

# ATOS NEWS

Das Magazin der ATOS Kliniken

Ausgabe 32 / Oktober 2018

## Schwerpunkt: Computerassistiertes Operieren

- Computergestützte OP-Planung
- Patientenspezifische Instrumentation
- Navigation
- Fortschritt durch Robotik?



© Andriy Popov / 123RF.com

**Minimal invasive Hernienoperationen in der MILOS-Technik**

# albrecht ... auch für Kinder



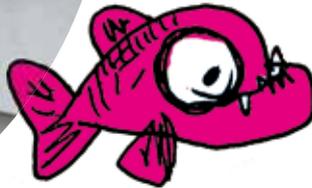
CDS® Sprunggelenk



Jack PCL



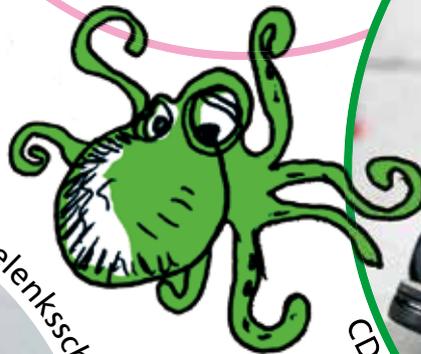
CDS® Ellbogenschiene



Hypex® Lite



CDS® Handgelenkschiene



CDS® Knie



# „Roboter werden Menschen überlegen sein“

Stephen Hawking



Prof. Dr. Hajo Thermann

## Liebe Leserin, lieber Leser!

Im Jahr 2018 gibt es eine Vielzahl von Robotern, computerunterstützten Applikationen, die in der Chirurgie, in der Urologie und in der Neurochirurgie eingesetzt werden und natürlich inzwischen auch dort, wo Operationen an Hohlräumen wie in Bauch- und Brustraum sukzessive nicht mehr offen durchgeführt werden, sondern minimalinvasiv.

Systeme wie C.A.S.P.A.R., Robodoc und Galileo begleiten uns seit mindestens zwei Jahrzehnten. In der Zukunft wird sicherlich auch noch die „Augmented Reality“ – (erweiterte Realität), die wir schon aus Computerspielen kennengelernt haben, eine große Rolle in der Darstellung der anatomischen Sites und Pathologien spielen. Die Präzision der computergesteuerten Planung von Operationen oder auch von computergesteuerten Gewebentnahmen z.B. bei Tumorbiopsien ohne Weichteiltrauma und ohne Kontamination ist ohne Frage bei optimaler Anwendung dem normalen chirurgischen Vorgehen überlegen.

Die Orthopädie hat Wechselbäder in der Anwendung von robotergesteuerten Systemen erfahren. Nur allzu leidvoll erinnern wir uns, mit welcher massiven Aggressivität der Robodoc auf den deutschen Markt für Hüftprothesenimplantationen eingedrungen ist. Ich erinnere mich selbst, wie bei Gesprächen mit dem Hersteller die Chefärzte angegangen wurden, dass sie ohne Robodoc „den Anschluss verlieren“ würden.

Bei der darauffolgenden Erweiterung des Robodoc für die Knieendoprothetik hatte ich die Möglichkeit, bei der ersten weltweiten live-Demonstration in Rastatt dabei zu sein. Diese Systeme waren klobig, noch nicht von überragender oder wirklich nutzbringender Präzision und hat-

ten zudem eine massive Traumatisierung des Gewebes durch die Roboterarme als Voraussetzung für die Anwendung. Leidvoll können Tausende von Patienten heutzutage von der Zerstörung ihrer Muskeln und teilweise auch Nerven nach Hüftoperation mit dem C.a.s.p.a.r berichten. Für die Knieendoprothetik hat zumindest in Deutschland der Robodoc keine Bedeutung gewonnen. Der Schritt ging wieder zurück zu „patientenadaptierten Schneidelehren“: Nach Kernspinevaluation oder Computertomografie-Darstellung und Berechnung wurden Schneidelehren für die Implantation einer Knieprothese mit 3D-Druckern hergestellt, die genau auf den Patienten zugeschnitten waren. Aber auch hier ergaben sich Präzisionsprobleme, die entsprechenden Auflagepunkte zu finden. Die anfänglichen computergesteuerten Implantationssysteme erwiesen sich als zeitaufwendig, nicht optimal in der Präzision und konnten eigentlich nur den zweidimensionalen Einbau der Prothese bestimmen, ohne im Vergleich zu einem erfahrenen Operateur eine deutliche Verbesserung zu erreichen.

Die Systeme für die Kniegelenkendoprothetik, über die wir in dieser Ausgabe berichten, sind hingegen virtuelle Systeme, die nicht nur grafisch die anatomischen Strukturen exakt darstellen, sondern in einer virtuellen Implantation die Spannungsverhältnisse der Weichteile in der so einzubauenden Prothese optimal widerspiegeln. Die daran angeschlossenen Fräsen ermöglichen dann nur das Ausschneiden der entsprechenden Prothese, so dass eine optimale Implantation gewährleistet ist. Auch die Systeme, die wir hier vorstellen, müssen jedoch erst einmal einer wissenschaftlichen Aufarbeitung standhalten. Ein wesentliches Problem ist zudem gerade bei den von DRGs leidgeprüften Kliniken, mit dem

teuren System eine Wertschöpfung zu schaffen.

Im Vergleich zu den großen Fortschritten in den chirurgischen Fächern zeigt unser Themenkomplex, dass in der Orthopädie gerade erst neue Möglichkeiten und Bedingungen geschaffen werden, die jedoch extrem verheißungsvoll sind. Zum jetzigen Zeitpunkt werden im orthopädischen Bereich keine komplett assistierten Systeme angewendet, mit denen wir – vergleichbar mit dem Galileo – bereits mit einem Joystick die Arbeit durchführen könnten. Derzeit sind in der Orthopädie auch eher Frässysteme als nächster Schritt vorstellbar, jedoch keine Manipulationen im Sinne von robotergesteuerten Instrumentationen z.B. bei Knochenbrüchen. Diese sind noch nicht einmal in einer Erprobungsphase. Der kinematische, präzise Einbau von Knieprothesen und Hüftprothesen wird in Zukunft eine hohe Qualitätsverbesserung ohne Ausreißer gewährleisten. Er wird Techniken und Abläufe optimieren, jedoch werden aus meiner Sicht die Kunst und die Handschrift fehlen.

Wenn wir die Zukunft selber gestalten wollen, müssen wir uns mit den Robotern und der Robotermedizin auseinandersetzen, um nicht die Steuerung an die Ingenieure zu verlieren und die Entwicklung auf höchstem Niveau weiterhin selber zu gestalten. Der Aussage von Stephen Hawking, nach der zukünftig Roboter dem Menschen überlegen seien, kann ich nur hinzufügen: „Nur wenn wir sie lassen!“

Herzlich

Hajo Thermann

# Inhaltsverzeichnis

## 3 Editorial

### **SCHWERPUNKT: COMPUTERASSISTIERTES OPERIEREN**

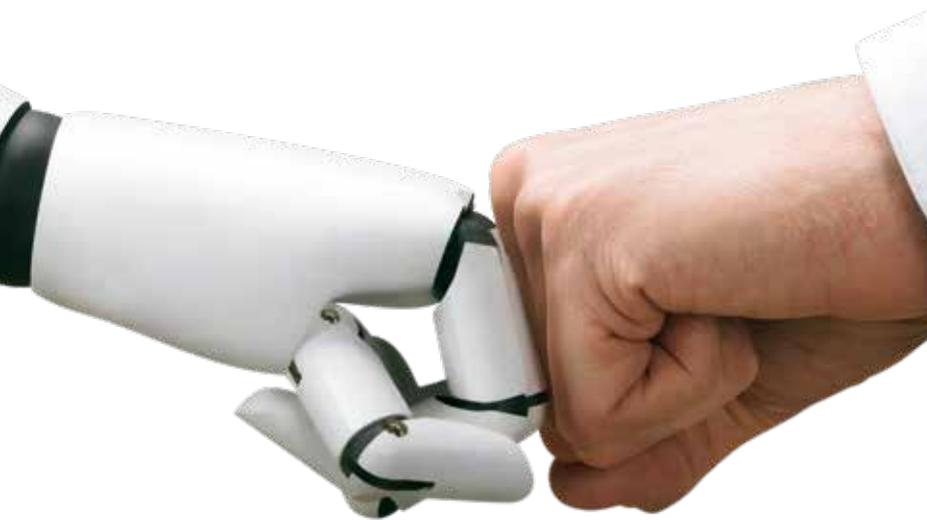
- 6 Computerunterstützte Planung und Durchführung von Eingriffen an der Wirbelsäule  
Von Stefan Matschke und Bernd Wiedenhöfer
- 15 Präoperative 3D-Software-Planung und patientenspezifische Instrumentation in der Schulterprothetik  
Von Peter Habermeyer, Frank Martetschläger und Mark Tauber
- 19 Moderne Hüft-Endoprothetik  
Von Fritz Thorey
- 23 Wann Umstellung, wann Schlittenprothese?  
Von Rainer Siebold
- 26 Computerassistierte Knie-Endoprothetik  
Von Christoph Becher und Hajo Thermann
- 30 Individualisierte Endoprothesen: Oberflächenersatz am Knie  
Von Erhan Basad
- 34 Computernavigierte Chirurgie von Kreuzbandverletzungen – ist das sinnvoll?  
Von Holger Schmitt

## **FACHBEITRÄGE**

- 36 Arthroskopische Subakromiale Dekompression (ASAD) – eine obsoleete Behandlungsmethode?  
Von Markus Loew und Sven Lichtenberg
- 40 Die arthroskopische Knorpelzelltransplantation am Hüftgelenk  
Von Steffen Thier
- 44 Die autologe dreidimensionale Knorpelzelltransplantation  
Von Alexander Kurme
- 48 Die arthroskopische Therapie von Handgelenkganglien  
Von Thomas Geyer, Sigmund Polzer und Steffen Berlet
- 52 Minimalinvasive Bauchwand- und Narbenbruchoperation in MILOS Technik  
Von Wolfgang Reinpold
- 58 Elektrische Vagusnerv-Stimulation: Weniger Anfälle bei Epilepsie  
Von Cornelia Bußmann
- 60 Venen-Operation – auch nach abgelaufener Thrombose?  
Von Darius Sadeghian
- 62 Die Medizinische Kräftigungstherapie der Wirbelsäule  
Von Bernd Sigl und Frank Martetschläger

## **ATOS INTERN**

- 39 Neu in der ATOS Klinik Heidelberg:  
Prof. Dr. med. Rudi Bitsch
- 51 Neu in der ATOS Orthoparc Klinik Köln:  
Dr. med. Knut Beitzel
- 78 Innovative Wege in der Ausbildung Medizinischer Fachangestellter in der Praxis Hecker & Thome
- 80 ATOS Starmed Klinik München: Umbau und Erweiterung
- 83 Die Standorte der ATOS Kliniken



## NEWS & NOTES

- 47 Ankündigung: Update Gelenkchirurgie 2018
- 65 Fokus Knie – Knorpelregeneration und Endoprothetik
- 66 Minimal-invasive AMIS-Technik zur Implantation von Hüftprothesen – Lehrvideo von Hans Gollwitzer
- 67 Triathletin Laura Philipp mit sensationellem Wiedereinstieg
- 68 ATOS Heidelberg beim Drachenbootrennen
- 69 PD Dr. Christoph Becher zum Professor ernannt
- 69 Ehrenprofessur am Sportmedizinischen Institut Peking für Prof. Thermann
- 70 HD-Man 2018: Die ATOS Klinik Heidelberg beim Triathlon
- 71 ATOS Klinik Heidelberg sponsert Ladies' Day im Golfclub
- 72 Heidelberger Halbmarathon: ATOS war dabei!
- 74 ATOS Klinik Braunfels erhält für Hüft- und Knieendoprothetik jeweils drei Lebensbäumchen
- 75 Ankündigung: Sportmedizin-Wochenkurs 2019 in St. Moritz
- 76 Komplexe Skoliose-OP in der ATOS Klinik Braunfels
- 77 Prof. Schmitt neuer Präsident des Sportärztebundes Baden

## Impressum

### Herausgeber

ATOS Klinik Heidelberg  
GmbH & Co. KG

### Wissenschaftsredaktion

Prof. Dr. Hajo Thermann

### Redaktion

Dr. Barbara Voll-Peters  
Eichenhainallee 34  
51427 Bergisch-Gladbach  
M + 49 171 - 545 4010  
F + 49 22 04 - 979 255  
redaktion.atosnews@atos.de

### Produktmanagement und Anzeigen

Rebecca Mrosek  
ATOS Klinik Heidelberg  
GmbH & Co. KG  
rebecca.mrosek@atos.de

### Realisierung

ServiceDesign GmbH, Heidelberg  
www.servicedesign.eu

### Gestaltung & Creative Direction

www.factor-product.com

### Druck

abcdruck GmbH, Heidelberg

### V.i.S.d.P.:

ATOS Klinik Heidelberg  
GmbH & Co. KG  
Bismarckstraße 9 - 15  
69115 Heidelberg  
T + 49 62 21 - 983 - 0  
F + 49 62 21 - 983 - 919  
info-hd@atos.de  
www.atos-kliniken.com

ATOS Kliniken –  
Ihre Gesundheitsexperten in Deutschland  
**Klinik Heidelberg**  
**Klinik München**  
**Starmed Klinik München**  
**Orthoparc Klinik Köln**  
**Orthopädische Klinik Braunfels**  
**Klinik Fleetinsel Hamburg**

# Computerunterstützte Planung und Durchführung von Eingriffen an der Wirbelsäule

Von Stefan Matschke und Bernd Wiedenhöfer

**Key words:** minimal invasive Dekompression, spino-pelvine Balance, Pelvic Incidence, Pelvic Tilt, Sacral Slope, Pedikelschrauben, Schraubenpositionierung, Navigation, 3D-Bildwandler

**Degenerative Prozesse an der Wirbelsäule können zu konservativ nicht beeinflussbaren Schmerzen führen. Besonders betroffen sind die Segmente L3/4, L4/5 und L5/S1. Eine operative Therapie in diesem Bereich kann ausschließlich erweiternd und bewegungserhaltend sein, in einigen Fällen ist jedoch auch eine zusätzliche Stabilisation erforderlich. Die Möglichkeiten der operativen Therapie werden an zwei Beispielen erläutert.**

Die in der Seitenansicht Doppel-S-förmige Wirbelsäule ist eine komplexe funktionelle Kette mit 24 Bewegungssegmenten. Zählt man die Ilio-Sakral-Gelenke hinzu, sind es sogar 26. Die Hals- (HWS) und Lendenwirbelsäule (LWS) beschreiben dabei eine nach vorne (Lordose), die Brustwirbelsäule (BWS) und das Kreuzbein eine nach hinten gebogene Kurve (Kyphose). Die meisten Bewegungssegmente bestehen aus einer Bandscheibe und paarig angelegten Wirbelgelenken. Jede Einschränkung der Beweglichkeit in einem Segment hat Auswirkung auf unmittelbar angrenzende Segmente und auch auf die gesamte Statik.

Natürliche, d. h. degenerative Verschleißprozesse betreffen alle Segmente. Vorrangig ist die seitliche Ebene betroffen. Die Bandscheiben, die wie die Gelenkknorpel der Wirbel- und der Extremitätengelenke keine eigene Ernährung erfahren, verlieren an Höhe und

Elastizität. Die Lordose der LWS nimmt ab und der Druck in den Gelenken nimmt zu. Die Ausrichtung des Rumpfes neigt sich nach vorne und die Rumpfmuskulatur muss eine vermehrte Arbeit zur Erhaltung der aufrechten Körperhaltung leisten. Daraus und aus begleitenden verschleißbedingten Einengungen des Wirbelkanals und der Nervenwurzelabgänge ergeben sich oft für die konservative Therapie unzugängliche Rückenschmerzen und Bewegungseinschränkungen. Besonders betroffen sind die Segmente der Übergangszonen zwischen den Krümmungen. Diese Zonen gehen auch immer mit relevanten Veränderungen des Bewegungsverhaltens der Wirbelsäulensegmente einher. Die untere LWS unterliegt dabei besonderem Stress: zwischen dem 4. Lendenwirbel und dem Kreuzbein entsteht 70% der natürlichen Krümmung der LWS; hier wird auch der überwiegende Anteil der Beweglichkeit der LWS generiert. Diese Bewegungszone stößt dann auf



**Von oben:**  
Dr. Stefan Matschke, Dr. Bernd Wiedenhöfer

den Block des Sakrums ohne eigene Bewegungssegmente. Der Ausgleich des Krümmungsverlustes erfolgt hier überwiegend durch die Ausrichtung des Beckens über den Hüftgelenken. Am häufigsten entwickeln sich deshalb in den Bewegungssegmenten L3/4, L4/5 und L5/S1 Erkrankungen, aus denen sich eine operative Indikation ergibt.

## OPERATIONSPLANUNG

Die Planung dieser operativen Therapie muss zuerst entscheiden, ob **ausschließlich erweiternd und bewegungserhaltend** vorgegangen werden kann oder ob eine zusätzliche Stabilisierung notwendig ist.

Neben der klinischen Symptomatik und der Schnittbildgebung (Kernspintomographie) ist dafür eine Wirbelsäulenganzaufnahme einschließlich der Abbildung der Hüftköpfe notwendig. Die aktuelle Standardtechnik benötigt zur Anfertigung der Wirbelsäulenganzaufnahme in zwei Ebenen vier Aufnahmen zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten, die dann zu zwei Aufnahmen zusammengesetzt wurden. Es ist zu beachten, dass vier unterschiedliche Haltungen aufgenommen werden, und ggf. eine fehlerhafte Darstellung verursachen können. Bei großen Patienten können zudem Schwierigkeiten auftreten, die Hüftköpfe hinreichend abzubilden.

## RÖNTGENDIAGNOSTIK MIT DER EOS-TECHNIK

Mit der uns jetzt zur Verfügung stehenden revolutionären EOS-Technik gelingt das alles in einem Scan ähnlich wie in den Sicherheitskontrollen am Flughafen. Alle anatomischen Landmarken werden sicher abgebildet. Fehler durch unterschiedliche Körperhaltungen und Zusammensetzungen werden vermieden. Die Bildqualität ist der herkömmlichen Digitaltechnik signifikant überlegen; dabei ist die Strahlendosis für den Patienten um bis zu 90% reduziert.

Die Aufnahme wird dann in einem Simulationsprogramm bearbeitet. Zudem werden alle anatomischen Landmarken und Winkel der Wirbelsäule und des Beckens bestimmt. Die Ist-Werte werden mit den Soll-Werten verglichen. Global wird mit der Bestimmung des seitlichen Schwerelots zwischen dem 7. Halswirbel und der Hinterkante des 1. Kreuzbeinwirbels begonnen und die Abweichung vom Ideal nach vorne gemessen. Bei Werten unter 6 cm und dem klinischen Bild des überwiegenden Beinschmerzes und der Gehstreckenverkürzung kann hier

noch eine bewegungserhaltende und erweiternde operative Therapie (**mikroskopisch gestützte minimal-invasive Dekompression**) durchgeführt werden (19).

Dann werden die sogenannten Beckenparameter bestimmt, da das Becken eine zentrale Rolle für aufrechte, schmerzarme und energieeffiziente Rumpfhaltung spielt.

Das Becken gibt die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule vor, die bei jedem Menschen individuell verschieden, aber fest definiert sind. Die Pelvic Incidence (Basiswinkel des Beckens) ist eine natürliche Konstante, die sich beim Erwachsenen lebenslang nicht verändert. Dieser Winkel gibt die Krümmung der LWS und die Ausrichtung des Beckens durch dessen Kippung zur Vertikalen (Pelvic Tilt) und Orientierung der Deckplatte des Kreuzbeins zur Horizontalen (Sacral Slope) vor. Man spricht von der spino-pelvinen Balance. Nimmt die Lordose der LWS verschleißbedingt ab, muss sich das Becken zur Erhaltung der aufrechten Rumpfhaltung nach hinten drehen mit einer vermehrten Muskelarbeit. Der Sacral Slope (SSL) flacht ab und der Pelvic Tilt (PT) nimmt zu (20). Regelmäßig weichen die Messwerte von den Normwerten stark ab und überschreiten die Grenzwerte. Es entsteht eine strukturelle Dysbalance. Die Konsequenz sind chronische Rücken- und ISG-Schmerzen, die auch krankengymnastischen und medikamentösen Therapien nicht zugänglich sind.

Neben den Abflachungen der Lordose der LWS können diese Symptome auch durch verstärkte Kyphosen der Brustwirbelsäule oder an untypischer Stelle im Übergang zwischen BWS und LWS oder durch einen starken Verschleiß der Hüften (Koxarthrose) mit Teileinstellungen verursacht werden, die mit dem EOS aus der vorhandenen Bildgebung ohne zusätzliche Strahlenbelastung hervorragend detektiert werden können.

## ZIEL DER OPERATIVEN WIEDERHERSTELLUNG

Ziel der operativen Wiederherstellung durch eine Stabilisierung oder Versteifung ist es die spino-pelvine Balance wiederherzustellen. Die PI ist eine Konstante und nicht beeinflussbar. Die Wirbelsäule muss so rekonstruiert werden, dass das Becken so wenig kompensieren muss wie möglich. Der Schlüssel liegt in der Normalisierung der PT unter einen Grenzwert von 20°, da nachgewiesen ist, dass diese Normalisierung signifikante Auswirkung auf das funktionelle Ergebnis, die postoperativen Schmerzen und die Alltagsaktivitäten hat (21). Diese Methode ist nicht nur für die Planung komplexer Rekonstruktionen von verschleißbedingten Verkrümmungen der Wirbelsäule relevant, sondern auch für kurzstreckige Stabilisierungen, um so das Risiko für Folgeeingriffe durch Verlängerungen zu reduzieren.

Die Ermittlung der notwendigen Korrektur erfolgt durch eine Computersimulation. In der digital vermessenen Wirbelsäulenganzaufnahme wird primär das Becken so eingestellt, dass der PT unter 20° liegt und damit keine Kompensation des Beckens mehr vorhanden ist (22). So kann auch der reale Grad der notwendigen Korrektur abgelesen werden. In Abhängigkeit vom Ausmaß der Korrektur kann dann im Programm durch den Einsatz von Cages als Bandscheibenersatz und Osteotomien der Wirbelgelenke oder Wirbelkörper simuliert werden, wo und in welchem Ausmaß die Korrektur erfolgen muss. Die Ergebnisse dieser Simulation sind intraoperativ nahezu komplett umsetzbar, wie auch die postoperativen Kontrollen zeigen.

Anhand von Fallbeispielen soll das Vorgehen illustriert werden:

**KASUISTIK 1: PATIENTIN MIT RÜCKENSCHMERZEN UND GEHSTRECKENVERMINDERUNG**

Bei einer 52-jährigen Patientin mit signifikanten therapieresistenten Rückenschmerzen (visuelle Analogskala 6/10) mit einer zusätzlichen relevanten Gehstreckenverminderung (Claudicatio spinalis) und eingeschränkter Belastbarkeit im stehenden Beruf wird die Indikation zur Dekompression und wegen der signifikanten Rückenschmerzen zur ergänzenden Stabilisierung gestellt. In der präoperativen Analyse (Abb. 1a) fällt

eine relevante spino-pelvine Dysbalance mit einer Pelvic Incidence von 51°, ein hochgradiger Verschleiß der Bandscheiben L3/4, L4/5 und L5/S1 mit einem Verlust der Lordose der LWS auf 35°, eine vordere Lotabweichung von mehr als 6 cm auf. Es zeigt sich keine vermehrte Kyphose im Übergang zwischen BWS und LWS. Die Beckenkipfung wurde bereits normalisiert. Die Simulation offenbart, dass die Abweichung durch die Rekonstruktion der Bandscheibenanatomie mit Cages sicher mit einer weiteren Verbesserung der PT auf 14° korrigierbar ist (Abb. 1b). Das postoperative Ergebnis dokumentiert das Erreichen des simulierten Ergebnisses (Abb. 1c).

**KASUISTIK 2: KOMPLEXE VERSCHLEISSBEDINGTE KYPHOSKOLIOSE**

Im zweiten Fall liegt eine komplexe verschleißbedingte Kyphoskoliose, d. h. eine Skoliose mit einer Buckelbildung im Übergang zwischen BWS und LWS mit ausschließlichem Rückenschmerz (VAS-Skala: 7/10) vor. Offensichtlich sind die dekompenzierte Lotabweichung und die spino-pelvine Dysbalance in der normalisierten seitlichen Aufnahme, die die Wirbelsäule in die Position einer Concorde während des Starts bringt. Hier ist bereits vom Bild her nachvollziehbar, dass enorme muskuläre Arbeit geleistet werden muss, um eine nahezu aufrechte Haltung zu sichern. Die PI weist einen eher geringen Wert mit 41° auf. Die Lordose der LWS aber eine Differenz von etwa 30° auf. Die Bandscheiben der LWS sind im Vergleich noch besser erhalten (Abb. 2a). Die Simulation ergibt die Option, diese Differenz mit minimal invasiv eingebrachten Cages über einen seitlichen Zugang im ersten Schritt relevant zu verringern (Abb. 2b), um dann nach erneuter Simulation weniger aufwändig als bei einem einzeitigen Eingriff im zweiten Eingriff einschließlich der Korrektur des Buckels im Übergang zwischen BWS und LWS zu korrigieren. Die PT ist postoperativ korrigiert und das Lot rekompensiert gemäß der Simulation (Abb. 2c, 2d).

**HERAUSFORDERUNG:**

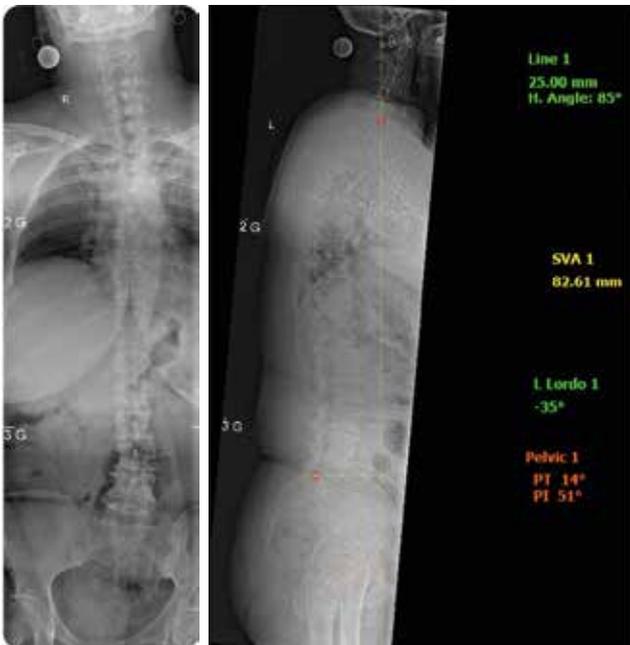


Abb. 1a: Kasuistik 1: Präoperatives Röntgen ap und seitlich normalisiert



Abb. 1b: Kasuistik 1: Simulation



Abb. 1c: Kasuistik 1: postoperatives Ergebnis

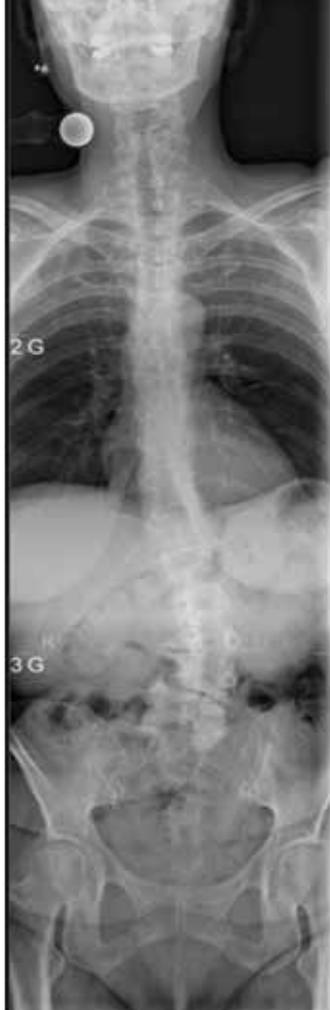


Abb. 2a: präoperatives Röntgen ap

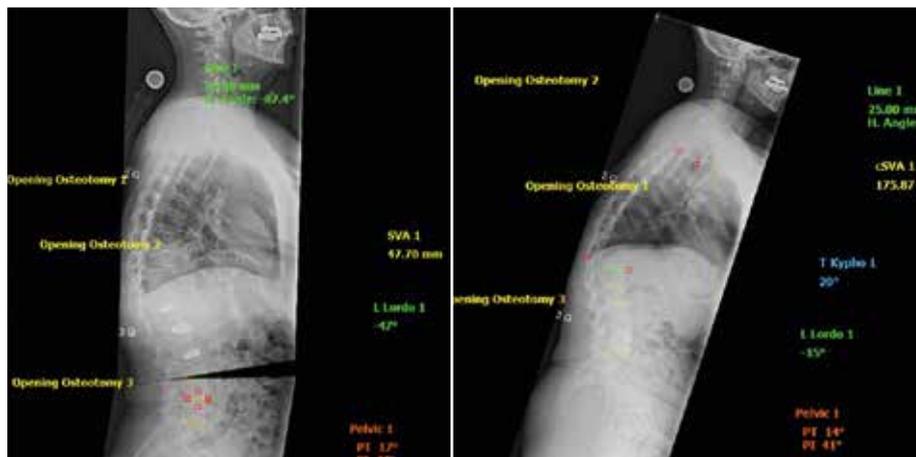


Abb. 2b: Simulation 1 und 2 nach Ersteingriff



Abb. 2c: Röntgen postoperativ ap



Abb. 2d: Röntgen postoperativ seitlich

## DIE POSITIONIERUNG DER PEDIKELSCHRAUBEN

Neben der optimalen Planung des zu korrigierenden Wirbelsäulenabschnitts gilt es auch gleichzeitig festzustellen, welche Pedikel sind für die Schraubenpositionierung geeignet bzw. über wie viele und welche Segmenthöhen muss eine Schrauben- Stabinstrumentierung vorgenommen werden. Intraoperativ fehlen nicht selten anatomische Landmarken, insbesondere bei Patienten mit Deformitäten und oder Skoliosen, um einen sicheren Eintrittspunkt darzustellen. Das gilt insbesondere für die sogenannte Freihandtechnik. Andererseits gibt es anatomische Bereiche mit einer Pedikelweite, die oftmals den Durchmesser der Schraube nicht erreicht wie beispielsweise im Bereich der oberen HWS oder nicht selten im Bereich der oberen BWS. Fehllagen von Pedikelschrauben werden in der Literatur (1-8) je nach Erfahrung

des Operateurs und der anatomischen Region in einer Größenordnung zwischen 1%-54% beschrieben. Nicht jede Schraubenfehllage führt zwangsläufig zu einer klinischen Symptomatik. Das Risiko für das Auftreten einer klinischen Symptomatik durch eine Schraubenfehllage hängt einerseits von dem Ausmaß der Fehllage ab, aber auch von dem Zeitpunkt des Erkennens und der möglichen Revision einer Schraubenfehllage bei fortbestehender Kompression neurogener Strukturen.

Für eine graduelle Beurteilung der Schraubenpositionierung im Pedikel hat sich die Klassifikation nach Gertzbein und Robbins (9) bewährt. Es besteht eine sichere Zone – d.h. hier sind keine klinischen Komplikationen zu erwarten –

wenn die Abweichung der Schraubenlage sich in einem Korridor bis zu 2 mm nach medial (zum Rückenmarkskanal) oder lateral (zur Muskulatur und zu den Gefäßen) der Pedikelwand bewegt. Besteht eine Abweichung zwischen 2-4 mm wird das Risiko von klinischen Komplikationen durch die Schraubenfehllage als gering eingeordnet. Darüberhinaus gehende Schraubenfehllagen weisen ein deutlich erhöhtes Risiko für klinische Komplikationen auf, wobei eine graduelle Beurteilung zwischen 4 und 6 mm bzw. größer als 6 mm vorgenommen wird.

Klinisch bedeutsamer sind hierbei die Schraubenfehlagen nach medial als nach lateral, da hier neurologische Komplikationen mit Lähmungen durch Druck auf das Rückenmark oder auf Nervenwurzeln zu erwarten sind. Aber auch gravierende Schraubenfehlagen nach lateral können zu nicht unerheblichen Gefäßkomplikationen führen. Als besonders risikoreich ist der Abschnitt der BWS oberhalb des 9. Brustwirbels zu nennen aufgrund seiner sehr engen Lagebeziehung zur Aorta bei gleichzeitig herzförmigem anatomischen Aufbau der Brustwirbelkörper, die einen Schraubenaustritt nach lateral im Vergleich zu den Lendenwirbeln deutlich begünstigen (8). Eine erhöhte Gefahr für Gefäßkomplikationen durch eine Schraubenfehlage besteht ebenso bei Instrumentationen im Bereich der Halswirbelsäule, insbesondere im Bereich der oberen HWS. Abb. 3f zeigt als Beispiel die enge Lagebeziehung einer Schraube zur Vertebralarterie bei einer Verschraubung nach Judet.

Zusätzlich zu den Gefahren von Lähmungen bei zu medialer Schraubenlage oder Gefäßkomplikationen bei zu lateraler Schraubenlage wird die mechanische Konstruktion geschwächt, da eine nicht im Pedikel optimal positionierte Schraube nicht den erforderlichen Halt gibt. Die Gefahr von Schraubenausrissen, Lockerungen des Instrumentariums und Korrekturverlust steigt.



Abb. 3c: Darstellung der eingebrachten Judet Schraube links, intraoperative MPR Dickschichtaufnahmen im axialen Strahlengang mit einem 3-D Bildwandler

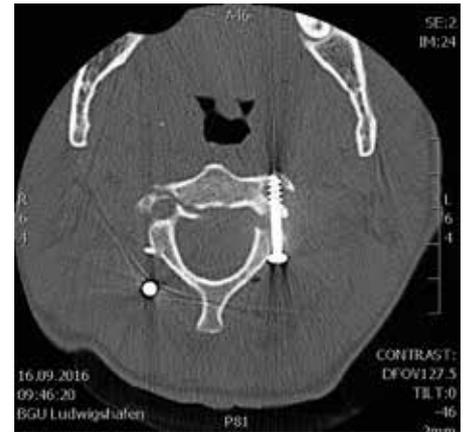


Abb. 3d: Darstellung der gleichen Judet Schraube links im postoperativen CT

### PLATZIERUNG DER PEDIKEL-SCHRAUBEN MIT HILFE VON NAVIGATION

Aus den genannten Gründen wurde die Navigation in der Medizintechnik frühzeitig in der Wirbelsäulen Chirurgie implementiert. Mitte der 1990er Jahre wurden bereits die ersten Erfahrungen zur optimalen Platzierung von Pedikelschrauben bei spinalen Fusionsoperationen gemacht (5,11). Die Arbeitsgruppe um Schwarzenbach (12) veröffentlichte als erste die guten Ergebnisse der Pedikelschraubenpositionierung unter Anwendung eines CT-basierten Navigationssystems. Sie beschrieben einen sehr geringen Schraubenfehlagenanteil mit 2,7% bei 162 lumbalen Pedikelschrauben. Wenig später im Jahr 2000 veröffentlichte eine Arbeitsgruppe um Amiot (10) ihre Ergebnisse mit zwei Vergleichsgruppen, der ersten Gruppe mit einer konventionellen Freihandtechnik zur Pedikelschrauben-Instrumentation. Von insgesamt 544 Pedikelschrauben, die zwischen Th5 und S1 eingebracht wurden, fand sich eine Schraubenfehlage von 15,3%. Im Vergleich mit der Kontrollgruppe wurden 294 Pedikelschrauben computergestützt navigiert. Die Rate der Schraubenfehlage betrug in dieser Gruppe 5,4%. Sieben Patienten aus der Gruppe der sogenannten Freihandtechnik mussten aufgrund der Schraubenfehlage nochmals operiert werden, in vier Fällen verblieb auch im weiteren Verlauf ein dauerhafter neurologischer Schaden. Die Autoren schlussfolgerten, dass eine computergestützte Navigation eine valide Operationstechnik



Abb. 3a: Darstellung der eingebrachten Judet Schraube rechts, intraoperative MPR Dickschichtaufnahmen im axialen Strahlengang mit einem 3-D Bildwandler

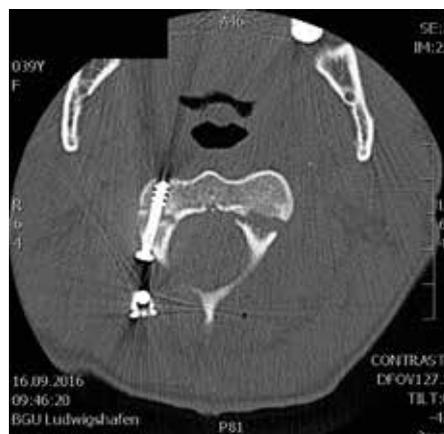


Abb. 3b: Darstellung der gleichen Judet Schraube rechts im postoperativen CT

nik darstellt, durch die eine akkuratere Schraubenpositionierung mit einer höheren Sicherheit für den Patienten erreichbar ist.

In einer weiteren Studie hat die Arbeitsgruppe um Yu et al (13) die Genauigkeit von 2062 thorakalen und lumbalen Pedikelschrauben unter Verwendung eines intraoperativen 3-D Bildwandlers veröffentlicht. Sie fanden in dieser Gruppe eine Schraubenfehlage von > 2 mm bei 4,6%, im Vergleich zu einer Schraubenfehlage von 16% bei 276 Pedikelschrauben in der sogenannten Freihandtechnik. Dieser Unterschied war signifikant ( $P < 0,001$ ). Auch sogenannte Metaanalysen, die eine Vielzahl von Studien zusammenfassen, weisen eine signifikant höhere Rate der Genauigkeit der Schraubenpositionierung unter Verwendung einer computergestützten Navigation nach. Verma et al (14) analysierte 23 Studien mit insgesamt 5.992 Pedikelschrauben, die computergestützt navigiert eine signifikant exaktere Schraubenpositionierung zeigten. Den statistisch gesicherten Nachweis einer geringeren neurologischen Komplikationsrate unter Verwendung einer computergestützten Navigation konnte diese Metaanalyse allerdings nicht erbringen. Shin et al (15) wertete 12 Studien mit insgesamt 4.953 Pedikelschrauben aus und fand ebenfalls eine signifikant geringere Rate von Schraubenfehlagen und Komplikationsquote unter Verwendung

einer computergestützten Navigation. Han et al (16) verglich in einer prospektiv randomisierten Studie 92 thorakale Pedikelschrauben unter Verwendung der Navigation im Vergleich zu 84 Pedikelschrauben, die unter Bildwandlerkontrolle eingebracht wurden. Während in der ersten Gruppe sämtliche Schrauben im Pedikel lagen, war in der zweiten Gruppe unter ausschließlicher Bildwandlerkontrolle in 14 Fällen eine Perforation der Pedikelwand zu verzeichnen. Hiervon musste in zwei Fällen eine operative Revision aufgrund eines neurologischen Defizits vorgenommen werden. Die Möglichkeit und die Notwendigkeit der Optimierung der Schraubenpositionierung führte zur Entwicklung von verschiedenen computergestützten Navigationssystemen wie beispielsweise der CT-basierten spinalen Navigation (Brainlab®), Tracker and SpineMap Software (Stryker®), Wirbelsäulennavigation mit dem O-arm (Medtronic®), Ziehm Vision FD Vario 3-D (Ziehm Imaging®) oder einer intraoperativen CT Bilddarstellung mit dem Airo Mobile (Siemens®) in Kombination mit der Brainlab® Navigationseinheit.

Sämtliche 3-D Computergestützten Bildwandler bzw. das intraoperative CT mit dem Airo verfolgen hierbei das Ziel, einer bestmöglichen intraoperativen Bilddarstellung mit gleichzeitiger Möglichkeit der Navigation für eine optimale Pedikelschraubenpositionierung. Selbst-

verständlich lassen sich auch andere Wirbelsäulenpathologien unter Verwendung dieser navigierten Operationstechnik exakt darstellen, beispielsweise zur Festlegung des Resektionsausmaßes bei Tumoren.

