1.1 Operationsdauer**

Die Ergebnisse hinsichtlich der Operationsdauer in den beiden Patientengruppen sind vorstehend bereits ausführlich erläutert worden.

Die statistische Verteilung der einzelnen Operationszeiten ist in der folgenden Boxplot-Grafik getrennt nach Gruppen noch einmal grafisch veranschaulicht. Innerhalb der Kästen ("Box") befinden sich jeweils die Hälfte der ermittelten Werte; der Median ist als dickere schwarze waagerechte Linie dargestellt. Der Bereich zwischen den T-Balken gibt die Streubreite aller ermittelten Operationszeiten an.



**Diagramm 4.13 Vergleich: OP-Dauer**

Die bildliche Darstellung lässt vermuten, dass die fixateurgestützte Valgisierung gegenüber der Coventry-Osteotomie einen Zeitvorteil bietet.

Zur Prüfung auf einen mathematisch signifikanten Unterschied wurde der oben erläuterte U-Test verwandt.

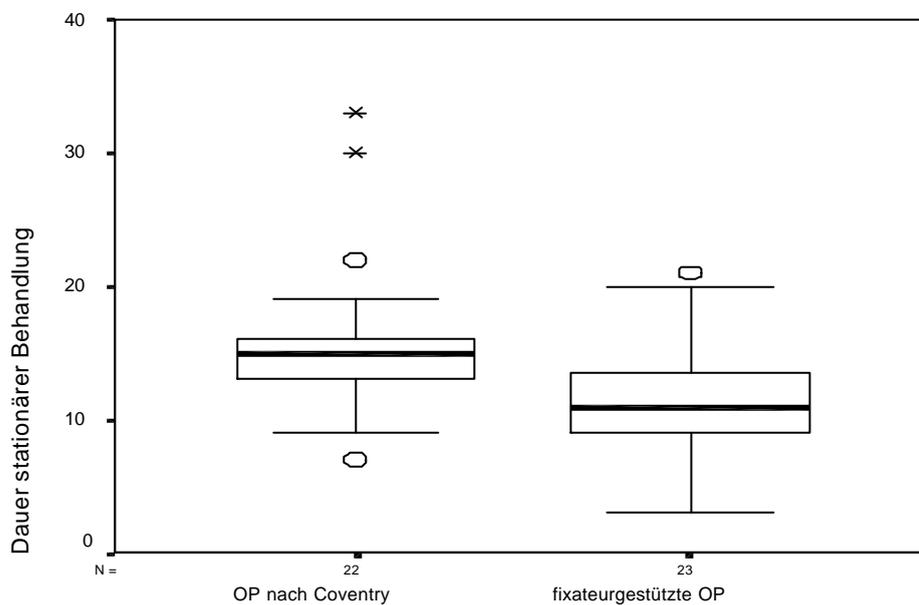
Das Signifikanzniveau liegt mit  $\alpha=0,029$  unter dem geforderten Niveau von 0,05. Daher lässt sich der vermutete Unterschied zwischen beiden Gruppen hinsichtlich der Operationszeit statistisch sichern.

Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als fünf Prozent ist die Operationszeit bei einer fixateurgestützten Operation kürzer; bei einer Coventry-Osteotomie dagegen länger.

Zur Abschätzung des beschriebenen Zeitvorteils sei erwähnt, dass die Differenz der durchschnittlichen Eingriffszeiten beider untersuchten Gruppen bei knapp 25 Minuten lag.

#### 4.3.1.2 Dauer der stationären Behandlung

Vergleicht man die durchschnittliche Dauer des postoperativen stationären Aufenthaltes in beiden Patientengruppen vermutet man bei einer Differenz von etwa vier Tagen ebenfalls einen Unterschied. Die Verteilung der Stationsaufenthalte in Tagen wird in der Boxplot-Grafik deutlich:



**Diagramm 4.14 Vergleich: Liegedauer**

Die grafische Interpretation ist mit den bereits im Abschnitt "Operationsdauer" aufgeführten Erläuterungen möglich. Zusätzlich finden sich hier in der Darstellung extreme Werte, die mit kleinen Kreisen und Sternchen als "Ausreißer" markiert wurden. Wiederum wurde mit Hilfe des U-Tests auf einen signifikanten Unterschied geprüft.

Das errechnete Alpha von  $\alpha=0,010$  liegt unter dem geforderten Niveau von 0,05. So lässt sich abermals ein operationsgruppenspezifischer Unterschied feststellen: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als fünf Prozent ist der postoperative stationäre Aufenthalt nach einer fixateurgestützten Valgisierung kürzer, als nach Ausführung einer herkömmlichen Coventryoperation.

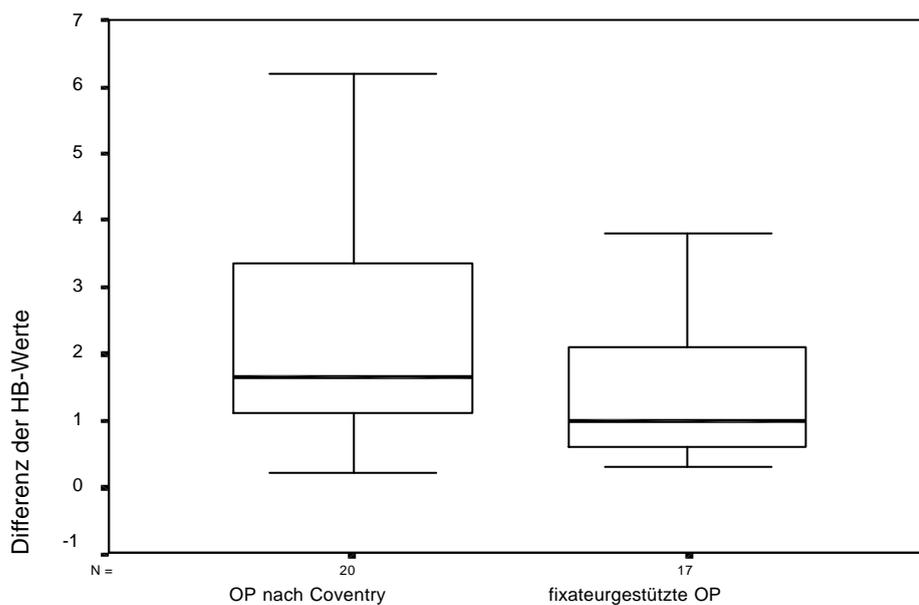
Dabei betrug der Unterschied für die beobachteten Fälle im Durchschnitt vier Tage.

#### 4.3.1.3 Intraoperativer Blutverlust

Vergleicht man die in den vorigen Kapiteln aufgeführten Durchschnittswerte und Mediane des postoperativen Haemoglobinabfalls, so scheint sich ein kleiner Vorteil für die Gruppe der fixateurgestützt operierten Patienten zu ergeben.

Die Betrachtung der Zahlen führt zur Annahme, dass der Hämoglobinabfall nach einer Coventryoperation etwa 0,7 mg/dl höher ist, als in der anderen Operationsgruppe.

Dies verdeutlicht auch die bildliche Darstellung:



**Diagramm 4.15 Vergleich: HB-Werte**

Die Darstellung lässt sich wie bei den zuvor beschriebenen Parametern interpretieren. Für den Vergleich des postoperativen Haemoglobinabfalls beider Patientengruppen mittels des U-Testes ergibt sich, dass sich der vermutete Unterschied zwischen den Gruppen nicht beweisen lässt, da die Signifikanz mit einem  $\alpha$  von 0,135 deutlich über dem geforderten Niveau von 0,05 liegt.

Die Behauptung, dass der intraoperative Blutverlust bei einer fixateurgestützten Osteotomie geringer sei, ist nach dem Testergebnis mit einer zu hohen Fehlerwahrscheinlichkeit behaftet.

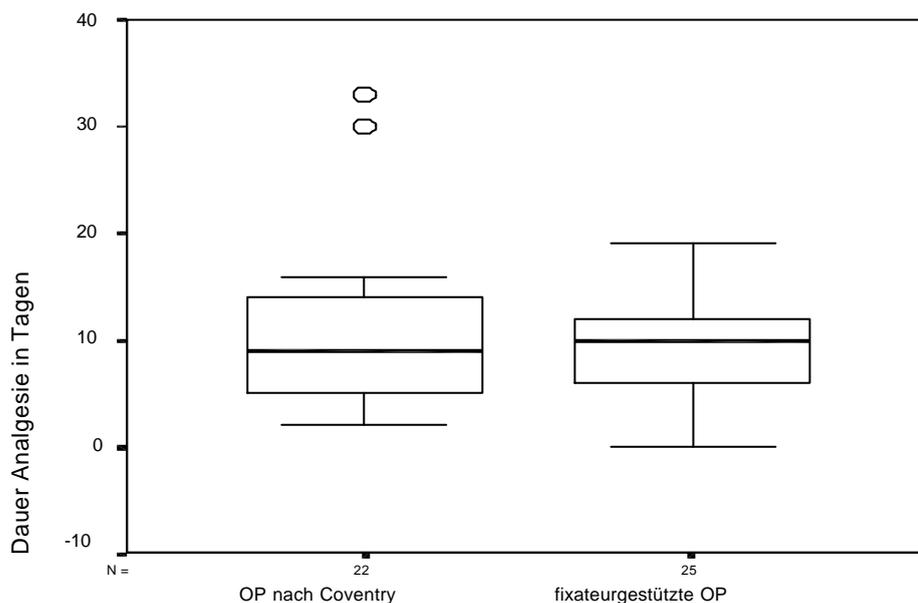
Die These muss also auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  verworfen werden.

Einerseits kann der hier angenommene Unterschied zufällig bedingt sein. Andererseits ist wahrscheinlich die Zahl der betrachteten Fälle auch zu klein, um einen Unterschied zu beweisen (bei elf Patienten fehlten entsprechende Angaben zu den Hämoglobinwerten).

#### 4.3.1.4 Dauer der Analgesie

Stellt man die in beiden Gruppen ermittelten Ergebnisse zur Dauer der postoperativen Analgetikaverabreichung nebeneinander, so stellt man fest, dass die Werte nahe beieinander liegen. So liegen Median und Durchschnitt der Analgesiedauer in Tagen bei neun beziehungsweise zehn Tagen.

Dies manifestiert sich auch in der grafischen Darstellung:



**Diagramm 4.16 Vergleich: Dauer der Analgesie**

Ein trotzdem durchgeführter U-Test ergibt erwartungsgemäß, dass die Annahme eines Unterschiedes bei einem  $\alpha$  von 0,881 bei einem geforderten Signifikanzniveau von 0,05 nicht berechtigt ist.

#### 4.3.1.5 Antibiose

Die bereits oben genannten Ergebnisse der nach Operationsgruppen getrennten Auswertung sind in der folgenden Tabelle einander gegenübergestellt.

Antibiose	n	Antibiose	Rangsumme
Coventry-Osteotomie	23	5	18
Hemikallotasis	25	6	19
Gesamt	48		

**Tabelle 4.3 Vergleich: Antibiose**

Es findet sich wie hier dargestellt, in den beiden ähnlich großen Gruppen eine nahezu gleiche Anzahl von Antibiotikaawendungen. Daher kann daher kaum ein gruppentypischer Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von Antibiosen angenommen werden. Dies zeigt auch der Chi-Quadrat-Test.

#### 4.3.1.6 Zweiteingriffe

Die Zahl der festgestellten Zweiteingriffe ist nach Operationsarten getrennt tabellarisch zusammengestellt:

Zweiteingriffe	n	ja	nein
Coventry-Osteotomie	23	6	17
Hemikallotasis	25	6	19
Gesamt	48		

**Tabelle 4.4 Vergleich: Zweiteingriffe**

Bei den zahlenmäßig nahezu gleich großen Gruppen findet sich eine gleich hohe Anzahl von notwendig gewordenen Zweiteingriffen. Man kann also –wie bei den Antibiotikaawendungen- vermuten, dass kein gruppenspezifischer Vor- oder Nachteil besteht.

Der durchgeführte Chi-Quadrat-Test ergibt erwartungsgemäß, dass die Annahme eines Unterschieds nicht gerechtfertigt ist.