### INTRAOPERATIVE BILDGEBUNG

Als Beispiel für die Notwendigkeit einer optimalen intraoperativen Bilddarstellung zeigt die Abb. 3a-f den Vergleich der Schraubenlagen in gleichen Schichten mit dem Arcadis Orbic 3-D (Siemens®) zum postoperativen CT bei der posterioren Stabilisierung einer 39-jährigen Patientin mit traumatischer Spondylolyse C2 Josten Typ 2 (Abb. 3g, h). Es erfolgte nach geschlossener Reposition die Verschraubung C2 beidseits nach Judet sowie eine Instrumentierung C1 auf C3. Die intraoperativen 3-D Dickschichtaufnahmen detektieren die anatomische Stellung der verschraubten C2 Fraktur mit guter anatomischer Reposition sowie die korrekte Lagebeziehung der Schraube zum Spinalkanal. Jedoch zeigen erst die Rekonstruktionen im postoperativen CT genau, dass das Foramen der A. vertebralis von kranial eingeeengt wird (Abb. 3f). Das gleichzeitig postoperativ angefertigte Angio-CT war ohne pathologischen Befund, so dass die Schraube nicht korrekturbedürftig war.



**Abb. 3e:** Darstellung der eingebrachten Judet Schraube in den sagittalen Rekonstruktionen, intraoperative MPR Dickschichtaufnahmen mit einem 3-D Bildwandler



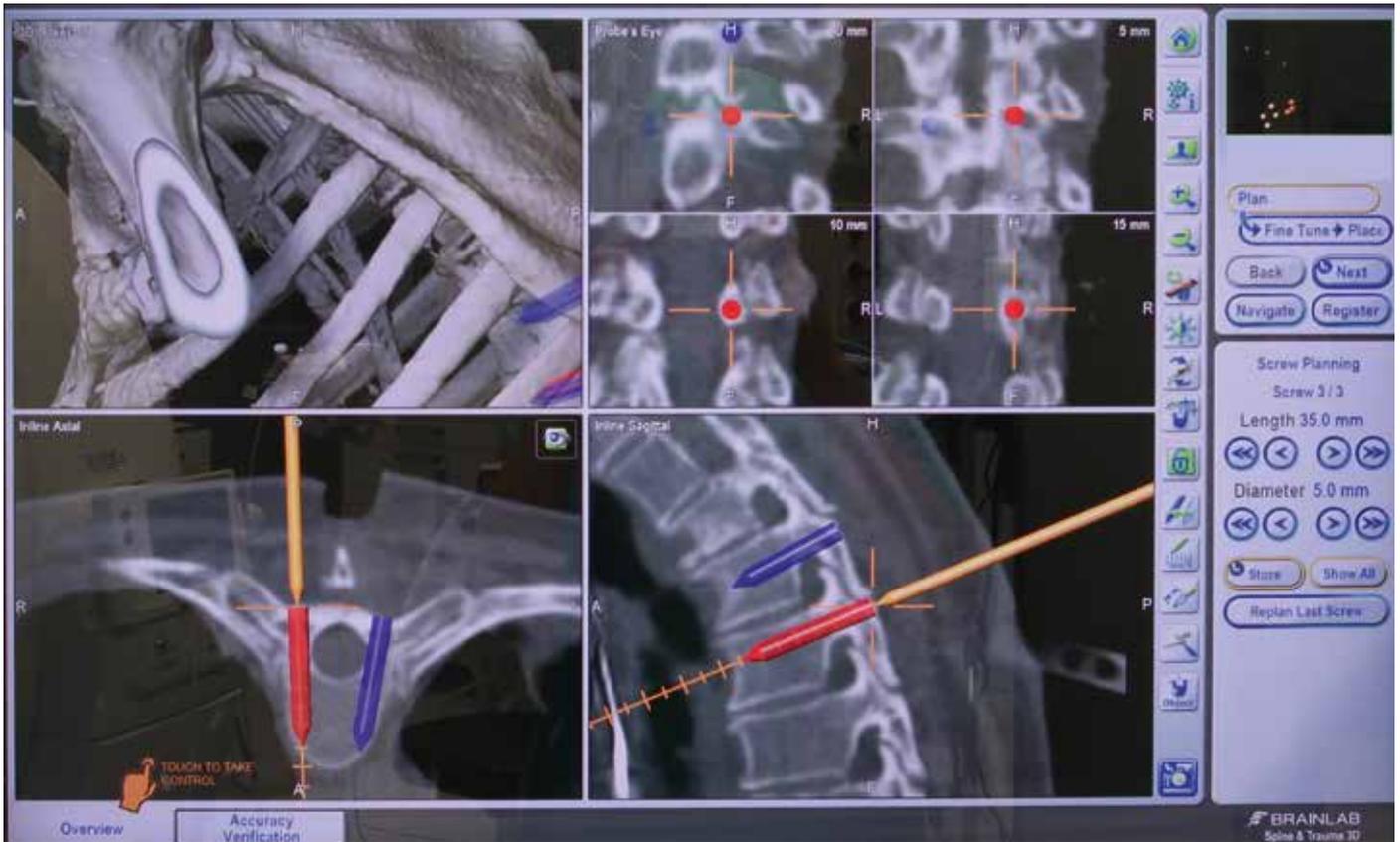
**Abb. 3f:** Darstellung der eingebrachten Judet Schraube in den sagittalen Rekonstruktionen im postoperativen CT, Darstellung der engen Lagebeziehung der eingebrachten Schraube zum Foramen der A. vertebralis (roter Pfeil) mit additiver dorsaler Instrumentierung C1 auf C3 (die kraniale knöcherne Begrenzung des Foramens wird von der Schraube perforiert)



**Abb. 3g:** Unfallbild einer 39-jährigen Patientin mit traumatischer Spondylolyse (HWK 2/ HWK3 Josten Typ II)



**Abb. 3h:** postoperatives Versorgungsbild mit dorsaler Instrumentierung C1 auf C3 sowie beidseitiger Verschraubung der Bogenfraktur C2



**Abb. 4:** Darstellung einer intraoperativen Navigation in den koronaren, axialen und sagittalen Ebenen einer Pedikelschrauben-Instrumentierung im Bereich der oberen BWS. Die blau dargestellte Schraube zeigt die bereits eingebrachte Pedikelschraube. Die rot dargestellte Schraube ist die Planungsschraube, auf die die navigierbare Pedikelahle (orange) zeigt und damit den richtigen Eintrittskorridor für die Pedikel-Eröffnung vorgibt.

Diese und vergleichbare Information benötigt der Operateur bereits intraoperativ, um einerseits Schraubenfehlagen zu verhindern oder um unmittelbar die erforderliche Korrektur vorzunehmen zu können. Folgeoperationen können vermieden werden.

Mit dem neuen 3-D Bildwandler CIOS® Spin (Siemens) haben wir erstmals die Möglichkeit, intraoperativ Bilder in einer so guten Qualität darzustellen, die ein postoperatives CT überflüssig macht. In Kombination mit einem Navigationssystem (Abb. 4) erfolgt für den Patienten die sicherste Schraubenpositionierung. Sollte dennoch eine Schraubenkorrektur erforderlich sein, so wird sie unmittelbar erkannt und in gleicher Operationssitzung korrigiert. Das gilt auch bei der Durchleuchtung und 3D-Röntgenaufnahmen voluminöser Körperpartien wie des Beckens oder bei stark übergewichtigen Patienten. Aufgrund der hohen Generatorleistung des CIOS Spin von über 25 Kilowatt wird auch in diesen Fällen eine optimale Bildqualität erreicht.

Die Technik stellt aktuell und in absehbarer Zukunft die sicherste und exakteste Möglichkeit der Schraubenpositionierung. Ob diese zukünftig einmal durch ausschließlich robotisch eingebrachte Pedikelschrauben ersetzt werden kann, ist derzeit noch offen. Verschiedene Studien beschäftigen sich bereits heute mit dieser Thematik (Fan et al, Overley et al 17,18). Ein gesicherter Nachweis für eine klinische Verbesserung der Ergebnisse durch die Robotik im Vergleich zu den modernen computerassistierten Navigationssystemen bei der Schraubenpositionierung fehlt noch.

**Dr. Stefan Matschke**  
**Dr. Bernd Wiedenhöfer**  
 Zentrum für Wirbelsäulenchirurgie  
 ATOS Klinik Heidelberg  
 Wirbelsäule-hd@atos.de  
 stefan.matschke@atos.de

## Literatur:

1. Podolsky DJ, Martin AR, Whyne CM, Massicotte EM, Hardisty MR, Ginsberg HJ (2010) Exploring the role of 3-dimensional simulation in surgical training: feedback from a pilot study. *J Spinal Disord Tech* 23:e70–e74
2. Jutte PC, Castelein RM (2002) Complications of pedicle screws in lumbar and lumbosacral fusions in 105 consecutive primary operations. *Eur Spine J* 11:594–598
3. Kosmopoulos V, Schizas C (2007) Pedicle screw placement accuracy: a meta-analysis. *Spine* 32:E111–E120
4. Kotani Y, Abumi K, Ito M, Minami A (2003) Improved accuracy of computer-assisted cervical pedicle screw insertion. *J Neurosurg* 99:257–263
5. Tian NF, Huang QS, Zhou P, Zhou Y, Wu RK, Lou Y, Xu HZ (2011) Pedicle screw insertion accuracy with different assisted methods: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Eur Spine J* 20(6):846–859
6. Kotani Y, Abumi K, Ito M, Takahata M, Sudo H, Ohshima S, Minami A (2007) Accuracy analysis of pedicle screw placement in posterior scoliosis surgery: comparison between conventional fluoroscopic and computer-assisted technique. *Spine* 32:1543–1550
7. Xiaobang Hu, Donna D. Ohnmeiss, Liebermann ICH (2013): Robotic-assisted pedicle screw placement: lessons learned from the first 102 patients. *Eur Spine J* 22:661–666
8. Hicks JM, Singla A, Shen FH, Arlet V (2010) Complications of pedicle screw fixation in scoliosis surgery: a systematic review. *Spine* 35:E465–E470
9. Gertzbein SD, Robbins SE (1976). Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine (Phila Pa 1976)* 1990;15:11–14.
10. Amiot LP, Lang K, Putzier M, Zippel H, Labelle H (2000): Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screw installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine. *Spine.*;25:606–614.
11. Gebhard F, Riepl C, Richter P et al (2012) The hybrid operating room. Home of high end intraoperative imaging. *Unfallchirurg* 115:107-120
12. Schwarzenbach O, Berlemann U, Jost B, et al. (1997): Accuracy of computer-assisted pedicle screw placement. An in vivo computed tomography analysis. *Spine.*;22:452-458.
13. Yu X, Xu L, Bi LY (2008): Spinal navigation with intra-operative 3D imaging modality in lumbar pedicle screw fixation. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.*88:1905-1908 (Chinese)
14. Verma R, Krishan S, Haendlmayer, K, Mohsen, A. (2010) Functional outcome of computer-assisted spinal pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of 23 studies including 5,992 pedicle screws. *Eur Spine J.* 2010;19: 370–375.
15. Shin BJ, James AR, Njoku IU, Hartl R. (2012) Pedicle screw navigation: a systematic review and meta-analysis of perforation risk for computer-navigated versus freehand insertion. *J Neurosurg Spine.* 2012;17:113-122.
16. Han W, Gao ZL, Wang JC, et al. (2010) Pedicle screw placement in the thoracic spine: a comparison study of computer-assisted navigation and conventional techniques. *Orthopedics.* 2010;33(8).
17. Fan Y, J Du JP, Liu JJ, Zhang JN, Liu SC, Hao DJ (2018): Radiological and clinical differences among three assisted technologies in pedicle screw fixation of adult degenerative scoliosis. *Scientific Reports* 8:890 DOI:10.1038/s41598-017-19054-7
18. Overley SC, Cho SK, Mehta AI, Arnold PM (2017): Navigation and Robotics in Spinal Surgery: Where Are We Now? *Neurosurgery* 2017 Vol 80 Number 3 86–99
19. Hikata T, Watanabe K, Fujita N, Iwanami A, Hosogane N et al (2015): Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance. *J Neurosurg spine:* 23(4): 451-8
20. Smith JS, Bess S, Schaffrey CI, Burton DC, Hart RA, Hostin R, Klineberg E, International Spine Study Group (2012): Dynamic changes of the pelvis and spine are key to predicting postoperative sagittal alignment after pedicle subtraction osteotomy: a critical analysis of preoperative planning techniques. *Spine;* 37(10)845-53
21. Le Huec JC, Roussouly P: Sagittal spino-pelvic balance is a crucial analysis for normal and degenerative spine. *Eur Spine J* 2011; 20(Suppl 5) 556 – 63
22. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP: Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009 Aug 1;34(17):E599-606

# ATOS Klinik Heidelberg bringt die dritte Dimension in den OP

## Cios Spin macht interoperative Qualitätskontrolle endlich zur Routine

Der mobile C-Bogen Cios Spin ermöglicht intraoperative Korrekturen durch innovative 3D-Bildgebung. Abbildung mit freundlicher Genehmigung von Siemens Healthineers.

Um optimale Resultate sicherzustellen, nutzen Chirurgen intraoperative Bildgebungstools, die eine Kontrolle des geplanten Ergebnisses noch während eines Eingriffs ermöglichen. Wenn es jedoch darum geht zu prüfen, ob Schrauben oder Implantate bei komplexen Prozeduren korrekt platziert sind, bietet die konventionelle 2D-Bildgebung nicht in allen Fällen genug Information. So erfolgen wichtige Optimierungen, die postoperative Komplikationen vermeiden könnten, nicht immer umgehend. Dabei belegen zahlreiche Studien den hohen Bedarf an intraoperativen Korrekturen – Korrekturen aufgrund von Befunden, die mit reiner 2D-Bildgebung nicht zu erkennen sind. Je nach Komplexität der Prozedur und Zugänglichkeit der jeweiligen Region liegt die Korrekturrate zwischen 9,7 und 34,1 Prozent<sup>1</sup>. Fakt ist: Wird die Chance zur intraoperativen Korrektur versäumt, kann das für Patienten mitunter strapaziöse Reinterventionen nach sich ziehen. Und für die Gesundheitsversorger entstehen durch solche Wiederholungseingriffe hohe Kosten.

### Intraoperative Kontrolle wird zum Standard

In der Heidelberger ATOS Klinik setzen die Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie Dr. med. Bernd Wiedenhöfer und Dr. med. Stefan Matschke beim intraoperativen Qualitätscheck ab sofort auf Cios Spin, einen mobilen C-Bogen, der präzise 2D- und 3D-Bilder liefert. „Die Qualitätskontrolle direkt im OP wird mit dieser Technologie bei uns auf jeden Fall zum Standard“, sagt Matschke und erklärt, dass die Bildqualität aus den vorhandenen Geräten dafür nicht immer ausreichend war: „Ich habe mich bislang nicht auf die 3D-Rekonstruktion am Ende der Operation verlassen, weil noch viele Artefakte im Bild waren.“ Cios Spin schließt hier eine Lücke. Mit der präzisen 3D-Darstellung feinsten Strukturen in hoher Auflösung kann die Komplikationsrate, die Zahl der postoperativen CT-Untersuchungen und die Verweildauer der Patienten eindrucksvoll gesenkt werden.

### Position jeder Schraube muss umgehend überprüft werden

Seit diesem Jahr sind die Wirbelsäulenexperten Matschke und Wiedenhöfer an der ATOS Klinik in Heidelberg. Beide haben renommierte Kliniken verlassen, um mit ihrer Facharztpraxis und als Operateure bei ATOS durchzustarten: „Uns war klar, dass wir hier das modernste Gerät für die intraoperative Kontrolle haben wollen, das heute zur Verfügung steht“, sagt Matschke, denn „jede Schraube, die wir positionieren wollen, muss umgehend kontrollierbar sein. Für uns ist wichtig, dass wir hier eine Technologie haben, die für alle Patienten den höchsten Sicherheitsstandard bietet.“

### Wendig und effizient im OP

Neben Qualität und Behandlungssicherheit geht es im klinischen Alltag immer auch um größtmögliche Effizienz. Ist eine Technologie umständlich, behindert sie den Workflow oder erfordert spezielles Knowhow, dann wird sie in der klinischen Routine oft nicht oder ungern genutzt. Auch hier macht Cios Spin einen Unterschied, sagt Bernd Wiedenhöfer: „Das OP-Personal kann sehr schnell und intuitiv mit dem Gerät umgehen. Die große Bogenöffnung und vor allem die Wendigkeit von Cios Spin bringt uns einen Vorteil, denn weil wir einiges an Tischzubehör und andere Instrumente platzieren müssen, ist in vielen Operationssälen der Platz knapp.“

### Die Erstanwender möchten ihre Erfahrungen teilen

Das Heidelberger Wirbelsäulen-Team wird die Technologie ab sofort standardmäßig bei der Schraubenimplementierung einsetzen – etwa bei der Korrektur von degenerativen Wirbelsäulenleiden oder bei der Behandlung von Traumata. „Mit dem Gerät können wir die Planung machen und die digitale Schnittstelle zum Navigationssystem ermöglicht es uns, alle Abschnitte der Wirbelsäule sehr gut darzustellen. Dabei reduzieren wir erheblich die Strahlenbelastung für Patienten und Mitarbeiter“, erläutert Stefan Matschke, „und ein zusätzliches postoperatives CT brauchen wir nicht.“ Danach gefragt, wie es sich anfühlt, als Erstanwender eine Leuchtturmtechnologie wie diese im OP nutzen zu können, resümieren die Profis: „Qualität ist das, was zählt und nichts anderes.“ Die Heidelberger Ärzte freuen sich, bald ihre Erfahrungen mit dem neuen mobilen C-Bogen teilen zu können – zum Beispiel mit ihrem ATOS Kollegen Dr. med. Luis Ferraris, Chefarzt in der Wirbelsäulenchirurgie an der Klinik Braunsfels, die ab Winter 2018 ebenfalls auf diese Technik setzt.

**Dr. Bernd Wiedenhöfer** ist Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie, Facharzt für Physikalische und Rehabilitative Medizin und Facharzt für Kinderorthopädie.

**Dr. Stefan Matschke** ist Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie und Facharzt für spezielle Unfallchirurgie.

1991 wurde die ATOS Klinik Heidelberg gegründet. Alle Ärzte sind nicht in der Klinik angestellt, sondern selbstständig in 25 Facharztpraxen sowie als Operateure der Klinik tätig. Patienten aus der ganzen Welt werden bei ATOS Heidelberg von der Diagnose über den operativen Eingriff bis zur Nachsorge behandelt. Dafür stehen fünf Operationssäle zur Verfügung. Die Klinik verfügt über 73 Betten und versorgt jährlich 3.000 Patienten stationär.

<sup>1</sup>Berechnungsgrundlage: Kendoff et al., Trauma 2009; Regum et al., Unfallchirurg 2012; Beck et al., Eur Spine 2009; Atesok et al., Injury 2007; Wendl et al., Trauma&Berufskr 2009; Richter et al., Orthop Trauma 2005; Richter et al., Orthop Trauma 2009; Rübbert et al., UCH 2006; Geerling et al., Trauma 2009; Franke et al., JBJS 2011; Hepp et al., Unfallchirurg 2013

# Präoperative 3D Software-Planung und patientenspezifische Instrumentation in der Schulterprothetik

Von Peter Habermeyer, Frank Martetschläger und Mark Tauber

**Key words:** Schulterprothetik, Navigation, patientenspezifische Instrumentation

**Womit wir in jedem Auto und auf allen Smartphones täglich umzugehen gewöhnt sind, wenn wir ein Ziel suchen, ist die Navigation. Über GPS wird unser Standort auf Landkarten aufgezeigt und der Weg dorthin geführt. Eine ähnliche Digitalisierung findet in jüngerer Zeit auch in den OP Sälen der orthopädischen Kliniken statt.**

Der Erfolg einer Schulterprothese hängt wesentlich von einer hoch präzisen Implantation der künstlichen Schulterpfanne ab, weil davon die Standzeit des Implantats abhängig ist. Auch der erfahrenste Chirurg kann „freihändig“ niemals so exakt die Pfanne implantieren, wie es möglich ist, wenn er vor der Operation am Computer die CT-Bilder mit einer speziellen Software analysiert und virtuell den optimalen Sitz der Pfanne einplanen kann. Denn auch der geübteste Blick des Chirurgen auf die Gelenkpfanne verrät ihm nicht, wie die Pfanne zum dahinter versteckt liegenden Schulterblatt steht, auf welches das Pfannenimplantat ausgerichtet werden muss.

Um die Navigation umsetzen zu können, stehen dem Operateur intraoperativ spezifische, für den Patienten eigens angefertigte Ziellehren zur Verfügung, welche die „Hand“ des Chirurgen aufgrund der berechneten Navigation in die richtige Richtung führen. Es ist nachgewiesen, dass die Genauigkeit des Implantatsitzes

dadurch signifikant gesteigert werden konnte (1,2,3,4,5).

Ziel dieses Beitrags ist die Beschreibung der heute aktuellen computergesteuerten Planungsverfahren und ihre operative Umsetzung durch spezifische Führungsinstrumente.

## GRUNDLAGEN

Die Schultergelenkpfanne unterliegt bei einer Omarthrose einem dreidimensionalen Verschleiß mit Pfannenprotrusion, -inklination und -retroversion mit der Folge einer fehlerhaften Zentrierung des Humeruskopfes. Zur Vermessung dieses pathologischen dreidimensionalen Pfannenabriebs sind konventionelle Röntgenbilder und zweidimensionale CT-Schnittbilder nicht ausreichend aussagekräftig. 2005 konnte Iannotti nachweisen, dass eine 3D CT-Darstellung der Scapula besonders bei fortgeschrittener Omarthrose den Pfannenverbrauch besser zur Darstellung bringen konnte als die bis dato gewohnten 2D CT-Bilder (6).



**Von oben:**  
Prof. Dr. Peter Habermeyer,  
PD Dr. Frank Martetschläger,  
Prof. Dr. Mark Tauber

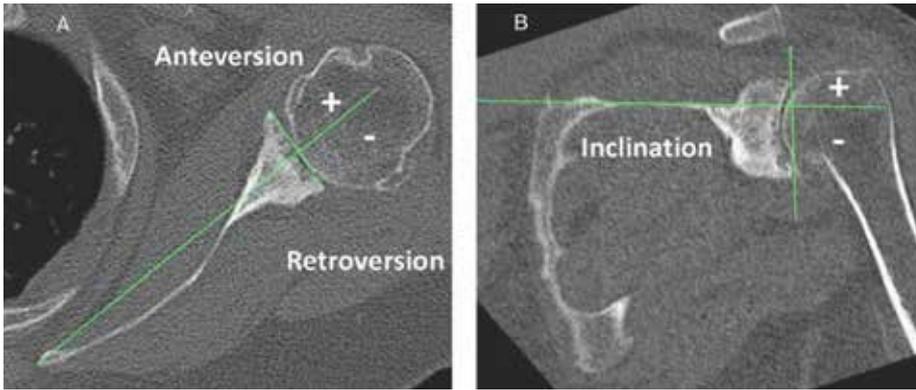


Abb. 1: Zweidimensionale Messung der transversalen Pfannenversion (nach Friedman) und der coronaren Pfanneninklination (nach Maurer) (Quelle: (7))

Die ideale Positionierung der Pfanne sollte nach Iannotti (8) so nahe wie möglich ( $5^\circ$ ) der Senkrechten zur Skapulaebene sein, wobei ein vollständiger Kontakt der Pfannenträgerfläche mit der Glenoidoberfläche bestehen muss und die Pegs bzw. der Kiel innerhalb des kortikalen Pfannenhalses zu liegen kommen müssen. Eine Retroversion der Pfanne von  $> 20^\circ$  verhindert nach Iannotti eine korrekte Pfannenimplantation.

Für eine präzise Pfannenimplantation gilt folgende Faustregel (nach Walch):

- Die Auflagefläche des Pfannenimplantates beträgt  $> 80\%$  der Glenoidfläche. Das verhindert die Pfannenprotrusion.
- Keine präoperative Humeruskopfdezentrierung  $> 80\%$
- Keine Pfannenimplantation  $> 10^\circ$  Grad Retroversion. Alle drei Maßnahmen verhindern ein horizontales „Rocking-Horse-Phänomen“.
- Keine Pfannenimplantation  $> 10^\circ$  Grad superiorer Glenoid-Tilt. Das verhindert ein vertikales „Rocking-Horse-Phänomen“.

### PRÄOPERATIVE PLANUNGS- SOFTWARE ZUR VIRTUELLEN BERECHNUNG DER LAGE DES PFANNENIMPLANTATS

Die wichtigsten präoperativen Planungsparameter sind die Berechnung der transversalen Pfannenversion und der coronaren Pfanneninklination (9), (10).

Anhand eines technisch einheitlichen Protokolls wird die gesamte Scapula am liegenden Patienten mit einem CT vermessen, wobei bei einer Schichtdicke  $< 1\text{mm}$  knapp über 200 Schnittbilder erzeugt werden. Mit Hilfe der voll automatisierten Software werden die Schnittbilder dreidimensional segmentiert und es wird eine 3D volumetrische Rekonstruktion der Scapula ermittelt. Die Software berechnet die Scapula-Ebenen und damit die Glenoidversion und -inklination. Die automatisierte Methode für die 3D Rekonstruktion

der Scapula definiert eine Referenz-Scapula-Ebene, die auf allen erfassten 3D Punkten des Schulterblattes beruht. Mit Hilfe der Software kann der Chirurg nun virtuell auf dem Bildschirm ein Pfannenimplantat in die gewünschte Position bringen. Dabei wird vom Operateur die ideale Lage der künstlichen Pfanne hinsichtlich Inklination und Retroversion am Knochenlager simuliert. Die Software gibt darüberhinaus Bescheid über die notwendige Tiefe der Pfannenbefräsung und die damit erreichte prozentuale Abdeckung des Pfannenlagers durch die Glenoidkomponente.

Präoperative Planungssoftware steht heute von mehreren Herstellern von Schulterprothesen auf dem Markt zur Verfügung (Arthrex; Biomet/Zimmer; Exactech; Wright Medical).

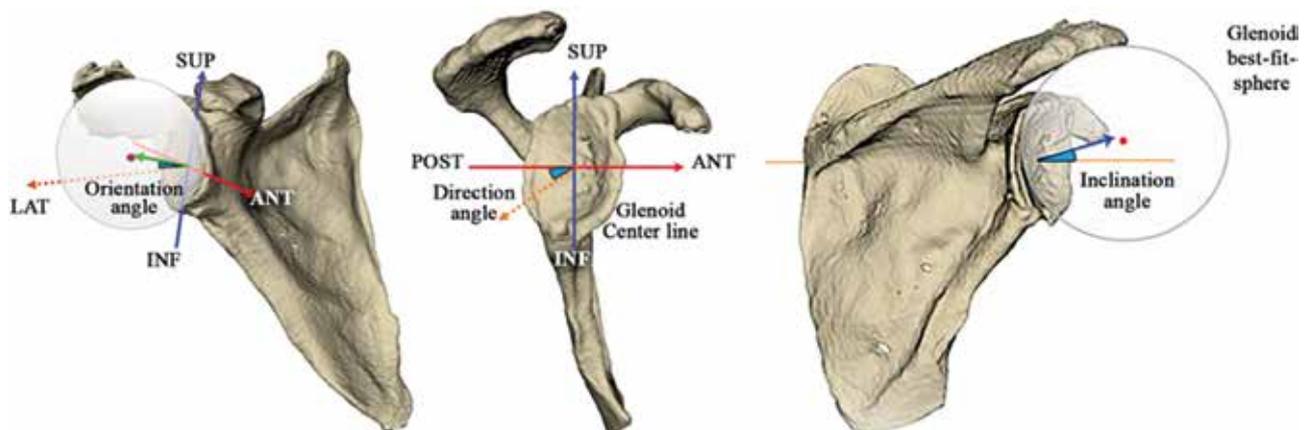


Abb. 2: Methodik zur 3D Messung der Version und Inklination des Glenoids bei einer Omarthrose. (aus (11))

**PATIENTENSPEZIFISCHE INSTRUMENTATION (PSI) UND INTRAOPERATIVE 3D CT-SCAN BASIERTE REAL-TIME NAVIGATION**

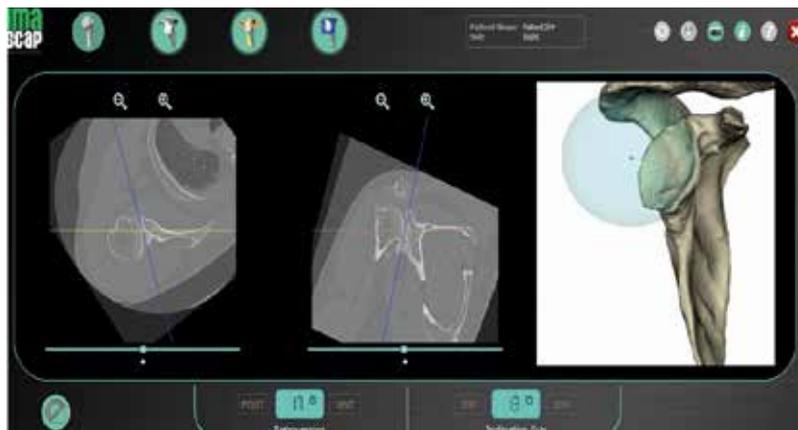
Um den präoperativen Plan intraoperativ in die Tat umzusetzen, gibt es zwei verschiedene Herangehensweisen: Die eine Methode ist die Patientenspezifische Instrumentation (PSI). Die 3D Daten werden an den Implantathersteller verschlüsselt gesendet. Dort wird im 3D Druckverfahren die arthrotische Gelenkpfanne aus Kunststoff in Originalgröße hergestellt und dazu eine individuell angefertigte Bohrschablone an den Operateur ausgeliefert, welche die exakt richtige Bohrrichtung vorgibt und mit der er hochpräzise intraoperativ den Führungsdraht in die Gelenkpfanne einbohrt. Über diesen Führungsdraht wird der Pfannenfräser exakt in der vom Operateur gewünschten Richtung geführt. Die vom Operateur präoperativ virtuell geplante Pfannenausrichtung wird somit mithilfe des Führungsinstruments intraoperativ hochpräzise umgesetzt.



**Abb. 5:** Patientenspezifisches Führungsinstrument und 3D Glenoid-Kunststoffmodell (Fa. Wright Medical, USA) basierend auf der Software Planung (aus (12))

Um die Anfertigung von teuren individuellen Bohrschablonen zu vermeiden, liefert ein Hersteller eine wiederverwendbare, CT-basierte, einstellbare Bohrschablone, die intraoperativ millimetergenau entsprechend der virtuellen OP Planung skaliert einstellbar ist.

Die zweite Methode einer Patientenspezifischen Instrumentation ist die real time GPS Navigation. Diese Technik (Fa. Exactech, USA) benötigt keine patientenspezifischen Instrumente zur Einhaltung der Bohrrichtung, sondern basiert auf real time Übertragung der Bohrrichtung auf den mit den CT Daten gespeisten Bildschirm. Dafür muss am Processus coracoideus ein Empfänger temporär montiert



**Abb. 3:** 3D volumetrische Rekonstruktion und Segmentierung der Scapula. Screenshot bei präoperativer Planung am Beispiel mit 17° Retroversion und 13° superiorer Tilt. Die 2D axialen und coronaren Neigungswinkel wurden aus 3D Bildern umformatiert. Rechts: Globale 3D Repräsentation der Pfannenausrichtung



**Abb. 4:** Virtuelle Planung (Fa. Glensys, Frankreich) des Implantatsitzes mit Überprüfung in der transversalen und coronaren Ebene, der notwendigen Pfannenbefruchtung und der Pfannenabdeckung (aus (12))



**Abb. 6:** Wiederverwendbare und skalierte Bohrlehre (Fa. Arthrex, USA) mit 3D Plastikmodell und intraoperativer Situs zur präzisen Einstellung der Bohrrichtung für die gewünschte Pfannenbearbeitung



werden, der mit einem Sender verbunden ist und mit dem Laptop korrespondiert. Ein weiterer Empfänger wird auf dem Bohrer installiert, so dass der Chirurg verzögerungsfrei sowohl die gewünschte als die aktuelle Bohrrichtung überprüfen und dann 3D zielgerecht den Führungsdraht in das Pfannenlager einbohren kann, über den dann die Pfannenbearbeitung erfolgt. In gleicher Weise können auch die Fixierschrauben für das Metal back in real time navigiert werden, so dass die Schrauben exakt im Knochen verankert werden.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Der kritische Teil bei der Implantation einer Schulterprothese ist die Platzierung und Verankerung der künstlichen Pfanne bzw. der Glenosphäre bei der inversen Schulterprothese. Grund hierfür ist, dass der Operateur nur auf die Pfannenfläche blickt und nicht die Lage der darunterliegenden Schulterblattebene einsehen kann. Die konventionellen Röntgen- und CT-Bilder geben ihm dabei nur einen indirekten Hinweis.

Durch Einspielen der CT-Daten auf einen Bildschirm und mit Hilfe einer speziellen Software kann der Operateur heute genau die Lage seines Pfannenimplantates planen und somit die exakte Richtung für das Implantat vorgeben. Um diese geplanten CT-Daten intraoperativ umzusetzen, bedient der Operateur sich entweder spezieller Bohrschablonen, welche die gewünschte Richtung vorgeben oder er verwendet eine real time Navigation mit am Patienten und am Bohrgerät angeschlossenen Sendern, die die Daten auf den Computerbildschirm übertragen und nun in Echtzeit die korrekte Bohrrichtung aufzeigen.

Bei fortgeschrittener Omarthrose oder bei der höhergradigen Defektarthropathie der Schulter mit Verbrauch der Gelenkpfanne sind heute die präoperative 3D Planung und die patientenspezifische Instrumentation indiziert.

**Prof. Dr. Peter Habermeyer**  
**PD Dr. Frank Martetschläger**  
**Prof. Dr. Mark Tauber**  
 Deutsches Schulterzentrum in der  
 ATOS Klinik München  
[www.deutsches-schulterzentrum.de](http://www.deutsches-schulterzentrum.de)  
[habermeyer@atos.de](mailto:habermeyer@atos.de)



**Abb. 7:** Die am Laptop angebrachten Empfänger (Fa. Exactech) senden die von den am Patienten und an der Bohrschablone montierten Sendern geschickten Daten an die Software, die in Echtzeit am Bildschirm die Richtung des Bohrgerätes anzeigt.

**Literatur:**

1. Improved accuracy of glenoid positioning in total shoulder arthroplasty with intraoperative navigation: A prospective-randomized clinical study. Kircher J, Wiedemann M, Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18: 515-520.
2. Comparison of Patient-Specific Instruments with Standard Surgical Instruments in Determining Glenoid Component Position A Randomized Prospective Clinical Trial. Hendel MD, Bryan JA, Barsoum WK, Rodriguez EJ, Brems JJ, Evans PJ and Iannotti JP. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94: 2167-75.
3. Three-Dimensional Preoperative Planning Software and a Novel Information Transfer Technology Improve Glenoid Component Positioning. Iannotti JP, Baker J, Rodriguez EJ, Brems JJ, Ricchetti E, Meshia M, Bryan J. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96: e71(1-8)
4. Three-dimensional planning and use of patientspecific guides improve glenoid component position: an in vitro study. Walch G, Vezeridis PS, Boileau P, Deransart P, Eng M, Chaoui J. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24: 302-309.
5. Automated Three-Dimensional Measurement of Glenoid Version and Inclination in Arthritic Shoulders. Boileau P, Cheval D, Gauci MO, Holzer N, Chaoui J, Walch G. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100:57-65.
6. Use of three-dimensional computed tomography for the analysis of the glenoid anatomy. Kwon YW, Powell KA, Yum JK, Brems JJ, Iannotti JP. *Shoulder Elbow Surg* 2005;14:85-90.
7. Automated Three-Dimensional Measurement of Glenoid Version and Inclination in Arthritic Shoulders. Boileau P, Cheval D, Gauci MO, Holzer N, Chaoui J, Walch G. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100:57-65
8. Effect of glenoid deformity on glenoid component placement in primary shoulder arthroplasty. Iannotti JP, Greeson C et al. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(1): 48-55
9. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A. *J Arthroplasty* 1999;14(6):756-60.
10. Inter-rater reliability of an arthritic glenoid morphology classification system. Scalise JJ, Codsi MJ, Brems JJ, Iannotti JP. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17(4): 575-77.
11. Automated Three-Dimensional Measurement of Glenoid Version and Inclination in Arthritic Shoulders. Boileau P, Cheval D, Gauci MO, Holzer N, Chaoui J, Walch G. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100: 57-65.
12. Three-dimensional planning and use of patientspecific guides improve glenoid component position: an in vitro study. Walch G, Vezeridis PS, Boileau P, Deransart P, Chaoui J. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015 Feb;24(2):302-9.

# Moderne Hüft-Endoprothetik

## Aktueller Stand und Ausblick auf Neuentwicklungen

von Fritz Thorey

**Key words:** Minimal-invasiv, Kurzschaft, Gleitpaarungen, Standardschaft

**Über 150.000 Hüft-Endoprothesen werden derzeit pro Jahr in Deutschland implantiert. Dabei nimmt der Anteil an jüngeren Patienten deutlich zu, die zudem einen hohen Anspruch an ihr neues Gelenk haben. Dieser Artikel gibt eine Übersicht über die aktuellen computer-gestützte Operationstechniken, moderne Implantate und innovative Techniken in der Hüftendoprothetik.**

Seit einigen Jahren zeigt sich ein deutlicher Wandel im Aktivitätsniveau der Hüftpatienten: Sportlich aktive und jung gebliebene Patienten erwarten von einem neuen Gelenk, dass sie ihre bisherigen Freizeitaktivitäten weiterführen können. Neben dem Anspruch der Patienten an die Prothese steigt das Interesse an muskelschonenden minimal-invasiven Techniken, die eine zügige Mobilisation des Patienten nach einem Gelenkersatz ermöglichen. Dieses bedeutet eine schnelle Rückkehr in das berufliche Umfeld und zu sportlichen Aktivitäten. Beides stellt den Operateur vor die Aufgabe, sowohl das passende Implantat als auch eine muskelschonende Operationstechnik für jeden Patienten zu wählen, um neben der Aktivität des Patienten eine lange Prothesenstandzeit zu erreichen.

### HÜFTARTHROSE

Neben Fehlstellungen am Hüftgelenk, die zu einer vorzeitigen Arthrose des Hüftgelenkes führen (sekundäre Arthrose), ist in vielen Fällen der Grund für das Auftreten des Knorpelverschleißes unbekannt (primäre Arthrose). Häufig spielen systemische Risikofaktoren bei der Entstehung der Arthrose eine Rolle, wozu auch Alter und Geschlecht gehören. In zunehmendem

dem Alter verändert sich der Aufbau des Knorpels, so dass die stabilisierenden Kollagene abnehmen und zusammen mit anderen Faktoren zu Abbau und Destabilisierung des Gelenkknorpels beitragen. In der Anfangsphase mit einer nur leichten Schädigung helfen daher noch Injektionen in das Hüftgelenk, die den Abbau der Knorpelstruktur entgegenwirken sollen. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Verdünnung des Gelenkknorpels, bis im Röntgenbild der Gelenkspalt aufgehoben erscheint (Abb.1). Ebenso hängt der Verlauf der Knorpelabnutzung dabei stark vom individuellen Belastungsgrad des Gelenkes ab.