#### 4.3.1.7 Komplikationen

Nicht nur die Komplikationsarten, sondern auch die Zahl der aufgetretenen Komplikationen waren in beiden Gruppen unterschiedlich. So kommen bei ähnlich großen Gruppen bei der Coventry-OP zahlenmäßig weniger Komplikationen vor:

Coventry-Osteotomie (n = 23)	Hemikallotasis (n = 25)
1 Infekt	3 Pin-Infekte
1 Pseudoarthrose	1 Pseudoarthrose
1 sensibles Defizit	2 sensible Defizite
1 Wundheilungsstörung	1 ambulante Fixateurummontage
1 instabiles Kniegelenk	1 Pin-Neuplatzierung
1 Adhäsionsbildung	1 Fixateurverklebung mit folgender Tibiakopfimplicationsfraktur
1 großes Hämatom	1 tiefe Beinvenenthrombose
7 Komplikationen bei 5 Patienten	10 Komplikationen bei 8 Patienten

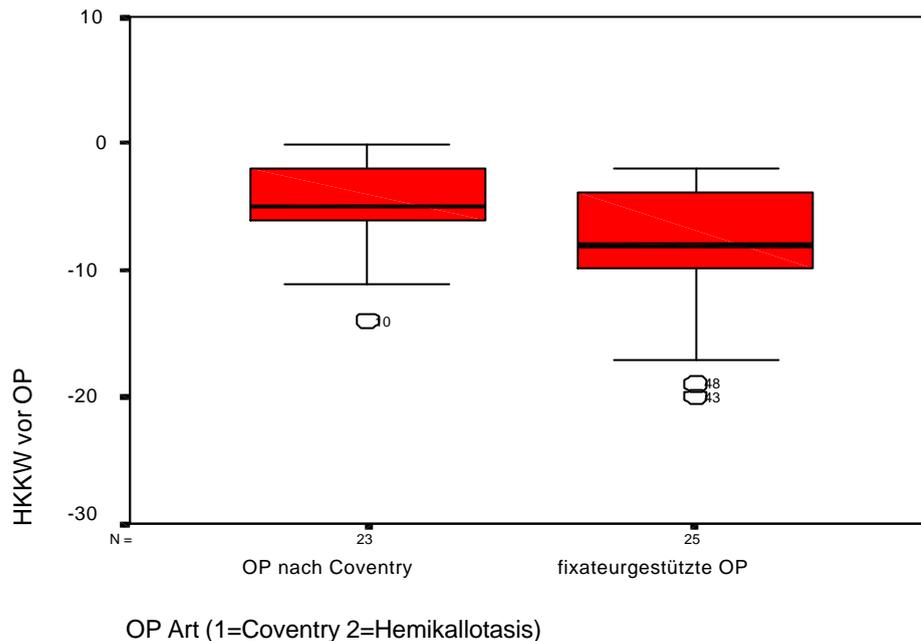
**Tabelle 4.5 Vergleich der Komplikationen**

Dennoch ist dieser Unterschied nicht signifikant, wie der Chi-Quadrat-Test zeigt.

## 4.3.2 Radiologische Parameter

### 4.3.2.1 Praeoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel

Der Vollständigkeit halber wurden auch beide Patientengruppen hinsichtlich ihrer praeoperativen Hüft-Knie-Knöchel-Winkel verglichen. Hierbei lässt sich bereits grafisch ein Unterschied vermuten. Der Median liegt in der Coventrygruppe bei 4,5 Grad in der Gruppe der additiven Osteotomie bei sechs Grad.



**Diagramm 4.17 Vergleich: HKKW vor OP**

Die praeoperativen Beinachsen scheinen in der fixateurgestützt operierten Gruppe varischer gewesen zu sein. Dieser vermeintliche Unterschied lässt sich statistisch belegen.

Mit einem Alpha von 0,018 besteht tatsächlich ein signifikanter Unterschied. Diese Differenzierung scheint jedoch nicht sinnvoll, weil das Ausmaß einer geplanten Valgisierung unmaßgeblich für das Erreichen oder Verfehlen eines postoperativen Zielkorridors ist. Auch wenn das Ausmaß der nötigen Valgisierung nun in der fixateurgestützt operierten Gruppe größer gewesen sein ist, bedeutet dies nicht, dass die Operationsausführung dadurch grundsätzlich erschwert war. Beide Gruppen lassen sich trotz eines nachgewiesenen praeoperativen Unterschieds hinsichtlich ihrer postoperativen Werte vergleichen.

#### 4.3.2.2 Postoperativer Hüft-Knie-Knöchel-Winkel

Will man das postoperative radiologische Ergebnis gruppenvergleichend betrachten, reicht eine Prüfung der Verteilungen der postoperativen Hüft-Knie-Knöchel-Winkel nicht aus. Bei der Beurteilung des postoperativen Ergebnisses muss auch berücksichtigt werden, ob durch die Operation eine Überkorrektur oder lediglich eine Aufrichtung eines varischen Beines angestrebt wurde. Dies hing von der Operationsindikation (mediale Gonarthrose versus idiopathisches Genu valgum) ab, die in beiden Gruppen auch unterschiedlich verteilt war. Daher scheint es sinnvoll, die oben bereits beschriebenen Operationsnoten ("gut" = Abweichung ein oder zwei Grad vom Ziel; "befriedigend" = Abweichung drei Grad vom Optimum und "nicht befriedigend" = Abweichung vier Grad und mehr vom Ziel) auf gruppenspezifische Unterschiede zu prüfen. Die folgende Kreuztabelle stellt die Ergebnisse aus Operationsgruppen nebeneinander:

HKKW post OP	gut	befriedigend	nicht befriedigend
Coventry-Osteotomie	7	5	11
Hemikallotasis	13	4	8
Gesamt	20	9	19

**Tabelle 4.6 Vergleich: HKKW post OP**

Vergleicht man die absoluten Zahlen, muss man vermuten, dass ein Vorteil für die Patienten besteht, die bei der Valgisierung einen Fixateur erhalten hatten.

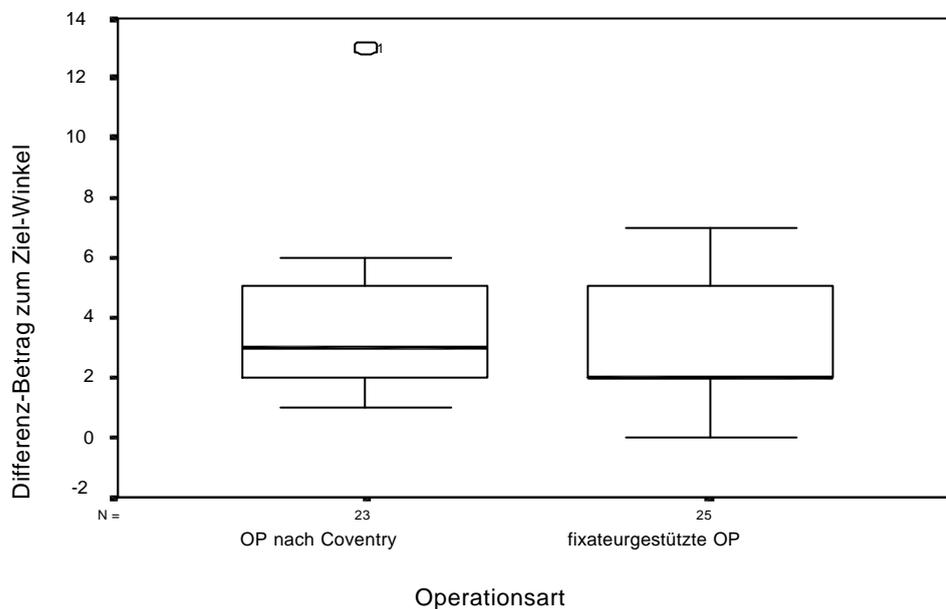
So finden sich bei ähnlich großen Operationsgruppen in der fixateurbehandelten Gruppe fast doppelt so viele Patienten in der Kategorie "gut", wie in der nach Coventry operierten Gruppe (13 zu sieben). Dagegen ist in der Coventrygruppe die Zahl der Fälle mit "nicht befriedigendem Operationsergebnis" etwa anderthalb mal so hoch, wie in der fixateurgestützt operierten Gruppe (elf zu acht). Die Fälle, die der Kategorie "befriedigend" zugeteilt wurden, scheinen sich gleich zu verhalten.

Ein Chi-Quadrat-Test auf signifikante Unterschiede in den Gruppen ergibt jedoch, dass sich der hier vermutete Vorteil für fixateurgestützte Valgisierung auf einem Signifi-

kanzniveau von 0,05 nicht statistisch beweisen lässt. Mit einer Signifikanz von 0,155 würde man sich bei der Annahme eines Vorteils für die fixateurgestützt operierte Gruppe zu 15% irren.

Aber auch mittels eines U-Tests lassen sich beide Gruppen hinsichtlich ihres OP-Ergebnisses vergleichen. Prüfgröße ist dann der Betrag der Abweichung vom Ziel-Hüft-Knie-Knöchel-Winkel.

Die Abweichungen vom Ziel-Hüft-Knie-Knöchel-Winkel sind nach den Operationsgruppen getrennt im folgenden Boxplot-Diagramm dargestellt:



**Diagramm 4.18 Vergleich: Abweichung vom Zielwinkel**

Der Median der Abweichung liegt, wie die Grafik zeigt, in der Gruppe der fixateurgestützt operierten Patienten niedriger. Der durchgeführte U-Test ergibt jedoch, dass ein Unterschied auf dem geforderten Signifikanzniveau nicht angenommen werden darf, da das Alpha mit 0,41 zu groß ist.

#### **4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse**

Die vergleichende Betrachtung der beiden Patientenkollektive führt zu dem Ergebnis, dass hinsichtlich der Untersuchungsgrößen "intraoperativer Blutverlust", "Zahl der Zweiteingriffe", "Antibiose" und "Analgesie" kein Unterschied besteht. Die Zahl der Komplikationen scheint in der Fixateurgruppe (fünf zu acht Patienten) häufiger zu sein. Ein Vergleich ist jedoch schwierig, da sich die Komplikationsarten unterscheiden und die Fallzahl gering ist. Dagegen fällt jedoch bei der Betrachtung des Parameters "Operationserfolg" eine Tendenz zugunsten der fixateurgestützt operierten Patienten auf. Bei annähernd gleicher Gruppengröße fallen hier etwa doppelt so viele Patienten in die Kategorie "gut" (13 zu sieben Patienten), zudem finden sich in der Coventrygruppe etwa eineinhalb Mal so viel Patienten in der Kategorie "nicht befriedigend" (11 zu acht Patienten). Auf die Kategorie "befriedigend" entfallen in beiden Gruppen gleich viele Patienten (fünf und vier Patienten). Diese Tendenz ist statistisch aber nicht auf dem geforderten Signifikanzniveau zu beweisen. Sehr deutliche Unterschiede, die sich trotz kleiner Gruppengröße auch statistisch verifizieren lassen, finden sich bei der "Operationszeit" und "postoperativen stationären Behandlungsdauer". In beiden Fällen bestehen Vorteile für das jüngere Operationsverfahren. So dauert die Ausführung einer Coventry-Osteotomie durchschnittlich etwa zwanzig Minuten länger. Auch müssen die nach Coventry operierten Patienten im Schnitt vier Tage länger stationär betreut werden.

## **5 Diskussion**

### **5.1 Stellung der Osteotomieverfahren in der Behandlung der medialen Gonarthrose**

#### **5.1.1 Allgemeines**

Odenbring et al. beobachtete in einer Studie 1989 die Entwicklung der medialen Gonarthrose in 189 Kniegelenken (66).

Im Beobachtungszeitraum von 16 Jahren waren 118 Gelenke operativ behandelt worden.

71 Gelenke wurden konservativ behandelt.

Er fand – im Einklang mit anderen Autoren - heraus, dass die Gonarthrose ohne chirurgische Behandlung unaufhaltsam fortschreitet (31).

Nur acht der 71 nicht operierten Patienten konnten konservativ zufrieden stellend behandelt werden.

Schlussfolgernd soll eine klinisch relevante mediale Gonarthrose operativ behandelt werden, weil die Ergebnisse konservativer Behandlung deutlich schlechter sind.

Als Behandlungsverfahren sind hier valgusierende Umstellungsosteotomien am Tibiakopf, sowie das Einbringen verschiedener (Teil-) Endoprothesen weltweit anerkannt (2, 10, 11, 26, 36, 37, 46, 49, 67, 94).

Hanssen et al. führt als konservative Verfahren Gewichtsreduktion, Schmerzmittelgabe, antiinflammatorische Therapie, intraartikuläre Injektionen, Muskeltraining und orthopädische Schuhversorgung an.

Er kommt aber auch zu dem Ergebnis, dass diese Maßnahmen in ihrer Wirkung nicht nur zeitlich limitiert sind (27).

Auch arthroskopische Verfahren, die sowohl Gelenklavage, Meniskotomien, Synovektomien, Osteophytenexzisionen, als auch Knorpelglättungen einschließen, zeigen bei weniger ausgeprägter Gonarthrose nur begrenzt Erfolge (27).

Wichtig für den Behandlungserfolg und die spätere Zufriedenheit des Patienten ist die kritische Auswahl des korrekten Operationsverfahrens durch den operativ tätigen Orthopäden.

Liegt ein Fall von medialer Gonarthrose vor, der operativ behandelt werden soll, muss sich dieser zwischen einer Umstellungsosteotomie oder einer Kniearthroplastik entscheiden.

Das Konzept der Umstellungsosteotomie beinhaltet das Durchbrechen des Teufelskreises aus medialer Gelenküberlastung und fortschreitender Varisierung (13).

Es handelt sich also um eine ursächliche Behandlung. Insbesondere dann, wenn es sich um eine sekundäre Arthrose bei vorbestehendem Genu varum handelt.

Kritischerweise bezweifelt Shaw et al. dieses Konzept. Er behauptet, dass zur mechanischen Entlastung des medialen Kompartiments Überkorrekturen von bis zu 25 Grad notwendig seien (80).

Derartige Korrekturen sind natürlich allein aus kosmetischen Gründen nicht möglich.

Dennoch zeigen die Osteotomie-Verfahren über einen langen Zeitraum gute Erfolge (1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 29, 32, 34, 35, 41, 44, 48, 59, 61, 72, 74, 75, 78, 79, 81, 88, 91, 92, 99, 100).

Allerdings kommt nicht für jeden Patienten mit medialer Gonarthrose eine Tibiakopfoosteotomie in Frage.

### **5.1.2 Indikationsstellung zur hohen Tibiakopfoosteotomie**

Die korrekte Indikationsstellung ist an bestimmte Voraussetzungen gebunden.

Vor dem Eingriff muss feststehen, dass der Knieschmerz durch eine Arthrose ausgelöst wird.

Andere Erkrankungen, die nicht mit einer Umstellungsosteotomie behandelt werden können, müssen ausgeschlossen werden.

Dazu zählen beispielsweise die Osteonekrose, Metastasen oder fortgeleitete Schmerzen aus benachbarten Gelenken (12).

Außerdem müssen die arthrotischen Veränderungen medial betont sein, weil die (seltene) laterale Gonarthrose einer Valgisierung nicht zugänglich ist (12).

Die Arthrose soll den Grad eins und zwei nach Ahlbeck nicht überschreiten, weil sonst eine Erholung des medialen Gelenkanteils nicht genügend sicher ist (35, 92).

Manche Autoren sehen auch in einer nur geringen lateralen Beteiligung eine Kontraindikation (72).

Nagel et al. empfiehlt die valgisierende Osteotomie zur Behandlung der Gonarthrose nur bei vorbestehender deutlicher Varusfehlstellung (61).

Dieselbe Meinung vertritt auch E. Schwitt (79).

Als Kontraindikationen gelten bei Surin et al. und E. Rinanapoli aber varische Fehlstellungen über zehn Grad und natürlich valgische Fehlstellungen (72, 84).

Zudem muss der Patient bei der Coventry-Osteotomie postoperativ in der Lage sein, einen längeren Zeitraum an Gehstützen zu laufen (12).

Murphy et al. sowie Rinanapoli et al. fordern einen praeoperativen straffen Bandapparat für postoperativ bessere Ergebnisse (59, 72).

Tjornstrand et al. zeigte, dass die Ergebnisse bei praeoperativ guter Kniebeweglichkeit besser sind (85).

Viele Autoren sehen besondere Vorteile für jüngere aktive Patienten (11, 27, 59, 61).

Leutloff et al. halten die Osteotomie bis zu einem Alter von etwa 50 Jahren für indiziert (48).

Sprenger et al. ziehen die Grenze bei 56 Lebensjahren (81).

Nagel und Mitarbeiter denken an ein Höchstalter von 60 Jahren (61).

Valenti et al. glaubt, dass Patienten bis zu 65 Lebensjahren für Osteotomien geeignet sind (92).

Die höchste Altersgrenze gibt Hernigou et al. mit 75 Jahren an (32).

Andere Autoren bezweifeln, dass die Eignung für das Operationsverfahren so eindeutig vom Alter abhängig gemacht werden kann. Vielmehr kommt es ihnen auf einen guten Allgemeinzustand an, mit dem der Patient auch die lange Phase der Rehabilitation überstehen kann (8, 10, 13, 61).

### **5.1.3 Hohe Tibiakopfosteotomie versus primäre Arthroplastik**

Patienten, die diese Kriterien nicht erfüllen, kann eher zu einer Endoprothese geraten werden.

Vorteil der Osteotomie gegenüber einer Prothese bleibt aber die postoperativ höhere Belastbarkeit des Gelenkes. Patienten, die auf die gewohnte Belastbarkeit eines natürlichen Kniegelenkes nicht verzichten wollen, sind nach einer Endoprothesenversorgung gegebenenfalls stark eingeschränkt. Dies trifft besonders auf sportlich aktive Menschen zu.

Insbesondere Aktivitäten wie Joggen, Rennen, Springen und Klettern sind der Haltbarkeit eines künstlichen Kniegelenkes nicht zuträglich (61).

Weiterhin bleibt nach einer Osteotomie eine spätere Versorgung mit einem künstlichen Gelenk weiterhin möglich (45, 48).

Einige Autoren vertreten die Meinung, dass das Einbringen der Endoprothese nach einer Osteotomie schwieriger und weniger erfolgreich sei (40, 58, 64, 82).

So findet zum Beispiel Windsor et al. schlechtere Ergebnisse als nach primärer Arthroplastik (97).

Die Langzeitergebnisse sind ebenfalls schlechter (6).

Die Ergebnisse sind jedoch vergleichbar mit den Ergebnissen einer zweiten Arthroplastik nach primärer Arthroplastik.

Bei anderen Autoren sind die Ergebnisse einer Arthroplastik nach Tibiakopfoosteotomie nicht schlechter. Dies zeigte zum Beispiel Staheli et al. in 35 Fällen (82).

Dies bestätigt auch Meding et al. (57)(2000), sowie Karabatsos et al. (39)(2002).

Daher kann die Osteotomie, auch wenn sie eine spätere Arthroplastik nicht verhindern kann, als sinnvolles Konzept dienen, die Endoprothesenversorgung und damit die endgültige Gelenkzerstörung (13) zeitlich hinauszuschieben.

Hanssen et al. charakterisiert die Osteotomie daher auch als „buying time concept“ (27).

E. Schwitt et al. sieht die Arthroplastik daher nicht als Alternative, sondern als Ergänzung der hohen Tibiakopfoosteotomie (79).

Aber nicht nur ungünstige Voraussetzungen zur Osteotomie, sondern auch andere Überlegungen können zu einer primären Arthroplastik führen.

Dinkelager et al. beschreibt die Arthroplastik als weniger belastend und sieht einen deutlichen Vorteil in der wesentlich kürzeren Rehabilitationszeit (13).

Auch berichtet er zusammen mit Hanssen et al., dass es sicherer zu einer Schmerzreduktion kommt als bei der Osteotomie (13, 27).

Die Ergebnisse der valgisierenden Osteotomien seien trotz ihrer Vorteile variabler und weniger vorhersagbar.

Im Übrigen kann eine Arthroplastik zeitgleich an beiden Kniegelenken ausgeführt werden, was bei den Osteotomieverfahren nicht möglich ist (27).

Stukenborg et al. war 2001 von den Ergebnissen der Kniearthroplastik negativ überrascht, was die Haltbarkeit des Endoprothesenmaterials angeht.

Sie glaubt jedoch an einen wachsenden Vorteil der Endoprothetik gegenüber der Osteotomie, bei weiter fortschreitender Materialweiterentwicklung (83).

Dennoch mahnen viele Autoren, unter anderem Hanssen und Matakovic, dass die valgisierende hohe Tibiakopfosteotomie zur Behandlung der medialen Gonarthrose als suffizientes Verfahren auch dann nicht in Vergessenheit geraten darf (27, 56).

Hofmann et al. beantwortet die sich selbst gestellte Frage „HTO: Where did you go?“, damit, dass die Osteotomie für junge körperlich aktive Menschen immer noch das Verfahren der Wahl in der Behandlung der medialen Gonarthrose ist (2003)(33), weil eine primäre Arthroplastik umgangen werden kann und sogar sportliche Betätigung möglich ist.

Fällt die Entscheidung bei einem Patienten mit medialer Gonarthrose zugunsten einer Osteotomie, muss sich der Operateur zusammen mit dem Patienten weiterhin für eine bestimmte Osteotomieform entscheiden.

## **5.2 Für und Wider: Coventry-Osteotomie versus additiver Osteotomie mittels Hemikallotasis**

Die vorliegende Arbeit soll dem Operateur und dem Patienten auch eine Entscheidungshilfe bei der Wahl zwischen der Coventry-Osteotomie und der fixateurgestützten Tibiakopfosteotomie geben. Dazu wurden die radiologischen Operationsergebnisse, Komplikationen und andere perioperative Parameter retrospektiv erhoben und hier in die aktuelle Literaturlage eingeordnet.

Die Coventry-Osteotomie ist ein lang erprobtes und gut untersuchtes Behandlungsverfahren in der Behandlung der medialen Gonarthrose.

Das Operationsverfahren gilt jedoch technisch als schwierig (51, 95) und ist nicht zuletzt deshalb häufig modifiziert worden.

Insbesondere die Tibiakopfosteotomie mit medialer Fixateuranlage und Kallusdistraction scheint sich in den letzten Jahren gegenüber der herkömmlichen Coventry-Osteotomie durchzusetzen.

Die radiologischen und klinischen Ergebnisse erscheinen in der Literatur äquivalent oder besser (15, 20, 23, 45, 51, 52, 53, 62, 69, 70, 71, 95).

F. Geiger et al. beschreibt postoperativ weniger Korrekturverlust als bei der Coventry-Osteotomie (22).

Einige Autoren halten auch die Arthroplastik nach additiver valgisierender Osteotomie für einfacher als nach einer Coventry-Osteotomie (18, 20, 23, 50, 69, 87).

Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass im Gegensatz zur Coventry-Osteotomie keine Knochenmasse verloren geht.

Die Korrekturergebnisse werden auch wohl genauer erreicht (45, 51, 53, 87, 95).

Ursache für die höhere Genauigkeit ist die langsame kontrollierte postoperative Valgisierung durch den Distraktionsfixateur (50, 51).

Dabei ist die Genauigkeit der notwendigen Überkorrektur von entscheidender Bedeutung für den Behandlungserfolg (9, 32, 52, 65, 86, 99).

Auch sind die Rehabilitationszeiten deutlich kürzer (4, 20).

Nachteil sind allerdings die langen Fixateurtragezeiten von etwa 80 Tagen, auch wenn der Patient postoperativ sofort belasten darf (45, 51).

Mac Eachern beschreibt daher Compliance-Probleme bei Patienten (50).

Einige Autoren glauben, dass Gefäß- und Nervenschäden als typische Komplikationen der Osteotomieverfahren seltener als bei der Coventry-Osteotomie sind (53).

Magyar berichtet, dass insgesamt weniger Komplikationen auftreten, auch wenn andere typische Risiken hinzutreten (s.u.).

Außerdem kann eine additive Osteotomie im Gegensatz zur subtraktiven Coventry-Osteotomie wiederholt ausgeführt werden (51, 87).