### OPERATIVE BEHANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

Wenn konservative Behandlungen, gelenkerhaltende oder arthroskopische Maßnahmen zu keiner Beschwerdebesserung führen, hilft häufig nur noch der künstliche Ersatz des Hüftgelenkes. Die Wahl des Prothesentypes spielt beim Hüftgelenkersatz eine entscheidende Rolle und sollte dem Aktivitätsgrad und dem biologischen Alter des Patienten angepasst sein, um eine möglichst lange Prothesenstandzeit zu erreichen. Ebenfalls ist die Wahl der Operationstechnik



Prof. Dr. Fritz Thorey

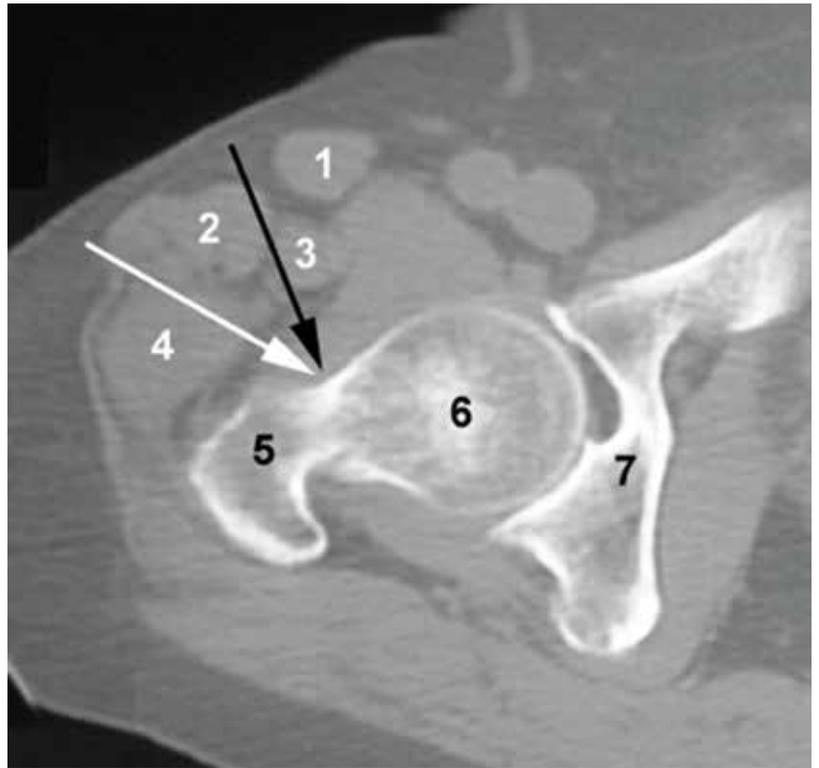
durch den orthopädischen Chirurgen wichtig. Neue minimal-invasive Techniken ermöglichen heutzutage eine schnelle Rehabilitation, eine zügige Rückkehr in das berufliche Umfeld und Wiederaufnahme der gewohnten Freizeitaktivitäten.

### MINIMAL-INVASIVE OPERATIONS-TECHNIKEN

Die minimal-invasive Chirurgie (Minimal Invasive Surgery, MIS) hat sich in den letzten Jahren aufgrund des steigenden Anspruches der Patienten nach einem möglichst kurzen Krankenhausaufenthalt und einer schnellen Rehabilitation entwickelt. Vor einigen Jahren waren stationäre Aufenthalte von 3-4 Wochen nach einem künstlichen Hüftgelenkersatz keine Seltenheit. Diese haben sich jedoch in letzter Zeit bis auf wenige Tage verkürzt. Um diese kurzen Krankenhausaufenthalte zu ermöglichen, wurden die herkömmlichen Operationstechniken verlassen, die vielfach ein Ablösen von Muskulatur erforderten. Minimal-invasive Techniken respektieren den Verlauf der Muskulatur und streben eine möglichst geringe Schädigung von gelenknahen Muskeln an. Neben der Modifikation der bisherigen operativen Zugänge wurden Hüft-Implantate entwickelt, die eine muskelscho-



**Abb. 1:** Hüft-Arthrose mit bereits aufgehobenen Gelenkspalt als Hinweis auf einen fortgeschrittenen Knorpelverschleiß



**Abb. 2:** Minimal-invasive Zugänge zum Hüftgelenk: antero-lateraler (weißer Pfeil), anteriorer Zugang (schwarzer Pfeil). (1) M. sartorius, (2) M. tensor fascia lata, (3) M. rectus femoris, (4) M. gluteus medius, (5/6) Schenkelhals mit Hüftkopf, (7) Hüftpfanne.

nende Implantation ermöglichen. Häufig werden als minimal-invasiver Zugang zum Hüftgelenk der antero-laterale (modifiziert nach Watson-Jones, weißer Pfeil) oder anteriore Zugang (modifiziert nach Smith-Peterson, schwarzer Pfeil) gewählt (Abb. 2).

Beim antero-lateralen Zugang wird durch die Muskellücke zwischen dem Musculus tensor fasciae latae und dem M.

gluteus medius, beim anterioren Zugang zwischen dem M. sartorius und dem M. tensor fasciae latae auf den Schenkelhals des Hüftgelenks zugegangen, ohne die umgebene Muskulatur zu verletzen (Abb. 3). Nach Eröffnung der Gelenkkapsel können der Hüftkopf aus der Hüftpfanne luxiert und die beiden Gelenkanteile für die Aufnahme einer Endoprothese vorbereitet werden. Nach der Implantation des Gelenkersatzes wird das Gelenk

wieder reponiert und die Gelenkkapsel geschlossen. Die Muskelanteile legen sich anschließend wieder aneinander und die Haut kann verschlossen werden.

**MODERNE HÜFT-ENDOPROTHESEN**

Der Anspruch der Patienten und orthopädischen Chirurgen an eine patientenindividuelle endoprothetische Versorgung mit schneller Rehabilitation haben nicht nur für eine Weiterentwicklung im Bereich der



**Abb. 3:** Minimal-invasiv implantierte Hüftendoprothese unter Schonung der Muskulatur.

operativen Zugangswege zum Hüftgelenk gesorgt. Es wurden in den letzten Jahren vermehrt Prothesen entwickelt, die eine muskelschonende Implantation ermöglichen und dabei knochensparend sind. Im Hinblick auf den Anspruch jedes Patienten an sein neues Hüftgelenk und den demographischen Wandel werden viele Patienten ein bis zwei Wechseloperationen in ihrem Leben erhalten. Um einen Prothesenwechsel durchzuführen, sind gute knöcherne Verhältnisse zur Verankerung der Wechselprothese notwendig. Die heutigen Prothesentypen verklemmen sich weit proximal im Bereich des Schenkelhalses (Kurzschaff-Prothesen). Sollte es im Laufe des Lebens zu einer Lockerung der Prothese kommen, kann das Implantat relativ einfach entfernt und eine herkömmliche Standardprothese in den unberührten Knochen eingesetzt werden (Abb. 4).



**Abb. 4:** Standard-Schaft für Patienten mit verminderter Knochenqualität oder speziellen knöchernen Verhältnissen.



**Abb. 5:** Kurzschaffprothese bei einem 56-jährigen Patienten.

### KURZSCHAFTPROTHESEN

Aufgrund der bisher sehr guten klinischen Ergebnisse der Kurzschaffprothesen hat deren Anteil an allen implantierten Hüftendoprothesen in den letzten Jahren in Deutschland deutlich zugenommen. Diese Zunahme begründet sich unter anderem durch die aktuellen Ansprüche an moderne Endoprothesen, die sowohl minimal-invasiv und knochenerhaltend implantierbar sein sollten. Der Oberflächenersatz (Kappenprothese) wird heute fast nicht mehr eingesetzt, da es in den letzten Jahren zu massiven Problemen mit Metall-Abrieb gekommen ist.

Als Vorbild für die heutigen Kurzschaffprothesen diente die Mayo-Prothese, die ab 1985 weltweit eingesetzt wurde. Die Idee hinter dieser Konstruktion war eine

Design-Änderung der herkömmlichen Schaftprothesen, die einen Knochenerhalt ermöglicht und damit knochensparend in Hinblick auf zukünftige Wechseloperationen ist. Die Einleitung der Kraft erfolgte im proximalen, gelenknahen Femurbereich und entsprach annähernd einer physiologischen Belastung des Knochens. In den letzten Jahren wurde dieses Prinzip weiterentwickelt, so dass aktuell eine Vielzahl neuer Kurzschaffprothesen zur Verfügung steht (Abb. 5).

Neben der Möglichkeit einer knochensparenden Implantation und der verbesserten Oberflächeneigenschaften für eine bessere Implantat-Osteointegration ist diesen Prothesentypen gemeinsam, dass sie über minimal-invasive weichteil-

schonende Operationstechniken eingesetzt werden können. Ebenso kann der orthopädische Chirurg unterschiedliche Gleitpaarungen für die Gelenkanteile wählen, die einen möglichst geringen Abrieb garantieren (Keramik-Keramik, Keramik-Polyethylen).

Mit Kurzschaffprothesen erhalten somit Patienten moderne knochensparende Implantate, die sowohl weichteilschonend eingesetzt werden können und durch weiterentwickelte Oberflächenbeschichtungen und Gleitpaarungen eine lange Prothesenstandzeit versprechen.

**Abb. 6:** Minimal-invasiver Zugang zum Hüftgelenk zur Implantation einer HemiCAP bei einem 24-jährigen Patienten.



### TEILERSATZ DES HÜFTGELENKES

In einigen Fällen finden sich definierte und lokal umschriebene Knorpeldefekte des Hüftkopfes, die in der Vergangenheit häufig nur mit einer Hüft-Endoprothese versorgt werden konnten. Seit längerer Zeit ist der Teilersatz von Anteilen des Hüftkopfes möglich. Mit dieser neuen Methode kann über einen minimal-invasiven Zugang zum Hüftgelenk der Defekt dargestellt und dieser dann durch eine kleine Metallkappe (HemiCAP) ersetzt werden. Durch eine muskelschonende Operationstechnik ist eine sehr schnelle Mobilisation der Patienten möglich, so dass mitunter nach 6-8 Wochen die gewohnten sportlichen Aktivitäten wieder aufgenommen werden können (Abb. 6, 7). Dieses Verfahren hat sich vor allem bei jüngeren Patienten bewährt, die ansonsten bereits in jungen Jahren mit einem Gelenkersatz versorgt worden wären.



Abb. 7a, 7b: HemiCAP Versorgung bei einem 24-jährigen Patienten mit einem lokalisierten Knorpeldefekt des Femurkopfes. Die weißen Pfeile markieren den Defekt.

### GLEITPAARUNGEN UND HALTBARKEIT

In der Vergangenheit waren die häufigsten Gleitpaarungen ein Metallkopf und ein Polyethylen-Insert. Aufgrund der damaligen Technik war die Herstellung von Ultra-Hochvernetzten Polyethylen-Inserts noch nicht möglich und es kam in vielen Fällen zu abriebbedingten Fremdkörperreaktionen, die zu einer Osteolyse mit anschließender Prothesenlockerung führten. Dieses zog in den meisten Fällen eine Wechseloperation nach sich. Aufgrund des gesteigerten Aktivitätsgrades der Patienten müssen die gewählten Gleitpaarungen immer höhere Anforderungen erfüllen. Daraus folgt bei aktiveren Patienten ein erhöhter Abrieb mit den genannten Folgen für die Prothese. Daher wurden in den vergangenen Jahren nicht nur die metallenen Implantate weiterentwickelt, sondern auch die Gleitpaarungen. Ziel dabei war es, die Materialeigenschaften der Gleitpaarungen so zu verbessern, dass ein möglichst geringer Abrieb der Gleitpaarungsoberflächen entsteht. Dieses führte zur Weiterentwicklung der Polyethylene zu ultra-hochvernetztem Polyethylen (XPE) mit einer deutlich geringeren Abriebrate. Ebenso wurden die bereits bekannten Keramiken verbessert, so dass derzeit Keramik-Köpfe und Keramik-Inserts mit sehr guten mechanischen Eigenschaften und einer hohen chemischen und hydrothermalen Stabilität ausgestattet sind. Ebenso weisen sie hohe Biokompatibilität und sehr gute tribologische Eigenschaften (Abrieb-

verhalten) auf. Die Auswahl verschiedener Keramikkopf-Durchmesser ermöglichen zusätzlich eine verbesserte Stabilität und vergrößerten Bewegungsumfang (ROM) des Hüftgelenkes, was die Gefahr einer Hüftluxation minimiert. Die aktuell beste Gleitpaarung bzgl. der Haltbarkeit und dem Abriebverhalten ist Keramik auf Keramik. Hier kann eine Haltbarkeit von mindestens 20-25 Jahren für einen Großteil der Patienten angenommen werden.

### COMPUTER-ASSISTIERTE HÜFTOPERATIONEN

In der Vergangenheit gab es verschiedene computer-assistierte Operationssysteme zur Implantation von Hüftendoprothesen. Manche diese Systeme zeigten jedoch Schwächen bzgl. ihrer Praktikabilität und den klinischen Ergebnissen im Vergleich zu einer röntgen-assistierte Implantation der Hüftpfanne und es Schaftes, so dass viele erfahrene Operateure und Endoprothesen-Zentren kaum noch diese Systeme nutzen. In vielen Fällen wird durch einen computer-assistierten Einsatz die Operationszeit deutlich verlängert. In den letzten Jahren wurde eine neue Generation von computer-assistierten Systemen entwickelt, die bei der Platzierung der Implantatkomponenten helfen sollten. Ob diese Systeme ihren Vorgängern überlegen sind und den orthopädischen Chirurgen bei der Hüft-Endoprothetik unterstützen, wird sich in den kommenden Jahren zeigen.

### ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten Jahren gab es einen deutlichen Wandel in der Hüft-Endoprothetik. Es wurden die bisherigen operativen Zugangstechniken zum Hüftgelenk weiterentwickelt, so dass vermehrt muskelschonende minimal-invasive Zugangstechniken genutzt wurden. Neue und verbesserte Prothesentypen ermöglichen dabei einen knochensparenden Einsatz. Zusammen mit den neuen Gleitpaarungen bietet die Hüft-Endoprothetik derzeit Versorgungsmöglichkeiten, die sowohl eine schnelle Mobilisation und Rückkehr zur normalen Aktivität als auch eine lange Prothesenstandzeit versprechen.

Literatur beim Verfasser

Kontakt:  
**Prof. Dr. Fritz Thorey**  
 HKF - Int. Zentrum für Hüft, Knie und  
 Fußchirurgie  
 ATOS Klinik Heidelberg  
 thorey@atos.de

Knorpelschaden und beginnende Knie-Arthrose:

# Wann Umstellungsosteotomie, wann Schlittenprothese? Ist dafür Navigation sinnvoll?

Von Rainer Siebold

**Innenmeniskusverlust, tiefe innenseitige Knorpelschäden, ein starkes O-Bein oder eine beginnende bis mittelgradige schmerzhafte Kniegelenksarthrose sind Hauptindikationen zur operativen Beinachsbeogradigung (sog. valgisierende Umstellungsosteotomie). Bei fortgeschrittenem medialen Verschleiß ist jedoch eine Teilprothese (mediale Schlittenprothese) von Vorteil. Welches sind die Vor- und Nachteile der Verfahren? Wie lange lässt sich dadurch eine Knie-Totalendoprothese vermeiden? Ist die Navigation zur Beinachskorrektur sinnvoll? Auf diese Fragen geht der nachfolgende Beitrag ein.**

## KONSERVATIVE MASSNAHMEN OHNE OPERATION

Wichtig ist, zunächst die Ursache der Beschwerden herauszufinden. Oftmals ist das geschädigte Gelenk durch zu starke sportliche Belastung überfordert. Häufig ist es deshalb sinnvoll, zunächst harten Stop-and-go-Sport wie z.B. Fußball, Squash, Tennis etc. zu reduzieren. Gewichtsabnahme kann bei Übergewicht sehr hilfreich sein. Eine gezielte Physiotherapie, Schmerzmedikation und eine Schuhaußenranderrhöhung von 3-5 Millimetern bringen Linderung. Auch der Einsatz von Hyaluronsäurepräparaten oder/und eine Eigenbluttherapie (ACP) in Form von Injektionen haben sich bewährt. Bei erfolgreicher konservativer Therapie besteht bis auf Ausnahmen zunächst keine Indikation zur Operation.

Bei starker Beeinträchtigung der Lebensqualität nach erfolgloser konservativer Behandlung ist jedoch eine Operation anzuraten. Dabei bleiben meist nur zwei wirksame und bewährte Möglichkeiten der operativen Behandlung: Entweder eine gelenkerhaltende Beinachsbeogradigung (= valgisierende Umstellungsosteotomie) oder ein innenseitiger Teilersatz (= mediale Schlittenprothese).

## OPERATIVE BEINACHS- BEGRADIGUNG = UMSTELLUNGS- OSTEOTOMIE

Bei schmerzhaften innenseitigen Gelenkschäden (z.B. Innenmeniskusverlust, tiefen Knorpelschäden), bei beginnender bis mittelgradiger Arthrose und gleichzeitigem O-Bein ist eine operative Beinachsbeogradigung in der Regel sehr wirksam.



Prof. Dr. med. Rainer Siebold



**Abb. 1a, b:** Röntgenaufnahmen (a) einer Varus-Fehlstellung des Kniegelenks vor der Beinachsbegradigung mit verschmälertem, aber noch vorhandenem medialen Gelenkspalt und (b) 6 Monate nach der valgusierenden Achskorrektur. Stabilisierung durch eine TomoFix®-Platte.



**Abb. 2a, b:** Röntgenaufnahmen (a) einer fortgeschrittenen medialen Gonarthrose mit aufgehobenem Gelenkspalt und (b) 7 Monate nach Implantation einer Schlittenprothese.

Wichtigstes Ziel ist es dabei, die innen-seitigen Knieschmerzen zu lindern und damit die Lebensqualität und Sportfähigkeit wieder zu verbessern. Die richtige Patientenauswahl ist der Schlüssel zum Erfolg und erfordert viel Erfahrung. Dabei müssen Alter, Gewicht, Kniegelenksbeweglichkeit, Bandstabilität, Ausmaß der Beinachsabweichung und Begleitschäden im Gelenk abgewogen werden. Auch das Aktivitätsniveau und der Beruf sind wichtige Kriterien.

Meist führen wir eine keilförmige „valgisierende“ aufklappende Beinachskorrektur innenseitig am Schienbeinkopf durch. Dabei wird das Bein intraoperativ begradigt, das Korrekturergebnis intraoperativ durch Röntgenaufnahmen kontrolliert und die Achskorrektur bis zur Knochenheilung durch eine sehr stabile TomoFix®-Platte (Fa. Synthes) gehalten (Abb.1a+b). „Traditionell“ wird das Ausmaß der Achskorrektur intraoperativ durch Röntgenaufnahmen kontrolliert, die Navigation kann aber bei extremen Beinachsabweichungen durchaus hilfreich sein. Die Studienlage ist jedoch dazu sehr dünn.

Nach der Operation können die Patienten nach ca. 2-3 Wochen bereits wieder mit vollem Körpergewicht belasten. Bei gleichzeitiger Knorpelzell- oder Meniskus-Transplantation kann die Teilbelastungsphase jedoch bis zu 8 Wochen dauern. Der stationäre Aufenthalt beträgt ca. 3-4 Tage, begleitend werden physiotherapeutische Maßnahmen durchgeführt. Die Platte wird nach ca. 8-12 Monaten wieder entfernt.

Der größte Vorteil der Beinachsbegradigung ist, dass gelenkerhaltend operiert werden kann. Das Kniegelenk wird durch die Operation nicht zerstört, sondern es wird im Gegenteil versucht, das Gelenk zu regenerieren. Das Ziel der Operation ist, im Idealfall die Schmerzen für mehrere Jahre stark zu reduzieren, die Lebensqualität und Sportfähigkeit wieder zu verbessern. Die Ausgangssituation zum Zeitpunkt der Beinachskorrektur ist dabei für die Prognose entscheidend. Je geringer die Arthrose zum Zeitpunkt der Operation, desto länger hält in der Regel der OP-Erfolg an. Erfreulich ist, dass 10-15 Jahre nach der Operation noch 90-95% der Patienten ihr eigenes Gelenk haben und noch keine Gelenkprothese benötigen.

## TEILERSATZ VOM GELENK = SCHLITTENPROTHESE

Ist die Arthrose stark fortgeschritten (d.h. ist kein oder fast kein Gelenkspalt mehr vorhanden), reicht eine Beinachsbegradigung häufig nicht mehr aus, um die Schmerzen zu lindern. In diesem Fall ist es vorteilhaft, den zerstörten Teil des Gelenkes durch eine Teilprothese (= Schlittenprothese) zu ersetzen. Nur dadurch kann bei fortgeschrittener Arthrose Schmerzfreiheit erzielt werden. Wie bei einer Zahnkrone werden dabei die Gelenkfläche der innenseitigen Oberschenkelrolle und des innenseitigen Schienbeinkopfes durch hochwertige Implantate „überkront“ (Abb. 2a+b). Die Knieaußenseite, die Kniescheibe und die Bänder werden erhalten, so dass das Gelenkspiel kaum gestört wird. Dadurch sind das Kniegefühl und der Bewegungsumfang in den meisten Fällen fast wieder normal.

Die sogenannte „Schlittenprothese“ wird im Gelenk einzementiert und ist sofort fest mit dem Knochen verbunden. Das ist ein großer Vorteil, denn die Patienten dürfen in den meisten Fällen unmittelbar nach der Operation das Knie mit vollem Körpergewicht belasten und auch frei bewegen. Während des ca. 5-7-tägigen stationären Aufenthaltes werden wiederum begleitende Rehabilitationsmaßnahmen durchgeführt; danach schließt sich eine weiterführende ambulante oder stationäre Rehabilitationsmaßnahme an.

Die Haltbarkeit einer Schlittenprothese liegt heute durch hochwertiges Material, optimiertes Design und standardisierte Instrumente und Operationstechniken bei ebenfalls ca. 90-95% nach 10 Jahren. Sollte sich die Schlittenprothese lockern oder eine Arthrose in anderen Gelenkabschnitten entstehen, muss auf einen kompletten Kniegelenksersatz gewechselt werden.

## FAZIT

Sowohl die Beinachskorrektur als auch die Teilprothese sind geeignet, Schmerzen bei Kniegelenksarthrose für viele Jahre zu lindern. Die Indikationen überlappen sich, deshalb ist die Erfahrung des Operateurs bei der Auswahl des richtigen Verfahrens entscheidend. Mit beiden Operationen kann viel Zeit gewonnen werden, bevor ein kompletter Kniegelenksersatz durchgeführt werden muss.

Bezüglich der Schmerzreduktion hat die Schlittenprothese leichte Vorteile. Dafür können Patienten nach Beinachskorrektur in der Regel etwas aktiver sein. Deshalb werden jüngere Patienten eher mit einer Beinachskorrektur versorgt. Beide Operationsverfahren erfordern viel operative Erfahrung und werden von uns seit vielen Jahren erfolgreich angewandt. Die Navigation kann in Extremfällen sinnvoll sein, die Studienlage ist jedoch nicht eindeutig richtungsweisend.

### Prof. Dr. med. Rainer Siebold\*

Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie,  
Sportmedizin  
HKF: Zentrum für Hüft-Knie-Fußchirurgie  
& Sporttraumatologie  
ATOS Klinik Heidelberg  
www.hkf-ortho.de  
siebold@atos.de

\*sowie Institut für Anatomie und Zellbiologie,  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

# Computerassistierte Knie-Endoprothetik

Von Christoph Becher und Hajo Thermann

**Key words:** Knie, Knieprothese, Navigation, PSI, Robotik

**Wichtige Ursachen für die Revision einer Kniendoprothese sind Malalignment und Instabilität des operierten Knies.**

**Computerassistenzsysteme zur Individualisierung der Implantate und der Instrumentarien sowie die Navigation verbessern die Positionierung sowie die Achs- und Rotationsausrichtung der Implantate im Vergleich zum konventionellen Vorgehen. Die roboterassistierte Navigation ermöglicht unseren bisherigen Erfahrungen nach eine noch exaktere, visuell nachvollziehbare und kinematisch optimale Implantation von Knieprothesen. Vor- und Nachteile der Verfahren werden im folgenden Beitrag diskutiert.**

Bei fortgeschrittener Gonarthrose führt die Implantation einer Knieendoprothese bzw. Teilknie-Endoprothese zu einer deutlichen Schmerzreduktion und Verbesserung der Funktion des betroffenen Knies. Im Vergleich zur rein konservativen Therapie ist in der Betrachtung über einen Einjahreszeitraum das Ergebnis nach Implantation einer Knie-Endoprothese bei fortgeschrittener Gonarthrose signifikant besser [1].

Trotz der insgesamt guten Ergebnisse sind die Revisionsraten im Verlauf der Jahre eher gestiegen [2] und bis zu 25% der Patienten sind mit dem Operationsergebnis nach Implantation einer Knie-Endoprothese in Bezug auf ihre Erwartungen nicht zufrieden [3, 4].

Die Hauptursachen für eine Revision der Endoprothese sind das Malalignment (fehlerhafte Achsausrichtung bzw. fehlerhafte Ausrichtung der Prothesenkomponenten), eine Instabilität des operierten Knies oder eine Infektion [2, 5, 6]. Der

Hauptteil der Revisionen (bis zu 78%) erfolgt in den ersten sechs Jahren nach der Primärimplantation [2]. Im britischen Prothesenregister betrug die „Implantatsüberlebensrate“ nach Implantation einer unikondylären Schlittenprothese im Jahre 2015 nach acht Jahren nur 88% [7]. In einer Multicenter-Studie mit 864 eingesetzten Prothesen betrug die Revisionsrate des Implantates nach zehn Jahren sogar 16,3% [6].

Während im täglichen Leben Computerassistenzsysteme wie das Smartphone, die Navigation im Straßenverkehr, oder die Roboter in den Werkshallen der Industrie mit vollautomatisierten Verfahren in der Produktion nicht mehr wegzudenken sind, führen technische Hilfsmittel in der orthopädischen Chirurgie eher noch ein stiefmütterliches Dasein. Trotzdem suchen die operativ tätigen orthopädischen Chirurgen und die Hersteller der Implantate stetig nach technischen Möglichkeiten zur Ver-



**Von oben:**  
Prof. Dr. Christoph Becher,  
Prof. Dr. Hajo Thermann



**Abb. 1:** Nach Durchführung einer Computertomographie individuell hergestellte Schnittblöcke für die Knochenbearbeitung zur Implantation einer Knieendoprothese (Visionaire, Smith & Nephew, Andover, MA, USA).

besserung der Ergebnisse mit Steigerung der Zufriedenheit der Patienten sowie Reduktion der Revisionsraten.

Allerdings waren dabei nicht immer nur Erfolge zu verzeichnen. Eine als zukunftsweisend angepriesene technische Neuerung wurde mit dem „Robodoc“ anfang des neuen Jahrhunderts auf den Markt gebracht und in deutschen Kliniken zunächst häufig eingesetzt. Leider hatte diese technische Neuerung zu großen Problemen mit vielfachen Leidensgeschichten bei ca. 10.000 Patienten gesorgt. Entsprechend waren diese Roboter gut zehn Jahre nach dem ersten Einsetzen wieder aus den Operationssälen verschwunden. Ob neuartige Computerassistenzsysteme und robotische Assistenz heutzutage als sinnvoll anzusehen sind, insbesondere im Hinblick auf das große Schlagwort der „Individualisierung der Medizin“, soll in diesem Beitrag weiter beleuchtet werden.

### INDIVIDUALISIERUNG DER IMPLANTATE, INSTRUMENTE UND NAVIGATION

Die Ziele der verbesserten Passgenauigkeit einer Prothese und Verbesserung des Alignments können durch mehrere Ansätze der Computerassistenz erreicht werden. Zu unterscheiden ist die bildbasierte Individualisierung, welche vor dem eigentlichen operativen Eingriff stattfindet, und die bildfreie Individualisierung, welche während des operativen Eingriffes erfolgt.

Bei bildbasierten Systemen wird vor dem operativen Eingriff zunächst eine Schnittbildgebung (z. B. Computertomographie) durchgeführt. Dadurch erhält man eine detaillierte Visualisierung der Patienten-anatomie in dreidimensionaler Form. Mithilfe dieser Daten können das Implantat und das Instrumentarium individuell für den Patienten entworfen und angefertigt werden (Conformis, Billerica, MA, USA). Möglich ist eine Versorgung mit einer vollständigen Knieendoprothese wie auch einer Teilprothese.

Eine andere bildbasierte Option ist die alleinige Herstellung eines patientenspezifischen Instrumentariums, um die erforderlichen Sägeschnitte am Knochen individuell durchführen zu können. Nach den passgenauen Sägeschnitten wird ein Standard-Implantat in optimaler Positionierung und Achs- und Rotationsausrichtung verwendet (z. B. Visionaire, Smith &

Nephew, Andover, MA, USA). Die bildfreien Systeme beruhen auf dem Prinzip der Navigation. Hier werden die notwendigen Daten intraoperativ zur Erstellung einer virtuellen Abbildung der Anatomie und Kinematik des Patienten erstellt. In Deutschland verfügbare Systeme sind z. B. der OrthoPilot (B. Braun-Aesculap, Tuttlingen, Deutschland) oder das Brainlab-System (Brainlab AG, Feldkirchen, Deutschland).

Die Ziele einer verbesserten Positionierung, sowie Achs- und Rotationsausrichtung im Vergleich zur konventionellen Technik werden prinzipiell mit allen Systemen erreicht [8-13]. Für das Conformis-System sind die bisher verfügbaren Daten allerdings nur sehr gering und nur für einen kurzen Nachuntersuchungszeitraum vorhanden.

In Bezug auf die Ergebniszufriedenheit der Patienten lässt sich bei heterogener Studienlage kein eindeutiger Vorteil aller Verfahren im Vergleich zur konventionellen Technik nachweisen. Ob eine Reduktion der Komplikations- und Revisionsraten möglich ist, wird ebenfalls kontrovers diskutiert. Die Anwendung der Navigation zeigte allerdings in einem 10-Jahreszeitraum eine geringere Revisionsrate als nach konventionellen Eingriffen [14]. Längerfristige Daten über einen Zeitraum von 15-20 Jahren werden letztendlich für eine endgültige Beurteilung notwendig sein [15].

Für alle Systeme gibt es Vor- und Nachteile. Nachteilig ist bei allen computergestützten Verfahren ein primär größerer Aufwand durch die notwendige präoperative Bildgebung bei den individuellen Knieimplantaten und den individuellen Schnittblockverfahren sowie eine längere Operationszeit bei Anwendung der Navigation. In Bezug auf die Kosten-Nutzen-Analyse sind eindeutige Aussagen aufgrund der unterschiedlichen Gesundheitssysteme und Rahmenbedingungen in der Welt nicht möglich. In Deutschland werden allerdings alle Verfahren nicht von den gesetzlichen oder privaten Krankenkassen erstattet.

**FORTSCHRITT DURCH ROBOTIK?**

Während die üblichen Navigationssysteme auf die Standardsägeschnittblöcke zurückgreifen und durch die Sägeschnitte des Operateurs damit erneut eine Möglichkeit zur Ungenauigkeit beinhalten, bieten neue Robotersysteme in Kombination mit der Navigation die Möglichkeit, auch die notwendige Knochenbearbeitung zu optimieren. Im Vergleich zu den vollautomatischen Robotern (z. B. Robodoc) haben die neuen Systeme sogenannte haptische Eigenschaften. Dies bedeutet, dass die Operation nicht vollautomatisch von einem Roboter durchgeführt wird, sondern der Operateur den Roboter, welcher den Knochen mit einer Fräse bearbeitet, per Hand führt.

In Deutschland kommen momentan zwei Systeme zur Anwendung. Das MAKO-System (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) benötigt neben dem Roboterarm und der Navigation eine zusätzliche präoperative Bildgebung (Computertomographie) um die intraoperativ gewonnenen Daten abzugleichen. Das NAVIO-System (Smith & Nephew, Andover, MA, USA) wird ohne zusätzliche Bildgebung rein durch intraoperative Datengewinnung verwendet.

Operationstechnische Fehler durch den Operateur werden durch ein automatisches Abschalten der Fräse für die Knochenbearbeitung reduziert. Die Fräse schaltet sich in dem Moment ab, wo sie in Bereiche kommt, in denen keine Bearbeitung erfolgen soll (z. B. am direkt am Knochen verlaufenden Innenband). Zudem kann intraoperativ die Weichteilspannung des Bandapparates individuell eingestellt werden – ein erheblicher Vorteil im Vergleich zu den vor dem Eingriff individuell hergestellten Knieendoprothesen und Instrumentarien, welche sich rein nach der knöchernen Anatomie des Patienten richten.

Die Genauigkeit der Operation ist in Bezug auf die Größenauswahl, Komponentenplatzierung, Achsausrichtung und Rotationseinstellung durch die Roboterassistenz im Vergleich zur konventionellen Technik um den Faktor 2-3 verbessert [16]. Neue Daten einer Literaturübersicht bestätigen diese Vorteile bei der Implantation einer unikondylären Schlittenprothese [17]. Auch in einer klinischen Studie wurden im kurzfristigen Nachuntersuchungszeitraum bessere klinische Ergebnisse mit dieser Technik nachgewiesen. Hierbei profitierten vor allen Dingen die jungen und aktiven Patienten [18]. Nachteilig ist vor allem die notwendige etwas längere Operationszeit. Langzeitergebnisse liegen noch nicht vor, entsprechend kann eine verlängerte Haltbarkeit der Prothese noch nicht beurteilt werden. Beide Systeme sind in den USA durch die United States Food and Drug Administration (FDA) schon seit einigen Jahren zugelassen. Die Sicherheit der Geräte wurde im Verlauf der Jahre nachgewiesen. In den USA werden die Systeme mittlerweile in 15% der Schlittenprothesenimplantationen verwendet. Im australischen Prothesenregister ist die Revisionsrate für eine Schlittenprothese bei Verwendung der roboterassistierten Navigation im kurzen Beobachtungszeitraum am geringsten.

**Abb. 2:** Verwendung des NAVIO-Systems bei einer Knieprothesenimplantation. Über den Bildschirm kann die Prothesenauswahl und -platzierung sowie die Bandschpannung während der Operation geplant werden. Die gegenüberliegende Kamera erfasst die Daten, welche über in den Knochen eingebrachte Tracker übertragen werden. Links unten liegt die Fräse bereit, welche dann den roboterassistierten Teil der Operation ausführt und dabei durch den Operateur mit der Hand geführt wird.





**Abb. 3:** Bildschirmdarstellung während der Durchführung des Eingriffes. Der Operateur kann direkt die Einstellungen am Bildschirm vornehmen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der technologische Fortschritt erbringt in der Knieendoprothetik klar ersichtliche Vorteile für den Patienten, insbesondere in Bezug auf die präzise Implantat-Positionierung und Achsausrichtung. Ein weiterer Fortschritt scheint die zusätzliche Roboterunterstützung mit nochmaliger Erhöhung der Präzision und Vermeidung von Fehlern darzustellen. Dem gegenüber stehen hohe Kosten für die Anwender und sowie der erhöhte Aufwand für den Chirurgen. Dieser Aufwand betrifft nicht nur die Anwendung der Technologien, sondern auch die notwendige Ausbildung.

Die neuen Systeme sind in Bezug auf die Sicherheit eingehend überprüft. Insbesondere aktive jüngere bzw. jung gebliebene Patienten können von dem Einsatz dieser Technologien profitieren. Ob bei generalisierter Anwendung nicht nur durch Spezialisten im Vergleich zum konventionellen Vorgehen insgesamt bessere Ergebnisse und längere Standzeiten der Prothesen mit geringeren Revisionsraten erreicht werden können, gilt es allerdings noch durch die weitere Erhebung von Daten zu beweisen. Die eigenen Erfahrungen mit der roboterassistierten Navigation sind bisher allerdings positiv.

**Prof. Dr. Christoph Becher**

**Prof. Dr. Hajo Thermann**

HKF - Internationales Zentrum für Hüft-, Knie- und Fußchirurgie, Sporttraumatologie  
 ATOS-Klinik Heidelberg  
[www.hkf-ortho.com](http://www.hkf-ortho.com)  
[becher@atos.de](mailto:becher@atos.de)

## Literatur:

1. Skou, S.T., et al., A Randomized, Controlled Trial of Total Knee Replacement. *N Engl J Med*, 2015. 373(17): p. 1597-606.
2. Thiele, K., et al., Current failure mechanisms after knee arthroplasty have changed: polyethylene wear is less common in revision surgery. *J Bone Joint Surg Am*, 2015. 97(9): p. 715-20.
3. Carr, A.J., et al., Knee replacement. *Lancet*, 2012. 379(9823): p. 1331-40.
4. Shan, L., et al., Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am*, 2015. 97(2): p. 156-68.
5. Callless, T., et al., Update on the etiology of revision TKA -- Evident trends in a retrospective survey of 1449 cases. *Knee*, 2015. 22(3): p. 174-9.
6. Chatellard, R., et al., Medial unicompartmental knee arthroplasty: does tibial component position influence clinical outcomes and arthroplasty survival? *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013. 99(4 Suppl): p. S219-25.
7. Murray, D.W., et al., Unicompartmental knee arthroplasty: is the glass half full or half empty? *Bone Joint J*, 2015. 97-B(10 Suppl A): p. 3-8.
8. Beckmann, J., et al., [Partial replacement of the knee joint with patient-specific instruments and implants (ConforMIS iUni, iDuo)]. *Orthopade*, 2016. 45(4): p. 322-30.
9. Tibesku, C.O., [Total knee arthroplasty with the use of patient specific instruments. The VISIONAIRE system]. *Orthopade*, 2016. 45(4): p. 286-93.
10. Fu, Y., et al., Alignment outcomes in navigated total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012. 20(6): p. 1075-82.
11. Hetaimish, B.M., et al., Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2012. 27(6): p. 1177-82.
12. Mannan, A. and T.O. Smith, Favourable rotational alignment outcomes in PSI knee arthroplasty: A Level 1 systematic review and meta-analysis. *Knee*, 2016. 23(2): p. 186-90.
13. Zhang, Y.Z., et al., Alignment of the lower extremity mechanical axis by computer-aided design and application in total knee arthroplasty. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2016. 11(10): p. 1881-90.
14. Baier, C., et al., Clinical, radiological and survivorship results after ten years comparing navigated and conventional total knee arthroplasty: a matched-pair analysis. *Int Orthop*, 2017. 41(10): p. 2037-2044.
15. Callless, T., M. Ettinger, and H. Windhagen, [Computer-assisted systems in total knee arthroplasty. Useful aid or only additional costs]. *Orthopade*, 2014. 43(6): p. 529-33.
16. Lonner, J.H., et al., High degree of accuracy of a novel image-free handheld robot for unicompartmental knee arthroplasty in a cadaveric study. *Clin Orthop Relat Res*, 2015. 473(1): p. 206-12.
17. Christ, A.B., et al., Robotic-Assisted Unicompartmental Knee Arthroplasty: State-of-the Art and Review of the Literature. *J Arthroplasty*, 2018. 33(7): p. 1994-2001.
18. Blyth, M.J.G., et al., Robotic arm-assisted versus conventional unicompartmental knee arthroplasty: Exploratory secondary analysis of a randomised controlled trial. *Bone Joint Res*, 2017. 6(11): p. 631-639.

# Individualisierte Endoprothesen: patientenspezifischer Oberflächenersatz am Knie

Von Erhan Basad

**Key words:** Endoprothetik, Knie, patientenspezifisch, Totalendoprothese, Gelenkersatz, Kniegelenkarthrose, CAD/CAM, 3D

**Computerassistierte Techniken helfen, bei Gelenkimplantaten Planungen durchzuführen und Implantate individuell (personalisiert) herzustellen. Mit Hilfe von CAD/CAM hergestellte Individual-Implantate bilden die natürliche Geometrie des Kniegelenkes ab und erlauben eine signifikant bessere Positionierung. Das vorgestellte System erlaubt die Versorgung von unilateralen Arthrosen (iUni) bis zu stark deformierten Gonarthrosen (iTotal). Die Indikation besteht bei besonders schwierigen anatomischen Verhältnissen oder bei einem hohen Leistungsanspruch des Patienten.**

Weltweit werden 1,2 Millionen Knie-Endoprothesen-Implantationen pro Jahr durchgeführt. Je nach Publikation treten bei Standard Implantaten in bis zu 27% der Fälle, also einem von vier Patienten, persistierende Schmerzen und Funktionsdefizite aufgrund ungenauer Passformen und Rotationsfehlern auf.

Computerassistierte Techniken in der Medizin helfen, Planungen exakter durchzuführen und Implantate mittels Navigation korrekt zu positionieren. Bei Standard-Kniegelenksprothesen wird mit Hilfe von Schablonen und Implantaten in unterschiedlichen Größen angestrebt, die beste Passform zu finden. Der Knochen wird für das Standard-Implantat zurecht gesägt. Standard-Implantate verändern jedoch die anatomische Knie-Kinematik in erheblichem Maße. An Grenzen stoßen wir mit Standard-Implantaten typischerweise auch bei posttraumatischen Defekten, Formanomalien oder auch bereits bei individuellen anatomischen Normabweichungen. Am Knie als einem der komplexesten Gelenke stellen anatomische Besonderheiten und individuell auf das Muskelspiel angepasste Bewegungsachsen eine große Herausforderung dar.

Jeder kennt das ungute Gefühl, wenn ein Zahnimplantat oder ein orthopädisches Hilfsmittel nicht absolut exakt passt. Bei Knie-Endoprothesen beruhen die Probleme auf implantatbedingten Faktoren, Fehlpositionierung oder Fehlbalancierung der Weichteile, die zu einer abnormalen postoperativen Kinematik führen können.

Am Kniegelenk besteht eine besondere individuelle Variabilität in Bezug auf Epikondylen-Achse, Trochlea-Morphologie und Tibiaplateau-Geometrie. Symmetrisch geformte Implantate berücksichtigen die individuelle Kurve der Kondylen (J-Kurven, Abb. 1) nicht ausreichend, wodurch ein veränderter Roll-Gleit-Mechanismus und mediales Pivotieren in einem unnatürlichen Bewegungsgefühl mit Gangstörung resultieren können. Die Kondylenform ist für den Flexionsradius entscheidend. Nicht exakt passende Implantate führen zu Problemen beim Bewegungsausmaß mit unnatürlichem Gehgefühl und einem verfrühten Verschleiß durch einen mechanisch gestörten Roll-Gleit-Mechanismus. Bei der Abdeckung durch das Implantat führen Überhang zu Impingement und Unterhang häufig zu Nachblutungen aus der Spongiosa. Studien haben gezeigt,

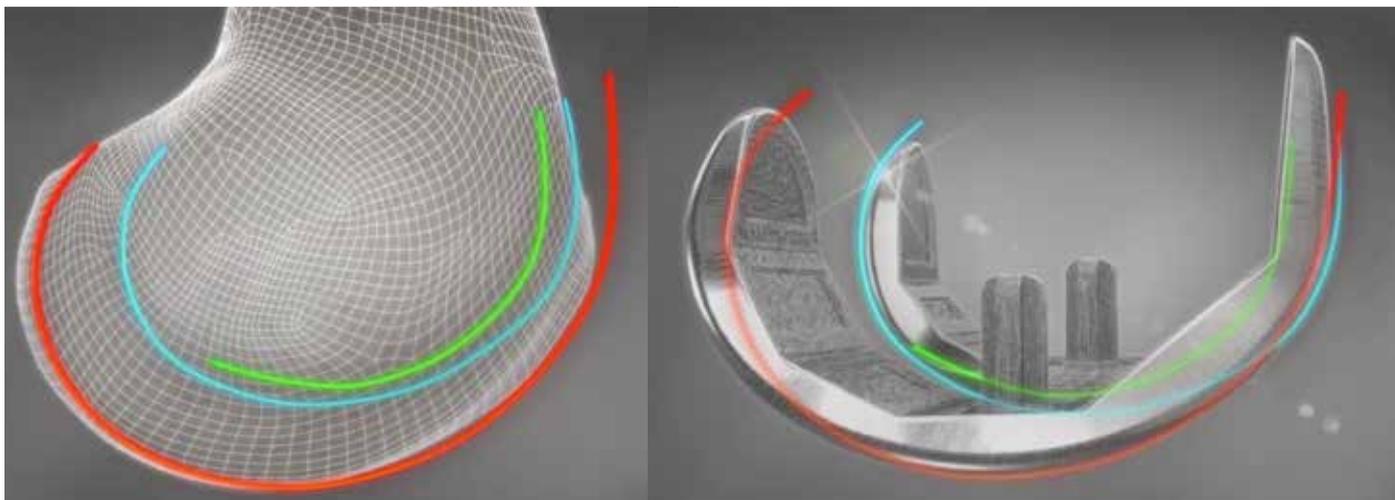


PD Dr. Erhan Basad

dass tibiale Fehlpositionierungen mit einem 10,6mal höheren und femorale Fehlstellungen mit einem 5,1mal höheren Risiko des Implantatversagens behaftet sind (Ritter 2011). Eine medizinische Therapie beim Gelenkersatz des Kniegelenkes sollte daher möglichst patienten-individuell sein.

## MATERIAL UND METHODEN

Mittels computerassistierter Methoden lassen sich auch maßgeschneiderte Implantate für das Kniegelenk herstellen. Dies wird bei dem vorgestellten System mit Hilfe eines virtuellen 3D-Abdruckes in einem Schnittbildverfahren mittels Computertomographie und einer speziellen proprietären Software möglich. Auf Basis der 3D-Daten kann ein virtuelles Modell des Kniegelenkes hergestellt werden. Mit



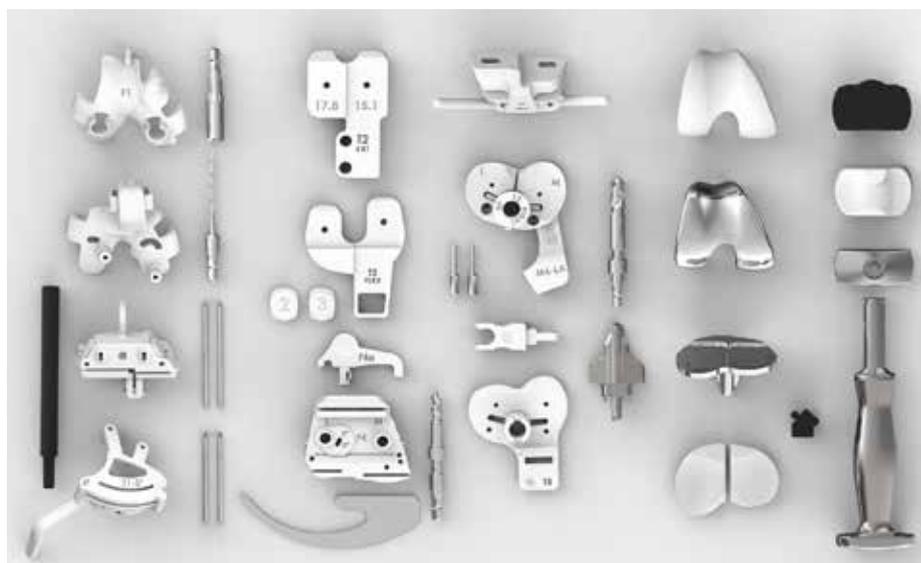
**Abb. 1:** J-Kurven (Kondylen-Radien) bestimmen die Knie-Kinematik und sind individuell bzw. asymmetrisch geformt. Personalisierte Implantate erlauben die anatomische Herstellung der Knie-Kinematik.



Hilfe von „Computer-Aided-Design/Computer Aided Manufacturing“ (CAD/CAM) ist es möglich, sowohl patientenspezifische Implantate als auch Instrumente exklusiv für dieses Gelenk herzustellen. Die Indikationsstellung orientiert sich an anatomisch schwierigen Verhältnissen oder bei hohem Aktivitätsanspruch des Patienten an der Funktionalität des Kniegelenkes. Zur Verfügung stehen bei dem vorgestellten System der 2004 gegründeten ConforMIS Inc. (MA, USA) drei unterschiedliche Implantate, je nach Arthrose-Ausbreitung, zur Verfügung: iUni® für den unilateralen medialen oder lateralen Ersatz, iDuo® für den bikompartimentellen (medial/femoropatellar oder lateral/femoropatellar) Ersatz sowie iTotal® für den trikompartimentellen (totalen) Oberflächenersatz inklusive der Patellarrückfläche (Ab. 2a-c)

**Abb. 2:** (a) iUni® für den unilateralen medialen oder lateralen Ersatz. (b) iDuo® für den bikompartimentellen (medial/femoropatellar oder lateral/femoropatellar) Ersatz. (c) iTotal® für den trikompartimentellen (totalen) Oberflächenersatz

Die zur Ausrichtung (Achse, Rotation und Slope) verwendeten Instrumente werden ebenfalls patientenindividuell anhand einer auf CT-Daten basierenden 3D-Rekonstruktion geplant und dann im 3D-Druckverfahren im CAD-CAM-Design hergestellt (Abb.3). Hierzu ist zuvor eine Computer-Tomographie-Untersuchung



**Abb. 3:** Personalisierte Instrumente (Säge-Schablonen), Probe-Implantate und Original-Implantate aus Metall bei der Knie-Total-Endoprothese Typ iTTotal®.

mit einem speziellen Datensatz erforderlich. Dieser enthält alle notwendigen Informationen für die korrekten Achsenausrichtungen und zur Herstellung eines 3D-Implantat-Modells: Femur-Kopf, Femur-Achse, Tibia-Achse, Sprunggelenk und ein 3-D Abdruck des Kniegelenkes. Am Computer können bereits vor der Operation präoperativ die Resektionsebenen, passend zur geplanten Beinachse, knochensparend geplant werden (Prä-Navigation). Passform und Kniekinematik können – ähnlich wie es der Zahntechniker mit dem Artikulator durchführt – am Bildschirm simuliert werden.

**OPERATIONSTECHNIK**

Zur Unterstützung der Operationstechnik wird eine Operationsplanungsskizze (iView®) mitgeliefert. Diese enthält alle notwendigen Schritte mit den jeweiligen Resektionshöhen und Winkeln, sodass während der Operation die korrekte Instrumenten- und Implantat-Positionierung bei jedem Schritt bestätigt wird. Das Implantat wird zusammen mit den im 3D-Drucker hergestellten Einweg-Instrumenten steril verpackt geliefert. Dadurch müssen keine spezifischen Instrumentensiebe vorgehalten werden und es fallen keine Sterilisationskosten an. Bei den Instrumenten ist besonders zu erwähnen, dass die individualisierten Resektionsblöcke exakt an den Knochen angepasst sind, auf dem sie aufliegen müssen, sodass jede Resektion während der Operation eine individuelle Kontrolle erfordert. Nachdem die Probeimplantate eingebracht sind, wird die Weichteilbalancierung mittels der Inlays geprüft. Zur individuellen Anpassung sind neben den unterschiedlichen Dicken der Inlays noch jeweils +2 mm und -2 mm Resektionsoptionen in die Schnittblöcke integriert. Durch die Prä-Navigation und die in den Schablonen angegebene Ausrichtung werden intraoperative Schritte reduziert und technisch vereinfacht.

**DISKUSSION**

Laut Übersichtsstudien zu Standard Knie-Endoprothesen kann es bei 15 bis 39% zu Unzufriedenheit nach der Operation kommen. Die Resultate für Endoprothesen beim komplexen und meist asymmetrisch geformten Kniegelenk sind statistisch schlechter als beim kugelförmigen Hüftgelenkersatz.

Der steigende Bedarf endoprothetischer Versorgung am Knie steht vor zwei He-

**„Mit Hilfe von ‚Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing‘ (CAD/CAM) ist es möglich, sowohl patientenspezifische Implantate als auch Instrumente exklusiv für dieses Gelenk herzustellen.“**

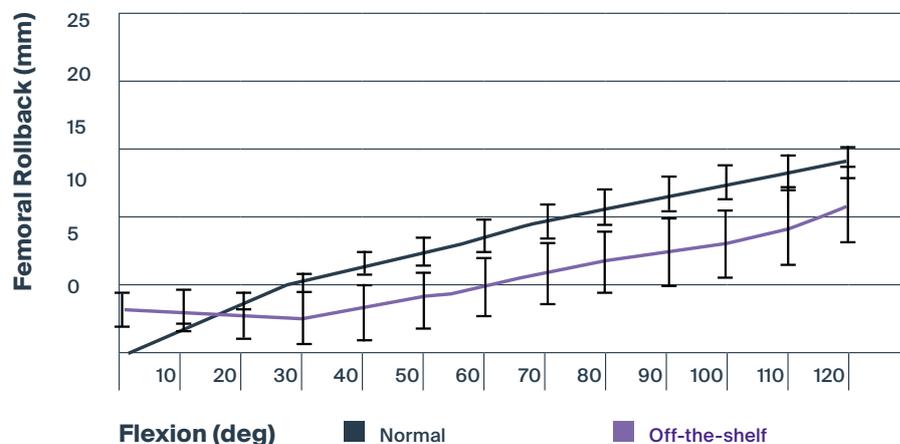
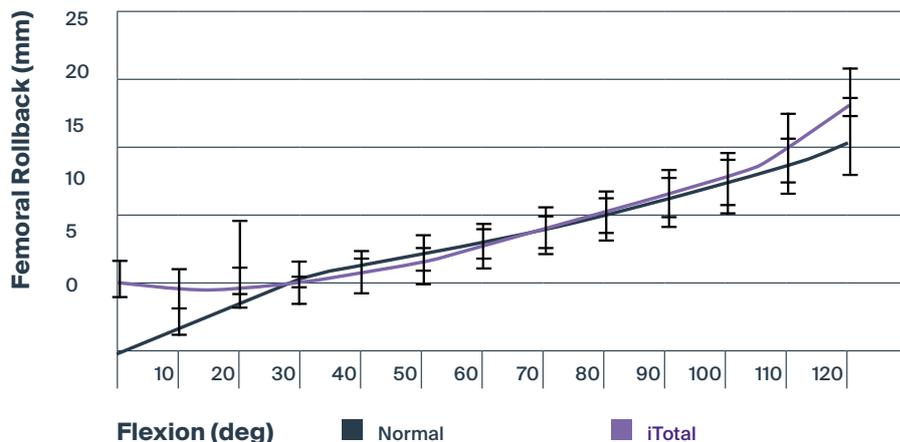


Abb. 4: Studienergebnisse von Roll-Gleit Bewegung und Bewegungsausmaß bei Knie-Totalendoprothese Typ iTTotal® im Vergleich zu Standard Implantat (Patil et al. 2011).

rausforderungen: Zum einen gilt es immer häufiger anatomische Besonderheiten und posttraumatische Fehlstellungen mit Defekten zu rekonstruieren. Auf der anderen Seite besteht im Rahmen des demographischen und sozialen Wandels eine gesteigerte Erwartungshaltung an die sportliche Belastbarkeit und Haltbarkeit von Kniegelenks-Endoprothesen. Die Vorteile im Vergleich zur Standard Kniegelenk-Endoprothetik liegen in der individuellen Anpassung der Oberflächenanatomie, welche eine Wiederherstellung der persönlichen Kniegelenks-Kinematik ermöglicht (Abb. 4). Dies ist besonders der Fall, wenn die Kondylen-Radien (J-Kurve) medial und lateral asymmetrisch geformt sind. Das beschriebene patientenspezifische Verfahren ermöglicht als einziges Implantatsystem eine Wiederherstellung des distalen Femurwinkels und der individuellen J-Kurven. Eine Fehlrotation der Implantate wird durch patientenspezifische Instrumente verhindert. Die exaktere Weichteil-Balancierung wird durch individuell unterschiedliche

Inlay-Höhen medial und lateral möglich. Bei der Herstellung werden daher jeweils drei unterschiedlich hohe Inlays für medial und lateral gefertigt. Außerdem ist das iDuo® System derzeit das einzige auf dem Markt befindliche (bzw. nicht wieder vom Markt genommene) Implantat für den bikompartimentellen Oberflächenersatz. Die individuelle Implantatform ermöglicht die komplette Abdeckung mit den Kortikalis-Rändern ohne Überstand (Impingement) oder Unterstand (verminderte Stabilität). Dies hat nicht nur den Vorteil eines stabileren Knochenlagers am Kortikalis-Rand im Vergleich zur Spongiosa. Die komplette dichte Abdeckung der Spongiosa verringert die Gefahr postoperativer Nachblutungen aus dem Knochen.

#### SCHLUSSFOLGERUNG

Mit dem vorgestellten System steht uns seit 2004 ein mittlerweile weltweit zigttausendfach angewendetes System mit echter Individual-Prothetik mittels patientenspezifischer Instrumente und Implantaten zur Verfügung. Die CAD Technologie

ermöglicht eine präoperative Navigation, welche bereits früh auf anatomische Probleme und Lösungsmöglichkeiten hinweist. Die initialen radiologischen und klinischen Ergebnisse unterschiedlicher Arbeitsgruppen haben die Funktionsfähigkeit des Systems in Bezug auf Passgenauigkeit (Demange 2015, Franceschi 2014, Martin 2014), Blutverlust (Kurz 2013, Boonen 2015) sowie Sicherheit und Wirtschaftlichkeit (Culler 2014) unter Beweis gestellt. Diese vielversprechenden Ergebnisse müssen nun noch durch Langzeitstudien bestätigt werden.

#### PD Dr. Erhan Basad

Arthroskopie, Endoprothetik und Regenerative Gelenkchirurgie  
ATOS - Klinik Heidelberg  
[www.basad.de](http://www.basad.de)  
[basad@atos.de](mailto:basad@atos.de)

## PATIENTENSPEZIFISCHE KNEIIMPLANTATE

Das Conformis iTotal® G2 Kniesystem wurde entwickelt, um auf die individuelle Anatomie des Kniegelenks, eines jeden Patienten, in Größe und Form einzugehen.

Ziel des patientenindividuellen Designs ist es, den bekannten Schmerzursachen zu begegnen und die **normale Kinematik und Stabilität des Knies wiederherzustellen.**

WE ARE TRUE PATIENT-SPECIFIC

[conformis.de](http://conformis.de)

  
**CONFORMIS**  
FORM · FIT · FUNCTION



# Computernavigierte Chirurgie bei Kreuzbandverletzungen – ist das sinnvoll?

Von Holger Schmitt

**Key words:** vorderes Kreuzband, Computer, Navigation, Ergebnisse

**Auch wenn je nach Leistungsniveau und abhängig von Begleitverletzungen 60-90 % der Sportler mit Rupturen des vorderen Kreuzbands wieder zu ihrem Ausgangsniveau zurückfinden, können auch intraoperative Probleme die Rückkehr erschweren. Einer der zentralen Punkte hierbei betrifft die Bohrkanalposition. Mit der Verwendung computernavigierter Verfahren wurde der Versuch unternommen, die Bohrkanäle exakter zu platzieren. Dabei hat sich gezeigt, dass zwar wenig erfahrene Operateure ihre Fehlerquote verbessern können, bei erfahrenen Operateuren sich allerdings keine Vorteile erkennen lassen.**

Verletzungen des vorderen Kreuzbandes zählen zu den häufigsten Sportverletzungen und ziehen für den Betroffenen häufig eine lange Ausfallszeit nach sich. Jungen Sportlern wird bei instabilen Kniegelenken als Folge einer solchen Verletzung sehr häufig zur operativen Stabilisierung geraten, die heute üblicherweise in arthroskopischer Technik durchgeführt wird. Auch wenn das operative Trauma sehr gering gehalten werden kann und die Weiterentwicklung minimalinvasiv einsetzbarer operativer Instrumente optimiert werden konnte, so können dennoch selbst bei optimaler Rehabilitation im Spitzensport nur ca. 85-90 % der Athleten, im Breitensport nur 60-80% der verletzten Sportler nach 9-12 Monaten wieder auf demselben Level in ihre Sportart zurückkehren.

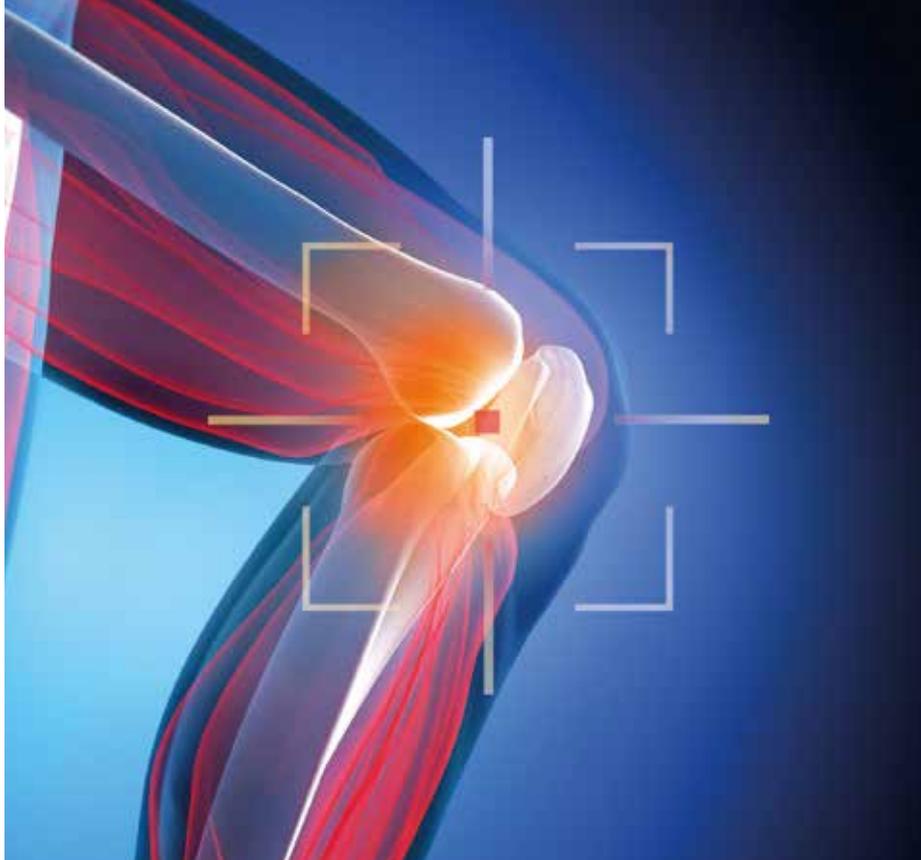
## **EXAKTE PLATZIERUNG DER BOHRKANÄLE**

Ein nicht unwesentlicher Faktor des Erfolges einer solchen operativen Stabilisierung besteht in der Auswahl des Operateurs,

der eine große Erfahrung auf diesem Gebiet haben sollte. Auch wenn ein standardisiertes Vorgehen bei diesen Eingriffen sinnvoll und auch üblich ist, so ist doch jedes Kniegelenk individuell zu betrachten und die individuellen Besonderheiten müssen beim operativen Vorgehen auch Berücksichtigung finden. Eine möglichst anatomisch exakte Wiederherstellung des vorderen Kreuzbandes ist als oberstes Ziel formuliert. Auch wenn heutzutage die Einbündeltechnik und die Doppelbündeltechnik bei der vorderen Kreuzbandersatzplastik grundsätzlich als gleichwertig angesehen werden, spielt die möglichst exakte Platzierung der Bohrkanäle, durch die das Transplantat durch Femur und Tibia gezogen wird, eine große Rolle. Deutliche Abweichungen von der Idealposition können in Bewegungseinschränkungen und Instabilitäten münden, die in vielen Fällen nur durch erneute Operationen beseitigt werden können. Eine anatomische Platzierung der Bohrkanäle verlangt eine große Erfahrung des Operateurs.



Prof. Dr. Holger Schmitt



Seit Entwicklung der Computernavigation vor ca. 20 Jahren stellt sich immer wieder die Frage, ob die operativen Ergebnisse mit Hilfe dieser Technologie noch weiter verbessert werden können. Verschiedene Arbeitsgruppen haben sich in den vergangenen Jahren mit dieser Thematik beschäftigt und in Fachzeitschriften über die Ergebnisse berichtet. Die Idee, die optimale Platzierung der Bohrkäule computergesteuert vorzunehmen, führte zu einer Entwicklung entsprechender Soft- und Hardware, die operativ genutzt werden kann.

Sowohl an Femur als auch an Tibia werden Drähte platziert, an denen Marker befestigt werden, die als extraartikuläre Landmarken dienen und mit Hilfe eines sog. „pointers“ durch intraartikuläre Landmarken ergänzt werden. Anhand eines dreidimensionalen Bildes kann die möglichst exakte Bohrkäualage bestimmt werden.

### **FÜHRT DIE COMPUTER-NAVIGIERTE VERSORGUNG ZU BESSEREN ERGEBNISSEN?**

Es konnte gezeigt werden, dass durch das computernavigierte Vorgehen die vorgesehene Tunnellage um maximal 1 mm verpasst wurde und somit eine hohe Genauigkeit erzielt werden konnte. Auch das Auftreten einer transplatatbedingten Impingements (Engstelle im Bereich des Oberschenkels mit daraus resultierendem Streckdefizit) konnte reduziert werden. Betrachtet man allerdings die klinischen Ergebnisse anhand klinischer und radiologischer Scores, findet sich kein Unterschied zu den herkömmlichen Operationstechniken ohne Verwendung der Computernavigation. Aldrian et al. konnten schlechtere Ergebnisse bei Frauen im Vergleich zu Männern feststellen; derartige Unterschiede finden sich auch bei den herkömmlichen Techniken.

Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass sich aktuell keine Vorteile der computernavigierten Versorgung beim erfahrenen Operateur zeigen. Es scheint so zu sein, dass unerfahrene Operateure eine größere Treffsicherheit bezüglich der Bohrkäualage haben und somit bei ihnen das Fehlplatzierungsrisiko reduziert werden kann. Darüberhinaus führt die Auseinandersetzung mit neuartigen Techniken immer auch zu einem Wissenszuwachs des erfahrenen Operateurs.

Gegen eine Verwendung spricht aktuell die deutlich längere Operationszeit (ca. 20–30 Minuten länger), darüberhinaus die zusätzliche Traumatisierung durch das Setzen von Positionsdrähten. Die gewünschte Position des Bohrkäules ist daneben auch operateursabhängig und somit mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet. Diese Faktoren haben dazu beigetragen, dass aktuell nur wenige Operateure auf diese Hilfe zurückgreifen. Sicherlich werden in der Zukunft neue Aspekte auch im Bereich der computernavigierten Kreuzbandversorgung eingebracht werden, sodass gegebenenfalls diese Technik mit mehr Vorteilen verbunden sein wird und dann auch womöglich wieder größere Verbreitung erfährt.

Literatur beim Verfasser

**Prof. Dr. Holger Schmitt**  
Deutsches Gelenkzentrum Heidelberg  
ATOS Klinik Heidelberg  
schmitt@atos.de

# Arthroskopische Subakromiale Dekompression (ASAD) – eine obsoletere Behandlungsmethode?

Von Markus Loew und Sven Lichtenberg

**Key words:** Impingement, arthroskopische subakromiale Dekompression, Rotatorenmanschettenläsion, CSAW-Studie

**Eine jüngst im „Lancet“ publizierte britische Studie mit dem Titel „Can shoulder arthroscopy work?“ stellt die arthroskopische subakromiale Dekompression (ASAD), einen sehr häufig durchgeführten und erfolgreichen Eingriff an der Schulter, unter den Verdacht der Wirkungslosigkeit. In diesem Beitrag wird anhand fundierter methodischer Kritik an der Studie deren Aussagekraft in Frage gestellt.**

Schulterschmerzen sind eine „Volkskrankheit“; nach einer Studie von Urwin (1998) erfolgen 2 – 4% aller Arztbesuche wegen Beschwerden, die früher undifferenziert als Periarthritis humeroscapularis (PHS) bezeichnet wurden und daher auch keiner spezifischen Behandlung zugeführt werden konnten.

Mit der Beschreibung des subakromialen Engpassyndroms (Subacromial Impingement) als Grund für strukturell definierte funktionelle Schulterbeschwerden durch Charles Neer (1972) trat eine Zeitenwende ein. Neer postulierte, dass 95% der Rotatorenmanschettenrupturen (RMR) durch ein mechanisches Impingement verursacht würden und dass diese erfolgreich durch eine vordere Akromioplastik behandelt werden könnten. Andererseits mahnte er an, dass „diese Operation für ausgewählte Patienten mit einem mechanischen Impingement vorbehalten bleiben sollte“. Bigliani (1982) erkannte einen Zusammenhang zwischen der Akromionform und dem Auftreten von RMR; bei einem radiologisch erkennbaren Akromionsporn (Typ III, Abb. 1) wurden signifikant häufiger Sehnenrupturen beobachtet als bei den flachen Formen (Typ I und II).

Diese Erkenntnisse führten in der Folgezeit zu einer Ausdehnung der Indikationen zur Akromioplastik in der symptomatischen Therapie bei einem so genannten Impingementsyndrom, aber auch zur Prävention der Entstehung einer RMR. Durch die technische Weiterentwicklung der arthroskopischen Chirurgie beschrieb Ellman (1987) das Verfahren der arthroskopischen subakromialen Dekompression (ASAD) (Abb. 2). Dieses technisch relativ einfache Verfahren erfreute sich in den folgenden Jahren immer größerer Beliebtheit. In der ersten Dekade des 21. Jahrhunderts stieg die Anzahl der ASAD in Großbritannien von 2.523 auf 21.355 Fälle im Jahr um den Faktor 7; in den USA betrug in einer Analyse von Vitale (2010) die „population incidence“ mehr als 1/1000, d.h. dass jährlich einer von tausend Einwohnern durch eine ASAD behandelt wurde; die Operation war somit 2,6 mal häufiger als jeder andere orthopädische Eingriff.

Sehr häufig wird die ASAD als flankierende Maßnahme bei einer Rotatorenmanschettenrekonstruktion eingesetzt. Dabei mehrten sich die Hinweise darauf, dass dies nicht zwangsläufig zu besse-



Von oben:  
Prof. Dr. Markus Loew,  
Dr. Sven Lichtenberg



**Abb.1:** Akromion Typ III (Rö: Supraspinatus Outlet View) mit spornförmiger Ausziehung durch eine Ansatzverknöcherung des Lig. coracoacromiale

ren Ergebnissen führt. Gartsman (2004) postulierte nach einer prospektiven Studie, dass die Dekompression das funktionelle Ergebnis nach einer arthroskopischen Sehnenrekonstruktion nicht verändert. Allerdings waren in dieser Studie Patienten mit einem radiologisch nachweisbaren Akromionsporn ausgeschlossen worden.

**„DIE LANCET STUDIE“**

2018 publizierte eine britische Arbeitsgruppe in der renommierten medizinischen Fachzeitschrift Lancet eine prospektive, randomisierte, plazebo-kontrollierte Studie mit dem Titel CSAW („can shoulder arthroscopy work“): Diese verglich die Ergebnisse der ASAD bei Patienten mit mehr als drei Monaten bestehenden „subacromialen Schulter-

schmerzen“ mit denen einer arthroskopischen Plazebointervention (ausschließlich diagnostische Arthroskopie) und denen einer Kontrollgruppe ohne spezifische Behandlung. Für diese Studie wurden in einem Zeitraum von 34 Monaten 313 Patienten randomisiert einer der drei Gruppen zugeordnet. Von den Probanden wurden sechs Monate später 274 Personen nachuntersucht.

Die Auswertung ergab, dass unter Anwendung verschiedener Scores die Resultate der arthroskopisch therapierten Patienten bezüglich Schmerz und Funktion zwar besser waren als die der Kontrollgruppe; die Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant und klinisch nicht relevant. Zwischen der arthroskopischen Plazebo- und der ASAD-Gruppe

bestanden keine Unterschiede. Die Autoren folgerten daraus, dass der Wert der ASAD zumindest in Frage gestellt werden müsse.

**KOMMENTAR**

Die Studie weist erhebliche methodische und systematische Mängel auf:

**Die Einschlusskriterien:** der „subacromiale Schulterschmerz“ stellt keine Indikation für eine ASAD dar. Die allgemein anerkannten Indikationskriterien (Impingementzeichen nach Neer und nach Hawkins, schmerzhafter Bogen, spezifische Funktionstests und positiver Injektionstest in Verbindung mit einem radiologisch erkennbaren Akromionsporn) wurden nicht angewandt. Therapieresistenz über 3 Monate ist nicht ausreichend, um den positiven Spontanverlauf auszuschließen.

**Abb.2:** Arthroskopische Subakromiale Dekompression (ASAD): nach Ablösen des Lig. coracoacromiale wird der Akromionsporn (links) mit einem scharfen Synovialisresektor abgetragen (rechts).





**Abb. 3:** Akromion Typ III (endoskopische Ansicht), mit Akromionsporn, Auffassung des Bandansatzes und teilweises Freiliegen des Knochens.

**Die Selektion:** Von 2.975 Patienten, die theoretisch die Einschlusskriterien erfüllten, wurden 313 in die Randomisierung einbezogen. Es ist völlig unklar aufgrund welcher Gesichtspunkte fast 90% der verfügbaren Probanden ausgeschlossen wurden.

**Die Operationstechnik:** 38 Operateure führten über einen Zeitraum von 34 Monaten insgesamt 209 Eingriffe durch: das entspricht weniger als zwei Eingriffen pro Chirurg und Jahr. Dies lässt möglicherweise an der operativen Routine und damit an einer lege artis perfekt ausgeführten ASAD zweifeln.

**Das Follow-up:** Der Nachuntersuchungszeitraum über sechs Monate ist insbesondere bei den mit ASAD therapierten Patienten grenzwertig kurz; dennoch wurden 13% der Patienten nicht in die Analyse aufgenommen.

Diese und weitere weniger relevante Mängel führten zu einer gemeinsamen Stellungnahme der zuständigen wissenschaftlichen Fachgesellschaften und Berufsverbände, die feststellten, dass durch die Veröffentlichung ungerechtfertigt das gesamte Feld der Schulterarthroskopie unter Generalverdacht und seit Jahren durch wissenschaftliche Studien erwiesene erfolgreiche Behandlungsstandards infrage gestellt wurden.

#### FAZIT

Die Indikation zur ASAD ist in jedem einzelnen Fall kritisch zu prüfen. Ein klinisch eindeutiges subakromiales Impingement-syndrom ohne strukturelle Sekundärschäden lässt sich durch eine konsequente medikophysikalische Behandlung über bis zu sechs Monaten in den meisten Fällen heilen.

Relative Indikationen zur ASAD bestehen

- bei einem über diesen Zeitpunkt hinaus therapieresistenten Impingement-syndrom mit den – wie vorstehend beschrieben – eindeutig definierten klinischen und radiologischen Kriterien.
- bei articular- oder bursalseitigen Partialläsionen der Supraspinatussehne
- bei aktiven Patienten, wenn zumindest eine subakromiale Injektion mit einem Steroidzusatz zu einer vorübergehenden, aber nicht anhaltenden Besserung geführt hat.
- als flankierende Maßnahme bei der arthroskopischen Rekonstruktion einer Rotatorenmanschettenläsion, wenn das Akromion intraoperativ eindeutige Zeichen einer mechanischen Irritation vorliegen (Abb. 3) (Atoun 2017)

**Prof. Dr. Markus Loew**  
**Dr. Sven Lichtenberg**  
 Deutsches Gelenkzentrum Heidelberg  
[Markus.loew@atos.de](mailto:Markus.loew@atos.de)

#### Literatur:

1. Atoun E, Gilat R, van Tongel A, Pradhan R, Cohen O, Rath E, Levy O (2017). Intraobserver and interobserver reliability of the Copeland-Levy classification for arthroscopic evaluation of subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017 Dec;26(12):2167-2172.
2. Beard D, Rees J, Cook J et al. (2018). Arthroscopic subacromial decompression for subacromial shoulder pain (CSAW): a multicenter, pragmatic, parallel group, placebo-controlled, three-group randomised surgical trial. *Lancet* 27;391:329–338
3. Bigliani L, Morrison D, April E. (1982). The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 10:228–234
4. Ellman H (1987) Arthroscopic subacromial decompression: analysis of one- to three-year results. *Arthroscopy* 3:173–81.
5. Gartsman G, O'Connor D; (2004). Arthroscopic rotator cuff repair with and without arthroscopic subacromial decompression: a prospective, randomized study of one-year outcomes. *J Shoulder Elbow Surg.*13:424–426.
6. Neer C (1972). Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. *J Bone Joint Surg A*; 54:41–50
7. Urwin M, Symmons D, Allison T et al. (1998) Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Ann Rheum Dis* 57:649–655
8. Vitale M, Arons R, Hurwitz S, Ahmad C, Levine W (2010). The rising incidence of acromioplasty. *J. Bone Joint Surg (A)* 92:1842-1850

Neu an der ATOS Klinik Heidelberg:

# Prof. Dr. med. Rudi G. Bitsch

**Ab 1. Oktober 2018 ist Prof. Dr. med. Rudi G. Bitsch als neuer Partner im Deutschen Gelenkzentrum an der ATOS Klinik Heidelberg tätig. „Für jedes Gelenk ein Spezialist“ ist die Devise des Zentrums, das mit Prof. Bitsch einen ausgewiesenen Experten für die Hüft- und Knieendoprothetik gewonnen hat.**

Prof. Bitsch war seit 2012 Oberarzt an der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg und als Leitender Oberarzt und Bereichsleiter Orthopädie/Endoprothetik an der GRN Klinik Sinsheim tätig. Er ist Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie mit der Zusatzqualifikation „Spezielle Orthopädische Chirurgie“. Seine Tätigkeitsschwerpunkte waren als Seniorhauptoperateur der primäre Gelenkersatz an Hüft- und Kniegelenk sowie Revisionen und Wechseloperationen von Hüft- und Knieendoprothesen. Weiterhin befasste er sich mit der septischen und onkologischen Chirurgie sowie der Traumatologie.

Prof. Bitsch hat von 1996 bis 2002 Humanmedizin an der Universität Heidelberg studiert. Die Weiterbildung zum Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie absolvierte er an der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg (Prof. Dr. V. Ewerbeck), ergänzt durch eine Rotation an die BG Unfallklinik Ludwigshafen (Prof. Dr. A. Wentzensen). 2004/05 war Prof. Bitsch Adult Reconstruction Fellow am Joint Replacement Institute der University of California in Los Angeles, USA.

Von 2010 bis 2012 wirkte er als Facharzt und Endoprothetik Fellow an der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg. Zudem vertiefte er 2012 seine Kenntnisse in der Knieendoprothetik bei einem Knee Arthroplasty Fellowship am Brigham and Womens' Hospital der Harvard Medical School, USA und habilitierte im selben Jahr über den Oberflächenersatz des Hüftgelenkes.

Zusätzlich zur klinischen Arbeit engagierte sich Prof. Bitsch stark für die Wissenschaft und für die Lehre. An der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg leitete er das Labor für



Prof. Dr. med. Rudi G. Bitsch

Biomechanik und Implantatforschung; er hat endoprothetische Instrumente entwickelt und hält auch Patente in diesem Bereich. Von seinem wissenschaftlichen Engagement zeugen außerdem über 50 wissenschaftliche Artikel, fünf Buchbeiträge und die Betreuung von zahlreichen Doktoranden. Außerdem nimmt er Gutachtertätigkeiten für mehrere renommierte internationale wissenschaftliche Zeitschriften wahr, darunter Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, The Journal of Arthroplasty, Acta Orthopaedica und Clinical Orthopaedics and Related Research.

Die Anerkennung seiner wissenschaftlichen Arbeiten begann bereits früh – 2003 gewann er das Werner-Porstmann-Stipendium der Deutschen Radiologischen Gesellschaft mit seiner Dissertation, die Prof. Bitsch im Bereich der interventionellen Radiologie verfasst hatte. 2005 folgte das Auslandsforschungsstipendium der Stiftung Orthopädische Universitätsklinik. 2006 wurde er mit dem Publikationspreis der Klinik ausgezeichnet, gefolgt vom Free Paper Award beim EFORT Congress 2008. 2012 wurde ihm ein weiteres Reisestipendium der Manfred-Lautenschläger-Stiftung verliehen.

Und was tut so ein vielbeschäftigter Orthopäde in seiner knappen Freizeit? Diese verbringt er am liebsten mit seiner Frau und seinen zwei Kindern ...

# Die arthroskopische Knorpelzelltransplantation am Hüftgelenk

Von Steffen Thier

**Key words:** femoroacetabuläres Impingement, CAM-Impingement, Knorpeldefekt, Knorpelzelltransplantation, AMIC-Prozedur

**Die frühe Therapie der biomechanischen Ursache eines Knorpelschadens an der Hüfte ist wichtig, um eine arthrotische Deformierung des Gelenkes aufzuhalten. Auch der Knorpelschaden selbst sollte frühzeitig behandelt werden. Aus unserer Sicht ist bei größeren Knorpelschäden (über 1,5 bis 2 cm<sup>2</sup>) die Knorpelzelltransplantation zu empfehlen; bei Schäden darunterliegender Größe kann ein knochenmarkstimulierendes Verfahren erwogen werden.**

Das sog. femoroacetabuläre Impingement ist eine häufige Ursache von Knorpelschäden der Hüfte im jungen Lebensalter (20. – 30. Lebensjahr). Das „Impingement“ der Hüfte wird durch eine knöcherne Formabweichung des Oberschenkelhalses und/oder der Gelenkpfanne des Hüftgelenkes hervorgerufen. Vereinfacht gesprochen, kommt es beim Hüft-Impingement schon bei natürlichen Bewegungen der Hüfte zu einem Anschlagen des Oberschenkelhalses am Pfannenrand der Hüftpfanne. Dies führt zu Schäden an dem Gelenkknorpel und/oder der Gelenkklippe (Labrum) des Hüftgelenkes (Abb. 1).