Das Verfahren wird außerdem als operativ einfacher beschrieben (91, 51).

Ziel der Studie war es, herauszufinden, ob die beschriebenen – teils kontrovers diskutierten - Vorteile der additiven Osteotomie vor diesem Hintergrund an einer Ausbildungsklinik (wie der Orthopädischen Universitätsklinik Münster) nicht besonders deutlich hervortreten.

Hier ist das Patientenaufkommen mit medialer Gonarthrose oder idiopathischem Genu valgum ausreichend groß, um trotz der Vielzahl der angewandten Verfahren einen Vergleich zwischen den beiden beschriebenen Operationstechniken anstellen zu können. Auch werden die Operationen, nicht zuletzt wegen der Lehr- und Forschungstätigkeit, weitgehend standardisiert ausgeführt und dokumentiert, was auch eine retrospektive Auswertung besser ermöglicht. Andererseits bringt es der Ausbildungsauftrag mit sich, dass ein möglichst breites Spektrum an Patienten und Operationsverfahren behandelt wird. Dies steht einer Spezialisierung für ein besonderes Operationsverfahren, wie sie an peripheren Häusern oft stattfindet, gelegentlich im Wege. Auch die größere Zahl der häufig wechselnden weiterzubildenden Ärzte führt nicht immer zu einer Kumulation

von persönlicher Erfahrung in seltenen Operationsverfahren. Persönliche Erfahrung ist aber gerade bei den Umstellungsosteotomien von Bedeutung (10). Daher wäre bei gleicher Eignung zweier Verfahren das operationstechnisch einfachere zu wählen, um den Therapieerfolg nicht unnötig zu gefährden.

Unter Beachtung aufgetretener Komplikationen beider Operationsverfahren wurden retrospektiv prae- und postoperativ radiologische und klinische Parameter erhoben. Insbesondere bei einigen ermittelten perioperativen klinischen Parametern fanden sich in der aktuellen Literatur noch keine Vergleichswerte.

Anschließend wurden beide Behandlungsmethoden hinsichtlich der radiologischen und klinischen Parameter, sowie ihrer Komplikationen miteinander verglichen.

### **5.3 Diskussion der Messparameter und Einordnung der Ergebnisse in die Literatur**

#### **5.3.1 Patienten**

Das Patientenkollektiv umfasste 48 operierte Knie, davon wurden 25 Operationen mit Fixateuranlage ausgeführt.

Magyar et al. nahmen 1999 in Lund einen ähnlichen Vergleich an 50 randomisiert operierten Gelenken vor (51).

Der Schwerpunkt lag dabei auf den radiologischen Parametern.

Als klinischer Parameter wurde prae- und postoperativ nur der Lysholm-Score erhoben. Ebenfalls führte derselbe Autor in Lund 1999 eine randomisierte Studie mit 33 Patienten zur Behandlung der Gonarthrose durch.

Allerdings wurden hier nur radiologische Parameter verglichen (52).

E. Nakamura beurteilte 2001 in einer prospektiven Studie nur die Patellaalteration beider Verfahren (62).

In Hinblick auf die Größe des untersuchten Patientenkollektives ist die hier durchgeführte Studie mit den oben genannten vergleichbar.

Das durchschnittliche Patientenalter scheint mit 49 Jahren für die Coventry-Osteotomie und mit 37 Jahren für die Hemikallotaxis etwas niedriger als sonst üblich.

Auch wurden deutlich mehr Männer als Frauen untersucht (32 zu 16).

Aus der Literatur geht jedoch hervor, dass Alter und Geschlecht auf das Operationsergebnis kaum oder keinen Einfluss haben (35).

Während in anderen Studien die Operationsindikation oft einheitlich war, findet sich in dieser Arbeit neben der Operationsindikation „mediale Gonarthrose“ auch zehnmals die Indikation „idiopathisches Genu varum“.

Dies erscheint jedoch unbedenklich, da die Erkrankungen, die zur Operationsindikation geführt hatten, keinen Einfluss auf die erhobenen perioperativen Parameter hatten.

Ein langfristiger Vergleich des Therapieerfolges wäre bei uneinheitlicher Grunderkrankung allerdings unangebracht, ist hier aber auch nicht vorgenommen worden.

Der praeoperative Hüft-Knie-Knöchel-Winkel betrug in der Coventrygruppe durchschnittlich 4,5 Grad und in der Gruppe der additiven Osteotomie sechs Grad.

Diese Ausgangswerte liegen im Vergleich zu anderen Studien auf normalem Niveau (51).

Darüber hinaus gibt es besonders zur Coventry-Osteotomie, aber auch zur Hemikallotaxis zahlreiche Einzelstudien, die beide Behandlungsmethoden unabhängig voneinander betrachten.

Vergleiche sind allerdings schwierig zu ziehen, weil die Untersuchungen an unterschiedlichen Patientenkollektiven zu unterschiedlichen Zeiträumen an verschiedenen Kliniken auch mit wechselnden Zielsetzungen stattfanden.

Häufig beschäftigten sich diese Arbeiten eher mit den langfristigen Ergebnissen der beiden Operationsverfahren, während der Schwerpunkt in dieser Arbeit auf dem perioperativen Vergleich liegt.

Dennoch kann zur Einordnung der vorliegenden Ergebnisse auch auf diese Studien Bezug genommen werden.

### **5.3.2 Operationsdauer**

Die Coventry-Osteotomie ist wiederholt als das technisch und operativ anspruchsvollere Verfahren beschrieben worden (51, 91). Diese These scheint gerade für eine Ausbildungsklinik, wie der Universitätsklinik Münster, interessant, wenn gleichzeitig die fixateurgestützte hohe Tibiakopfosteotomie bei gleicher Indikation angewandt werden könnte. Die Behauptung sollte einerseits anhand des Operationserfolges aber auch anhand anderer Parameter überprüft werden.

Hierzu erschien der Vergleich der Operationsdauer als ein probates Mittel. Abgesehen davon, dass mit Zunahme der Dauer eines operativen Eingriffs das generelle Opera-

tionsrisiko steigt, spiegelt sich im Zeitaufwand auch der Anspruch der Operationsmethode wider: Einfache Operationsverfahren lassen sich schneller als komplizierte ausführen.

Die Operationsdauer, die in der vorliegenden Arbeit ermittelt wurde, lag für die durchgeführten Coventry-Osteotomien bei durchschnittlich bei 103 Minuten und für die Osteotomie mit Fixateuranlage zur Kallusdistraction bei durchschnittlich 81 Minuten.

In der aktuellen Literatur lassen sich keine Vergleichsmöglichkeiten finden. Eine Einordnung ist daher schwierig.

Der ermittelte mathematisch signifikante Unterschied zwischen beiden Operationszeiten kann jedoch dahingehend interpretiert werden, dass es sich beim Prinzip der valgusierenden Hemikallotaxis, wie in der Literatur schon erwogen, tatsächlich um das technisch einfachere Verfahren handelt.

Selbst bei jungen noch relativ unerfahrenen Operateuren können durch die Wahl des entsprechenden Osteotomieverfahrens etwa 20 Minuten Operationszeit gespart werden.

Dies bedeutet nicht nur für den klinischen Alltag einen organisatorischen und finanziellen Vorteil, sondern führt aus theoretischen und praktischen Überlegungen auch zu einem verringerten Operationsrisiko des behandelten Patienten.

Bei gleicher Eignung der Verfahren wäre also allein aus dem Grund der deutlich kürzeren Operationsdauer die fixateurgestützte Tibiakopfosteotomie der herkömmlichen Coventry-Osteotomie vorzuziehen.

### **5.3.3 Intraoperativer Blutverlust**

Neben der Operationsdauer sollte auch das Abschätzen des intraoperativen Blutverlustes helfen, die Schwere der beiden Operationsverfahren zu vergleichen. Dabei sollte der Blutverlust weniger den Anspruch an den Operateur, als die Belastung des Patienten durch den Eingriff widerspiegeln.

Bei Betrachtung des intraoperativen Blutverlustes wurde die Differenz der prae- und postoperativen Blutwerte als Maßstab verwendet. Auch wenn der Hämoglobinwert individuellen Schwankungen unterliegt, kann er zur Diagnostik, Abschätzung und Verlaufsbeurteilung von Anämien/Blutverlusten verwendet werden. Die postoperative Blutentnahme muss allerdings mehrere Stunden nach Operationsende erfolgen (16, 25). Hier geschah dies am Folgetag.

Bei der Coventry-Osteotomie war der Hämoglobinabfall im Durchschnitt um 0,73 g/dl höher als bei der valgisierenden Osteotomie mittels Fixateur.

Auch wenn dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist und sich in der Literatur keine Anhaltswerte finden, lässt sich das Ergebnis interpretieren.

Die Tendenz eines statistisch geringeren Blutverlustes bei der fixateurgestützten valgisierenden Osteotomie spricht ebenfalls dafür, dass es sich hier um ein für Patient und Chirurg weniger belastendes Verfahren handelt, als bei der Coventry-Osteotomie.

Eventuell waren die Untersuchungsgruppen zu klein, um die Tendenz zu verifizieren.

Es sei noch einmal erwähnt, dass insbesondere bei der Ermittlung des Haemoglobinabfalls nicht bei allen Patienten Werte aus der Krankenakte erhoben werden konnten.

Dennoch kann dieses Ergebnis, wie auch die signifikant geringere Operationszeit, die Vermutung rechtfertigen, dass es sich bei Valgisierung unter Fixateurverwendung um das operativ schnellere, einfachere und für den Patienten weniger belastende Verfahren handelt.

#### **5.3.4 Verabreichung von Antibiotika und Analgetika**

Die Menge postoperativ verwendeter Antibiotika oder Analgetika sind kein probates Mittel Operationsmethoden hinsichtlich ihres Erfolges zu beurteilen. Dennoch kann ihre Anwendung wichtige Hinweise auf Komplikationsträchtigkeit und Belastung des Patienten durch den Eingriff geben. Die Tatsache, dass die postoperative Verabreichung von Analgetika (gemessen in Tagen) in beiden Patientengruppen gleich lang ist, scheint sich zunächst nicht in das Bild zu fügen, dass die Hemikallotaxis das einfachere und weniger belastende Verfahren ist.

Zu bedenken ist allerdings, dass retrospektiv kein Vergleich zur Schmerzstärke gemacht werden konnte und dies auch grundsätzlich schwierig ist.

Außerdem war den Patienten in der Fixateurgruppe nahezu sofort postoperativ eine Teilbelastung erlaubt. Daher ist eine Differenzierung zwischen Operationsschmerz und Belastungs- /Bewegungsschmerz in dieser Gruppe schwierig.

Zudem können erfahrungsgemäß durch die beginnende Distraction Schmerzen ausgelöst werden.

Zuletzt muss erwähnt werden, dass es sich trotz aller Unterschiede bei beiden Verfahren um Operationen handelt, bei denen größere Knochenschnitte ausgeführt werden und daher naturgemäß beide mit postoperativen Schmerzen verbunden sind.

Der hier nicht festzustellende signifikante Unterschied wäre allerdings interessant und diskussionswürdig gewesen.

Genau so verhält es sich auch mit der Anzahl der durchgeführten Antibiosen, die in fünf von 23 Fällen, beziehungsweise in sechs von 25 Fällen ausgeführt wurde.

In der gängigen Literatur fanden sich keine Daten, die eine größenmäßige Einordnung der Zahlen erlauben würden.

### **5.3.5 Dauer des postoperativen Stationsaufenthaltes**

Nur selten finden sich in der Literatur Hinweise auf die Dauer stationärer Behandlung beider Operationsverfahren. Geht man davon aus, dass Komplikationen, Schmerzen und die Fähigkeit zur Selbstversorgung die Dauer des Stationsaufenthaltes wesentlich beeinflussen, ist der postoperative Stationsaufenthalt aber ein aussagefähiger Parameter. Ein Patient, der nach kurzer postoperativer Behandlung wieder mobil zu Hause ist, wird zufriedener sein, als ein Patient, der durch Schmerzen, Komplikationen oder mangelnde Mobilisierungsfähigkeit (z.B. Gips) in der Klinik festgehalten ist. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn durch die Operation ein Zugewinn oder Erhalt der Mobilität erzielt werden sollte, wie dies bei der operativen Behandlung der medialen Gonarthrose der Fall ist.