Insbesondere das CAM-Impingement ist mit großen Knorpelschäden assoziiert. Diese können, wenn sie unbehandelt bleiben, zu einem frühzeitigen Verschleiß der Hüfte führen.

Das zunehmend bessere Verständnis der biomechanischen Ursache dieser Knorpelschäden rückte die Knorpelersatztherapie der Hüfte in den vergangenen Jahren zunehmend in den wissenschaftlichen Fokus. Mit dem vorliegenden Artikel möchten wir einen

cursorischen Überblick über aktuelle Behandlungsmethoden von vollschichtigen Knorpelschäden der Hüfte geben und die eigenen Ergebnisse der arthroskopischen Knorpelzelltransplantation der Hüfte demonstrieren.

Während beim Knie eine sehr gute wissenschaftliche Evidenz bezüglich der stadiengerechten Therapie eines vollschichtigen Knorpelschadens besteht, ist die Datenlage an der Hüfte aufgrund der noch jungen Historie der Knorpelbehandlungen eingeschränkt.

## KLINISCHE UNTERSUCHUNG/ SYMPTOMATIK

Die Prävalenz für das Auftreten eines femoroacetabulären Impingements wird in der aktuellen Literatur zwischen 15 und 23° angegeben. Auffällig erscheint die häufig sehr späte Diagnose des aus einem Impingement resultierendem Knorpelschadens.

Leistenbeschwerden bei jüngeren Patienten werden zunächst als eine weiche Sportlerleiste abgeschrieben oder als ein Leistenbruch fehlgedeutet. Aktuelle Daten

zeigen diesbezüglich, dass eine kürzere Beschwerdedauer als positiver Prädiktor für die hüftarthroskopische Behandlung des Knorpelschadens anzunehmen ist. Patienten mit längerer Symptombdauer scheinen schlechtere postoperative Ergebnisse zu zeigen.

Häufig wird das femoroacetabuläre Impingement bereits im jungen Patientenalter (20. bis 30. Lebensjahr) symptomatisch. Eine ausführliche Anamneseerhebung kann meist schon einen Hinweis auf entsprechende Hüftgelenkserkrankungen geben. Das Impingement der Hüfte präsentiert sich meist mit stechenden, belastungsabhängigen Schmerzen der Leiste. Ein intermittierendes Schnappen bzw. Blockaden der Hüfte nach Rotations- bzw. Flexionsbelastungen sind ein weiterer Hinweis auf das Vorhandensein eines Impingements.

Ein Knorpelschaden der Hüfte wird meistens erst sehr spät durch das Leitsymptom Schmerz klinisch apparent, welches auf die fehlende Innervation des Knorpels zurückzuführen ist. Im Anfangsstadium werden die Beschwerden meist nur unter körperlicher Aktivität beschrieben, im



Dr. Steffen Thier

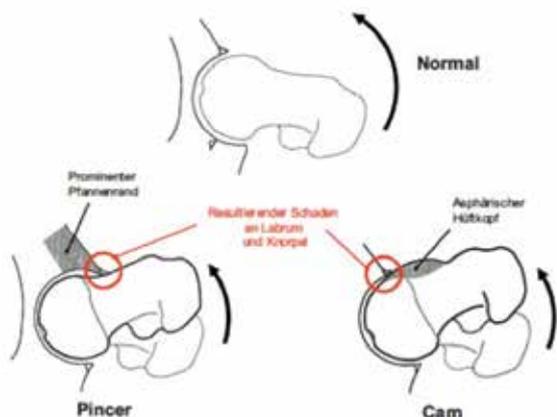


Abb. 1: CAM- und Pincer- Impingement. (Aus: M. TANNAST, SWISS MEDICAL FORUM – SCHWEIZERISCHES MEDIZIN-FORUM 2016;16(1):24–26)



Abb. 2: Labrumläsion im Arthro-MRT



Abb. 3: CAM-Impingement im axialen Röntgenbild

Verlauf bestehen dann auch Ruhe- und Nachtschmerzen. Im Rahmen einer klinischen Untersuchung zeigt sich das Impingementzeichen (Beugung und Innenrotation) häufig positiv, sodass eine weitere Bildgebung indiziert ist.

### RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK

Für die Diagnose eines femoroacetabulären Impingements werden zunächst Röntgenaufnahmen der Hüfte in verschiedenen Ebenen angefertigt. Diese können bereits relevante Hinweise auf strukturelle Veränderungen des Hüftgelenkes geben (Abb. 3). Die weiterführende Diagnostik wird durch eine MRT-Bildgebung mit intraartikulärer Kontrastierung (Arthro-MRT) durchgeführt (Abb. 2). Durch die Kontrastierung des Gelenkes kann eine höhere Sensitivität und Spezifität in der Diagnose einer Gelenklippen- und Knorpelschädigung erzielt werden.

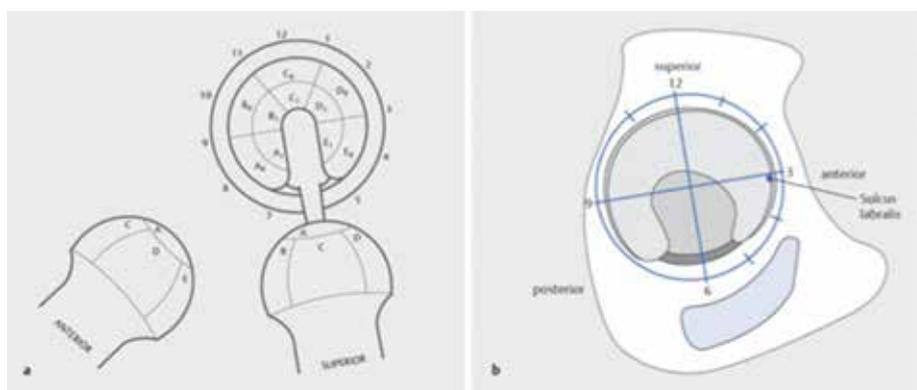


Abb. 4: Azetabuläre Zonen modifiziert nach Griffin für (a) die rechte Hüfte mit der 3.30-Uhr-Position anterior (https://researchgate.net/publication/278658914\_Normal\_and\_Pathological\_Arthroscopic\_View\_in\_Hip\_Arthroscopy) [rerif]. Darstellung der anatomisch arthroskopischen Landmarken (b) für das Azetabulum der rechten Hüfte. Der anteriore Sulcus labralis dient als zuverlässige Landmarke für die 3.30-Uhr-Position wegen dessen universaler Präsenz und guter arthroskopischer Darstellbarkeit. Die 3.30-Uhr-Position des Azetabulums ist am rechten und am linken Hüftgelenk als anterior definiert [23]. Am Femurkopf ist der laterale Rand der Plica synovialis medialis in 10° Innenrotation als 3.30- Position definiert, da die Plica gegenüber der Psoassehne liegt.

### LOKALISATION UND KLASSIFIZIERUNG VON KNORPELSCHÄDEN DER HÜFTE

Aktuell wird die Klassifikation der Knorpelschäden nach Haddad et al. empfohlen. Hier wird eine Einteilung von Grad 0 bis Grad 4 wie aufgeführt beschrieben (Tabelle 1):

Bezüglich der Lokalisation wurde ursprünglich eine Defektlokalisierung nach Uhrzeiger-Methode durch Ilizaliturri et al. vorgestellt, diese wurde im Verlauf durch Griffin et al. modifiziert und wird derzeit durch die Arbeitsgemeinschaft der klinischen Geweberegeneration der DGOU und dem AGA-Hüftkomitee überarbeitet.

#### Morphologische Klassifikation von Knorpelschäden der Hüfte nach Haddad et al.

Graduierung	Morphologie
0	Intakter Knorpel
1	Knorpeldelaminierung von der subchondralen Grenzlamelle
2	Separation des chondrolabralen Übergangs ohne Knorpeldelamination
3	Knorpeldelamination von der subchondralen Grenzlamelle
4	Vollschichtiger Knorpeldefekt mit exponiertem Knochen

Tabelle 1

## ARTHROSKOPISCHE BEHANDLUNG VON KNORPELDEFEKTEN DER HÜFTE

Im Rahmen des femoroacetabulären Impingements sollte neben der Behandlung des Knorpelschadens zusätzlich auch die biomechanische Ursache des Knorpelschadens beseitigt werden. So könnte man den Knorpel- bzw. den Labrum-schaden als Symptom einer knöchernen Fehlanlage der Hüfte betrachten (Abb. 5)

Die aktuell zur Verfügung stehenden Knorpeltherapien der Hüfte können im Wesentlichen in Knochenmark stimulierende- und Knorpelzelltransplantations-Verfahren unterteilt werden.

Obwohl bereits im Knie festgestellt wurde, dass asymptomatische Knorpelschäden häufig einer Progredienz unterliegen und zur Ausbildung einer Arthrose führen können, besteht weiterhin allgemeiner Konsens, nur symptomatische Knorpelschäden zu behandeln.

### Knochenmark stimulierende Knorpelbehandlung

Die **Mikrofrakturierung** wird als arthroskopisches Therapieverfahren bei Knorpelschäden an der Hüfte verwendet. Hierbei wird die subchondrale Grenzlamelle in einem Abstand von ca. 3-4 mm durch eine Ahle perforiert, sodass es zum Blutaustritt aus dem subchondralen Knochen kommt (Abb. 6).

Die im Blut enthaltenen mesenchymalen Stroma- und Stammzellen formen einen Blutkoagel (sog. Superglott), welcher zur Ausbildung eines fibroplastischen Narbengewebes führt. Da es einfach und kostengünstig ist, ist dieses Therapieverfahren weit verbreitet und findet auch an der Hüfte Anwendung. Der entstehende Fasernknorpel zeigt jedoch im Vergleich zum hyalinen Gelenkknorpel einen geringeren Gehalt von Kollagen-2 und Proteoglykanen, was zu einer geringeren Wasserbindung führt. Hieraus resultieren schlechtere biomechanische Eigenschaften (Pufferfunktion) des Knorpels. Desweiteren neigen die Stammzellen des mesenchymalen Ursprungs zur enchondralen Differenzierung, sodass am Kniegelenk teilweise Osteophytenbildungen beschrieben wurden.

Aufgrund der kurzen Anwendungszeit an der Hüfte existieren bis dato nur wenige Studien. In einem systematischen

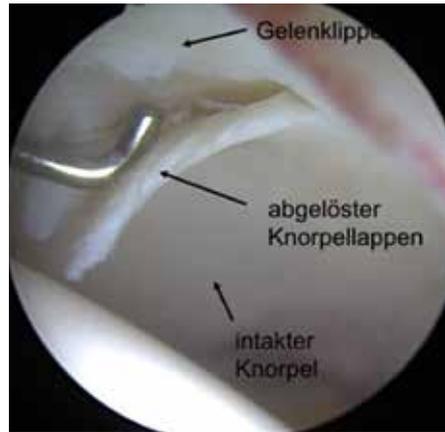


Abb. 5: Arthroskopisches Bild eines Knorpelschadens bei CAM-Impingement

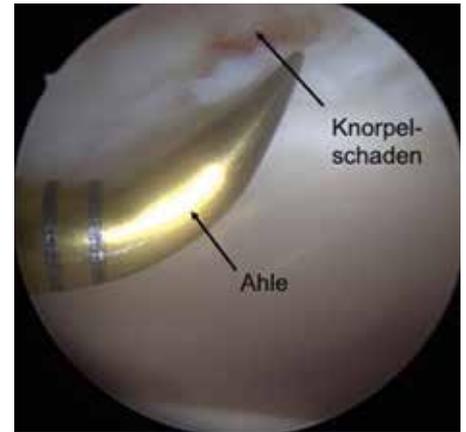


Abb. 6: Ahle zur Mikrofrakturierung im Hüftgelenk

Review wurden insgesamt zwölf Studien zusammengefasst. Insgesamt wurden 279 Patienten mit einer Mikrofrakturierung an der Hüfte behandelt. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum waren 27,1 Monate bei einem Durchschnittsalter von 37,6 Jahren. Die Ergebnisse zeigten durchweg eine Verbesserung in den patientenzentrierten Outcome Scores.

Eine Weiterentwicklung der Mikrofrakturierung stellt die sogenannte **AMIC (Autologe Matrixinduzierte Chondrogenese) Therapie** dar (Abb. 7a, 7b). Hierbei wird nach Anbohrung des subchondralen Knochens der Defekt mit einer Membran abgedeckt, welcher den bestehenden Blutkoagel und damit die mesenchymalen Stroma- und Stammzellen vor einer Abscherung aus dem Defektlager schützen soll. Hierzu werden Kollagen, Hyaluron bzw. synthetische Polymere als eine Art Gerüst verwendet.

Fontana et al. publizierten zu dieser Behandlungsmethode eine retrospektive Studie mit insgesamt 147 Patienten. Hier wurden die Ergebnisse von Patienten nach Mikrofrakturierung und AMIC Verfahren verglichen. Die präsentierten Fünfjahresdaten zeigten ein besseres Ergebnis der AMIC-Patienten. Nach Mikrofrakturierung hingegen verschlechterten sich die Ergebnisse ab ca. 1 Jahr nach Hüft-Arthroskopie kontinuierlich.

### Autologe Chondrozytentransplantation

Die autologe Chondrozytentransplantation stellt ein zweizeitiges Therapieverfahren dar. Hierbei werden im Rahmen der ersten Arthroskopie des Hüftgelenkes

zunächst die biomechanischen Ursachen des zugrundeliegenden Knorpelschadens behandelt. Gleichzeitig wird im nicht belasteten Anteil des Hüftgelenkes eine Knorpelprobe entnommen. Die gewonnenen Knorpelzellen werden kultiviert und im Rahmen einer zweiten Operation in den Defekt eingebracht. Im Bereich des Kniegelenkes existieren sechs randomisierte, kontrollierte Studien, die die Überlegenheit der Knorpelzelltransplantation gegenüber

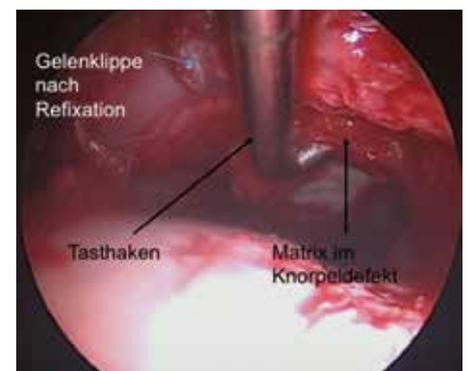
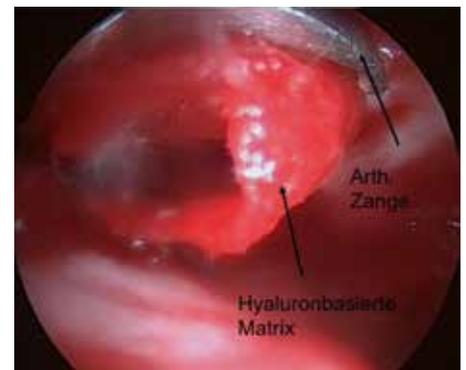


Abb. 7a: AMIC: Einbringen der Matrix ins Hüftgelenk  
Abb. 7b: AMIC: Platzieren der Matrix im Knorpeldefekt

den Knochenmark-stimulierenden Verfahren im Langzeitergebnis zeigen. Nach der Weiterentwicklung der Knorpelzelltransplantation von Erst- und Zweitgenerationspräparaten zu den nun auch arthroskopisch verwendbaren Drittgenerationspräparaten (**matrixgekoppelte autologe Chondrozyten-transplantation**) finden diese an der Hüfte Anwendung.

Im Gegensatz zur Mikrofrakturierung gilt die Bildung intraläsionaler Osteophyten als nicht charakteristisch für die Knorpelzelltransplantation, da hier Zellen chondrogenen Ursprungs eingebracht werden. Es erfolgt keine Perforation der subchondralen Knochenlamelle, die z.B. eine reaktive Verdickung im Sinne einer Sklerose bzw. Zystenbildungen zur Folge haben kann.

Die bisherigen histologischen Studien zeigen eine höhere Ähnlichkeit des Regeneratgewebes zum hyalinen Gelenkknorpel. Für das Hüftgelenk bestehen wie bei der Mikrofrakturierung aufgrund der kurzen Anwendungshistorie nur wenige Studien. Fontana et al. verwendete ein Zweitgenerationspräparat, im Sinne eines polymerbasierten Trägermaterials (Bioseed-C von Bio Tissue Technology GmbH). Er verglich seine Ergebnisse mit Patienten, welche eine AMIC-Prozedur bekamen. Insgesamt wurden 26 Patienten mit einer Chondrozytentransplantation und 31 mit einer AMIC-Prozedur (Kollagen-Membran Fa. Geistlich) behandelt. Beide Gruppen zeigten eine ähnliche Verbesserung in den Outcome-Scores nach 5 Jahren bei einer durchschnittlichen Defektgröße von 2,8 cm<sup>2</sup>. Aufgrund eines möglichen Selektionsbias ist diese Studie jedoch mit Zurückhaltung zu interpretieren.

In einer von uns publizierten Studie beobachteten wir 29 Patienten (27 männlich/ 2 weiblich) nach arthroskopischer Knorpelzelltransplantation der Hüfte über 19 Monate nach. Wir verwendeten ein Präparat der III. Generation, eine sog. Matrixgekoppelte autologe Chondrozyten-transplantation (Novocart-Inject, Fa.Tetec), welches in einer gelartigen Konsistenz in den Defekt eingespritzt werden kann. Nach 1-2 Minuten polymerisiert das Gel im Knorpeldefekt und härtet aus wie in den Bildern zu erkennen (Abb. 8a, 8b).

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 30,3 Jahre (18-45 Jahre), die

durchschnittliche Knorpel-Defektgröße waren 2,21 cm<sup>2</sup>. Alle Patienten zeigten eine signifikante Verbesserung in den verwendeten Outcome-Scores (Abb. 9).

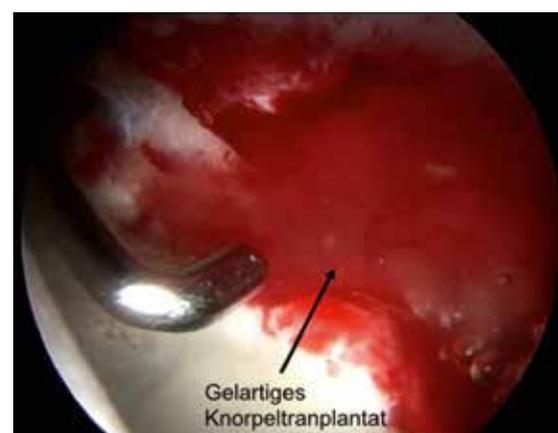
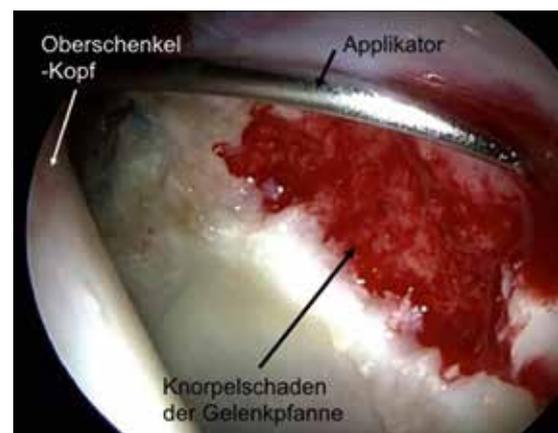
Andere retrospektive Studien verwendeten Drittgenerationspräparate, zum einen Codon Chondrosphären, zum anderen das polymerisierbare Gel (Novocart Inject der Firma Tetec). Alle Patienten zeigten eine signifikante Verbesserung Ihrer Symptomatik in den subjektiven Scores.

### ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des femoroacetabulären Impingements erscheint die frühe Therapie der biomechanischen Ursache eines Knorpelschadens wichtig, um eine arthrotische Deformierung des Gelenkes aufzuhalten. Des weiteren sollte eine frühzeitige Behandlung der entstandenen Knorpelschäden erfolgen. Aufgrund der Übertragbarkeit der Ergebnisse von Knie zu Hüfte ist aus unserer Sicht die Knorpelzelltransplantation bei größeren Knorpelschäden (über 1,5 bis 2 cm<sup>2</sup>) zu empfehlen. Bei Knorpelschäden darunterliegender Größe, ist ein knochenmarkstimulierendes Verfahren zu erwägen. Anhand der bisherigen Ergebnisse ist eine AMIC Prozedur einer einfachen Mikrofrakturierung vorzuziehen. Weitere gut konzipierte, vergleichende Level-1 Studien sollten zukünftig durchgeführt werden, um eine bessere Evidenzlage für die Therapie von Knorpelschäden an Hüftgelenken zu erarbeiten.

**SPORTCHIRURGIE HEIDELBERG**  
Klonz – Thier – Stock – Volk

**Dr. Steffen Thier**  
ATOS Klinik Heidelberg  
thier@atos.de



**Abb. 8a:** Knorpeldefekt der Gelenkpfanne vor der Knorpelzell-Transplantation

**Abb. 8b:** Gelartiges Knorpeltransplantat nach Polymerisation im Defekt

Bildquelle Abb. 8: Modifizierte Abbildungen aus: Arthroscopic autologous chondrocyte implantation in the hip for the treatment of full-thickness cartilage defects. A case series of 29 patients and review of the literature; Thier S., Weiss C., Fickert S. Copyright: EDP Sciences <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**Abb. 9:** Knorpelersatzgewebe 1,5 Jahre nach arthroskopischer Knorpelzelltransplantation an der Hüfte

# Die autologe dreidimensionale Knorpelzelltransplantation

Ein minimal-invasives Verfahren zur Reparatur von Knorpelschäden im Kniegelenk

Von Alexander Kurme

**Key words:** autologe Knorpelzelltransplantation

**Durch den Trend zu immer extremeren Sportarten sowie durch die intensivere Ausübung des Sports sehen wir in unserer Praxis eine Zunahme an Knorpelschäden bereits beim jüngeren Patienten. Schäden des Gelenkknorpels stellen den behandelnden Arzt vor eine schwierige Aufgabe: Einerseits besteht der Wunsch des Patienten nach schmerzfreier Sportausübung auf seinem alten Niveau, andererseits limitieren die Therapieoptionen den Arzt in der Erfüllung dieses Wunsches.**

Seit August 2017 führen wir in der ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg regelmäßig am Kniegelenk die autologe dreidimensionale Knorpelzelltransplantation (M-ACT) durch. Durch dieses Verfahren ist es möglich, körpereigenen Knorpel zu züchten und den Defekt vollschichtig zu decken. Im nachfolgenden Beitrag wird das Verfahren der autologen dreidimensionalen Knorpelzelltransplantation, wie wir sie in der ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg durchführen, vorgestellt.

Der Gelenkknorpel ist ein besonderes Gewebe, das für das reibungsfreie Gleiten der Gelenkpartner verantwortlich ist. Er ist so besonders, dass die Zeitschrift stern ihn in seiner Ausgabe vom 07.10.2017 als „weißes Gold“ bezeichnet hat. Diese Einschätzung ist deshalb zutreffend, weil dieses Gewebe bei einem Schaden nicht mehr selbständig nachgebildet werden kann, also sehr behutsam und pfleglich behandelt werden muss. Bei einem höhergradigen Knorpelschaden ohne Eröffnung des darunterliegenden Knochens kann sich kein neues Regeneratgewebe bilden und das Gelenk geht durch die weitere Belastung unweigerlich kaputt.

Alle konservativen Therapien bei einem Knorpelschaden des Kniegelenkes (Bandagen, Einlagen, Orthesen, Akupunktur etc.) haben zum Ziel, das Voranschrei-

ten möglichst lange unter ausreichender Schmerzreduktion hinauszuzögern, bis dann ggfs. im höheren Lebensalter ein Gelenkersatz notwendig wird.

Operative Maßnahmen waren bisher stark von der Größenausdehnung des Knorpelschadens abhängig und führten in der Regel zu einer weicheren, weniger belastungsfähigen „Knorpelnarbe“, welche meist nur wenige Jahre schmerzreduzierend wirkt.

Seit August 2017 können in der ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg Patienten mit Knorpelschäden im Kniegelenk mit der M-ACT behandelt werden. Hierzu hat sich folgender Ablauf bewährt.

## PATIENTEN UND DIAGNOSTIK

Patienten, die sich eine Verletzung des Kniegelenkes zugezogen haben, stellen sich in unserer orthopädischen Praxis vor. Alle Patienten werden im Rahmen der orthopädisch-sporttraumatologischen Sprechstunde ausführlich nach den üblichen Verfahren der Orthopädie untersucht. Schwellungen, Blockierungen oder Geräusche beim Durchbewegen und Schmerzprovokationen auf Druck können erste Hinweise auf einen Knorpelschaden im Kniegelenk geben. Es gibt jedoch keinen spezifischen Test, der typisch für einen Knorpelschaden im Kniegelenk



Dr. Alexander Kurme

ist, so dass bildgebende Maßnahmen hinzugezogen werden. Als Standardverfahren zur Detektion von Knorpelschäden im Kniegelenk hat sich die MRT etabliert. Eventuell begleitende Weichteilverletzungen (Kreuzbandverletzungen, Meniskusläsionen) können in der MRT ebenfalls dargestellt und in die operative Planung mit einbezogen werden. Bei klinisch auffälligen Achsabweichungen ist die Anfertigung einer Ganzbeinstandaufnahme mit Berechnung des entsprechenden X- oder O-Winkels erforderlich, um gegebenenfalls zusätzlich zur Knorpeltherapie eine Achskorrektur planen und durchführen zu können.

## THERAPIE

Nach Abschluss der Diagnostik, entsprechender anästhesiologischer Abklärung und Operationsaufklärung der Patienten muss jeder Patient zusätzlich über die Knorpelzelltransplantation und das spezielle Procedere aufgeklärt werden, um abschließend seine Zustimmung zu geben.

Vor der Narkoseeinleitung wird jedem Patienten ca. 200 ml Blut entnommen, welches zur Anzucht der Knorpelzellen benötigt wird. Alternativ kann diese Blutentnahme auch vier Stunden nach der Entnahme durchgeführt werden, wenn lipidhaltige Narkotika verwendet werden, da diese Narkotika im Blut ein Anzichten von Knorpelzellen verhindern.

In einem ersten arthroskopischen Eingriff wird nach dem orientierenden Gelenkrundgang das Ausmaß des Knorpelschadens festgestellt und das Schadensareal mit einer scharfen Kürette so weit von instabilen Knorpelanteilen gereinigt, bis feste Knorpelverhältnisse hergestellt sind. Anders als bei der Mikrofrakturierung können auch randständige Knorpelschäden, denen eine komplette knorpelige Eingrenzung fehlt, mit der M-ACT behandelt werden, da die Knorpelzellen im Defekt selbständig anhaften und sich mit dem Knochen fest verbinden. Nach der Defektreinigung werden nun mit einer Stanze zwei, gegebenenfalls auch drei, Knorpel-Knochen-Zylinder aus einem unbelasteten Teil des Kniegelenkes, z.B. der lateralen Notchwand, herausgelöst und in einem mit Nährmedium gefüllten Gefäß zusammen mit den Blutröhrchen zur weiteren Knorpelzellanzucht nach Teltow in Brandenburg zur Co.don AG

geschickt. Dort werden in einem Zeitraum von bis zu acht Wochen mit einem speziellen Zellkulturverfahren und ohne Zusatz von Fremdstoffen Sphäroide – das sind kleine Knorpelkügelchen, die bis zu 200.000 Knorpelzellen führen – aus den Knorpelzellen hergestellt und zur Transplantation zurückgeschickt.

Nun kann in einem weiteren minimal-invasiven Eingriff nach erneuter arthroskopischer Säuberung des Defektes die Transplantation erfolgen. Hierzu wird die Spülflüssigkeit aus dem Gelenk abgesaugt und das Defektareal mit kleinen Tupfern getrocknet. Beim Auftreten kleinerer Blutungen, die sich nicht stillen lassen, können die Tupfer auch mit Adrenalin getränkt werden, umso eine Rückstellung zu erreichen. Zur Transplantation ist es zwingend notwendig, dass das Areal trocken ist. Die gezüchteten Sphäroide werden in Applikatoren geliefert, um sie minimal-invasiv in den Defekt einspritzen zu können. Sind die Sphäroide auf dem Knochen platziert, werden sie mit einem Tasthaken über den gesamten Bereich verteilt. Die Sphäroide haften innerhalb von 15 – 20 Minuten selbständig am Defektboden und können nicht mehr heraus gespült werden. Damit werden Klebmaterialien, andere körperfremde Transplantatbefestigungen sowie die Abdeckung des Defektes überflüssig.

#### **POSTOPERATIVES MANAGEMENT UND NACHBEHANDLUNG:**

Da der neu eingebrachte Knorpel noch nicht die Festigkeit und Zähigkeit des ursprünglichen Knorpels besitzt, beginnt im Anschluss an die Knorpelzelltransplantation ein auf den Heilungsprozess abgestimmtes Training. Anfangs wird das operierte Bein in Streckstellung, gegebenenfalls unter Ausnutzung einer Orthese, gelagert. Die Patienten müssen für 48 Stunden postoperativ eine absolute Bettruhe einhalten, um die Defektaufüllung mit den Knorpelzellen nicht zu gefährden. Passive Bewegungen in einer Motorschiene bis 60° Beugung bei Transplantationen im Femorotibialgelenk und bis 30° Beugung bei Transplantationen im Patellofemoralgelenk, drei bis viermal täglich über 30 Minuten Dauer zur Adhäsionsprophylaxe dürfen bereits am ersten postoperativen Tag begonnen werden.

Die Knorpelzellen wandern in den ersten Stunden aktiv aus den Sphäroiden aus, verteilen sich gleichmäßig, integrieren sich in den umliegenden vorhandenen Knorpel und bilden innerhalb der nächsten Monate eine neue Knorpelmatrix. Durch diese fortschreitende, im Körper stattfindende Matrixbildung erfolgt eine schnelle Auffüllung des Defektes. Der sich neu bildende Knorpel zeigt in der Untersuchung im Labor anhand von Markernachweisen gelenkknorpelspezifische Substanzen sowie das für Knorpel typische Zell-Matrix-Verhältnis. Nach zehn bis zwölf Monaten ist der neugebildete Knorpel hinsichtlich seiner biomechanischen Belastbarkeit mit dem Ursprungsknorpel vergleichbar.



Abb.1: Knorpel-Knochen-Stanze

**ABLAUF DER DEFEKTFÜLLUNG**



Abb. 2a: Sphäroide im Applikator



Abb. 2b, c, d: Sphäroide im Defekt platziert (verschiedene Patienten)



Abb. 2e: Nach Verteilung der Sphäroide im Defekt

Nach 48 Stunden werden alle Patienten an zwei Unterarmgehstützen und mit einer Belastung von 20% des Körpergewichts für die betroffene Extremität durch unser physiotherapeutisches Team behandelt und beübt. Die krankengymnastische Übungsbehandlung hat in der postoperativen Therapie einen hohen Stellenwert! Regelmäßige Anwendungen (2-3x/Woche) nach dem folgenden Schema werden allen Patienten für die ersten sechs Wochen empfohlen:

- Für insgesamt 14 Tage beträgt die Belastung für das operierte Bein 20% des Körpergewichts und die passive Beugelimitierung 60° bei Schäden im Femorotibialgelenk bzw. 30° im Patellofemoralgelenk.
- In den postoperativen Wochen drei und vier wird die Belastung auf 50% des Körpergewichts gesteigert. Die Beugung darf nun auch in den Gradzahlen der Vorwochen aktiv durchgeführt werden.
- In den postoperativen Wochen fünf und sechs erfolgt der schrittweise Übergang in die Vollbelastung. Bei Schäden im Patellofemoralgelenk ist dieser Übergang zügig zu erreichen, bei Transplantationen im Femorotibialgelenk sollte die Belastung alle drei Tage um 25% bis zur Vollbelastung gesteigert werden. Entlastungorthesen (zum Beispiel die unloader one-Orthese der Firma Össur) können sich in dieser Phase als sehr hilfreich erweisen, da sie den Patienten auch aus psychologischer Sicht helfen, nun das volle Körpergewicht auf das operierte Bein zu bringen.

Eine Anschlussheilbehandlung nach ca. sechs Wochen zur Stabilisierung und Kräftigung des Beines ist wünschenswert. Wir stellen alle unsere transplantierten Patienten ca. vier Wochen nach Transplantation unserem Rehabilitationsmediziner im OrthopädieZentrum Maschen vor, um eine Anschlussheilbehandlung einleiten zu können. Der weitere Verlauf wird dann durch die Heranführung an die alten Belastungen bei der Arbeit und dem Sport bestimmt und ist individuell abzustimmen. Insgesamt müssen unsere Patienten mit einem Jahr Nachbehandlungszeit rechnen, um wieder ihre alten Belastungen ausüben zu können.

Seit August 2017 wurden bisher 18 Patienten mit der körpereigenen dreidimensionalen Knorpelzelltransplantation in der ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg versorgt. Die Zahl der Patienten wird aber – so lassen es die Patientenfragen vermuten – weiter steigen. Die ersten Ergebnisse ein Jahr nach Transplantation sind sehr positiv, bisher sind alle Patienten schmerzfrei und voll funktionsfähig. Viele Patienten üben ihren vormaligen Sport wieder problemlos aus oder sind auf einem guten Weg, ihr altes Sportniveau wieder zu erreichen.

**FAZIT:**

Die autologe dreidimensionale Knorpelzelltransplantation ist ein sehr gutes und sicheres Verfahren bei fokalen Knorpelschäden des Kniegelenkes für jüngere Patienten. Bis zu einem Alter von 50 Jahren sollte die M-ACT bei fokalen Knorpelschäden im Kniegelenk bis zu einer Größe von 10 cm<sup>2</sup> standardmäßig durchgeführt werden. Die zunehmende Nachfrage in unserer Praxis nach diesem Verfahren bestätigt ein hohes patientenseitiges Interesse an diesem gelenkerhaltenden Verfahren. Trotz eines Nachbehandlungszeitraumes von ca. einem Jahr und einem strengen Nachbehandlungsregime steht einer erfolgreichen Wiederaufnahme der alten sportlichen Tätigkeit auf dem gleichen Niveau nichts im Wege.

Da dieses Verfahren bei entsprechender Zertifizierung seitens des Operateurs komplett von den gesetzlichen Krankenkassen übernommen wird, steht es jedem Patienten in der ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg zur Verfügung.

**Dr. Alexander Kurme**  
 Facharzt für Orthopädie & Unfallchirurgie  
 Akupunktur, Chirotherapie, Sportmedizin  
 zertifizierter Kniechirurg der DKG  
 ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg  
[www.klinik-fleetinsel.de](http://www.klinik-fleetinsel.de)  
[kurme@klinik-fleetinsel.de](mailto:kurme@klinik-fleetinsel.de)

SAVE THE DATE

# SAVE THE DATE

## 10.11.2018

### 3. UPDATE GELENKCHIRURGIE

10. November 2018  
Tankturm, Heidelberg



## 10.11.2018 3. UPDATE GELENKCHIRURGIE

### Liebe Kolleginnen und Kollegen,

wir freuen uns, Sie im Herbst wieder zu einer Fortbildungsveranstaltung einzuladen, dieses Mal in ein architektonisches Highlight, das Alte Betriebswerk in der Bahnstadt in Heidelberg.

Gemeinsam mit Ihnen möchten wir neue Trends und Entwicklungen in den verschiedenen Gelenkregionen diskutieren. Hat sich die Endoprothetik am Sprunggelenk durchgesetzt, wie kann man sich diagnostisch und dann auch therapeutisch den Problemen um die Patella herum nähern? Gibt es neue Trends in der Hüftendoprothetik? Diese Fragen wollen wir gemeinsam beantworten. Als Ehrengast dürfen wir unseren ehemaligen Praxispartner Prof. Habermeyer begrüßen, der über den aktuellen Stand in der Schulterendoprothetik referiert. Auch die Themen Schulterluxation und Bizepssehne werden vorgestellt.

Im Anschluss an die Referate gibt es wie immer die Möglichkeit, gemeinsam mit den Referenten bei einem Umtrunk und Imbiss die Diskussionen fortzuführen.

Wir freuen uns, Sie erneut in den schönen Räumlichkeiten des Alten Betriebswerks in Heidelberg zu dieser Fortbildungsveranstaltung begrüßen zu dürfen.

#### Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Holger Schmitt/Dr. Sven Lichtenberg  
Prof. Dr. Markus Loew/PD Dr. Gerhard Scheller  
Dr. Wolfram Wenz/Prof. Dr. med. Rudi Bitsch

### PROGRAMM

09:20 Begrüßung

09:30 bis 10:15

Sprunggelenksendoprothetik – Segen oder Fluch?  
(Dr. Wenz)

10:15 bis 11:00

Probleme mit der Patella – was kann man da machen? (Prof. Dr. Schmitt)

11:00 bis 11:30 Pause

11:30 bis 12:15

Rapid Recovery und AMIS Hüfte – neue Begriffe, die es sich zu merken lohnt? (Prof. Bitsch)

12:15 bis 13:00

Was gibt es Neues in der Schulterprothetik?  
(Prof. Habermeyer)

13:00 bis 13:30 Pause

13:30 bis 14:15

Schulterluxation – wann operativ, wann konservativ? (Dr. Lichtenberg)

14:15 bis 15:00

Die lange Bizepssehne – ein Troublemaker in der Schulter? (Prof. Loew)

# Die arthroskopische Therapie von Handgelenkganglien

Von Thomas Geyer, Sigmund Polzer und Steffen Berlet

**Key words:** dorsales Handgelenkganglion, palmares Handgelenkganglion, Handgelenkarthroskopie

**Bei den im Volksmund als „Überbein“ bezeichneten Handgelenkganglien handelt es sich um gutartige Zysten, welche kosmetisch störend sind und gelegentlich Schmerzen verursachen. Aufgrund der häufig auftretenden spontanen Regredienz besteht keine absolute Op-Indikation. Die arthroskopische Resektion stellt allerdings ein einfaches minimal-invasives Verfahren dar, welches im Gegensatz zur offenen Entfernung eine kosmetisch störende Narbenbildung und eine postoperative Bewegungseinschränkung vermeidet.**

Handgelenkganglien sind gutartige zystische Tumoren, die sowohl streck- als auch beugeseitig auftreten. Wahrscheinlich liegt ihr Ursprung in einer mukoiden Degeneration der Gelenkkapsel. Am häufigsten treten dorsale Handgelenkganglien auf Höhe des SL-Komplexes auf (70%). Anatomische Studien haben die Beziehung der streckseitigen Ganglien zur SL-Region mittlerweile genau beschrieben (2) (Abb. 1a und 1b). Die palmaren Handgelenkganglien sind seltener (20%) und gehen meistens vom Radiokarpalgelenk, gelegentlich vom STT-Gelenk aus.

Frauen sind etwas häufiger betroffen als Männer (43/100.000 vs. 25/100.000). Ganglien treten meistens spontan auf und können auch spontan wieder verschwinden. Gelegentlich liegt aber auch eine

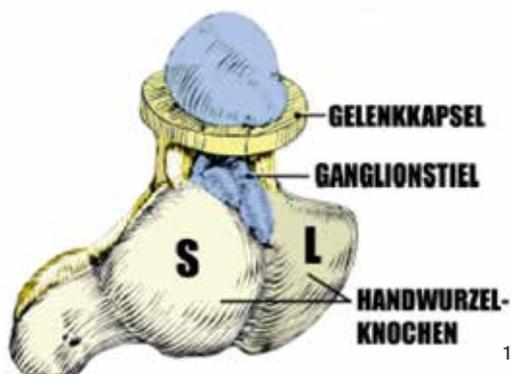
intraartikuläre Ursache zugrunde (SL-Läsion, Gelenkverschleiß).