Auch unter dem Aspekt des steigenden Kostendruckes ist ein möglichst kurzer Krankenhausaufenthalt anzustreben.

In der Dauer der postoperativen stationären Behandlung unterscheiden sich beide Gruppen signifikant.

Die Patienten, die sich einer Coventry-Osteotomie unterzogen hatten, verblieben postoperativ etwa 15, die Patienten der anderen Gruppe dagegen nur 11 Tage im Krankenhaus.

Magyar et al. berichtete 1998 aus Lund (Schweden) von einem durchschnittlichen postoperativen Aufenthalt von nur ein bis zwei Tagen für Patienten, bei denen eine mediale Fixateuranlage zur progressiven Valgisierung erfolgt war (51).

Eine derart frühzeitige Entlassung muss sicherlich mit einer sehr intensiven postoperativen ambulanten Überwachung und Patientenführung einhergehen, wie sie in Deutschland nicht üblich ist.

Ein Vergleich mit schwedischen Bedingungen scheint daher unangebracht.

Eine frühzeitige Entlassung und Mobilisierung sind nicht nur für das Krankenhaus, sondern auch für den wieder zügig selbständigen Patienten von nicht geringer Bedeutung.

Die Möglichkeit der frühen Patienten-Mobilisierung wird als großer Vorteil der valgusierenden fixateurgestützten progressiven Tibiakopfosteotomie gesehen (15, 69, 71).

Kritischerweise muss angemerkt werden, dass die Osteotomien nach Coventry eher im frühen Zeitraum der Datenerhebung ausgeführt worden waren und damit zu einem Teil zeitlich vor den Valgisierungen nach dem Hemikallotasisprinzip lagen.

Berücksichtigt man, dass im letzten Jahrzehnt der durchschnittliche Stationsaufenthalt von Patienten im Rahmen der allgemeinen Kostendämpfung eher rückläufig ist, könnte diese Entwicklung den hier bewiesenen Unterschied zwischen beiden Operationsverfahren künstlich verstärkt haben.

Dennoch fügt sich das Ergebnis gut in die aktuelle Literaturlage.

### **5.3.6 Komplikationen und Zweiteingriffe**

Der Blick in die Fachliteratur zeigt, dass beide Operationsverfahren allgemeine und typische Risiken bergen, die zu Komplikationen führen können.

Neben dem Operationserfolg ist die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen ein wichtiges Kriterium bei der Wahl zwischen verschiedenen Operationstechniken. Sie können den Patienten oder den Operationserfolg gefährden, sowie zusätzliche zeit- und kostenintensive Maßnahmen notwendig machen.

#### **5.3.6.1 Betrachtung der Komplikationen in der Coventrygruppe**

Als typisch für die Coventry-Osteotomie werden im Allgemeinen die verzögerte oder ausbleibende Knochenheilung, Peroneusschädigungen und vasculäre Komplikationen, sowie Infektionen beschrieben.

Außerdem führt die technische Schwierigkeit unmittelbar intraoperativ das korrekte Ausmaß der Valgisierung erreichen zu müssen, nicht selten zu Fehlschlägen (11). Auch

die praeoperative Berechnung der zu entfernenden Knochenkeilgröße ist schwierig (10, 59).

In den meisten Fällen wird das Verfahren jedoch als komplikationsarm bezeichnet (9, 11, 12, 29, 88).

Diese Betrachtung ist jedoch relativ. So unterscheiden sich die Komplikationsraten der Studien teilweise erheblich.

So beschreiben Giagounidis et al., sowie Hartwig et al. die Coventry-Osteotomie gar als besonders komplikationsträchtig (24, 28).

Für Störungen der Knochenheilungen finden sich in der Literatur Komplikationsraten zwischen null und vier Prozent.

MB Coventry berichtet von geringen Raten um 0,4% (10).

Giagounidis ermittelte in einem Prozent der Fälle Komplikationen (24).

Vainionpaa fiel in 3,6% (91) und Magyar in 4% (53) der Fälle eine derartige Komplikation auf.

Die Anzahl operationsbedingten Peroneusschadens schwankt erheblich zwischen einem halben und 16%.

So berichtet Hasenpflug bei 200 untersuchten Fällen von nur 0,5% Nervenschäden(29).

Hernigou berichtet bei 93 Patienten von einem Prozent mit Nervenschäden (32).

Dieselbe Rate von einem Prozent ermittelte auch Ivarsson. Magyar entdeckte bei drei Prozent seiner Patienten Peroneusläsionen (51).

Schon erheblich höher liegt der Anteil von Komplikationen bei MB Coventry. Bei 213 behandelten Patienten lag dieser bei 9,4% (9, 10).

Giagounidis berichtet in einem Patientenkollektiv von 94 sogar von einem Anteil von 16% (24).

Kirgis et al. führt aus, dass ein Drittel der Auffälligkeiten von Persistenz ist (43).

Wootton et al. berichten darüber bei der Hälfte der Fälle (98).

Als Ursachen für die Schädigungen werden hauptsächlich die notwendigen Fibulaosteotomien an anatomisch ungünstiger Stelle, sowie der Gips angesehen (43, 98).

Vor diesem Hintergrund haben Kirgis und Satku (43, 77) und Wootton et al. (98) eigens versucht, an Leichnamen den genauen anatomischen Verlauf des Nervus peroneus und seiner Äste anatomisch genauer nachzuvollziehen.

Im Ergebnis erschwert die hohe Variationsbreite des Nervenverlaufes seine sichere Schonung (43).

Bei vasculären Komplikationen beschreibt MB Coventry bei 213 Fällen einen Anteil von 1,4% (9).

Ivarsson ermittelte eine ähnliche Rate von 2% (35). Magyar und Hartwig fanden einen doppelt so hohen Anteil von vier Prozent (28, 51). Bei Giagounidis erlitten sogar 7,4% der Patienten in dieser Hinsicht Komplikationen.

Infektionen kamen bei allen Studien regelmäßig vor: ein Prozent (MB Coventry, 86 Operationen (12) und Hasenpflug, 200 Operationen (29)) bis neun Prozent (Ivarsson, (35)) der Patienten entwickelten Entzündungen im Operationsgebiet.

In einer weiteren Studie gibt MB Coventry eine höhere Rate um zwei Prozent an (9).

Auch Hernigou verzeichnete etwa zwei Prozent Infektionen in 93 Fällen (32).

Giagounidis fand bei 94, Hartwig bei 99 und Magyar bei 25 Patienten eine Infektionsrate von vier Prozent (24, 28, 51).

Ordnet man die im Münsteraner Patientenkollektiv aufgetretene Pseudoarthrose in die Kategorie der Knochenheilungsstörungen ein, liegt die diesbezügliche Komplikationsrate deutlich im unteren Rahmen.

Schädigungen des Nervus peroneus traten in dieser Untersuchung überraschenderweise nicht auf.

Dies ist erfreulich. Betrachtet man nämlich die oben zitierte Literatur, so sind Peroneusschädigungen/–irritationen nicht seltene Komplikationen der Coventry-Osteotomie.

Nur bei einem Patienten trat ein Taubheitsgefühl im Bereich des Ramus infrapatellaris des Nervus saphenus ohne funktionelle Bedeutung auf.

Auch war in der Aktenlage keine vasculäre Komplikation in der Gruppe der nach Coventry operierten Patienten zu finden.

Dabei sind derartige Probleme, wie oben angeführt, nicht selten. Turner führt aus, dass Venenthrombosen sogar in 41% der Osteotomien auftreten, wenn venographisch danach gesucht wird. Immerhin 15% wurden bei ihm klinisch auffällig (90).

Die Infektionsrate der in Münster behandelten Patienten lag mit einem Fall dagegen im Normbereich.

Die ebenfalls beobachtete Wundheilungsstörung und die symptomatischen Adhäsionen lassen sich in ihrer Häufigkeit nicht einordnen, da ein Vergleich fehlt.

Insgesamt liegt die Komplikationsrate bei den Coventry-Osteotomien mit fünf Patienten und 23 operierten Knien in Münster relativ niedrig, wie die oben angestellten Vergleiche mit anderen Studien zu Coventry-Osteotomien zeigen.

Drei der sechs notwendigen Zweiteingriffe waren in der Coventrygruppe dennoch durch die Komplikationen verursacht.

Dazu gehört ein Infektionsfall, die operative Lösung der entstandenen artikulären Adhäsionen, sowie die notwendig gewordene Kapselraffung bei postoperativ instabilem Kniegelenk.

Die übrigen Zweitoperationen wurden nötig, weil der Erfolg der Operation, insbesondere die Schmerzreduktion, ausblieb.

Der innerhalb von 14 Monaten notwendige Anteil von 26% Zweiteingriffen scheint nicht optimal.

In der Literatur lassen sich hier schwer Vergleiche ziehen, da es sich meistens um Langzeitstudien handelt, bei denen nicht aufgeführt war, zu welchem Zeitpunkt die Zweiteingriffe nötig waren.

Langzeitstudien verfolgen die Patienten oft zehn Jahre und länger; der Anteil der ausgeführten Zweiteingriffe (Arthroskopien, Denervierungen, Glättungen, Endoprothesenversorgung, etc.) ist naturgemäß dann noch höher.

Grundsätzlich muss bedacht werden, dass es nach jeder Coventry-Osteotomie durch die notwendige Entfernung der Blount-Klammern am Tibiakopf zu einem Folgeeingriff kommt.

Dies ist bei der additiven Valgisierung mittels Hemikallotasis nicht der Fall.

#### 5.3.6.2 Betrachtung der Komplikationen in der Hemikallotasis-Gruppe

Auch für die valgisierende Tibiakopfosteotomie nach dem Prinzip der Hemikallotasis sind neben den allgemeinen auch spezifische Operationsrisiken beschrieben worden.

Eine häufige Komplikation ist das Auftreten von Pin-Infekten.

So berichtet Magyar, dass in der Literatur Angaben von fünf bis 58% zu finden seien.

Davon sollen zwei bis 20% auf schwere Infektionen fallen.

Klinger berichtet in seiner Studie von einer Rate um zehn Prozent Pin-Infektionen (45).

Paley et al., sowie Geiger et al. ermittelten mit 20%, beziehungsweise mit 25%, ähnliche Werte (22, 68).

In einen deutlich höheren Bereich verweisen die Ergebnisse von Magyar et al, Fowler et al., sowie Gerdhem et al. mit Raten über und um 50%.

Klinger fand in einem Fall einen Pin-Infekt-Anteil von nahezu 80% (45)!

Neben der klinischen Relevanz und der häufig bestehenden Behandlungsnotwendigkeit bringt Mahan et al. die Pin-Infektion in einen engen Zusammenhang mit der Lockerung der Verankerung des Fixateurs im Knochen (55).

Nach Magyar et al. kann das Infektionsrisiko durch Überzug des einzubringenden Materials mit Hydroxylapatit verringert werden.

Toksvig-Larsen et al. versuchte 2000 eine Einteilung der Schwere der Schraubeninfektion nach Checketts et al. (5).

Den Infektionen werden hierbei Grade von eins bis sechs zugeteilt.

Bei Grad eins und zwei handelte es sich um Entzündungen, die mit Hygienemaßnahmen und oraler Antibiose zu behandeln waren. Grad drei bis sechs waren Infektionen, die durch Zweiteingriffe und intravenöser Antibiose bedurften.

25% aller Infektionsfälle verfielen auf Grad eins und zwei.

Die Anzahl der vasculären Komplikationen wird von Magyar et al. mit vier und von Gerdhem et al. mit fünf Prozent angegeben (23, 53).

Störungen der Knochenheilungen werden von Geiger et al. mit zwei Prozent und Wundheilungsstörungen mit immerhin sieben Prozent angegeben (22).

Nicht allzu selten sind auch technische Komplikationen, die den Fixateur betreffen.

So berichtet Price et al. von drei postoperativen Fixateurumbauten, wegen ungünstiger Positionierung in insgesamt 19 Fällen.

Davon musste eine Korrektur in Narkose, die anderen beiden ambulant ausgeführt werden (71).