Die wenigsten Ganglien verursachen Schmerzen, meistens stört das kosmetische Erscheinungsbild (Abb. 2). Nur gelegentlich liegt eine Einschränkung der Extension vor, Schmerzen treten bei endgradiger Streckung und beim Abstützen auf (dorsale Handgelenkganglien). Aufgrund des gutartigen Charakters der Zysten kann immer ein konservativer Therapieversuch erfolgen. Hier kommen die Aspiration mit und ohne Instillation eines Steroidpräparates, aufgrund der spontanen Regredienz aber auch das simple Zuwarten über einen Zeitraum von sechs Monaten in Frage.

Die arthroskopische Resektion stellt ein einfaches minimal-invasives Vorgehen



**Von oben:**  
Dr. Thomas Geyer,  
Dr. Sigmund Polzer,  
Dr. Steffen Berlet



**Abb.1:** Beziehung des dorsalseitigen Ganglions zur SL-Region; (1a) schematisch, (1b) intraoperativ vom 6R-Zugang

**Abb. 2:** dorsales Handgelenkganglion

dar, welches kosmetisch und funktionell sehr gute Ergebnisse erzielt. Die Rezidivrate scheint ähnlich den offenen Verfahren bei ca. 10% zu liegen (3, 7, 13). Die Indikation zur operativen Therapie ist bei erfolgloser konservativer Therapie, persistierenden Schmerzen und inakzeptablem kosmetischen Erscheinungsbild gegeben.

Die Risiken und Komplikationsrate sind bei der arthroskopischen Resektion niedriger als bei den offenen Verfahren (5), bei der arthroskopischen Resektion der palmaren Ganglien gilt es aber die Nähe zur A. radialis und zum N. medianus zu beachten (6).

**OPERATIVE TECHNIK**

Das Ziel der arthroskopischen Therapie ist die vollständige Entfernung der betroffenen Kapselanteile und des vermeintlichen Ganglionstieles. Ein präoperatives MRT ist hierbei zur Operationsplanung hilfreich und wird von uns in den meisten Fällen durchgeführt (Abb. 3). Die Operation erfolgt in den meisten Fällen in Plexusanästhesie. Der Patient befindet sich in Rückenlage, die betroffene Schulter ist in Abduktion gelagert. Über die angelegte Oberarmblutsperrung wird mit der entsprechenden Traktionsvorrichtung ein Zug von 5kg ausgeübt. Zunächst wird der 3/4-Zugang angelegt, je nach Präferenz kann die Arthroskopie trocken oder mit Spülflüssigkeit erfolgen. Es erfolgt zu allererst ein diagnostischer Rundgang zur Evaluation zusätzlicher intraartikulärer Pathologien.

**DORSALES HANDGELENK-GANGLION**

Bei sichtbarem dorsalem Ganglion erfolgt die Anlage eines 6-R-Zuganges und die Einführung der Kamera von dort, über den 3/4-Zugang dann die Resektion des Ganglions und der Gelenkkapsel, bis die Strecksehnen sichtbar sind (Abb. 4) und der Ganglionstiel bzw. die befallenen Kapselanteile entfernt sind. Hierbei gilt es besonders auf zusätzliche SL-Instabilitäten zu achten. Bei der Resektion muss das Septum der Gelenkkapsel zum SL-Band, das sog. DCSS (dorsal capsuloscapholunate septum) respektiert werden. Häufig liegen die Ganglien rein intrakapsulär oder haben Verbindung zum Mediokarpalgelenk. Hierbei ist es hilfreich, das Ganglion mit einer Nadel zu punktieren. Durch das Ganglion kann dann ein direkter radialer mediokarpaler Zugang (MCR) angelegt werden. Die Kamera wird durch den ulnaren mediokarpalen Zugang (MCU) eingeführt. Das Ganglion wird dann sukzessive entfernt – sowohl extra- als auch intraartikulär – bis wieder die Strecksehnen sichtbar sind. Aufgrund der hohen Hitzeentwicklung und der Verletzungsgefahr verzichten wir generell auf thermische Resektionen. Nach vollständiger Resektion des Ganglions erfolgt abschließend ein weiterer diagnostischer Rundgang und Reevaluation insbesondere der SL-Region. Bei Instabilität erfolgt die entsprechende weitere Therapie, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

**RADIOPALMARES HANDGELENK-GANGLION**

Zur Resektion des radiopalmaren Handgelenkganglions befindet sich die Kamera im 3/4-Zugang und der Shaver im 1/2-Portal oder die Kamera im 6R-Zugang und der Shaver im 3/4-Portal je nach Präferenz und Gelenkspaltweite. Der Ganglionstiel ist oft zwischen den palmaren Bändern, dem Lig. radioscaphocapitatum (RSC) und dem Lig. radiolunatum longus (LRL) (Abb. 5). Bei Druck von außen auf das Ganglion entleert sich sichtbar Zysteninhalt ins Gelenk. Mit dem Shaver wird vom Gelenkinneren vorsichtig ein Abfluss zwischen den palmaren Bändern geschaffen. Außerhalb des Gelenkes sollte hier aufgrund der Nähe zur A. radialis und zum N. medianus nicht gearbeitet werden. Eine vollständige Resektion der kompletten Zystenwand ist somit nicht möglich, aber auch nicht erforderlich.

Am Ende werden die Instrumente entfernt und die Haut mit Steristrips oder Einzelknopfnähten verschlossen.

**NACHBEHANDLUNG**

Bei stabilen Bandstrukturen ist keine spezielle postoperative Nachbehandlung erforderlich. Eine schmerzadaptierte Belastung und Bewegung sind unmittelbar postoperativ erlaubt.

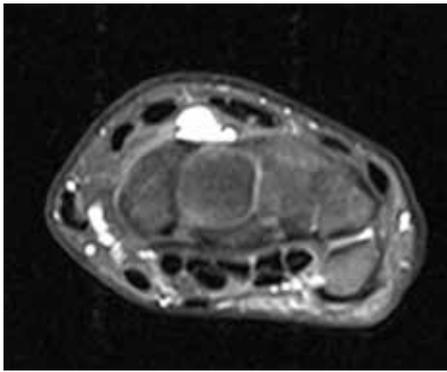


Abb. 3: MRT dorsales Handgelenkganglion



Abb. 4: sichtbare Strecksehnen nach vollständiger Resektion



Abb. 5: Lig. radioscapulohumeral (RSC) und Lig. radiolunatum long. (LRL) vom 3/4-Zugang.

### ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Es existiert eine Vielzahl von konservativen Therapieansätzen wie die Aspiration, Hyaluronsäure- und Steroidinfiltration oder die kurzzeitige Ruhigstellung (18, 20, 21). Eine absolute Therapieindikation besteht aber nicht, da durchaus in nicht wenigen Fällen eine spontane Regression beobachtet werden kann (1, 5). Allen konservativen Therapien gemeinsam ist allerdings eine hohe Rezidivrate, teilweise auch schwerere Komplikationen. Mehrere Autoren betonen deshalb die Überlegenheit der operativen Therapie (21, 22).

Die arthroskopische Therapie und Resektion von Handgelenkganglien vermeidet eine kosmetisch störende Narbenbildung und Bewegungseinschränkung.

Die Komplikationsrate variiert von 0-12%, die häufigsten Komplikationen sind Nervenirritationen (N. rad. sup., N. medianus), Verletzungen der A. radialis und postoperative Hämatome sowie Sehnenverletzungen und Tendovaginitiden. Eine systematische Analyse zeigte eine Komplikationsrate von 6,89%, wobei die Komplikationen bei den palmaren Ganglien überwiegen. Postoperative Infektionen wurden keine beobachtet, ebenso keine Narbenprobleme oder Gelenksteife. Die Rezidivrate scheint ähnlich zu sein wie bei der offenen Ganglionentfernung und variiert von 0-26%.

Fernandez beschreibt eine Rezidivrate bei der arthroskopischen Resektion palmarer Ganglien von 6% (12).

Kang et al. verglichen die Rezidivrate von 72 Patienten ein Jahr nach arthroskopischer bzw. offener Resektion und fanden keine signifikanten Unterschiede. Rocchi et al konnten ebenfalls keine Unterschiede in der Rezidivrate feststellen.

Bei schmerzhaften Ganglien wird über

eine Schmerzfreiheit von 44% nach arthroskopischer Resektion berichtet, bei den meisten durchgeführten Untersuchungen über eine wesentliche Besserung im Zeitraum von zwei Jahren. Hierbei ist zu beachten, dass die meisten Ganglien nur wenig Schmerzen oder nur bei bestimmten Bewegungen Schmerzen verursachen (z.B. Dorsalextension). Des weiteren müssen andere Schmerzursachen und Gelenkverschleiß bei der Auswertung mitbetrachtet werden.

Im Gegensatz zu der offenen Resektion scheint eine postoperative Narbenbildung und Bewegungseinschränkung bei der arthroskopischen Resektion keine Rolle zu spielen.

Hierin ist auch der entscheidende Vorteil der arthroskopischen Ganglionresektion zu sehen. Bei der offenen Resektion zeigt sich immer wieder eine störende und ästhetisch nicht zufriedenstellende Narbenbildung. Dias et al. beschreibt vier empfindliche und keloidartige Narben in seinem Patientenkollektiv (18). Lieder et al. (19) beschreiben sogar in 32% ihrer Patienten eine sensible Narbe, bei 13% eine ausgeprägte Überempfindlichkeit. Bei der Auswertung der arthroskopischen Therapie werden in der Literatur keine Komplikationen oder Probleme, welche die Narbenbildung betreffen, beschrieben (3,7,10,12,14).

Bei der Auswertung von Funktionsscores und der Patientenzufriedenheit zeigten Edwards und Johnson (9) eine deutliche Verbesserung des DASH-Scores, Kang et al. (8) eine deutliche Verbesserung beim Mayo Wrist Score. Eine hohe Patientenzufriedenheit wird bei der Serie von Mathoulin et al. (3) mit 96% angegeben.

Die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit beträgt 10-14 Tage. Mathoulin und Aslani (3, 17) beschreiben sogar eine unmittelbare Wiederaufnahme der Arbeit bei 37% der Patienten.

Nicht alle Handgelenkganglien können arthroskopisch behandelt werden. Einige Autoren verweisen auf technische Schwierigkeiten bei mediokarpalen Ganglien (5,14,18). Rocchi et al (7) zeigte bessere Ergebnisse bei der arthroskopischen Behandlung von palmaren radiokarpalen Ganglien und bessere Ergebnisse bei der offenen Resektion was palmar mediotarpale Handgelenkganglien angeht. Die arthroskopische Behandlung von STT-Ganglien wird auch nicht generell empfohlen (1).

### ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die arthroskopische Resektion von Handgelenkganglien stellt ein einfaches und sicheres minimal-invasives Verfahren dar, welches insbesondere kosmetisch und funktionell sehr gute Ergebnisse erzielt. Bei der Behandlung von radiokarpalen und dorsalen mediokarpalen Ganglien scheint es der offenen Resektion, insbesondere was die Rezidivrate und das Auftreten störender Narben angeht, überlegen. Zusätzlich bietet es den Vorteil, in gleicher Sitzung intraartikuläre Pathologien zu erkennen und zu therapieren.

Literatur bei den Verfassern

**Dr. Thomas Geyer**  
**Dr. Sigmund Polzer**  
**Dr. Steffen Berlet**  
 Praxis für Hand-, Ellenbogen- und Fußchirurgie  
 in der ATOS Klinik Heidelberg  
 geyer@atos.de

Neuer Chefarzt für Schulterchirurgie an der  
ATOS Orthoparc Klinik Köln

# PD Dr. med. Knut Beitzel

**Ab Oktober 2018 ist PD Dr. Knut Beitzel als neuer Chefarzt Schulterchirurgie in der ATOS Orthoparc Klinik Köln tätig. Er wechselt von seiner bisherigen Position als Leitender Oberarzt der Abteilung für Sportorthopädie der Technischen Universität München nach Köln. Hier wird er den Schwerpunkt Schulterchirurgie weiter ausbauen. Das Team der ATOS Orthoparc Klinik wird mit Dr. Beitzel um einen erfahrenen und international renommierten Experten für Schulterchirurgie erweitert.**

Dr. Beitzel freut sich auf die neue Herausforderung: „Die Chance, ein Teil der ATOS Kliniken zu werden, konnte ich nicht vorbeiziehen lassen.“ Er schätzt neben der herausragenden Ausstattung der ATOS Orthoparc Klinik mit einer modernen Ambulanz, einer fortschrittlichen Station und einem voll ausgestatteten OP vor allem die enge Kommunikation mit der radiologischen Abteilung (Röntgen, MRT) sowie mit der Physiotherapie. „Dieser unmittelbare Austausch innerhalb des Teams sowie die klar auf Exzellenz ausgerichtete Strategie der ATOS Gruppe sind für mich unabdingbar für eine erfolgreiche Therapie meiner Patienten. So können wir unseren Patienten individuell die komplette Versorgung aus einer Hand anbieten.“

In den letzten Jahren konnte sich Dr. Beitzel besonders auf die Behandlung von Sportlern – vom Amateur- bis zum Spitzensport – spezialisieren. Sein Spektrum reicht von der Therapie von Instabilitäten und Überlastungsbeschwerden bei jungen Athleten über Sehnenrupturen bei aktiven älteren Patienten bis hin zur gesamten endoprothetischen Versorgung bei fortgeschrittenen Arthrosen. Seine bisherige Tätigkeit an Kliniken der Maximalversorgung und die dort erlangte Erfahrung in der Behandlung komplexer Fälle hat sein klinisches Vorgehen stark geprägt: „Dank dieser Erfahrung lege ich höchsten Wert auf ein standardisiertes und routiniertes Vorgehen, um bei jedem meiner Patienten Komplikationen vermeiden zu können.“

Seine bisherige wissenschaftliche Tätigkeit umfasst mehr als 100 Publikationen in internationalen Zeitschriften und Buchbeiträge. Basis bildet die enge Kooperation mit der TU München und der University of Connecticut (USA), wo er am dortigen Zentrum für Schulterchirurgie ein einjähriges Fellowship absolviert hat. Regelmäßig nimmt er als eingeladener Referent an nationalen und internationalen Fachtagungen teil. Als Mitglied der relevanten Gesellschaften seines Fachs ist er national und international vernetzt und arbeitet aktiv in deren Arbeitsgruppen mit.



PD Dr. med. Knut Beitzel

Seinen Lehrauftrag an der Technischen Universität München wird er weiterhin erfüllen und damit kontinuierlich in die Ausbildung junger Studenten und Ärzte eingebunden sein. Neben der universitären Lehre und Forschung beschäftigt sich Dr. Beitzel intensiv mit der Entwicklung neuer Rehabilitationsstrategien, wobei ihm seine Qualifikation als Sportwissenschaftler ergänzend einen funktionellen Blick ermöglicht. Die optimale Gestaltung des Rehabilitationsprozesses bis hin zum sicheren „Return to Sports“ ist ihm besonders wichtig.

Der passionierte Bergsportler und Skilehrer (DSL) kommentiert seinen räumlichen Wechsel von München nach Köln so: „Die Nähe der Alpen habe ich während der letzten 14 Jahre Tätigkeit in der Schweiz und in Bayern sehr genossen und werde sie sicher vermissen. Andererseits freue ich mich nun, durch die neue berufliche Herausforderung wieder näher an meiner Heimat zu sein.“

Die heutige Medizin entwickelt sich kontinuierlich weiter. Daher sieht Dr. Beitzel seine wissenschaftliche Tätigkeit und aktive Mitgliedschaft in den Gesellschaften als Grundlage, zukunftsweisende und sichere Therapieverfahren anbieten und am Puls der Zeit bleiben zu können. „Die ATOS Kliniken haben schon immer den Ruf gehabt, diese moderne Art der Medizin zu unterstützen.“

Kontakt: [service-opk@atos.de](mailto:service-opk@atos.de)

# Minimalinvasive Bauchwand- und Narbenbruchoperation mit Kunststoffnetzeinlage außerhalb der Bauchhöhle in MILOS Technik

Endoskopisch assistierte Mini- or Less open Sublay Operation

Von Wolfgang Reinpold



Dr. Wolfgang Reinpold

**Key words:** Endoskopische Sublay Operation von Bauchwandhernien, minimal invasive retromuskuläre Netzhernioplastik, Bauchwandhernien, Narbenhernien

**Mit der MILOS-Technik lassen sich Bauchwand- und Narbenhernien mit einer gegenüber den etablierten Verfahren signifikant geringeren Komplikationsrate und Rezidivhäufigkeit operieren, mit meist voller Belastbarkeit der Bauchwand und gutem kosmetischem Ergebnis. Der Autor, Kooperationspartner der ATOS Klinik Fleetinsel in Hamburg, hat über 2.000 Hernieneingriffe in der MILOS-Technik durchgeführt. Er stellt seine Daten und Erfahrungen dazu vor.**

Bauchwand- und Narbenhernien zählen mit 150.000 Eingriffen pro Jahr in Deutschland zu den häufigsten operationspflichtigen Diagnosen. Bei Bauchwand- und Narbenhernien handelt es sich wie bei Leistenbrüchen um krankhafte Öffnungen in der Bauchwand, die nicht von alleine heilen und mit dem Risiko einer Einklemmung von Darm und anderen Eingeweiden behaftet sind, das bei etwa 1 bis 2% pro Jahr liegt.

Hauptursache scheint eine genetisch bedingte Bindegewebsschwäche zu sein. Bei Hernienpatienten finden sich weniger Quervernetzungen der spiralförmigen Kollagenmoleküle, die die Bausteine des Bindegewebes sind. Die Narbenhernie ist weltweit mit 10 bis 30% die häufigste Komplikation nach Bauchoperationen.

Weltweit werden Bauchwand- und Narbenhernien heute mit dauerhaft im Körper verbleibenden Kunststoffnetzen versorgt, mit denen die Rückfallrate im Vergleich zum reinen Nahtverschluss von über 60% auf unter 15% gesenkt werden konnte (1,11,17). Die offene Sublaynetzeinlage nach Rives und Stoppa und die laparoskopische intraperitoneale Onlaynetzhernioplastik (laparoskopische IPOM-Technik = minimalinvasive Netzeinlage in die Bauchhöhle) sind weltweit derzeit die gebräuchlichsten Operationsverfahren bei Bauchwand- und Narbenbrüchen (2-5,9,10,12). Bei der offenen Sublay-Operation wird das stabilisierende Kunststoffnetz über einen großen Hautschnitt außerhalb der Bauchhöhle zwischen dem Bauchfell und der tragenden Bauchwand eingebracht (Abb.1a). Die Sublay-Position



ist für Kunststoffnetze der Bauchwand am günstigsten, weil ein direkter Kontakt zwischen Eingeweiden (Darm!) und Fremdmaterial vermieden wird. Nachteile der offenen Sublay Operation sind der große Hautschnitt mit großer Wundfläche (Abb.1a), starke postoperative Schmerzen und gemäß aktueller Literatur höhere Infektraten.

Trotz des Vorteils der kleinen Hautschnitte ist die laparoskopische IPOM-Operation ein schmerzhaftes Verfahren. Von Nachteil ist die Fremdkörperimplantation von innen auf das Bauchfell, da hierfür immer alle Verwachsungen gelöst werden müssen, wodurch das Risiko von Darmverletzungen erhöht ist. Das Kunststoffnetz in der Bauchhöhle ist ein Risikofaktor für Darmverwachsungen und Eingeweideverletzungen. Zudem muss das Implantat immer mit vielen Staplern, Clips, Tackern oder durchgreifenden Nähten auf dem schmerzempfindlichen Bauchfell befestigt werden (6-9) (Abb. 1b), wodurch die Gefahr einer Nervenschädigung mit akuten und chronischen Schmerzen besteht. Bei der laparoskopischen IPOM-Technik müssen immer Kunststoffnetze verwendet werden, die auf der den Eingeweiden zugewandten Seite mit einer Substanz beschichtet sind, die das Risiko von Verwachsungen mit dem Darm verringert. Erneute Baucheingriffe nach IPOM-Operation haben gezeigt, dass alle heute

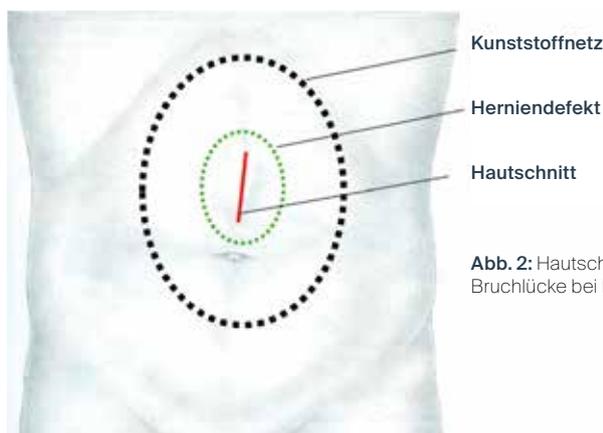


Abb. 2: Hautschnitt von 2 bis 6cm direkt über der Bruchlücke bei MILOS Operation

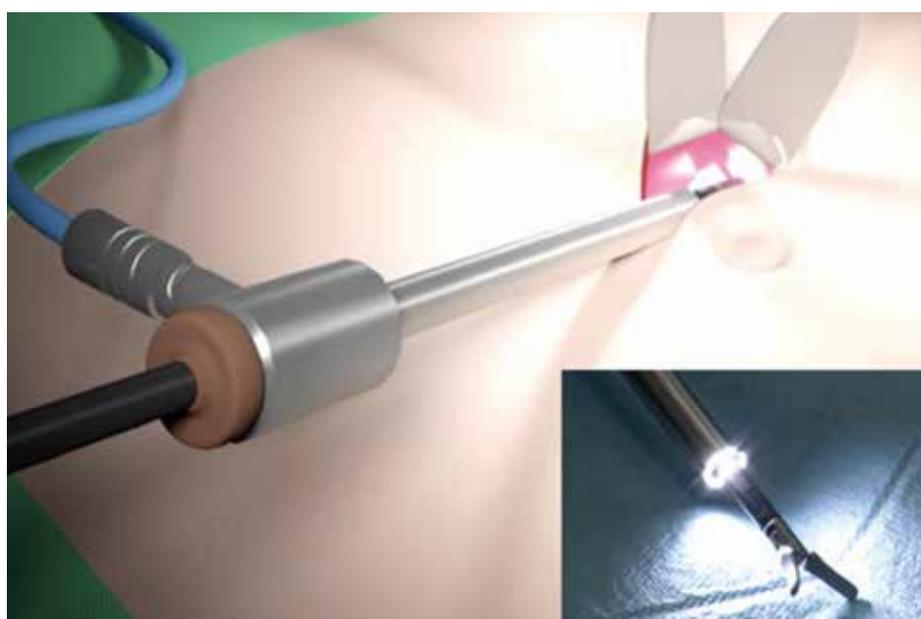


Abb. 3: Mini-offene Präparation durch Bruchlücke unter direkter Sicht mit laparoskopischer Pinzettensange und aufgestecktem Lichtrohr (Endotorch TM). Die Bauchwand wird mit Wundhaken angehoben.

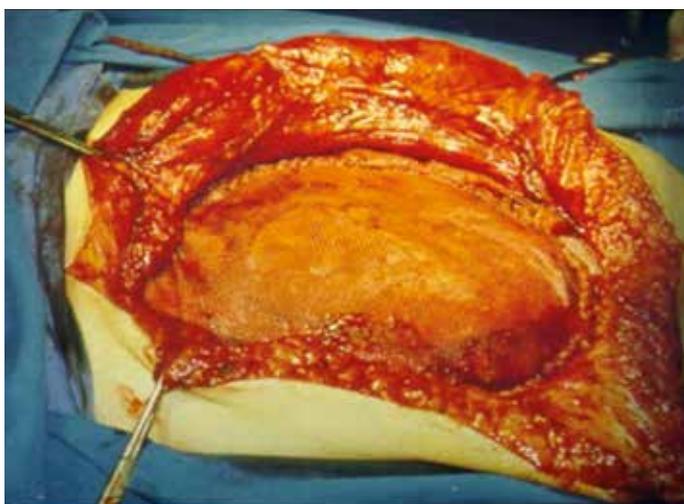


Abb. 1a: Große Wunde bei offener Sublay Operation

Abb. 1b (links): Röntgenbild nach laparoskopischer IPOM Operation einer Bauchwandhernie mit ausgedehnter Tackerbefestigung eines Kunststoffnetzes

verwendeten IPOM-Netze zu ausgeprägten Verwachsungen führen können und keinen sicheren Schutz gegen Verwachsungen bieten. Da die Bruchlücke bei der laparoskopischen IPOM-Technik oft nicht verschlossen, sondern von der Kunststoffprothese nur überbrückt wird, bildet sich die Bruchvorwölbung oft nur langsam oder gar nicht zurück. Aktuelle Daten aus dem deutschen Hernienregister „Hernia-med“ zeigen ein Jahr nach laparoskopischer IPOM-Narbenbruchoperation mehr Eingeweideverletzungen und Rezidive als nach offener Sublayoperation, aber weniger Infektionen. Die chronische Schmerzrate ist bei beiden Verfahren etwa gleich hoch.



**Abb. 4a:** EMILOS Operation mit Standardtrokaren. CO2 Gas im Raum außerhalb der Bauchhöhle zwischen dem Bauchfell und der tragenden Bauchwand. Die Wunde über der Bruchlücke ist mit einem Folientrokar gasdicht versiegelt. Die Optik wird über den 10mm Port in der Mitte (orangene Kappe) eingeführt. Zwei 5mm Arbeitstrokare links und rechts

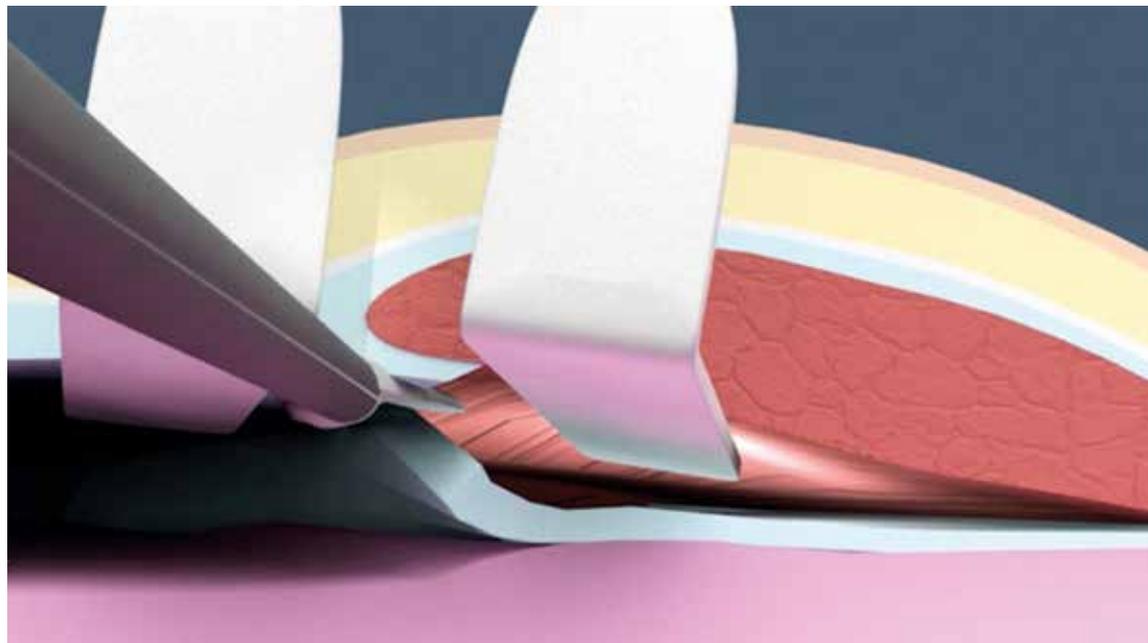


**Abb. 4b:** EMILOS Operation mit Single Port

## DIE MILOS TECHNIK UND UNSERE ERGEBNISSE

Aufgrund der Nachteile der etablierten Bauchwand- und Narbenbruchoperationsverfahren haben wir neue Techniken entwickelt, die bei Bauchwand- und Narbenhernien die minimalinvasive Kunststoffnetzimplantation außerhalb der Bauchhöhle ermöglichen (15-17). Auf diesem Gebiet sind wir derzeit weltführend. Bei allen Bauchwand-, Nabel- und Narbenhernien streben wir eine Versorgung in minimalinvasiver Sublaytechnik (MILOS- oder EMILOS Technik, s.u.) mit anatomiegerechter Rekonstruktion der Bauchwand an. Ausnahmen sind kleine Hernien mit einem Bruchpfortendurchmesser unter 2cm, bei denen ein Nahtverschluss erfolgt, sowie riesige Bauchwandhernien. Jede MILOS-Operation beginnt mit einem kleinem Hautschnitt direkt über dem Zentrum des Herniendefektes (Abb.2). Der Hautschnitt hat eine maximale Länge von einem Viertel des größten Netzdurchmessers. Bei einem Hautschnitt von 2 bis 6cm sprechen wir von einer „mini-open“, bei einem Schnitt von >6 bis 12cm von einer „less-open“ MILOS Operation. Der Eingriff erfolgt durch die Bruchlücke ringsherum (= transhernial), was den Vorteil hat, dass intakte Bauchwandstrukturen nicht geschädigt werden. Die Präparation erfolgt zunächst mini-offen unter direkter Sicht mit laparoskopischen Instrumenten, die mit einem von uns und der Firma Wolf entwickelten Lichtrohr bestückt sind (Endtorch®; Abb.3). Anschließend kann die Präparation unter endoskopischer Sicht erfolgen. Nach Präparation eines mindestens 8 cm

**Abb. 5:** Das hintere Blatt der Bindegewebshülle des geraden Bauchmuskels wird ober- und unterhalb der Bruchlücke links und rechts (in allen vier Quadranten) längs eingeschnitten, um das Netzlager zu präparieren.



großen Raumes zwischen Bauchfell und tragender Bauchwand, gasdichtem Abdichten der Wunde, CO<sub>2</sub>-Gaseinleitung und Trokarplatzierung kann die Operation als endoskopische MILOS Operation, abgekürzt EMILOS Operation, fortgesetzt werden (Abb.4a und 4b). Da die Operation immer komplett außerhalb der Bauchhöhle erfolgt, wird der Eingriff in Fachkreisen in Analogie zur minimalinvasiven total extraperitonealen Leistenbruchoperation (TEP Operation der Leiste) auch als endoskopische total extraperitoneale Bauchwandhernienoperation (TEP der Bauchwand) bezeichnet.

Die EMILOS Operation kann mit Standardtrokaren (Abb.4a) oder transhernialem Singleport (Abb.4b) erfolgen (15,17).

Die MILOS-Technik ermöglicht die außerhalb der Bauchhöhle gelegene Präparation der ganzen Bauchwand. Bei entsprechendem Bruchbefund können sehr große Kunststoffnetze über kleine Hautschnitte implantiert werden.

**DIE OPERATIONSCHRITTE:**

1. Kleiner Hautschnitt über dem Zentrum des Herniendefekts (Abb. 2).
2. Bruchsackpräparation.
3. Sparsame Bruchsackeröffnung für diagnostische Inspektion der Bauchhöhle oder Laparoskopie.
4. Bruchsackentfernung.
5. Darstellen der Bruchlücke.
6. Präparation zwischen Bauchfell und tragender Bauchwand (= extraperitoneal) um die Bruchlücke ringsherum mit laparoskopischen Standardinst-

7. Längseinschneiden des hinteren Blatts der Bindegewebshülle des geraden Bauchmuskels (hintere Rektusscheide) in allen vier Quadranten entsprechend der geplanten Netzgröße (Abb.5).
8. Mit dem Nahtverschluss des Bauchfells wird die Bauchhöhle verschlossen (Abb. 6).
9. Durch die Bruchlücke Einbringen des Kunststoffnetzes außerhalb der Bauchhöhle zwischen Bauchfell und tragender Bauchwand (=extraperitoneal). Zur Vermeidung von Wiederholungsbrüchen sollte das Kunststoffnetz die Bruchlücke je nach Bruchlückengröße ringsherum mindestens 5 bis 7cm unterfüttern (Abb.6). Eine Netzbefestigung ist nicht erforderlich, da der Bauchinnendruck das Netz an der tragenden Bauchwand befestigt. Da eine Netzbefestigung durch Krampen, Tacker und Nähte entfällt, ist das Risiko akuter und chronischer Schmerzen minimal. Wir verwenden modernste großporige Qualitätskunststoffnetze aus Polypropylen oder Polyvinylidenfluorid.
10. Nach Einlage und faltenfreier Ausbreitung des Netzes zwischen Bauchfell und tragender Bauchwand erfolgt der Nahtverschluss der Bruchlücke

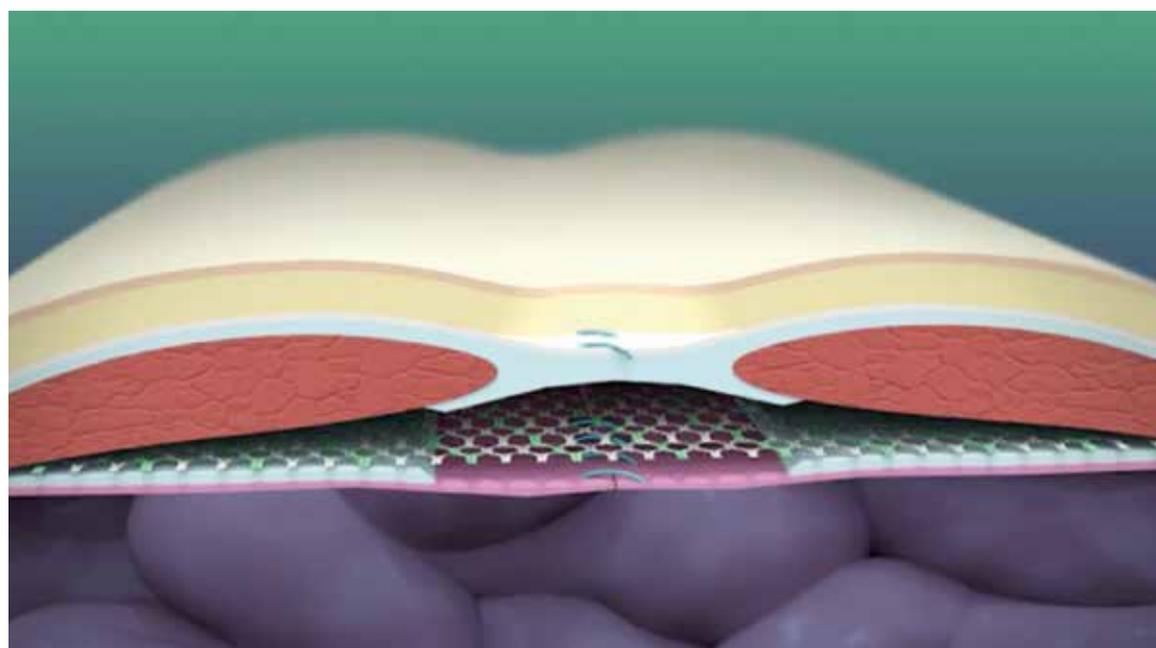
(Abb.6). Die normale Anatomie der Bauchwand ist damit wiederhergestellt.

Die MILOS-Technik ist für alle Bauchwand- und Narbenbrüche, also auch für Flankenbrüche geeignet. Bei großen Narbenhernien erfolgt die Operation in „less-open“ Technik (Hautinzision 6 bis 12cm).

**BEHANDLUNG SCHMERZHAFTER REKTUSDIASTASEN NACH SCHWANGERSCHAFTEN**

Auch schmerzhafte Rektusdiastasen, die mit Nabel- und Bauchwandbrüchen einhergehen, können mit der minimalinvasiven MILOS Technik sehr gut versorgt werden. Schmerzhafte Rektusdiastasen treten besonders häufig bei Frauen nach Schwangerschaften auf. Es handelt sich um ein krankhaftes Auseinanderweichen der geraden Bauchmuskeln in der Mittellinie. Die MILOS Technik ermöglicht auch hier die anatomiegerechte Wiederherstellung und volle Belastbarkeit der Bauchwand mit sehr gutem kosmetischem Ergebnis.

Vom Januar 2010 bis August 2018 haben wir 1.148 MILOS-Operationen bei Narbenhernien durchgeführt. Im gleichen Zeitraum wurden über 800 Patienten mit primären Bauchwandhernien in der MILOS-Technik versorgt. Die Daten aller MILOS Operationen wurden im Deutschen Hernienregister „Herniamed“ dokumentiert. Der postoperative Schmerzmittelbedarf ist vergleichsweise gering. Auch bei großen Narbenhernien ist ein periduraler Schmerzkatheter verzichtbar.



**Abb. 6:** Das Netz liegt außerhalb der Bauchhöhle und unterfüttert den inzwischen durch Naht verschlossenen Herniendefekt ringsherum mit einem Radius von mindestens 5 bis 7 cm. Die Bauchhöhle ist durch Naht des Bauchfells verschlossen.

Bei sehr großen Narbenbruchoperationen kann die MILOS Technik mit allen Formen der Komponentenseparation kombiniert werden. Hierbei handelt es sich um entlastende Einschnitte/Kerbungen der lateralen Bauchwand. Bei 72 Patienten mit sehr großen Narbenbrüchen war zum spannungsarmen anatomiegerechten Verschluss des Bruchdefektes eine MILOS-Operation mit zusätzlicher posteriorer Komponentenseparation erforderlich. Die durchschnittliche Operationszeit von MILOS-Narbenhernienoperationen ist mit 102 Minuten etwas länger als bei der offenen Sublay- (95 min.) und der laparoskopischen IPOM-Operation (82 min.). Im Vergleich mit aktuellen Literatur- und Registerdaten sind die Komplikationsraten der MILOS-Narbenbruchoperationen sehr niedrig (Tab. 1 und 2).

Ein große prospektive Studie des Deutschen Hernienregisters „Herniated“, bei der unsere ersten 600 MILOS Narbenbruchoperationen mit jeweils 600 offenen Sublay- und laparoskopischen IPOM Narbenbruchoperationen anderer Einrichtungen verglichen wurden, zeigte nach der MILOS Operation deutlich weniger Organverletzungen, Blutungen, Nachblutungen, Infektionen, Wundheilungsstörungen, Wiederholungsoperationen, Allgemeinkomplikationen und akute Schmerzen. Ein und fünf Jahre nach der MILOS Operation fanden sich viel weniger Wiederholungsbrüche und die Patienten litten viel seltener unter chronischen Ruhe- und Belastungsschmerzen. Auch waren die Schmerzen viel seltener Therapie bedürftig. Die Studie wurde Anfang des Jahres in der renommiertesten chirurgischen Fachzeitschrift der Welt den Annals of Surgery publiziert (17).

	MILOS-Narbenhernienoperationen % (n=1148)	Alle Narbenhernienoperationen Herniated % (n=47.458)
<b>Keine Komplikationen</b>	<b>96,3</b>	<b>86,0</b>
<b>Komplikationen gesamt</b>	<b>4,7</b>	<b>14,0</b>
<b>Chirurgische Komplikationen:</b>	<b>3,1</b>	<b>9,6</b>
Blutung / Nachblutung	1,0	1,9
Darmverletzung / Nahtinsuffizienz	0,2	0,5
Wundheilungsstörung	0,3	0,7
Serom	0,9	4,1
Infektion	0,3	1,2
Ileus	0,4	1,2
<b>Revisionsoperationen</b>	<b>0,9</b>	<b>4,1</b>
Allgemeine Komplikationen	1,6	4,1
Mortalität	0,0	0,3

Tab. 1: Eigene MILOS-Narbenhernienoperationen (n = 1148) vs. alle Narbenhernien Herniated-Register (47.458)

	MILOS-Narbenhernienoperationen % (n=1044)	Narbenhernienoperationen Herniated % (n=37.997)
Rezidiv nach einem Jahr	1,4	5,4
Chronischer Ruheschmerz	3,8	9,4
Chronischer Belastungsschmerz	6,6	16,8
Therapie bedürftiger chron. Schmerz	2,6	7,6

Tab. 2: Eigene MILOS-Narbenhernienoperationen (n = 1.044) vs. alle Narbenhernien Herniated-Register (n=37.997) mit Follow-up von 1 Jahr



Abb. 7 (links): Junge Frau mit 3cm großer Narbenhernie nach Nahtverschluss einer Nabelhernie. MILOS-Operation mit 3 mm Instrumenten, 5mm Optik und 2 cm Inzision. Inplantation eines 15 x15 cm Standardkunststoffnetz.

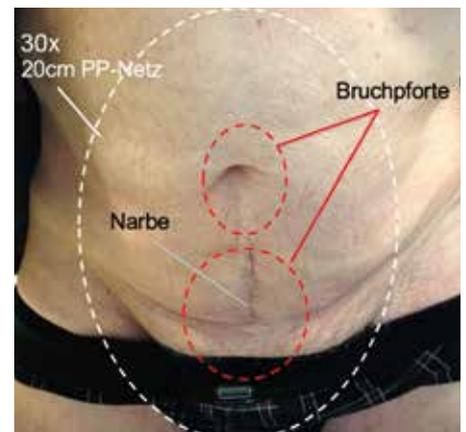


Abb. 8 (rechts): Bauchwand nach MILOS-Operation eines 4. Narbenhernienrezidivs nach offener Prostataresektion: gekammerter 15 x 9 cm Herniendefekt rot gestrichelt markiert. 30 x 20 cm Polypropylen-netz weiß gestrichelt.

**ZUSAMMENFASSUNG:**

Unsere Erfahrung mit über 2.000 MILOS-Operationen bei Bauchwand- und Narbenbrüchen, die alle im Deutschen Hernienregister „Herniamed“ dokumentiert sind, zeigt sehr niedrige Komplikationsraten. Die MILOS Technik bietet folgende Vorteile:

1. Minimalinvasive Implantation von Standardkunststoffnetzen außerhalb der Bauchhöhle mit Schonung intakter Bauchwandstrukturen
2. Nervenschonung durch Verzicht auf eine traumatische Netzbefestigung
3. Bruchlückenverschluss und anatomiegerechte Rekonstruktion der Bauchwand.
4. Eine große prospektive Studie des Deutschen Hernienregisters „Herniamed“ (17) zeigt bei der MILOS-Operation im Vergleich mit den etablierten Operationsverfahren signifikant weniger Komplikationen, chronische Schmerzen und Wiederholungsbrüche

5. Nach MILOS Operationen ist die Bauchwand i.d.R. wieder voll belastbar.
6. Die Kosmetik nach MILOS Operation ist meistens sehr gut.
7. Die MILOS-Technik ermöglicht die minimalinvasive Versorgung von symptomatischen Rektusdiastasen
8. Die MILOS-Technik kann bei sehr großen Bauchwandbrüchen mit der endoskopischen anterioren und posterioren Komponentenseparation kombiniert werden.

**FAZIT:**

Die MILOS Operation gilt derzeit als schonendstes Operationsverfahren bei Bauchwand- und Narbenbrüchen. Die MILOS-Technik ist anspruchsvoll und sollte spezialisierten Einrichtungen vorbehalten sein. In Hamburg wird die MILOS Operation in der ATOS Klinik Fleetinsel und im Referenzzentrum am Wilhelmsburger Krankenhaus Groß Sand angeboten.

Unser Konzept der minimalinvasiven, außerhalb der Bauchhöhle gelegenen Kunststoffnetzeinlage bei Bauchwandbrüchen ist derzeit auf nationalen und internationalen Fachkongressen wegen der Nachteile der herkömmlichen Operationstechniken und den sehr guten Ergebnissen der MILOS Operation stets eines der Hauptthemen.

**Dr. Wolfgang Reinbold**

Leitender Arzt der Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie Schwerpunkt Hernienchirurgie ATOS Klinik Fleetinsel.  
 Chefarzt der Chirurgischen Abteilung und Referenzzentrum für Hernienchirurgie, Wilhelmsburger Krankenhaus Groß-Sand  
 dr.reinbold@klinik-fleetinsel.de

**Literatur:**

1. Use of marlex mesh in the repair of incisional hernias. Usher FC, Ochsenner J, Tuttle LL Jr. Am Surg. 1958 Dec;24(12):969-74.
2. Treatment of large eventrations (apropos of 133 cases). Rives J, Pire JC, Flament JB, Convers G.,Minerva Chir. 1977 Jun 15;32(11):749-56.
3. Prosthetic surgical treatment of inguinal hernias. Parietalization of the spermatic cord. Stoppa R, Warlaumont C, Chantriaux JF. Presse Med. 1984 Oct 27;13(38):2317-8.
4. The use of Dacron in the repair of hernias of the groin. Stoppa RE, Rives JL, Warlaumont CR, Palot JP, Verhaeghe PJ, Delattre JF. Surg Clin North Am. 1984 Apr;64(2):269-85.
5. Narbenhernie – Wie ist zu verfahren? Chirurgische Standardversorgung. Conze J, Binnebösel M, Junge K, Schumpelick V. Chirur. 2010 Mar;81(3):192-200.
6. Meta-analysis of randomized controlled trials comparing open and laparoscopic ventral and incisional hernia repair with mesh. Forbes SS, Eskicioglu C, McLeod RS, Okrainec A. Br J Surg. 2009 Aug;96(8):851-8.
7. Laparoscopic versus open repair of incisional/ventral hernia: a meta-analysis. Sajid MS, Bokhari SA, Mallick AS, Cheek E, Baig MK., Am J Surg. 2009 Jan;197(1):64-72. Epub 2008 Jul 9. Review.
8. Open versus laparoscopic incisional hernia repair: something different from a meta-analysis. Kapischke M, Schulz T, Schipper T, Tensfeldt J, Caliebe A.,Surg Endosc. 2008 Oct;22(10):2251-60. Epub 2008 Mar 5. Review
9. Classification of primary and incisional abdominal wall hernias. Muysoms FE, Miserez M, Berrevoet F, Campanelli G, Champault GG, Chelala E, Dietz UA, Eker HH, El Nakadi I, Hauters P, Hidalgo Pascual M, Hoferlin A, Klinge U, Montgomery A, Simmermacher RK, Simons MP, Smietański M, Sommeling C, Tollens T, Vierendeels T, Kingsnorth A. Hernia. 2009 Aug;13(4):407-14. Epub 2009 Jun 3.
10. Retromuscular alloplasty of large scar hernias: a simple staple attachment technique. Amid PK, Lichtenstein IL, Chirur. 1996 Jun;67(6):648-52
11. Laparoscopic component separation in the single-stage treatment of infected abdominal wall prosthetic removal. Rosen MJ, Jin J, McGee MF, Williams C, Marks J, Ponsky JL.,Hernia. 2007 Oct;11(5):435-40. Epub 2007 Jul 24.
12. Open surgical procedures for incisional hernias. den Hartog D, Dur AH, Tuinebreijer WE, Kreis RW., Cochrane Database Syst Rev. 2008 Jul 16;(3):CD006438. Review
13. Laparoscopic transperitoneal sublay mesh repair: a new technique for the cure of ventral and incisional hernias. Schroeder AD, Debus ES, Schroeder M, Reinbold WM. Surg Endosc. 2013 Feb;27(2):648-54.
14. Guidelines for laparoscopic treatment of ventral and incisional abdominal wall hernias (International Endohernia Society (IEHS)-part 1. Surg Endosc. 2014 Jan;28(1):2-29. Epub 2013 Oct 11. Bittner R, Bingener-Cassey J, Dietz U, Fabian M, Ferzli GS, Fortelny RH, Köckerling F, Kukleta J, Leblanc K, Lomanto D, Misra MC, Bansal VK, Morales-Conde S, Ramshaw B, Reinbold W, Rim S, Rohr M, Schrittwieser R, Simon T, Smietanski M, Stechemesser B, Timoney M, Chowbey P; International Endohernia Society (IEHS).
15. Reinbold W (2015) Endoskopisch totalextraperitonealer transhernialer Sublay –Bauchwand-Hernienverschluss in Single-Port-Technik. In: V. Schumpelick, G. Arit, J. Conze, K. Junge (eds) Hernien, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 301-304.
16. Schroeder AD, Debus ES, Schroeder M, Reinbold WM. Laparoscopic transperitoneal sublay mesh repair: a new technique for the cure of ventral and incisional hernias Surg Endosc. 2013 Feb;27(2):648-54.
17. Reinbold W, Schröder M, Berger C, Nehls J, Schröder A, Hukauf M, Köckerling F, Bittner R. Mini- or Less-open Sublay Operation (MILOS) – a new minimally invasive technique for the extraperitoneal repair of incisional hernias. Ann Surg. 2018 Jan 16. doi: [Epub ahead ofprint]

# Elektrische Vagusnerv-Stimulation: Weniger Anfälle bei Epilepsie

Von Cornelia Bußmann

Plötzlich verharrt Fabian in seiner Bewegung und sackt zu Boden. Dort bleibt er wenige Sekunden bewegungslos liegen. Fabian hatte einen epileptischen Anfall, einen atonischen Anfall, bei dem es zu einem Verlust der Muskelspannung mit kurzer begleitender Bewusstlosigkeit kommt. Fabian ist 14 Jahre alt, die ersten epileptische Anfälle traten bei ihm schon im Alter von drei Jahren auf. Damals erlitt Fabian zunächst tonische Sturzanfälle, bei denen er steif „wie ein Baum“ umfiel. Im Verlauf kamen tonisch-klonische Anfälle (Grand mal) hinzu. Insbesondere die Sturzanfälle gehen mit einem hohen Verletzungsrisiko einher. Fabian erlitt wiederholte Gesichtsverletzungen, auch Kieferbrüche und musste zu seinem eigenen Schutz einen Helm tragen. Er wurde mit neun verschiedenen Medikamenten in unterschiedlichen Kombinationen behandelt, ohne Anfallskontrolle zu erreichen. Vor zwei Jahren erfolgte dann die Implantation eines Vagusnerv-Stimulators (VNS). Seither treten die schweren Sturzanfälle nicht mehr auf, sondern nur noch deutlich mildere atonische Anfälle. Die Frequenz der Grand mal-Anfälle ist halbiert. Fast genauso wichtig für Fabian ist, dass Dosis und Anzahl seiner Medikamente reduziert werden konnten und er weniger unter den Nebenwirkungen leidet.

Ungefähr 30 Prozent aller Kinder mit einer Epilepsie werden mit Medikamenten nicht dauerhaft anfallsfrei. Für einen Teil dieser Kinder kommt eine Hirnoperation (Epilepsiechirurgie) in Frage. Alternative Therapiemöglichkeiten sind eine spezielle Diät (ketogene Diät) oder, wie bei Fabian, die Implantation eines Vagusnerv-Stimulators (VNS). Ziel ist dabei nicht allein die Häufigkeit und Intensität von Anfällen positiv zu beeinflussen, sondern auch die individuelle Lebensqualität.

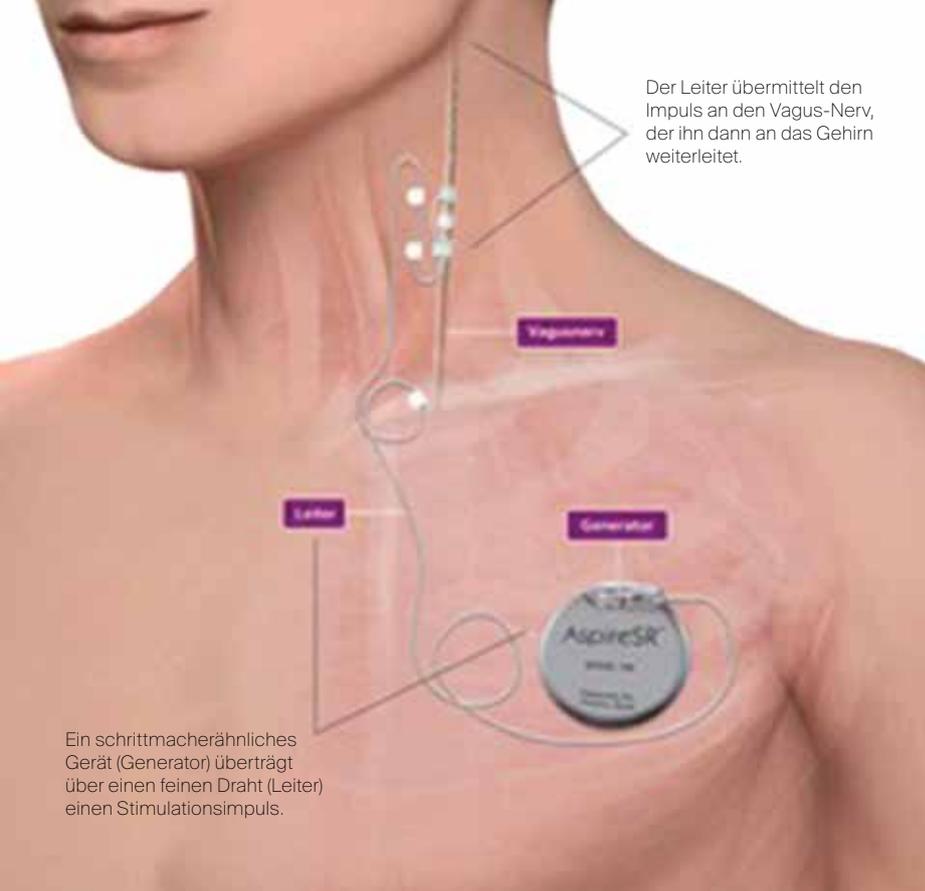
Bei der Vagusnerv-Stimulation wird der linke Vagusnerv über feine Elektroden regelmäßig elektrisch gereizt. Die Impulse werden zum Gehirn weitergeleitet und verändern dort die Aktivität von Nervenzellen. Dies scheint insbesondere diejenigen Regionen im Gehirn positiv zu beeinflussen, die für die Entstehung von Anfällen verantwortlich sind.



Dr. Cornelia Bußmann

## Literatur:

1. Elliott RE, Rodgers SD, Bassani L, Morsi A, Geller E, Carlson C, Devinsky O, Doyle WK: Vagus nerve stimulation for children with treatment-resistant epilepsy: a consecutive series of 141 cases. J Neuro-surg Pediatr 7: 491-500, 2011



Der Leiter übermittelt den Impuls an den Vagus-Nerv, der ihn dann an das Gehirn weiterleitet.

Ein schrittmacherähnliches Gerät (Generator) überträgt über einen feinen Draht (Leiter) einen Stimulationsimpuls.

**Abb. 1:** Lage der Elektrode, des Stimulators und der Kabel im Körper

## „Bei der Vagusnerv-Stimulation wird der linke Vagusnerv über feine Elektroden regelmäßig elektrisch gereizt.“

**Abb. 2:** Die Elektrode und ihre Befestigung



VNS ist in Europa seit 1994 als Zusatztherapie bei Erwachsenen und Kindern über zwölf Jahren mit Epilepsie zugelassen. Auch bei jüngeren Kindern hat sich die Therapie seither als sicher bestätigt. VNS führt zu einer Reduktion der Zahl der Anfälle, zu einer Verkürzung der Anfallslänge und damit zu einer schnelleren Erholung nach einem Anfall.

VNS reduziert bei ungefähr 50% der implantierten Kinder die Anfallsfrequenz um 50%, Anfallsfreiheit wird nur in Einzelfällen erreicht (1). Häufige zusätzlich positive Effekte sind Verbesserung der Stimmung, eine Steigerung der Wachheit und der Gedächtnisleistungen (1). Die Nebenwirkungen sind gering wie z.B. Heiserkeit, Hustenreiz, Kribbelgefühl am Hals und z.T. auch Kurzatmigkeit.

Für die Anlage eines Vagusnerv-Stimulators ist eine kurze Operation unter Narkose erforderlich. Dabei wird eine Elektrode im Halsbereich um den linken Vagusnerv gelegt und befestigt. Das Kabel wird unter der Haut bis zum Schrittmacher geführt, der unter die Haut der Brustwand implantiert wird (wie ein Herzschrittmacher). Die Implantation erfolgt in Heidelberg durch die neurochirurgische Universitätsklinik. Die Einstellung des Stimulators und die weitere Anpassung der Stimulationsparameter im Verlauf werden dann von Frau Dr. Bußmann in der Praxis für Kinderneurologie vorgenommen.

**Dr. Cornelia Bußmann**  
 Fachärztin für Kinder- und Jugendmedizin,  
 Neuropädiatrie  
 Privatpraxis für Kinderneurologie  
 ATOS Klinik Heidelberg  
[www.kinderneurologie-heidelberg.de](http://www.kinderneurologie-heidelberg.de)  
[cornelia.bussmann@atos.de](mailto:cornelia.bussmann@atos.de)

Bilder: LivaNova GmbH

# Venen-Operation – auch nach abgelaufener Thrombose?

Von Darius Sadeghian



Dr. Darius Sadeghian

**Bei drohender Blutung und chronischem venösem Ulkus kann eine operative Behandlung des postthrombotischen Beines notwendig werden. Aus der Praxis für Gefäßerkrankungen der ATOS Klinik Heidelberg wird hier über die erfolgreiche Sanierung eines 80-jährigen Patienten mit blutendem venösem Ulkus und erheblicher Rezidiv-Varikose berichtet, der in der Notaufnahme mit Druckverband nach Hause geschickt wurde.**

Das schmerzhafte chronische Ulkus, welches nicht selten blutet oder keinerlei Heilungstendenz zeigt, ist für den älteren Patienten sehr beängstigend. Die Blutungen sind oft heftig, anhaltend und nicht vorhersehbar.

Die Koinzidenz einer schweren Varikosis mit Verdünnung der Haut, kann bei jeder Bagatellverletzung zur starken venösen Blutung führen. Der ältere Patient ist nicht in der Lage, selbstständig einen adäquaten Druckverband anzulegen, wodurch lebensbedrohliche Situationen entstehen können. Urlaubsreisen und die Teilnahme am sozialen Leben werden aus Vorsicht und Angst häufig vermieden, und die Patienten bewegen sich nur noch im häuslichen Bereich.

Die Zahl der Patienten, die eine therapeutische Blutverdünnung (z.B. Antikoagulation nach Herzkatheter und Stent-Implantation) benötigen, nimmt beständig zu. Somit steigen auch die Häufigkeit und Schwere venösen Blutungen an.

Es gibt minimal-invasive, selektive Operationsmethoden, um die Ausbildung einer oberflächlichen Varikosis zu bremsen. Zusätzlich können bestehende Varizen entfernt werden. Bei ausreichender arterieller Versorgung der Haut wird diese danach abheilen und weniger gestaut sein.

## KASUISTIK:

**Abb. 1:** Männlicher Patient, 80 Jahre, massive Rezidiv-Varikosis am linken Bein. Z.n. Crossektomie und Stripping und unklarer TVT vor Jahren. Kavernöse Veränderungen der Haut mit hoher Blutungsgefahr bei Verletzung.

Nach Oberschenkel- oder Beckenvenen-Thrombose der tiefen Beinvenen bildet sich im Rahmen des sog. Postthrombotischen Syndroms oft eine problematische oberflächliche Varikose auch außerhalb der notwendigen Umgehungsvenen aus. Der permanente venöse Hochdruck im oberflächlichen Venensystem schädigt die Haut und kann nur durch Druck von außen (Kompression durch Strumpf oder Binden) gesenkt werden. Die Abwägung, ob eine operative Therapie möglich ist, erfordert eine langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Phlebochirurgie und der Beurteilung der präoperativen Diagnostik.

**Abb. 2:** Blutendes Ulkus seit zwei Monaten, Z.n. initialer Durchstechung und Kompressionstherapie.

Vor der operativen Sanierung müssen die arterielle Durchblutung und der venöse Rückstrom des betroffenen Beines mittels Farbduplexsonographie oder

MRT-Angiographie abgeklärt werden, da sonst eine postoperative Komplikation i.S. einer Wundheilungsstörung oder eine Chronifizierung des Ulcus cruris resultieren kann. Bei Schrittmacherträgern kann die CT-Angiographie notwendig sein.

**Abb. 3 und 4:** Postoperativ werden die Pflasterverbände durch den Kompressionsstrumpf geschützt. Der Patient ist voll mobil und kommt zum Verbandswechsel von Zuhause mit dem eigenen PKW.

Nach Abheilung der Wunden, ist ein regelmäßiger Verbandswechsel des Ulkus erforderlich. Der Kompressionsstrumpf der Klasse 2 muss weiterhin tagsüber getragen werden. Falls der Patient alleine nicht in der Lage ist, den Strumpf anzuziehen, kann eine Anziehhilfe verwendet werden.

**Dr. Darius Sadeghian**  
Gefäßchirurg und Phlebologe  
Zentrum für Gefäßerkrankungen und Präventivmedizin  
**Dr. Heckmann, Dr. Zwertler,  
Dr. Rieger und Dr. Sadeghian**  
ATOS Klinik Heidelberg  
Darius.sadeghian@atos.de

**"Es gibt minimal-invasive, selektive Operationsmethoden, um die Ausbildung einer oberflächlichen Varikosis zu bremsen."**



Abb. 1 (links)  
Abb. 2 (rechts)



Abb. 3 (links)  
Abb. 4 (rechts)

# Die Medizinische Kräftigungstherapie

Das effiziente und erfolgreiche Therapiekonzept an der Wirbelsäule

Von Bernd Sigl und Frank Martetschläger

**Das ambulante Rehabilitationszentrum für die Wirbelsäule in der ATOS-Klinik setzt seit 28 Jahren die Medizinische Kräftigungstherapie bei Rückenbeschwerden ein und verfügt daher über umfangreiche Erfahrungen mit diesem Therapiesystem. Während dieser Zeit wurden ca. 32.000 Patienten diagnostiziert bzw. therapiert.**

Erkrankungen des Rückens und der Wirbelsäule sind eine große medizinische und gesundheitsökonomische Herausforderung. Dies ist begründet durch:

- die hohe Prävalenz dieser Erkrankung
- den oft rezidivierenden bzw. chronischen Verlauf
- den hohen Anteil an Arbeitsunfähigkeit, Krankenhausaufenthalten und Frühberentungen.
- die hohen direkten und indirekten Krankheitskosten
- das Fehlen verbindlicher Vorsorge- und Behandlungsstrategien
- den Zusammenhang dieser Erkrankung mit dem Lebensstil des Patienten.

Die Krankenversicherungen klagen über jährliche Zahlungen von fast 50 Milliarden Euro allein für Rückenleiden, eine Zahl, die sich in den letzten Jahren verdoppelt hat bei weiter stark steigender Tendenz. Aufgrund des Kostenproblems begann man in den USA bereits 1972 an der Universität von Florida, Gainesville, sich intensiv mit dem Problem des Rückenschmerzes zu befassen.

Es besteht ein wissenschaftlich eindeutig bewiesener Zusammenhang zwischen der Schwäche der tiefliegenden die Wirbelsäule stabilisierenden Muskulatur und des chronischen Rückenschmerz-Syndroms. Seit 1988 erfolgt die Umsetzung dieser Erkenntnis in die

Praxis der Funktionsdiagnostik und Therapie von Wirbelsäulenerkrankungen. In vielen Ländern entstehen Behandlungszentren, teilweise unter Modifizierung der Methodik und der zum Einsatz kommenden Geräte.

## DIE STATIK DER WIRBELSÄULE

Die Wirbelsäule ist im Alltag sehr hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Dabei können für die Bandscheibe erhöhte Punktbelastungen entstehen, die als Hauptschmerzquelle angesehen werden. Um diese Belastungen exakt zu definieren, wurden Druckbelastungen mittels einer flexiblen Sonde in der Bandscheibe L4-L5 in vivo in der ATOS-Klinik durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden, weltweit erstmalig, telemetrisch übertragen. Die Ergebnisse der einwirkenden Kräfte auf die Wirbelsäule verdeutlicht folgende Tabelle (1).

Diesen enormen Druckverhältnissen von 23 bar steht die Wirbelsäule ohne Muskulatur mit einer Stabilität von nur 0,1 bar gegenüber. Jede Schonung oder Entlastung schwächt die Wirbelsäule und führt schleichend zu einer „Dekonditionierung“. Schließlich verliert das Muskelkorsett schmerzbedingt die Fähigkeit der Wirbelsäule den notwendigen Halt zu geben. Blockaden in den Wirbelgelenken sind der verzweifelte Versuch der Wirbelsäule, sich selbst zu stabilisieren



**Von oben:**  
Bernd Sigl,  
PD Dr. Frank Martetschläger



## DIE LÖSUNGEN

Entscheidendes Ziel einer professionellen Therapie im Bereich der Hals- und Lendenwirbelsäule ist die Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeiten, speziell der Kraft, der Beweglichkeit und der muskulären Ausdauer. Die aktive „Rekonditionierung“ gilt immer mehr als die entscheidende prä- und postoperative oder gar operationsverhindernde Behandlungsmethode.

Die tiefen autochthonen Muskeln, welche die Wirbelsäule stabilisieren, sind sehr klein und von den großen Gesäß- und Beinmuskeln umgeben (Abb.1). Möchte man die kleinen Rückenmuskeln trainieren, muss man sie isolieren und die großen Nachbarmuskeln ausschalten. Wenn dies gelingt, dann kann man selbst hochtrainierten Sportlern deutliche Defizite im Bereich der tiefen autochthonen Rückenmuskulatur nachweisen.

Bei der Durchführung einer Kräftigungstherapie an der Wirbelsäule benötigt

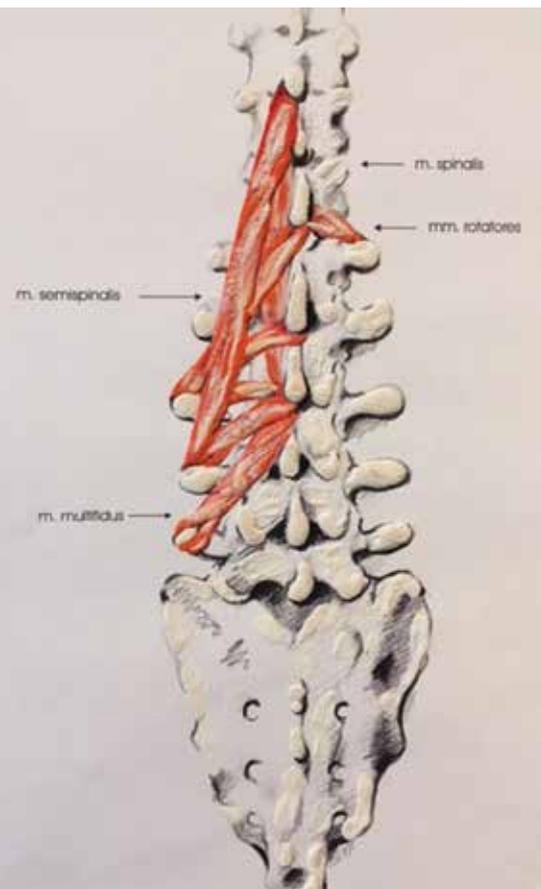


Abb. 1: Die autochthonen Rückenmuskeln

**Der telemetrisch gemessene, axiale Druck in der Bandscheibe bei folgenden Tätigkeiten**

Rückenlage	1,0 bar
Sitzen, entspannt	3,0 bar
Stehen	5,0 bar
Gerade sitzen	5,5 bar
Jogging	9,5 bar
Zähneputzen	11,0 bar
Staubsaugen	11,5 bar
Seilspringen, Trampolin	19,0 bar
Bierkiste heben	23,0 bar

Tabelle 1

man spezielle Geräte, die weder die Gelenke noch die Bandscheibe belasten, aber trotzdem eine sehr muskelstimulierende Wirkung haben. Für eine seriös durchgeführte Kräftigungstherapie sind aufwendige technische Voraussetzungen notwendig.

**DAS BEHANDLUNGSPRINZIP**

Eine sichere Therapie und eine wissenschaftliche Diagnostik der Lumbalextensoren ist nur dann möglich, wenn mindestens folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

**1. Die Isolation der zu messenden Muskulatur**

Um die tiefe Muskulatur der Wirbelsäule zu kräftigen, muss das Becken vollständig fixiert sein. Nur so kann die starke Gluteal- und ischiocrurale Muskulatur

ausgeschaltet werden. Eine Rekonditionierung der lumbalen Extensormuskeln ist nur bei fixiertem Becken möglich. Da dies gerätetechnisch bisher nicht möglich war, blieb der Erfolg aus.

**2. Die Elimination der Störgröße Körpermasse.**

Bedingt durch das Körpergewicht des Patienten ergeben sich auf den einzelnen Messpositionen Vor- bzw. Nachteile. Daher muss die Körpermasse während der gesamten Bewegungsamplitude gegengewichtet werden. Die Gravitation hat keinen Einfluss auf das Messergebnis.

**3. Sich verändernder Widerstand**

Der mechanische Widerstand der Therapiegeräte muss sich während der Bewegung verändern und der jeweiligen physiologischen Kraftkurve des Muskels möglichst optimal entsprechen.

**4. Gradweise Therapie**

In Abhängigkeit von den Beschwerden, der Anthropometrie und der Diagnose des Patienten muss die Therapie gradweise möglich sein.

**DER THERAPIEABLAUF**

Nach einer eingehenden orthopädischen Untersuchung, um mögliche Kontraindikationen auszuschließen, erstreckt sich eine Therapie über ca. 18 Sitzungen, etwa 1-2mal pro Woche.

Jede Sitzung erfolgt in Einzelbehandlung durch speziell ausgebildete Therapeuten. Die Qualitätskontrolle der Therapieeinrichtungen unterliegt der Gesellschaft für medizinische Kräftigungstherapie (GMKT).

**ERGEBNISSE**

In den letzten Jahren hat sich die Medizinische Kräftigungstherapie weltweit ausgebreitet und fest etabliert. Die international erzielten Ergebnisse in den vielen Praxen für medizinische Kräftigungstherapie spiegeln sich in unseren Untersuchungen (2.931 Patienten) wider (Tabelle 2). Ein Großteil dieser Patienten galt als chronisch und war bisher therapieresistent, d.h. sie hatten länger als 6 Monate Schmerzen und bereits viele Therapien der Schulmedizin erfolglos durchlaufen.

Die durchschnittlich gemessenen Kraftzuwächse im Bereich der LWS lagen bei 76,7% und lassen auf die gewaltige Atrophie der Muskulatur im Bereich der Lendenwirbelsäule schließen. Große

**Vergleich MedX-Therapie LWS und HWS**

	LWS	HWS
	n = 2334	n = 597
Kraftzuwachs	76,70 %	60,52 %
Schmerzreduktion	- 55,00 %	- 59,00 %
Beweglichkeit	26,00 %	35,00 %
Trainingssitzungen	ca. 18	ca. 18

Tabelle 2



Abb. 2: Die Medizinische Kräftigungstherapie an HWS und LWS

Kraftgewinne in kurzer Zeit verdeutlichen die Schwäche der behandelten Muskulatur und betonen die Notwendigkeit zur Durchführung dieser intensiven Therapie

Die Schmerzreduktion nach dem WHYMPI-Fragebogen lag bei 55 bzw. 59% und stand in einem sehr engen Zusammenhang mit den erzielten Kraftzuwächsen. Betrachtet man die bisherigen Resultate in der Therapie beim chronischen Rückenpatienten, dann sind diese Ergebnisse erstaunlich und überzeugend.

### DIE MEDIZINISCHE KRÄFTIGUNGSTHERAPIE AN DER HALSWIRBELSÄULE

Die medizinische Kräftigungstherapie an der Halswirbelsäule verläuft sehr ähnlich der Therapie an der Lendenwirbelsäule. Die Halswirbelsäule stabilisiert sich nach einem sog. Zuggurtungsprinzip. Je stärker die Muskelspannung, umso geringer ist die Verschieblichkeit der Wirbelgelenke untereinander und umso geringer sind Überlastungsreizungen des Bandapparates. Eine Zunahme der muskulären Spannung bringt Stabilität und Kompensation beim Einwirken von Beuge- und Scherkräften und verhindert damit Verspannungen.

Eine intensive isolierte Kräftigung und Messung der Halswirbelsäulenmuskulatur ist derzeit unter wissenschaftlich objektiveren und reproduzierbaren Kriterien mit dem MedX-Therapie-System möglich. Die Durchführung einer solchen Therapie verlangt von den Therapeuten viel Erfahrung und Fingerspitzengefühl. Auch hier

müssen die oben genannten Behandlungsprinzipien berücksichtigt werden, so ist z.B. eine Messung der HWS-Muskulatur nur unter Berücksichtigung des Kopfgewichtes möglich.

Im Vergleich zur Lendenwirbelsäule fielen die Kraftzuwächse von 60% zu 76% geringer aus. Die Bewegungsamplitude konnte im Bereich der HWS um 35% vergrößert und in diesem Bereich stabilisiert werden. Die erzielten Schmerzreduktionen von 55 bis 59% bestätigen die Resultate anderer Institute, wie z.B. dem Columbia Spine Center, Missouri (60%).

### KOMPLIKATIONEN

Seit 1990 wurden in der ATOS Klinik über 32.000 Patienten mit der MedX-Technologie therapiert bzw. diagnostiziert. Dies bedeutet, dass ca. 240.000 Test- und Therapieeinheiten absolviert wurden. Da mit diesem System hohe Kräfte entwickelt werden können, ist eine professionelle Begleitung des Trainings von diplomierten MK-Therapeuten sehr wichtig. Deshalb haben sich nur Einzelfälle aufgetan, in denen durch diese intensive Therapie Probleme auftraten. Betrachtet man die hohe Anzahl der durchgeführten Behandlungen mit den teilweise sehr schwierigen Krankheitsbildern, so kann man unter professioneller Betreuung von einer sehr sicheren Therapiemethode sprechen.

Seit dem 1. Februar 2009 befindet sich das Aus- und Fortbildungszentrum der Internationalen Gesellschaft für Medizinische Kräftigungstherapie (GMKT) in der ATOS-Privatklinik München.

### KOSTENSENKUNG

Die Medizinische Kräftigungstherapie bedeutet einen Durchbruch bei den bisher frustrierenden Therapieergebnissen an der Wirbelsäule und trägt wesentlich zur Senkung der Gesundheitskosten bei. Die Therapie wird ambulant durchgeführt und der Patient ist in der Regel nicht krankgeschrieben.

In Deutschland werden jährlich ca. 50.000 Patienten aufgrund eines lumbalen Bandscheibenvorfalles operiert. Dr. Brian Nelson von der Roseville Clinic in Minneapolis hat in einer Studie mit 421 Patienten, die für eine Operation vorgesehen waren, mit einem sehr intensiven Kräftigungsprogramm nach MedX 91,5% aller Operationen vermieden. Nur 8,5 Prozent dieser Patienten mussten sich im Laufe von 30 Monaten noch einem operativen Eingriff unterziehen. Dies ergab eine Kostenersparnis für die Leistungsträger von knapp 4 Millionen Dollar. Obwohl sich das ambulante Reha-zentrum für die Wirbelsäule in einer chirurgischen Klinik befindet, ist der Anteil der nicht operierten Patienten mit 84% außergewöhnlich hoch.

**Bernd Sigl (Leitender Therapeut)**  
**PD Dr. Frank Martetschläger (Leitender Arzt)**  
 Ambulantes Reha-zentrum in der  
 ATOS-Klinik München  
 Bernd.sigl@atos.de

## Fokus Knie – Knorpelregeneration und Endoprothetik

Ganz im Zeichen des Knorpel- und Gelenkverschleisses am Knie stand eine Informationsveranstaltung für Patienten in der ATOS Klinik Heidelberg, die von Prof. Christoph Becher organisiert und von den Ärzten des Zentrums für Hüft-, Knie- und Fußchirurgie (HKF) gestaltet wurde. Vorträge zu verschiedenen Therapie-maßnahmen für geschädigten Knorpel im Kniegelenk bzw. bei bereits manifester Kniearthrose stellten die ganze Palette der aktuellen Versorgungsmöglichkeiten dar.

Von der Knorpelregenerationstherapie über die Umstellungsosteotomie zur Achskorrektur, vom Teilgelenkersatz bis zur Totalendoprothese - manchmal sogar plus Ersatz der Patellarrückfläche - wird das ganze Spektrum an Versorgungsmöglichkeiten in der ATOS Klinik angeboten. Als neueste Einführung im HKF stellte

Abb. 1: Prof. Becher bei der Vorstellung des neuen NAVIO-Systems



Abb. 2: Prof. Becher erläutert Rebecca Mrosek (ATOS Klinik Heidelberg) die Ausstellungsobjekte

Prof. Becher NAVIO vor, ein System zur roboterassistierten Navigationstechnik (siehe auch S. 26ff). Dabei werden die notwendigen Informationen des Patienten über seine Anatomie, allerdings auch über die Bandspannung im Gelenk und der Kinematik des Gelenkes beim Durchbewegen an einen Computer gegeben. An einem Bildschirm kann nun die optimale Positionierung der Implantate geplant werden. Zur optimalen und präzisen Vorbereitung des Knochens, steht ein roboterangetriebenes Handstück mit einer Fräse zur Verfügung, welches vom Operateur geführt wird und den Knochen so bearbeitet, dass das Implantat optimal positioniert werden kann. Der besondere Roboteranteil besteht darin, dass es durch die vorherige Planung unmöglich ist, Knochen an Stellen zu entfernen, wo er nicht entfernt werden sollte, da sonst

der Roboter für ein Stoppen der Fräse sorgen würde. „Ich sehe hier besonders vorteilhaft, dass der erfahrene orthopädische Chirurg zusammen mit der künstlichen Intelligenz eines Computers und der Präzision eines Roboters ein optimales Ergebnis für den Patienten erzielen kann“, sagte Prof. Becher.

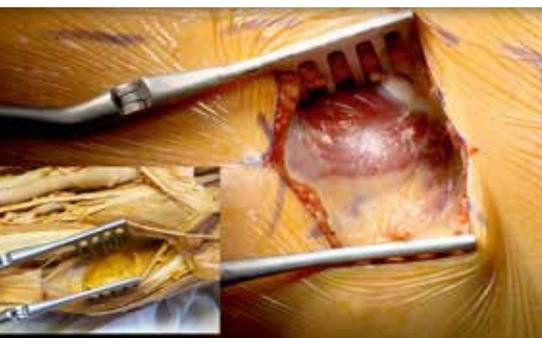
Abgerundet wurde der Abend durch eine Ausstellung verschiedener Knieendoprothesen-Modelle, von denen einige angesichts der sehr dynamischen Entwicklung des Prothesendesigns bereits das Prädikat „historisch“ verdienen.

## LEHRVIDEO ZUR OP-TECHNIK VON PROF. DR. HANS GOLLWITZER

## Minimal-invasive AMIS-Technik zur Implantation von Hüftprothesen



**Abb.1:** Bild-in-Bild-Aufnahmen verdeutlichen das Zusammenspiel von Beinhalter und den einzelnen Operationsschritten



**Abb.2:** Anatomische Abbildungen verdeutlichen den operativen Zugangsweg

In der aktuellen Ausgabe der Fachzeitschrift „Der Orthopäde“ ist ein Fachartikel von Prof. Dr. Gollwitzer aus der ATOS Klinik München zum Thema „Die minimal-invasive AMIS-Technik zur Implantation von Hüftprothesen“ erschienen, welcher von einem detaillierten Lehrvideo zur Operationstechnik begleitet wird.

Die AMIS-Methode ist eine sehr schonende Operationsmethode, da keine Muskeln, Sehnen und Nerven auf dem Weg zum Hüftgelenk durchtrennt oder eingekerbt werden. AMIS steht dabei für anterior minimally-invasive und bedeutet, dass die Operation von vorne (anterior) ohne Schädigung von Muskeln und Sehnen über einen kleinen Hautschnitt durchgeführt wird. Das Ergebnis ist eine deutlich schnellere Genesungszeit und eine exzellente Muskelfunktion für körperliche Belastungen. Allerdings erfordert die Methode eine ausgereifte spezielle Operationstechnik und geübte Operateure, um das Einsetzen des künstlichen Hüftgelenkes sicher und komplikationsfrei durchführen zu können.

Wie diese Operationstechnik im Detail aussieht, zeigt nun das von Prof. Gollwitzer erstellte Operationsvideo für Ärzte und medizinisches Fachpersonal, welches online als open access-Beitrag auf der Webseite der Fachzeitschrift „Der Orthopäde“ eingesehen werden kann (Link: <https://doi.org/10.1007/s00132-018-3591-y>).