Magyar et al. beobachtete in 4% der Fälle eine technische Komplikation.

Meist handelte es sich um inadäquate Fixateurpositionierungen, in einem Fall wurde von einem Fixateurbruch berichtet.

Im Allgemeinen wird berichtet, dass weniger Gefäß- und Nervenschäden als bei Coventry-Osteotomien auftreten (15, 20, 45).

Bei Magyar et al. tauchten in einer direkt vergleichenden Studie dennoch zahlenmäßig mehr Komplikationen als bei der Coventry-Osteotomie auf.

Er beschreibt diese jedoch als weniger schwerwiegend (51).

Bei den Münsteranern waren in der Summe ebenfalls Pin-Infekte und technische Komplikationen mit dem Fixateur führend.

Es traten drei Pin-Infekte auf, womit der Anteil dieser Komplikation erfreulicherweise geringer ausfällt, als zu erwarten gewesen wäre.

Es muss jedoch bedacht werden, dass im Gegensatz zu anderen Studien nur retrospektiv untersucht wurde.

Es ist davon auszugehen, dass Pin-Infekte in den Krankenakten nur dann vermerkt wurden, wenn sie eine gewisse klinische Relevanz erreichten.

Zu dieser Überlegung passt, dass alle erwähnten Infekte zu Zweiteingriffen führten und dass die Zahl der Antibiotikaaanwendungen doppelt so hoch lag, wie die Zahl dokumentierter Pin-Infekte.

Die Infektionen waren jedoch gut mit Inzision, oralen Antibiotika, besserer Pin-Pflege und in einem Fall mit einer Sulmycinketteneinlage beherrschbar und führten nicht zu bleibenden Beschwerden.

Neben den drei Pin-Infekten trat auch dreimal ein Problem mit dem Fixateur auf.

Einmal musste eine Schraube versetzt werden, einmal musste ein Fixateur umgebaut werden und einmal kam es zu einer Verklemmung des Fixateurs.

Allein die Schraubenumsetzung musste in Vollnarkose erfolgen.

Die Zahl der technischen Komplikationen liegt in der vorliegenden Arbeit ebenfalls erfreulich niedrig, wenn ein Vergleich mit der Literaturlage erfolgt.

Des Weiteren traten, wie beschrieben, eine Pseudoarthrosenbildung und eine tiefe Beinvenenthrombose auf.

Mit Blick auf andere Untersuchungen (23, 53) scheinen diese im Rahmen zu liegen.

Zwei Patienten berichteten über ein Taubheitsgefühl im Bereich des Ramus infrapatellaris (Nervus saphenus).

Insgesamt lag die Komplikationsrate in der Gruppe der Patienten, bei denen die Valgisierung mit der Kallusdistraktion mittels Fixateur vorgenommen wurde, verglichen mit Fremddaten, im mittleren bis niedrigen Niveau.

Dennoch ist sie etwas höher als in der Coventrygruppe (acht zu fünf Patienten beziehungsweise zehn zu sieben Komplikationen).

Bedenkt man, dass die meisten Probleme behebbar und von kurzfristiger Natur waren, so fügt sich diese Beobachtung gut in die Erfahrungen, die auch Magyar et al. machten (51).

Magyar et al. stellte nach 308 Operationen außerdem fest, dass die Komplikationsrate bei der Valgisierung mittels Hemikallotaxis deutlich mit Anzahl der ausgeführten Operationen sank (53).

Hierzu ist anzumerken, dass im Zeitraum der Datenerhebung die ersten Operationen dieser Art ausgeführt wurden, jedoch bereits vorher Erfahrungen am Haus mit der Coventry-Osteotomie bestanden.

Bei Patienten, die zur Valgisierung einen Fixateur erhielten, wurde in 28% der Fälle ein Zweiteingriff nötig.

Diese waren alle komplikationsbedingt.

Die Rate ist damit ähnlich hoch, wie in der Coventrygruppe. Jedoch muss bedacht werden, dass bei der Coventry-Osteotomie später noch die Materialentfernung in Narkose vorgenommen werden muss. Der Fixateur kann dagegen ambulant entfernt werden.

### **5.3.7 Operationsergebnisse**

Die Genauigkeit der erforderlichen Überkorrektur ist, wie schon dargestellt, für den langfristigen Erfolg der Tibiakopfeosteotomien maßgebend (9, 32, 52, 65, 86, 99).

Teilweise wird das Prinzip der Hemikallotasis als exakter beschrieben (51, 52).

Abgesehen von kosmetischen Problemen bei groben Abweichungen gefährden auch moderate Über- und Unterkorrekturen den klinischen Behandlungserfolg oder limitieren ihn. Unterkorrekturen entlasten das mediale arthrotische Kniegelenkskompartiment nicht ausreichend genug oder wirken einer frühen Revarisierung nicht hinreichend entgegen. Überkorrekturen führen zu unnötig hoher Belastung des lateralen Kompartiments.

Die Schwierigkeit, genaue Korrekturen auszuführen, beginnt mit dem Problem, die exakte Keilgröße zu bestimmen (7, 9, 32, 34, 35, 41, 48, 60, 92, 99).

Danach ist die genaue intraoperative Umsetzung anspruchsvoll.

Die meisten Autoren beschreiben in unterschiedlicher Anzahl Fälle von Über- und Unterkorrekturen.

So traten bei Hartwig et al. zwei, bei Hernigou et al. 10,7% Fehlkorrekturen auf.

Allerdings lässt sich selten ermitteln, wie diese definiert sind, zumal über das Ausmaß der notwendigen Überkorrektur erheblich gestritten wird (35, 13, 14, 12, 7, 24, 2, 60, 58, 45). Bhan et al. sowie Schwade et al. zweifeln allerdings einen Zusammenhang zwischen Überkorrektur und Therapieerfolg an (3).

Sie behaupten, dass der gesetzte Osteotomieerz selbst für die Besserung der medialen Gonarthrose verantwortlich sei. Das Ausmaß der Korrektur sei dabei irrelevant.

Die gesamte übrige Literatur unterstützt diese Meinung nicht.

Die in Münster angestrebte Überkorrektur zur Gonarthrosebehandlung von fünf Grad, beziehungsweise null Grad bei der Therapie des Genu varum ohne Gonarthrose, lag im Mittelfeld der üblichen Forderungen.

Zum Vergleich der Genauigkeit beider Operationsverfahren wurde ein U-Test angewandt, der die Beträge der postoperativen Achsabweichungen vom Optimum auf gruppenspezifische Unterschiede testete.

Wegen der kleinen Fallzahl müssten die Unterschiede im Betrag der Gradzahl sehr groß sein, um auf dem geforderten Signifikanzniveau einen statistisch signifikanten Unterschied feststellen zu können.

Daher wurde jedes Operationsergebnis auch ordinal einer Kategorie „gut“, „befriedigend“ oder „nicht befriedigend“ zugeordnet, um einen anschaulichen und übersichtlichen Vergleich zu schaffen.

In die Kategorie „gut“ fielen Abweichungen von ein und zwei Grad. Bedenkt man, dass die Messgenauigkeit auf langen Röntgenaufnahmen erfahrungsgemäß bei etwa einem Grad liegt, so sind dies die Operationsergebnisse höchster Genauigkeit. „Nicht befriedigend“ waren Abweichungen von vier Grad und mehr. Die „befriedigenden“ Operationsergebnisse lagen entsprechend zwischen den anderen Kategorien.

Klinische Einteilungen des Operationsergebnisses nach längerer Beobachtung sind häufig durchgeführt worden.

Eine Kategorienzuordnung für die postoperativen radiologischen Ergebnisse, wie sie hier vorgenommen wurde, findet sich in der Literatur dagegen noch nicht.

Die Begrenzung der Kategorien erfolgte daher ohne Bezug auf andere Studien.

Durch die Wahl der Grenzen entstanden nur drei Kategorien, was Übersichtlichkeit gewährt.

Die Kategorie „gut“ wurde bewusst streng gewählt, um auch kleine Unterschiede oder Tendenzen der Operationsgruppen, die mathematisch keine Signifikanz erzeugen, darzustellen.

#### 5.3.7.1 Operationsergebnisse in der Coventrygruppe

Die Genauigkeit der angestrebten Korrektur ist in der nach MB Coventry operierten Patientengruppe schlechter als in der Hemikallotaxis-Gruppe.

Nur bei sieben Patienten wird ein gutes Ergebnis erreicht. Bei elf Patienten ist das Ergebnis nicht befriedigend, weil die Abweichung vom angestrebten Ziel vier Grad und mehr beträgt.

Hier fiel auch auf, dass bei Patienten, die in die Kategorie „nicht befriedigend“ fielen, Komplikationen häufiger waren.

Dieses Ergebnis fügt sich gut in die oben angeführte Literatur.

### 5.3.7.2 Operationsergebnisse in der Fixateur-Gruppe

In der Fixateur-Gruppe wurde das angestrebte Korrekturziel deutlich häufiger erreicht, als bei den Coventry-Osteotomien.

So finden sich bei den ähnlich großen Gruppen etwa doppelt so viel Patienten in der Kategorie „gut“.

Die Zuordnung zur Kategorie „nicht befriedigend“ musste in der Coventrygruppe etwa eineinhalb Mal häufiger erfolgen.

Diese Beobachtung bestätigt Erwartungen aus der Literatur (51, 52).

Wie schon erwähnt, ist die Genauigkeit des Operationsergebnisses von erheblicher Bedeutung für den langfristigen Behandlungserfolg der valgusierenden Osteotomieverfahren.

Daher ist das Prinzip der Hemikallotaxis der Coventry-Osteotomie auch aus diesem Grund vorzuziehen, da dieses Operationsverfahren statistisch häufiger zu einem genaueren Ergebnis führt.

Dies lässt sich jedoch weder mit einem Chi-Quadrat-Test, noch mit einem U-Test (zur gruppenspezifischen Testung der Achsabweichung vom Optimum) statistisch signifikant beweisen.

Dennoch bleibt die Verteilung der Operationsergebnisse innerhalb der Kategorien als Tendenz zugunsten der fixateurgestützten Operationsmethode interpretierbar. Ein gutes Ergebnis wurde hier 13-mal, in der Coventrygruppe nur siebenmal erreicht. Nicht befriedigende Ergebnisse waren in der Coventrygruppe häufiger.

Dieses Zahlenverhältnis ist auch ohne statistische Signifikanz aussagekräftig.

## **6 Zusammenfassung**

Valgisierende Tibiakopfosteotomien sind auch heute noch Verfahren der Wahl bei der Behandlung der medialen Gonarthrose jüngerer aktiver Patienten. Maßgebend für den Therapieerfolg ist unter anderem das möglichst exakte Erreichen der angestrebten valgischen Überkorrektur der Beinachse. Die bereits seit Jahrzehnten etablierte, aber operationstechnisch schwierige Coventry-Osteotomie ist daher oft modifiziert worden. Ein relativ neues Verfahren ist das Prinzip der Hemikallotaxis, bei dem nach medialer Tibiakopfosteotomie und medialer Distraktionsfixateuranlage die Valgisierung postoperativ protrahiert erfolgt. Dieses Verfahren ist in der Literatur hinsichtlich der Korrekturgenauigkeit, aber auch anderer Parameter, als der Coventry-Osteotomie überlegen beschrieben worden. Vor allem gilt das Verfahren als operationstechnisch einfacher. Ziel dieser Arbeit war es, den propagierten Vorteil an den besonderen Bedingungen einer Ausbildungsklinik, an der junge noch relativ unerfahrene Operateure tätig sind, zu überprüfen. Außerdem wurden auch Vergleichsparameter erhoben, die sich in der aktuellen Literatur noch nicht fanden. Es wurden retrospektiv 25 valgisierende fixateurgestützte Tibiakopfosteotomien und 23 Coventry-Osteotomien verglichen, die zwischen 1990 und 2001 in der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie des Universitätsklinikums Münster durchgeführt worden waren. Es wurden radiologische und klinische Parameter untersucht.

Zur Beurteilung der Operationsgenauigkeit wurde die Abweichung in Grad am Hüft-Knie-Knöchel-Winkel vom Operationsziel in Kategorien eingeteilt. Hierbei scheint sich der vermutete Vorteil der Hemikallotaxis zu bestätigen. Das Verhältnis Hemikallotaxis zu Coventry-Osteotomie war in der Kategorie „gut“ (Abweichung maximal zwei Grad) 13 zu 7, in der Kategorie „befriedigend“ (Abweichung drei Grad) 4 zu 5 und in der Kategorie „nicht befriedigend (Abweichung vier Grad und mehr) 8 zu 11. Ein gruppenspezifischer Unterschied ließ sich jedoch nicht statistisch beweisen ( $\alpha=0,155$ ). Die Zahl der Komplikationen lag mit 5 (Coventry-Osteotomie) beziehungsweise 8 Patienten (Hemikallotaxis) relativ hoch, aber im Vergleich mit anderen Studien im zu erwartenden Rahmen. Bei den fixateurgestützten Osteotomien kam es zu drei unterschiedlich schweren Pin-Infekten (eine Fixateurabnahme notwendig), einer Pseudoarthrose, einer Tibiakopfmpressionsfraktur nach Fixateurverklebung und einer tiefen Beinvenenthrombose. Zu sensiblen Defiziten kam es zweimal im Bereich des Nervus

infrapatellaris. Außerdem musste ein Pin postoperativ neu platziert werden, sowie einmal der Fixateur ambulant umgebaut werden. Bei den Coventry-Osteotomien waren eine Infektion, eine Wundheilungsstörung, eine Pseudoarthrose der Fibula und eine große Hämatombildung dokumentiert. Invasiv musste ein postoperativ instabiles Kniegelenk, sowie einmal aufgetretene Adhäsionen angegangen werden. In einem Fall kam es sensiblen Defiziten im Bereich des Nervus infrapatellaris.

Bei Betrachtung der Operationszeiten waren die Osteotomien mit Fixateuranlage durchschnittlich 25 Minuten weniger zeitintensiv. Auch die postoperativ notwendige stationäre Behandlung war hier vier Tage kürzer. Diese Ergebnisse waren auch statistisch signifikant ( $\text{Alpha}=0,029$  beziehungsweise  $\text{Alpha}=0,01$ ). Hinsichtlich der Größen „Intraoperativer Blutverlust“, „Zahl der Zweiteingriffe“, „Zahl der Antibiosen“ und „Dauer postoperativer Analgetikaverabreichung“ bestanden keine fassbaren Unterschiede.

Insgesamt fügen sich die Ergebnisse gut in die aktuelle Literaturlage. An einer Ausbildungsklinik wird der Vorteil der valgusierenden fixateurgestützten Osteotomie (Hemikallotasis) trotz kleiner Untersuchungsgruppe deutlich. Bei gleicher Indikation ist sie der Coventry-Osteotomie vorzuziehen, weil die angestrebte Achsenumstellung genauer ausgeführt werden kann und weil die stationäre Behandlungsdauer sowie die Operationszeit signifikant kürzer sind. Die Komplikationsraten und -spektren lagen im Vergleich zu anderen Studien im zu erwartenden Niveau oder darunter. Bei kleiner Fallzahl schien sie in der Gruppe der fixateurgestützt valgusierten Patienten allerdings etwas höher zu sein.

## **7 Literaturverzeichnis**

**1.**

**Aglietti P, Buzzi R, Vena LM, Baldini A, Mondaini A.**

High tibial valgus osteotomy for medial gonarthrosis: a 10- to 21-year study.

J Knee Surg. 2003 Jan; 16(1):21-6.

**2.**

**Bauer GC, Insall J, Koshino T.**

Tibial osteotomy in gonarthrosis (osteo-arthritis of the knee).

J Bone Joint Surg Am. 1969 Dec; 51(8):1545-63.

**3.**

**Bhan S, Dave PK.**

High valgus tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee.

Int Orthop. 1992; 16(1):13-7.

**4.**

**Calista F, Pegreff P.**

High tibial osteotomy: osteotomy in minus or hemicallotasis with EAF?

Chir Organi Mov. 1996 Apr-Jun; 81(2):155-63.

**5.**

**Checketts RG.**

Pintract infection. Definition, incidence, prevention.

Suppl to Int J Orthop Trauma 3 (3): 16-18

**6.**

**Closkey RF, Windsor RE.**

Alterations in the patella after a high tibial or distal femoral osteotomy.

Clin Orthop. 2001 Aug; (389):51-6.

7.

**Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL.**

Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases.

J Bone Joint Surg Am. 1993 Feb; 75(2):196-201.

8.

**Coventry MB.**

Upper tibial osteotomy.

Clin Orthop. 1984 Jan-Feb; (182):46-52.

9.

**Coventry MB, Bowman PW.**

Long-term results of upper tibial osteotomy for degenerative arthritis of the knee.

Acta Orthop Belg. 1982 Jan-Feb; 48(1):139-56.

10.

**Coventry MB.**

Upper tibial osteotomy for gonarthrosis. The evolution of the operation in the last 18 years and long term results.

Orthop Clin North Am. 1979 Jan; 10(1):191-210.

11.

**Coventry MB.**

Current Concepts Review. Upper Tibial Osteotomy for Osteoarthritis.

J Bone Joint Surg Am. 1985; 67A: 1136

12.

**Coventry MB.**

Osteotomy about the knee for degenerative rheumatoid arthritis.

Acta Orthop Belg. 1982 Jan-Feb; 48(1):139-56.

13.

**Dinkelager F.**

Die Korrekturosteotomie am Tibiakopf bei primärer und sekundärer Gonarthrose.

Aktuelle Traumatologie 1990

**14.**

**Debrunner AM.**

(2002) Orthopädie, orthopädische Chirurgie (4.Aufl.). Verlag Huber, Bern.

**15.**

**De Pablos J, Azcarate J, Barrios C.**

Progressive opening-wedge osteotomy for angular long-bone deformities in adolescents.

J Bone Joint Surg Br. 1995 May; 77(3):387-91.

**16.**

**Dörner K.**

Klinische Chemie und Haematologie. Enke Reihe zur AOÄ. Ferdinand Enke Verlag.

S.284-287.

**17.**

**Drenckhahn D.**

In: Benninghoff- Anatomie. Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen.

15.Auflage. Band I. Seite 369. Verlag Urban und Schwarzenberg 1994.

**18.**

**Elting.**

Upper tibial hemicallotasis using a self aligning articulated body.

Orthofix external fixation 2000:427-432

**19.**

**Fisher DE.**

Proximal tibial osteotomy 1970-1995.

Iowa Orthop J. 1998; 18:54-63.

**20.**

**Fowler JL, Gie GA, Maceachern AG.**

Upper tibial valgus osteotomy using a dynamic external fixator.

J Bone Joint Surg Br. 1991 Jul; 73(4):690-1.

**21.**

**Fries G.**

Indikationsgrenzen der Unterschenkel-Umstellungsosteotomie bei der Kniearthrose.  
Orthopädische Praxis 1990; 2

**22.**

**Geiger F, Schneider U, Lukoschek M, Ewerbeck V.**

External fixation in proximal tibial osteotomy: a comparison of three methods.  
Int Orthop. 1999; 23(3):160-3.

**23.**

**Gerdhem P, Abdon P, Odenbring S.**

Hemicallotasis for medial gonarthrosis: a short-term follow-up of 21 patients.  
Arch Orthop Trauma Surg. 2002 Apr; 122(3):134-8. Epub 2001 Sep 13.

**24.**

**Giagounidis EM, Sell S.**

High tibial osteotomy: factors influencing the duration of satisfactory function.  
Arch Orthop Trauma Surg. 1999; 119(7-8):445-9.

**25.**

**Greiling H, Gressner AM.**

(1995) Lehrbuch der klinischen Chemie und Pathobiochemie. Schattauer Verlag,  
Stuttgart, New York.

**26.**

**Hagstedt B, Myrnerets R.**

High tibial osteotomy for gonarthrosis.  
Acta Orthop Scand. 1974 Dec; 51(6):963-70.

**27.**

**Hanssen AD, Stuart MJ, Scott RD, Scuderi GR.**

Surgical options for the middle-aged patient with osteoarthritis of the knee joint.  
Instr Course Lect. 2001; 50:499-511.

28.

**Hartwig CH.**

Komplikationen der kniegelenksnahen Osteotomie bei Behandlung der Gonarthrose.

Orthopädische Praxis 1990; 2

29.

**Hasenpflug J.**

Long term results of tibial head osteotomy.

Zeitung für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 1998; 2

30.

**Henderson RC, Kemp GJ.**

Assessment of the mechanical axis in adolescent tibia vara.

Orthopedics. 1991 Mar; 14(3):313-6.

31.

**Hernborg JS, Nilsson BE.**

The natural course of untreated osteoarthritis of the knee.

Clin Orthop. 1977 Mar-Apr; (123):130-7.

32.

**Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D.**

Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study.

J Bone Joint Surg Am. 1987 Mar; 69(3):332-54.

33.

**Hofmann AA, Cook TM.**

High tibial osteotomy: where did you go?

Orthopedics. 2003 Sep; 26(9):949-50.

34.

**Ho-Rim Choi, Hasegawa Y, Kondo S, Shimizu T, Ida K, Iwata H.**

High tibial osteotomy for varus gonarthrosis: a 10- to 24-year follow-up study.

J Orthop Sci. 2001; 6(6):493-7.

**35.**

**Ivarsson I, Myrnerets R, Gillquist J.**

High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee. A 5 to 7 and 11 year follow-up.

J Bone Joint Surg Br. 1990 Mar; 72(2):238-44.

**36.**

**Jackson JP, Waugh W.**

Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee.

J Bone Joint Surg Br. 1961 Nov; 43-B:746-51.

**37.**

**Jackson JP, Waugh W.**

The technique and complications of upper tibial osteotomy. A review of 226 operations.

J Bone Joint Surg Br. 1974 May; 56(2):236-45.

**38.**

**Jokio PJ, Lindholm TS, Vankka E.**

Medial and lateral gonarthrosis treated with high tibial osteotomy. A prospective study.

Arch Orthop Trauma Surg. 1985; 104(3):135-44.

**39.**

**Karabatsos B, Mahomed NN, Maistrelli GL.**

Functional outcome of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy.

Can J Surg. 2002 Apr; 45(2):116-9.

**40.**

**Katz MM, Hungerford DS, Krackow KA, Lennox DW.**

Results of total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy for osteoarthritis.

J Bone Joint Surg Am. 1987 Feb; 69(2):225-33.

**41.**

**Keene JS, Monson DK, Roberts JM, Dyreby JR Jr.**

Evaluation of patients for high tibial osteotomy.

Clin Orthop. 1989 Jun; (243):157-65.

**42.**

**Khan MT, Matthews JG.**

High tibial osteotomy without internal fixation for medial unicompartmental osteoarthritis.

Orthopedics. 2000 Oct; 23(10):1045-8.

**43.**

**Kirgis A.**

Verlauf des Nervus peroneus und seine Bedeutung für die proximale Umstellungsosteotomie.

Orthopädische Praxis 1990: 2

**44.**

**Kiviluoto O, Salenius P, Santavirta S.**

Proximal tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee.

Arch Orthop Trauma Surg. 1984; 103(1):57-61.

**45.**

**Klinger HM, Lorenz F, Harer T.**

Open wedge tibial osteotomy by hemicallotaxis for medial compartment osteoarthritis.

Arch Orthop Trauma Surg. 2001 May; 121(5):245-7.

**46.**

**Knutson K, Lindstrand A, Lidgren L.**

Survival of knee arthroplasties. A nation-wide multicentre investigation of 8000 cases.

J Bone Joint Surg Br. 1986 Nov; 68(5):795-803.

**47.**

**Langenbeck B.**

Die subkutane Osteotomie.

Deutsche Klinik 1854 (6):327-330

**48.**

**Leutloff D, Tobian F, Perka C.**

High tibial osteotomy for valgus and varus deformities of the knee.

Int Orthop. 2001; 25(2):93-6.

**49.**

**Lindstrand A, Boegard T, Egund N, Thorngren KG.**

Use of a guide instrument for compartmental knee arthroplasty.

Acta Orthop Scand. 1982 Aug; 53(4):633-9.

**50.**

**MacEachern AG.**

In: De Bastiani G, Apley G; Goldberg A. Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics.

Springer-Verlag.

**51.**

**Magyar G, Ahl TL, Vibe P, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A.**

Open-wedge osteotomy by hemicallotasis or the closed-wedge technique for osteoarthritis of the knee. A randomised study of 50 operations.

**52.**

**Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A.**

Changes in osseous correction after proximal tibial osteotomy: radiostereometry of closed- and open-wedge osteotomy in 33 patients.

Acta Orthop Scand. 1999 Oct; 70(5):473-7.

**53.**

**Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A.**

Hemicallotasis open-wedge osteotomy for osteoarthritis of the knee. Complications in 308 operations.

J Bone Joint Surg Br. 1999 May; 81(3):449-51.

**54.**

**Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A.**

Open wedge tibial osteotomy by callus distraction in gonarthrosis. Operative technique and early results in 36 patients.

Acta Orthop Scand. 1998 Apr; 69(2):147-51.

**55.**

**Mahan J, Seligson D, Henry SL, Hynes P, Dobbins J.**

Factors in pin tract infections.

Orthopedics. 1991 Mar; 14(3):305-8.

**56.**

**Matokovic D, Haspl M.**

Corrective osteotomy in the treatment of degenerative changes in the knee joint.

Lijec Vjesn. 2000 Sep-Oct; 122(9-10):229-33.

**57.**

**Meding JB, Keating EM, Ritter MA, Faris PM.**

Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. A comparison study in patients who had bilateral total knee replacement.

J Bone Joint Surg Am. 2000 Sep; 82(9):1252-9.

**58.**

**Mont MA, Alexander N, Krackow KA, Hungerford DS.**

Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy.

Orthop Clin North Am. 1994 Jul; 25(3):515-25.

**59.**

**Murphy SB.**

Tibial osteotomy for genu varum. Indications, preoperative planning, and technique.  
Orthop Clin North Am. 1994 Jul; 25(3):477-82.

**60.**

**Myrnerets R.**

Optimal correction in high tibial osteotomy for varus deformity.  
Acta Orthop Scand. 1980 Aug; 51(4):689-94.

**61.**

**Nagel A, Insall JN, Scuderi GR.**

Proximal tibial osteotomy. A subjective outcome study.  
J Bone Joint Surg Am. 1996 Sep; 78(9):1353-8.

**62.**

**Nakamura E, Mizuta H, Kudo S, Takagi K, Sakamoto K.**

Open-wedge osteotomy of the proximal tibia hemicallotasis.  
J Bone Joint Surg Br. 2001 Nov; 83(8):1111-5.

**63.**

**Netter FH.**

(2001) Netters Orthopädie. Thieme Verlag, Stuttgart.

**64.**

**Nizard RS, Cardinne L, Bizot P, Witvoet J.**

Total knee replacement after failed tibial osteotomy: results of a matched-pair study.  
J Arthroplasty. 1998 Dec; 13(8):847-53.

**65.**

**Odenbring S, Egund N, Hagstedt B, Larsson J, Lindstrand A, Toksvig-Larsen S.**

Ten-year results of tibial osteotomy for medial gonarthrosis. The influence of overcorrection.

Arch Orthop Trauma Surg. 1991; 110(2):103-8.

**66.**

**Odenbring S, Lindstrand A, Egund N, Larsson J, Heddson B.**

Prognosis for patients with medial gonarthrosis. A 16-year follow-up study of 189 knees.

Clin Orthop. 1991 May; (266):152-5.

**67.**

**Olsen NJ, Ejsted R, Krogh P.**

St Georg modular knee prosthesis. A two-and-a-half to six-year follow-up.

J Bone Joint Surg Br. 1986 Nov; 68(5):787-90.

**68.**

**Paley D, Maar DC, Herzenberg JE.**

New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis.

Orthop Clin North Am. 1994 Jul; 25(3):483-98. Review.

**69.**

**Pfeill J.**

Kniegelenksnahe Umstellungsosteotomie mit dem Monofixateur.

Orthopädische Praxis 1990:2

**70.**

**Price CT.**

Unilateral fixators and mechanical axis realignment.

Orthop Clin North Am. 1994 Jul; 25(3):499-508.

**71.**

**Price CT, Scott DS, Greenberg DA.**

Dynamic axial external fixation in the surgical treatment of tibia vara.

J Pediatr Orthop. 1995 Mar-Apr; 15(2):236-43.

**72.**

**Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S.**

Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year followup study.

Clin Orthop. 1998 Aug; (353):185-93.

**73.**

**Rössler H, Rüter W.**

(2000) Orthopädie. Verlag Urban und Fischer.

**74.**

**Rudan JF, Simurda MA.**

High tibial osteotomy. A prospective clinical and roentgenographic review.

Clin Orthop. 1990 Jun; (255):251-6.

**75.**

**Rudan JF, Simurda MA.**

Valgus high tibial osteotomy. A long-term follow-up study.

Clin Orthop. 1991 Jul; (268):157-60.

**76.**

**Rüttimann B.**

Kurze und krumme Beine. Ein historischer Rückblick.

Der Orthopäde 2000:9

**77.**

**Satku K, Kumar VP.**

Palsy of the deep peroneal nerve after proximal tibial osteotomy. An anatomical study.

J Bone Joint Surg Am. 1993 Nov; 75(11):1736.

**78.**

**Schwade S.**

Grenzen der Indikation zur Tibiakopfumstellungsosteotomie.

Orthopädische Praxis 1990:2

**79.**

**Schwitt E.**

Grenzindikationen und Ursachen für Fehlschläge kniegelenksnaher

Umstellungsosteotomien bei hemilateraler Gonarthrose.

Orthopädische Praxis 1990:2

**80.**

**Shaw JA, Moulton MJ.**

High tibial osteotomy: an operation based on a spurious mechanical concept. A theoretic treatise.

Am J Orthop. 1996 Jun; 25(6):429-36.

**81.**

**Sprenger TR, Doerzbacher JF.**

Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years.

J Bone Joint Surg Am. 2003 Mar; 85-A(3):469-74. Erratum in: J Bone Joint Surg Am. 2003 May 85-A(5):912.

**82.**

**Stacheli JW, Cass JR, Morrey BF.**

Condylar total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy.

J Bone Joint Surg Am. 1987 Jan; 69(1):28-31.

**83.**

**Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ, Lazovic D, Wefer A.**

High tibial osteotomy versus unicompartmental joint replacement in unicompartmental knee joint osteoarthritis: 7-10-year follow-up prospective randomised study.

Knee. 2001 Oct; 8(3):187-94.

**84.**

**Surin V, Markhede G, Sundholm K.**

Factors influencing results of high tibial osteotomy in gonarthrosis.

Acta Orthop Scand. 1975 Dec; 46(6):996-1007.

**85.**

**Tjornstrand B, Svensson K, Thorngren KG.**

Prediction of long-term outcome of tibial osteotomy in medial gonarthrosis.

Arch Orthop Trauma Surg. 1985; 103(6):396-401.

**86.**

**Tjornstrand B, Egund N, Hagstedt B, Lindstrand A.**

Tibial osteotomy in medial gonarthrosis. The importance of over-correction of varus deformity.

Arch Orthop Trauma Surg. 1981; 99(2):83-9.

**87.**

**Toksvig-Larsen**

Upper tibial hemicallosis using the OF-Garches.

In: De Bastiani G, Apley G; Goldberg A. Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics.

Springer-Verlag.

**88.**

**Täger D.**

Kniegelenksnahe Osteotomien. Spätergebnisse.

Orthopädische Praxis 1989:9

**89.**

**Tso CY, Rudan JF, Harrison MM.**

A surgical planning and guidance system for high tibial osteotomy.

Comput Aided Surg. 1999; 4(5):264-74.

**90.**

**Turner RS, Griffiths H, Heatley FW.**

The incidence of deep-vein thrombosis after upper tibial osteotomy. A venographic study.

J Bone Joint Surg Br. 1993 Nov; 75(6):942-4.

**91.**

**Vainionpaa S, Laike E, Kirves P, Tiisanen P.**

Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. A five to ten-year follow-up study.

J Bone Joint Surg Am. 1981 Jul; 63(6):938-46.

**92.**

**Valenti JR, Calvo R, Lopez R, Canadell J.**

Long term evaluation of high tibial valgus osteotomy.

Int Orthop. 1990; 14(4):347-9.

**93.**

**Virolainen P, Aro HT.**

High tibial osteotomy for the treatment of osteoarthritis of the knee: a review of the literature and a meta-analysis of follow-up studies.

Arch Orthop Trauma Surg. 2003 Jun 25

**94.**

**Waugh W.**

Tibial osteotomy in the management of osteoarthritis of the knee.

Clin Orthop. 1986 Sep; (210):55-61.

**95.**

**Weale AE, Lee AS, MacEachern AG.**

High tibial osteotomy using a dynamic axial external fixator.

Clin Orthop. 2001 Jan; (382):154-67.

**96.**

**Weidenhielm L, Wykman A, Lundberg A, Brostrom LA.**

Knee motion after tibial osteotomy for arthrosis. Kinematic analysis of 7 patients.

Acta Orthop Scand. 1993 Jun; 64(3):317-9.

**97.**

**Windsor RE, Insall JN, Vince KG.**

Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy.

J Bone Joint Surg Am. 1988 Apr; 70(4):547-55.

**98.**

**Wootton JR, Ashworth MJ, MacLaren CA.**

Neurological complications of high tibial osteotomy--the fibular osteotomy as a causative factor: a clinical and anatomical study.

Ann R Coll Surg Engl. 1995 Jan; 77(1):31-4.

**99.**

**Yasuda K, Majima T, Tsuchida T, Kaneda K.**

A ten- to 15-year follow-up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis.

Clin Orthop. 1992 Sep; (282):186-95.

**100.**

**Yasuda K, Majima T, Tanabe Y, Kaneda K.**

Long-term evaluation of high tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee.

Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst. 1991 Fall; 51(2):236-48.

## Lebenslauf von Ulrich Vortkamp

- 03.02.1976 Geburt in Essen als erstes Kind der Eheleute Paul Vortkamp und Ingrid Vortkamp, geborene Althoff.
- 1982 Einschulung in die Kappenbusch-Grundschule in Hamm.
- 1995 Abitur am Beisenkamp-Gymnasium der Stadt Hamm nach insgesamt 13 Schuljahren.
- 1995-98 Zunächst Beginn des Wehrdienstes im Sanitätsdienst der Deutschen Bundeswehr. Übernahme als Zeitsoldat und Ausbildung zum Reserveoffizier des Truppenanitätsdienstes. Später Wechsel in die Laufbahn der Sanitätsoffiziere. Zuletzt Verwendung als Lehrer an der Sanitätsakademie der Bundeswehr in München.
- 10/1998 Beurlaubung zum Studium der Humanmedizin. Immatrikulation an der Westfälischen Wilhelms Universität in Münster.
- 10/2000 Bestehen der Ärztlichen Vorprüfung nach vier vorklinischen Semestern.
- 10/2001 Bestehen des Ersten Staatsexamens nach zwei klinisch theoretischen Semestern. Seitdem wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ausbildungs- und Studienangelegenheiten (IFAS) der Westfälischen Wilhelms Universität in Münster (studentische Lehrkraft).
- 10/2003 Bestehen des Zweiten Staatsexamens nach weiteren vier klinischen praktischen Semestern. Ende der Lehrtätigkeit.  
Beginn des Praktischen Jahres an den Evangelischen Krankenanstalten Gilead in Bielefeld. Tertiale in den Bereichen Neurologie, Innere Medizin und Unfallchirurgie.
- 11/2004 Bestehen des Dritten Staatsexamens nach insgesamt zwölf Fachsemestern.  
Erteilung der Approbation.
- 12/2004 Rückkehr in den Dienst der Bundeswehr als Assistenzarzt in der Abteilung für Neurologie und Psychiatrie des Bundeswehrkrankenhauses Hamburg.
- 07/2006 Geplanter sechsmonatiger Wechsel in die Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin des Bundeswehrkrankenhauses Hamburg zur Erlangung der Fachkunde Rettungsmedizin. Danach voraussichtlich dreijährige Verwendung als Truppenarzt.

Ulrich Vortkamp