Das Lehrvideo beschreibt anhand eines Fallbeispiels die wesentlichen Aspekte der AMIS-Methode, beginnend mit den anatomischen Grundlagen über die technischen Einzelschritte bis hin zur Nachbehandlung. Das Ziel der AMIS-Technik ist die minimal-invasive Implantation von Hüftprothesen ohne Verletzung oder Ablösung von Muskeln. Indikationen sind die fortgeschrittene Koxarthrose, Schenkelhalsfrakturen sowie die allgemein gültigen Indikationen der Hüftendoprothetik.

Anhand des Operationsvideos wird die Operationstechnik detailliert dargestellt (Abb. 1, 2). Zunächst erfolgt die Operationsplanung, dann die Lagerung auf dem speziellen Beinhalter, der Zugang im Hueter-Intervall zwischen M. tensor fasciae latae und M. rectus femoris, die Eröffnung und der Erhalt der Hüftkapsel, die Osteotomie des Schenkelhalses in situ, die Entfernung des Hüftkopfes und die Pfannenfräsung. Anschließend erfolgt eine minimal-invasive Implantation der Hüftpfanne. Die Präparation des Oberschenkels beginnt mit einem Release des Lig. pubofemorale, gefolgt von einer Außenrotation und Hyperextension im Beinhalter mit Anheben des koxalen Femurs über ein Hypomochlion. Im weiteren wird die Femurpräparation und die Implantation des Femurimplantates demonstriert, gefolgt von der Gelenkreposition, einer Kapselnaht und dem Wundverschluss.

In der aktuellen Literatur gibt es eine starke Evidenz, welche die Vorteile des vorderen Hüftzugangs bestätigt. In randomisierten Studien und systematischen Reviews zeigt sich eine schnellere Mobilisation und bessere Funktion in den ersten 3 Monaten nach der Hüftoperation. Zudem haben Patienten nach einer Operation mittels AMIS-Technik weniger Schmerzen, weniger Muskelschäden und benötigen kürzere stationäre Aufenthalte.

**Prof. Dr. Hans Gollwitzer**  
Hüftchirurgie und Knieendoprothetik  
an der ATOS Klinik München  
ECOM – Excellent Center of Medicine  
[prof.gollwitzer@ecom-muenchen.de](mailto:prof.gollwitzer@ecom-muenchen.de)  
[gollwitzer@atos.de](mailto:gollwitzer@atos.de)



## EINMAL VERLETZUNG UND SCHNELL ZURÜCK – EINE ERFOLGSGESCHICHTE

## Triathletin Laura Philipp gelingt sensationeller Wiedereinstieg nach einer Verletzung

Seit Jahresbeginn verbinden die ATOS Gruppe und Laura Philipp eine Partnerschaft. (siehe auch ATOS NEWS 31). Nach drei sehr erfolgreichen Rennen (Siege bei den Ironman 70.3 Rennen in Marbella, St. Pölten und im Kraichgau) zog sich Laura Mitte Juni eine Achillessehnenverletzung/Entzündung zu.

**Doch bereits am 26. August stand Laura erneut ganz oben auf dem Podest eines Ironman 70.3.**

Lassen wir die vorausgegangenen sieben Wochen Revue passieren: Von Beginn an wurde Laura durch den erfahrenen Sportarzt Prof. Holger Schmitt begleitet, behandelt und beraten. Bereits beim ersten Besuch im DEUTSCHEN GELENKZENTRUM HEIDELBERG wurde im praxiseigenen MRT eine bildgebende Diagnostik durchgeführt, so dass das Problem schnell benannt werden konnte. Prof. Holger Schmitt beriet Laura Philipp, die sich bis heute von der Geschwindigkeit der Abläufe beeindruckt zeigt, hinsichtlich der Behandlungsstrategie und begleitete sie durch die ungewisse Phase der Verletzung.



Laura nach dem Sieg beim Kraichgau Iron Man 70.3  
Foto: Marcel Hilger

Die enge Verzahnung von Medizin, Physiotherapie und der guten Compliance der Patientin führte dazu, dass Laura Philipp nach einer nur vierwöchigen Laufpause in ein Aufbautraining übergeben werden konnte. Dank des relativ kurzen Ausfalls angesichts einer derart schweren Verletzung war es Laura möglich, noch innerhalb der laufenden Saison vollständig genesen in den Rennzirkus zurückzukehren.

### Ungefährdeter Sieg auch Anfang September auf Rügen

Inzwischen hat Laura Philipp am 9. September auch das Rennen auf Rügen für sich entschieden. Mit einer sensationellen Radleistung – sie benötigte nur 2:12:47 h für 90 km Radfahren – distanzierte sie die Konkurrentinnen früh, so dass sie einen ungefährdeten Sieg erlief.

Glücklich den Restart auf der gewohnten Distanz geschafft zu haben, bereitet Laura Philipp sich nun auf ihr Großprojekt Ironman vor. Hierfür hat sie sich das renommierte Rennen Ironman Barcelona am 7. Oktober an der Costa Brava ausgesucht, das die europäische Langdistanz-saison beendet.

### Auch als Publikumsliebbling nominiert

Nach einem Jahr, das bisher ausschließlich erste Plätze bereithielt, ist es nicht verwunderlich, dass Laura Philipp in der Kategorie Publikumsliebbling beim Sportaward Rhein-Neckar nominiert wurde. Sie können ihr mit Ihrer Stimme zu einem weiteren Podiumsplatz verhelfen:

<https://sportawardrheinneckar.de/sportler/>

# SPORTAWARD

## RHEIN-NECKAR

DIE AUSZEICHNUNG FÜR HERAUSRAGENDE  
SPORTLICHE LEISTUNGEN

19.11.2018  
Stadthalle Heidelberg

Alle Infos & Tickets unter  
[www.sportawardrheinneckar.de](http://www.sportawardrheinneckar.de)





**RIESENGAUDI AUF DER NECKARWIESE**

**Drachenbootrennen auf dem Neckar:  
Are you ready? ... Attention ... Go!!**



Seit Jahren findet im Juli das Drachenbootrennen auf dem Neckar statt – mit einer Riesengaudi auf der Neckarwiese. Veranstaltet wird es vom Wassersport Club Heidelberg und seit langem ist die ATOS Klinik Heidelberg mit einem Boot am Start.

Das Drachenbootrennen ist Gaudi und Teambuilding in einem ... kaum ist alljährlich das Datum für das Rennen bekannt, füllen sich die Plätze für das Boot mit eifrigen Paddlern. Bist Du Rechts- oder Linkspaddler? Wann ist das Training? Und wie wird der Dresscode dieses Jahr sein? Aus allen Abteilungen der Klinik füllt sich das Boot und es gibt nur ein Ziel – gewinnen!

Einfach nur paddeln, das kann ja jeder – wir „DIE AUFSCHNEIDER DELUXE“ wollen nicht nur sportlich auffallen! Und aufgefallen sind wir in diesem Jahr auch wieder outfit-technisch. Sportlich war es ganz knapp Platz 8 wegen 1/10 – ein Wimpernschlagfinale, das es in sich hatte. Das Teilnehmerfeld von 30 „Booten“ im FUN MIX war wieder sehr gemischt; reine Frauenboote waren ebenso darunter wie Fitnessstudios oder Sportstudenten.

Den ersten Platz für das beste Outfit erkennen wir dieses Jahr neidlos – weil absolut verdient – den „Zigglhaiser Ladykrachern“ an – und Ansporn für uns, uns 2019 diesen Titel wieder zurückzuholen!



**„Einfach nur paddeln,  
das kann ja jeder – wir „DIE  
AUFSCHNEIDER DELUXE“  
wollen nicht nur sportlich  
auffallen!“**



## MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER

### Dr. Christoph Becher zum außerplanmäßigen Professor ernannt

Priv.-Doz. Dr. med. Christoph Becher wurde von der Medizinischen Hochschule Hannover zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Prof. Becher ist seit Januar 2016 im HKF – Internationales Zentrum für Hüft-, Knie- und Fußchirurgie in der ATOS Klinik Heidelberg tätig. Prof. Becher ist Spezialist für Endoprothetik am Kniegelenk, für gelenkerhaltende minimalinvasive Chirurgie am Knie- und Sprunggelenk durch Achskorrekturen und moderne Knorpelersatzverfahren sowie für Achillessehnenenerkrankungen ([www.hkf-ortho.de](http://www.hkf-ortho.de)).



## 60<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF PEKING UNIVERSITY INSTITUTE OF SPORTS MEDICINE

### Prof. Thermann Ehrenprofessor am Institut für Sportmedizin der Universität Peking



Prof. Hajo Thermann wurde die Ehrenprofessur auf Lebenszeit des „Institute of Sports Medicine of Peking“ am PKU Third Hospital verliehen. Die feierliche Verleihung erfolgte anlässlich des „60<sup>th</sup> Anniversary of Peking University Institute of Sports Medicine“.

Prof. Thermann pflegt seit 2001 intensive Kontakte mit dem Institut für Sportmedizin der Universität Peking und hat zahlreiche Fellows ausgebildet. Der erste Fellow Yu Jiakuo ist mittlerweile Vizedirektor des Institutes.

Verleihung durch den Direktor des Institutes Ao Yingfang.

**DIE ATOS KLINIK HEIDELBERG IST DABEI:**

## HD-MAN 2018: der Heartbreak-Triathlon gilt als einer der härtesten ... auch beim 26. Mal

Auch die ATOS Klinik Heidelberg ist wie in den vergangenen Jahren wieder mit dabei. Ein Stand, 2 Firmenstaffeln und 2 Einzelkämpfer = 10 Mann/Frauen stürzten sich in das Abenteuer HD-Man. Standaufbau der ATOS-Truppe war am Samstagvormittag wie immer bei brütender Hitze. Die alljährliche Pastaparty nach der Startunterlagenabholung der Teams haben wir eigens gestrichen – eindeutiges Urteil der Kollegen „zu heiß! ... wo ist das Wasser und wo der Schatten???“

Am Stand war alles für die Besucher vorbereitet. Der Ansturm konnte kommen und er kam auch, trotz extremer Hitze kamen Hunderte – teils Sportler, die sich schnell noch eine Banane vor dem Start holten oder Besucher der Veranstaltung, die sich über das Leistungsspektrum der Klinik informierten, oder Kollegen, die einfach mal Hallo sagen und viel Glück wünschen wollten.

Über 1.000 Teilnehmer hatten sich einen der begehrten Startplätze gesichert und sind an diesem Tag an und über ihre Grenzen hinaus gegangen.

Auch ohne Temperaturen von 30 Grad ist dieser Triathlon als einer der härtesten bekannt. Top-Athleten der Triathlon-Szene melden sich jedes Jahr an und machen diesen Triathlon zu einem der interessantesten der Region.

Die Fangemeinde des Triathlons wird jedes Jahr größer. Hunderte Sportbegeisterte, Familien, Freunde oder Anwohner feuern jeden Sportler an – bei dieser extremen Hitze auch für sie kein Zuckerschlecken. Egal ob als Schwimmer, Radfahrer oder Läufer in der Staffel oder ob als Einzelstarter, größtes Respekt vor jeder einzelnen Leistung, besonders bei diesen Temperaturen!

Am Sonntagmorgen ging es nach dem Start um 9.30 Uhr auf die Strecke: 1,6 km Schwimmen ... Neckarabwärts von der Alten Brücke bis zur Wasserschachtel. 35 km Fahrradfahren ... über die alte Brücke Richtung Schloss und Königstuhl, das Ganze 2x und zu guter Letzt 10 km Laufen ... den Philosophenweg hoch und wieder hinunter. Zieleinlauf ... auf der Neckarwiese umsäumt von vielen, vielen Zuschauern.

Staffel SPORTCHIRURGIE HD glücklich im Ziel: Björn Bürgler, Dr. Andreas Klonz, Dr. Steffen Thier und ganz rechts Dr. Oliver Stock, der als Einzelstarter unterwegs war.



Die Staffel ATOS' ironladies vor dem Start: Rebecca Mrosek, Laura Philipp, Kristine von Engeln. **Danke Laura Für Deine Unterstützung auch vor dem Rennen! Vom Profi Lernen, wer kann sowas schon so einfach sagen.**

**„Zu heiß! ... wo ist das Wasser und wo der Schatten???“**

Prof. Markus Loew „Auf geht's zu den letzten 10 km“



**GRATULATION**

... an unsere ATOS-Sportler fürs Mitmachen, Durchhalten und vor allem mit Spaß die eigene Leistung verbessern...  
 ...an Prof. Markus Loew und Dr. Oliver Stock, die als Einzelstarter unterwegs waren und jeweils super Zeiten hingelegt haben ...an die Kollegen der SPORTCHIRURGIE und die ATOS' Ironladies mit tatkräftiger Unterstützung von Triathlon-Ass Laura Philipp, die die Mädels mit einer tollen Schwimmzeit in der Staffel super motivierte.

Es sei natürlich noch erwähnt, dass sich bei den Damen Anne Reischmann aus Bad Waldsee und bei den Herren der Münchner Julian Erhardt im Einzel durchgesetzt haben.

**2019 geht's in die nächste Runde!**



**GOLFTURNIER IN ST. LEON ROT**

**ATOS Klinik Heidelberg sponsert Ladies Day im Golf Club St. Leon Rot**

Erst wurde Golf gespielt, danach gab es im Halfwayhouse einen Kurzvortrag zum Thema Schulter von Dr. Lichtenberg, anschließend die Preisverleihung mit Abendessen. Die Ladies ließen es sich gut gehen, der Turniertag hatte einen tollen Ausklang.

Ausklang beim Abendessen



Dr. Sven Lichtenberg (dritte Reihe links) und Rebecca Mrosek (erste Reihe ganz rechts) von der ATOS Klinik mit Britta Unger (Ladies Captain) und den Spielerinnen des Turniers



Der Info-Stand der ATOS Klinik

## DER HEIDELBERGER HALBMARATHON

### „YES wir waren dabei – im Team!“

Erinnern Sie sich an den Vorbericht in Ausgabe 31 der ATOS NEWS über unsere Trainingsqualen?

Am 22.04.2018 haben wir tatsächlich die Herausforderung Halbmarathon angenommen und das „Elend am Berg“ nahm mit dem Startschuss um 9:15 Uhr seinen Lauf: 21 km durch das wunderschöne Heidelberg...bergauf und wieder bergab... und das bei brütender Hitze. Der Tag bot doch tatsächlich einen Hitzerekord für April, und das ausgerechnet an diesem Tag.

Die Konzentration und Nervosität war schon bei Abholung der Startnummern am Tag vorher zu spüren. Die Vorbereitung war – wie berichtet – sehr anstrengend, brachte anfangs viel Muskelkater mit sich und wurde durch das schlechte Wetter bis Mitte März nicht wirklich leichter. Intervalltraining, Lauf-ABC, Leistungstests oder Bergsprints – egal, wir hatten uns durchgekämpft und standen am 22. April nervös lächelnd in unseren Startblöcken beim SAS Heidelberg Halbmarathon 2018 mit der Gewissheit, richtig gut trainiert zu haben.

Startschuss... und nun ist jeder 21 km lang alleine mit sich und mit der Strecke beschäftigt...

„Auf den eigenen Laufrhythmus hören, nicht von anderen mitziehen lassen, im eigenen Tempo bleiben. Groß bleiben, Fokus auf die Hüfte, gestreckte Beine.“

Die Worte unseres Lauftrainers Oliver Maier schwirren uns durch den Kopf. Jetzt zeigt sich, was wir gelernt und trainiert haben. ...25 ATOS'ler im Laufmodus quer durch Heidelberg

Die ersten 7 km sind flach, doch dann kam der berühmte erste Anstieg über die Albert-Ueberle-Straße hinauf auf den Philosophenweg und weiter bergauf. Wenn nicht jetzt, dann spätestens am Stift Neuburg bei km 13 fragte sich jeder: „Warum tue ich mir das nur an?“ Umkehren geht aber nicht mehr, also weiter. „Groß bleiben, gestreckte Beine“ kämpfen mit der Hitze. An jeder Verpflegungsstation wird zum Wasser gegriffen, wenigstens etwas Abkühlung.

An km 17 drohte der letzte Anstieg. Jetzt sind es aber nur noch 4 km. „Jetzt aufgeben wär' blöd“ – dieses Schild steht jedes Jahr an km 19 als letzter Motivationsschub bis zum Ziel.



Top vorbereitet



... und sogar kurz vorm Ziel noch mit einem Lachen im Gesicht – Kaori eine unserer Assistenzärztinnen



**„Ich bin vorher nie mehr als 10km im Wettkampf gelaufen. Ich habe mir wirklich nicht mal im Ansatz vorstellen können, „einfach mal so“ einen Berglauf zu machen und schon gar nicht diesen. In kurzer Zeit hat sich eine eingeschworenen Truppe zusammengefunden, da hat das harte Training richtig Spass gemacht. Einfach TEAMSPIRIT!!!“**

Katja Kotyrba



**„Selbstredend dass ich mitgelaufen bin! Ich bin von je her ein begeisterter Läufer und freue mich, dass so viele Kollegen sich das gleiche Ziel gesetzt hatten UND es auch geschafft haben.“**

Dr. Guido Volk



**„Wow ich bin echt stolz auf die Gruppe. Sie haben im Training gekämpft, gelitten und dennoch nicht aufgegeben! Und genauso war es beim Lauf – Respekt an jeden Einzelnen!“**

Oliver Maier: „Lauftrainer und Knechter“

Der letzte Kilometer geht durch die Altstadt bis zum Universitätsplatz – ganz Heidelberg ist unterwegs und feuert die Läufer an, was das Zeug hält. Ein tolles Gefühl so ins Ziel getragen zu werden, auch wenn man eigentlich nicht mehr kann. Gesund angekommen, alle sind fix und fertig, aber glücklich und wahnsinnig stolz auf die eigene Leistung. Die Zeit ist erstmal nebensächlich und irgendwie dann doch wichtig! Alle sind glücklich und gesund im Ziel angekommen.

Eines ist gewiss, wir sind nächstes Jahr wieder am Start, denn jeder hat ein neues Ziel!

**„Für alle, die noch viel vorhaben!“**



Die Trikots wurden gesponsert von der Agentur Reinshagen+Hartung

**STRECKENVERLAUF:**



## HESSENWEIT GERINGSTE KOMPLIKATIONSRATE BEI HÜFTGELENK-ENDOPROTHETIK

# ATOS Orthopädische Klinik Braunfels erhält AOK-Lebensbäumchen

Die ATOS Orthopädische Klinik Braunfels wurde von der AOK Hessen zum vierten Mal in Folge für eine überdurchschnittlich gute Behandlungsqualität bei Hüft- und Kniegelenkersatz ausgezeichnet. In beiden Bereichen erhielt die Klinik drei „AOK-Lebensbäumchen“ – eine Qualitätsauszeichnung, die Patienten die Suche nach einem passenden Krankenhaus im Internet erleichtern soll.

**„Wir freuen uns sehr über die erneute Auszeichnung durch die AOK.“**

**Klinikdirektor Elmar Knoche**

„Sie ist eine Bestätigung unserer hohen Behandlungsqualität.“ Gemeinsam mit dem Ärztlichen Direktor Dr. Bernd Jung und den drei Oberärzten Dr. Andreas Ziersch, Jens Brade und Christian Müller hatte er die neuen Qualitätssiegel entgegengenommen. Patienten finden im AOK-Krankenhausnavigator Informationen zu fast allen deutschen Kliniken. Grundlage für das QSR-Verfahren (Qualitätssiche-

rung mit Routinedaten) sind ambulante und stationäre Abrechnungsdaten von AOK-Patienten bundesweit.

Dr. Bernd Jung, Ärztlicher Direktor und Chefarzt des Fachbereichs Orthopädie in Braunfels, freut sich ebenfalls über die positive Bewertung durch die Krankenkasse. „Die Ergebnisse zeigen, dass bei Operationen in unserem Hause nur sehr wenige Komplikationen auftreten. Im Bereich der Hüft-Endoprothetik, also dem Einsetzen künstlicher Hüftgelenke, sind wir sogar hessenweit führend in der Behandlungsqualität. Das ist für die Kollegen, die sich tagtäglich für das Wohl unserer Patientinnen und Patienten einsetzen, ein sehr wichtiges Signal.“

Der AOK-Krankenhausnavigator (<https://weisse-liste.krankenhaus.aok.de/>) hilft Patienten seit 2010 bei der Suche nach einem geeigneten Krankenhaus. Das QSR-Verfahren wird durch einen wissenschaftlichen Beirat und sieben Expertengruppen unterstützt. Neben den Informationen für Patienten und Zuweiser erhalten die Krankenhäuser einen QSR-Klinikbericht. Dieser enthält detaillierte Informationen, um das interne Qualitätsmanagement weiter zu verbessern.



Die ATOS Orthopädische Klinik Braunfels ist ein Fachkrankenhaus für operative und konservative Orthopädie und Wirbelsäulenchirurgie mit 160 Betten. Als anerkanntes Kompetenzzentrum für Endoprothetik- und Wirbelsäulenchirurgie versorgt sie in ihrem überregionalen Einzugsgebiet über 8.000 Patienten pro Jahr – sowohl ambulant als auch stationär.

**Von links:** Christian Müller, Oberarzt Orthopädie; Jens Brade, Oberarzt Orthopädie; Dr. Bernd Jung, Ärztlicher Direktor und Chefarzt Orthopädie sowie Dr. Andreas Ziersch, leitender Oberarzt Orthopädie.



## FORTBILDUNG

## 12. Sportmedizin Wochenkurs in St. Moritz 2019



Das Engadin bietet viel Raum, um Wintersport zu praktizieren



In der Woche vom 24. Februar bis 1. März 2019 findet zum 12. Mal der jährliche Sportmedizinische Wochenkurs in St. Moritz statt; geleitet wird der Kurs von PD Dr. med. Erhan Basad. Der Kurs wird nach den Ausführungsbestimmungen (Weiterbildung Zusatzbezeichnung Sportmedizin) der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) durchgeführt und wird von der LÄK-BW als Fortbildungsveranstaltung mit 48 Punkten anerkannt.

Die hochalpine Region des Engadins bietet ein unerschöpfliches Wintersport-Potenzial, weitläufige Pisten und ideale Schneebedingungen. Für die Wintersportpraxis (Ski-Alpin, Ski-Langlauf und Snowboard) werden vom Veranstalter die Skilehrer der renommierten Suvretta-Snowsports-School gestellt. Außerdem werden gemäß DGSP-Curriculum Tennis und Schießsport angeboten.

Die Vorträge des Kurses finden im Hotel Laudinella in St. Moritz statt. Die Teilnehmerzahl ist auf 140 Plätze begrenzt. Früh Entschlossene können ihre Zimmer aus dem begrenzten Kurs-Kontingent im Kongresshotel buchen. Veranstalter, Sportschulen und Referenten freuen sich auf eine erlebnis- und lehrreiche Woche.

**12. Sportmedizin Wochenkurs  
St. Moritz Schweiz  
24. Februar – 01. März 2019**

**Info und Anmeldung über:**  
[www.sportmedizin-stmoritz.de](http://www.sportmedizin-stmoritz.de)

DGSP Curriculum: Zweitages-  
kurse (ZTK) 6, 7 und 9

DR. LUIS FERRARIS

## Komplexe Skoliose-OP an der ATOS Klinik Braunfels

Als bei Vanessa Bölöni aus Lahnau vor mehreren Jahren die Diagnose „Skoliose“ gestellt wurde, war der Schock zunächst groß. Eine Verkrümmung der Wirbelsäule kann, je nach Schweregrad, Bandscheiben und Gelenke belasten und zu Bewegungseinschränkungen und Schmerzen führen. Nachdem eine konservative Behandlung nicht den gewünschten Erfolg brachte, wurde die 18-Jährige in der ATOS Orthopädischen Klinik Braunfels operiert. Chefarzt und Skoliose-Experte Dr. Luis Ferraris korrigierte und versteifte fünf Wirbelkörper. Bei der Nachuntersuchung in Braunfels zeigte sich nun: Die Wirbelsäule der jungen Frau konnte mit diesem Eingriff erfolgreich begradigt werden.

„Ich bin sehr glücklich über den Verlauf der Behandlung“, erklärt Vanessa Bölöni. Im Alter von zwölf Jahren war bei ihr im Rahmen einer Routineuntersuchung eine Skoliose festgestellt worden. „Ich habe über längere Zeit ein Korsett verschrieben bekommen, die Verkrümmung ließ sich damit aber nicht aufhalten“, erzählt die

junge Patientin, die am Universitätsklinikum Gießen eine Ausbildung zur Operationstechnischen Assistentin absolviert.

### SKOLIOSE-FRÜHERKENNUNG WICHTIG FÜR BEHANDLUNGSERFOLG

„Physiotherapie sowie spezifische Krankengymnastik und ggf. bei Progredienz der Krümmung ein Korsett sind die ersten Therapieoptionen bei einer Skoliose“, erläutert Dr. Luis Ferraris, Chefarzt der Abteilung für Wirbelsäulenchirurgie in Braunfels. „Diese Art der Wirbelsäulenverkrümmung tritt meist bei Jugendlichen auf und kann während der Wachstumsphase unterschiedlich starke Ausprägungen annehmen.“ Ein Korsett könne helfen, einer weiteren Verkrümmung vorzubeugen. Genügt dies nicht, kann die Wirbelsäule operativ aufgerichtet werden. Die Wirbel werden dabei erst in ihre natürliche Lage gedreht und in korrigierter Stellung versteift. Um eine maximale Korrektur der Verkrümmung mit der geringsten Anzahl der zu

versteifenden Wirbel zu erreichen, wird je nach Krümmungstyp und Winkelgrad die entsprechende OP-Technik und operative Zugang ausgewählt. Wichtig sei, so der Chefarzt, bei ersten Anzeichen einer Wirbelsäulenverkrümmung zeitnah einen Facharzt hinzuzuziehen. „Je früher eine Skoliose erkannt wird, umso effektiver kann sie behandelt werden.“

Mit Dr. Luis Ferraris verfügt die Klinik über einen ausgewiesenen Experten das Thema Skoliose betreffend. Der gebürtige Argentinier studierte Humanmedizin in Buenos Aires. Nach seiner Facharzt Ausbildung zum Facharzt für Orthopädie wechselte er an die Universität Heidelberg, wo er mit dem Thema Skoliose promovierte. Neben den operativen Behandlungen von Wirbelsäulenerkrankungen, die er sowohl minimalinvasiv als auch offen-chirurgisch durchführt, gilt er als Spezialist in der konservativen Behandlung von Deformitäten und degenerativen Erkrankungen des Bewegungs- und Stützapparates.



Dr. Luis Ferraris, Chefarzt der Abteilung für Wirbelsäulenchirurgie an der ATOS Orthopädischen Klinik Braunfels, mit Patientin Vanessa Bölöni. Das Röntgenbild links zeigt die verkrümmte Wirbelsäule vor der Operation; rechts ist die begradigte Wirbelsäule nach der OP zu sehen.

Dr. Ferraris Patientin mit der weitesten Anreise wurde im Sommer 2018 von ihm an einer Spinalkanalstenose operiert: Die 75jährige Patientin kam aus Sidney zur Wirbelsäulen-OP nach Braunfels. Janette Porter ist vom Ergebnis des Eingriffs begeistert: „Endlich bin ich seit langer Zeit wieder schmerzfrei. Dank der tollen Behandlung konnte ich schon zwei Tage nach der Operation wieder langsam, aber beschwerdefrei laufen.“ Auch Dr. Ferraris ist mit dem Ergebnis sehr zufrieden: „Durch eine Rekonstruktion und Fusion der unteren Segmente der Lenden-

wirbelsäule konnten wir der Patientin helfen.“ Die operierten Wirbel wurden mit Schrauben fixiert und die beschädigten Bandscheiben durch Titankörbchen und Knochenspäne ersetzt. Das natürlich geschwungene Profil der Wirbelsäule wurde infolge dessen mithilfe von zwei Längsstäben wiederhergestellt. Durch die Empfehlung eines langjährigen Freundes wurden Janette und Tony Porter auf Wirbelsäulenspezialisten aufmerksam. Mit Hilfe ihres Freundes fanden im Vorfeld Gespräche mit Dr. Ferraris zu einer möglichen Behandlung und Lösung

des Problems statt. Anfang Juli kam die Patientin für ein Vorgespräch nach Braunfels und stimmte dem ausgewählten chirurgischen Eingriff aufgrund sofort zu.

**„Ich bin sehr glücklich über den Verlauf der Behandlung“**

Vanessa Bölöni

## DELEGIERTENVERSAMMLUNG DES SPORTÄRZTEBUNDES BADEN

### Prof. Schmitt zum Präsidenten des Sportärztebundes Baden gewählt

Auf der Delegiertenversammlung des Sportärztebundes Baden wurde im November 2017 ein Führungswechsel vorgenommen. Der seit 1994 im Präsidium aktive bisherige Präsident des SÄB Prof. Dr. Jürgen Metz übergab sein Amt an Prof. Dr. Holger Schmitt aus dem Deutschen Gelenkzentrum Heidelberg in der ATOS Klinik.

Neue Vizepräsidentin wurde nach dem Ausscheiden von Frau Prof. Dr. Ulrike Korsten-Reck (Freiburg) Frau Priv. Doz. Anja Hirschmüller aus Freiburg. Neuer Schatzmeister wurde nach Ausscheiden von Prof. Dr. Aloys Berg (Freiburg) Dr. Thomas Katlun (Heidelberg).

Der Sportärztebund Baden ist mit ca. 700 Mitgliedern einer der größten Landesverbände der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP).

Die neue Geschäftsstelle des SÄB wird in Heidelberg von Frau Julia Schwarzbach geleitet. Die neuen Präsidiumsmitglieder danken den Vorgängern und den Geschäftsstellen (Baden Nord: Frau Angelika Metz, Heidelberg; Baden Süd: Frau Heidrun Zurmöhle, Freiburg) für die langjährige ausgezeichnete Arbeit, die geleistet wurde. Durch den unermüdlichen Einsatz bei zahlreichen Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen hat sich das Präsidium aktiv in die Bereiche Prävention und Rehabilitation in der Sportmedizin eingebracht und hat durch Ökonomisierung der Verwaltungsstrukturen dazu beigetragen, dass der SÄB Baden gefestigt und stabil dasteht. In der Zukunft soll die Kooperation mit der Hochschulsportmedizin und -wissenschaft weiter intensiviert werden und die neuen Herausforderungen an die Sportmedizin gemeinsam gemeistert werden.



# Innovative Wege in der Ausbildung Medizinischer Fachangestellter

Von Martin A. Thome

## Schließen die ersten Arztpraxen bald aus Mangel an Medizinischen Fachangestellten (MFA)?

**Seit Jahren besteht ein zunehmender Mangel an qualifiziertem Fachpersonal nicht nur in deutschen Kliniken, sondern auch in den Arztpraxen. Der Beruf der MFA ist zwar immer noch unter den Top 10 aller Ausbildungsberufe in Deutschland, er erscheint aber immer weniger erstrebenswert, schreibt der Verband medizinischer Fachberufe e.V. (VMF) in einer aktuellen Pressemitteilung.**

Jeder niedergelassene Arzt kennt es aus eigener leidvoller Erfahrung: gutes medizinisches Fachpersonal ist schwer zu finden. Neben vielen anderen Faktoren spielt sicher in vielen Fällen die vermeintliche Unvereinbarkeit von Familie und Beruf eine große Rolle. Ein Ausweg aus der Misere könnte die Stärkung von Teilzeitausbildung und Teilzeitberufstätigkeit sein.

Aus diesem Grund hat sich unsere Praxis dazu entschlossen, dem Modell der Teilzeitausbildung eine Chance zu geben und ist nach Vermittlung durch das Projekt DUETT im Herbst 2016 auf eine hochmotivierte und engagierte alleinerziehende Mutter gestoßen. Mittlerweile steht die medizinische Zwischenprüfung kurz bevor. Die Abschlussprüfung zur medizinischen Fachangestellten (MFA) ist für 2019 geplant.

Die Arbeitsmotivation unserer Teilzeitauszubildenden ist dabei sehr hoch. Sie bringt zudem mit ihrer großen Empathiefähigkeit eine der wesentlichsten Stärken im medizinisch-pflegerischen Beruf mit. Die anfängliche Sorge, eine alleinerziehende Mutter könne ggf. häufiger krankheitsbedingt ausfallen, hat sich nicht bestätigt. Im Gegenteil besteht eine hohe Motivation, die eigenen Kinder verlässlich fremdbetreuen zu lassen. Natürlich bringt eine solche Ausbildungsform auch Opfer für die Auszubildende mit sich. Abendliche Lerneinheiten nach dem Zubettbringen der Kinder gehören dabei zur Normalität.

Für uns als Arbeitgeber bestehen hingegen keine wesentlichen Nachteile. Im Gegenteil lässt sich unsere Auszubildende mit dem reduzierten Stundensatz gut in unseren individuellen Praxisablauf integrieren. Die Loyalität gegenüber Vorgesetzten und Team ist sehr hoch.



Wie wichtig alternative Ausbildungskonzepte mittlerweile auch in der öffentlichen Diskussion sind, zeigt die Anfrage von RTL Television nach Dreharbeiten in unserer Praxis mit Vorstellung des Teilzeitausbildungskonzeptes und unserer Auszubildenden. Das Resultat der Dreharbeiten wurde an zwei aufeinander folgenden Tagen jeweils in den drei Hauptnachrichtensendungen auf RTL als Kurzbeitrag im Fernsehen ausgestrahlt.

## WEITERE INFORMATIONEN ZUR TEILZEITAUSBILDUNG UND ZUM PROJEKT „DUETT“ IN HEIDELBERG UND DEM RHEIN-NECKAR-KREIS

Seit 2005 kann jede Ausbildung laut Berufsbildungsgesetz grundsätzlich auch in Teilzeit durchgeführt werden. Als Grund für die Teilzeitausbildung gelten neben Kindererziehung auch die Pflege von Angehörigen. In der Praxis unterscheidet sich die Teilzeitausbildung von der Vollzeitausbildung lediglich



dadurch, dass die Stundenanzahl im Ausbildungsbetrieb reduziert wird. Der Besuch der Berufsschule ändert sich nicht. Auszubildende in Teilzeit legen die gleichen Prüfungen in Schule und Betrieb ab wie Vollzeitauszubildende, so dass die reguläre Ausbildungsdauer von meist drei Jahren bestehen bleibt. Eine Verlängerung der Ausbildungszeit wird nur bei einer wöchentlichen Stundenanzahl von weniger als 25 Wochenstunden nötig.

Werden bei einer Vollzeitausbildung (40 Wochenstunden) in der Regel 32 Stunden im Betrieb gearbeitet und 8 Stunden die Berufsschule besucht, so können bei der Teilzeitausbildung die Arbeitsstunden im Betrieb nach Absprache mit der jeweils zuständigen Kammer beispielsweise auf 20 Stunden gekürzt werden. Der Besuch der Berufsschule bleibt gleich, so dass in vorliegendem Beispiel eine 28-Stunden-Woche resultieren würde.

Zu Beginn der Teilzeitausbildung entscheiden der Betrieb und die Auszubildende gemeinsam, wie die vereinbarten Wochenstunden sinnvoll verteilt werden, d.h. im Rahmen der Öffnungszeiten der Praxis und der Ferienzeiten. Die Besonderheiten einer Teilzeitausbildung werden im Ausbildungsvertrag unter „sonstige Vereinbarungen“ schriftlich festgehalten. Anschließend muss die zuständige Kammer die Zustimmung für die individuelle Ausbildungsvariante geben. Die Berufsschule ist über die Teilzeitausbildung ebenfalls zu informieren.

Teilzeitauszubildende haben den gleichen Urlaubsanspruch wie reguläre Auszubildende. Die Ausbildungsvergütung bemisst sich prozentual an der wöchentlichen Ausbildungszeit.

In der bundes- und landesweiten Praxis wird die Teilzeitausbildung bisher leider nur von wenigen Personen genutzt. Angesichts des in vielen Bereichen proklamierten Fachkräftemangels ist dies eine ungenutzte Ressource, die mit wenig Aufwand zu geeignetem Fachpersonal führen kann. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt zudem deutlich, dass Teilzeitauszubildende sehr motiviert sind und meist zu den besten des Jahrgangs gehören. Aufgrund ihrer größeren Lebenserfahrung und ihrer familiären Verantwortung sind Ausbildungsabbrüche im Vergleich zu jugendlichen Auszubildenden deutlich seltener.

### DUETT

Ziel des Projektes DUETT ist die Förderung der Teilzeitausbildung für Alleinerziehende und Unternehmen. Der Verein zur beruflichen Integration und Qualifizierung (Vbi) e.V. begleitet seit 2015 angehende Auszubildende auf dem Weg zu einer Teilzeitausbildung in Heidelberg und dem Rhein-Neckar-Kreis unter anderem in Kooperation mit den örtlichen Jobcentern des Arbeitsamtes. Es werden individuelles Bewerbertraining und Coaching sowie Unterstützung bei der Suche nach einer geeigneten Ausbildungsstelle angeboten.

Die Teilzeitauszubildenden werden so unabhängig von Sozialleistungen (Hartz IV) und sichern sich und ihren Kindern langfristig eine solide Existenz. Im Gegenzug bekommen Unternehmen lebenserfahrene, organisationsstarke und motivierte Auszubildende und bilden dringend benötigte Fachkräfte aus.

Während der Ausbildung steht der Vbi sowohl den Auszubildenden als auch den Ausbildungsbetrieben beratend zur Seite und trägt somit zum erfolgreichen Abschluss der Ausbildung bei. Da es sich um ein vom Europäischen Sozialfonds in Baden-Württemberg (ESF) gefördertes Projekt handelt, sind die Beratungstätigkeiten für alle Beteiligten kostenfrei.

**NÄHERE INFORMATIONEN UNTER:  
[www.vbi-heidelberg.de](http://www.vbi-heidelberg.de) oder 06221-970371**

Dr. Martin A. Thome  
Praxis Hecker & Thome in der ATOS Klinik Heidelberg  
[martin.thome@atos.de](mailto:martin.thome@atos.de)

Quellennachweise:  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)  
Verein zur beruflichen Integration und Qualifizierung – Vbi e.V.  
([www.vbi-heidelberg.de](http://www.vbi-heidelberg.de))



# ATOS Starmed Klinik München

Nach Umbau und Erweiterung fit für die Zukunft



Die seit Januar 2017 zur ATOS-Gruppe gehörende ATOS Starmed-Klinik im Münchner Stadtteil Perlach wurde Ende vergangenen Jahres umgebaut und dabei erheblich erweitert: Statt 12 Betten wie zuvor stehen nun 23 Betten und drei bisher OP-Säle für die etwa 1.500 pro Jahr betreuten Patienten zur Verfügung.

In der ATOS Starmed-Klinik operieren u.a. aus der Praxis „Orthoplus“ Prof. Dr. Stefan Hinterwimmer, PD Dr. Volker Braunstein und PD Dr. Peter Brucker, aus der Praxis „Deutsches Schulterzentrum“ Prof. Dr. Mark Tauber und PD Dr. Frank Martetschläger sowie aus der ECOM-Praxis Dr. Alexander Rauch. Außerdem sind die beiden Chirurgen Dr. Ralph Heemken und Dr. Kerstin Hüggens (MVZ Ottobrunn) in der ATOS Starmed Klinik operativ tätig.





Für den Umbau wurde die Physiotherapie ins neue Nachbargebäude umgezogen. Die gewonnene Fläche im Erdgeschoss wurde mit zusätzlichen drei Doppelzimmern, einem Dreibettzimmer nebst Stationsstützpunkt, Stationsküche und Lagerräumen neu geplant. Es wurden sehr helle und geräumige Patientenzimmer geschaffen, die dank extra entworfenem Farbkonzept und einem Fußboden in Holzoptik für eine angenehme Atmosphäre sorgen. Die Zimmer wurden mit modernstem Patientenentertainment sowie flächendeckendem WLAN ausgestattet, sodass Patienten während Ihres Aufenthalts sowohl mit ihren Mobilgeräten als auch am Patientenbett-Tablet das TV-Angebot individuell nutzen können. Die Verköstigung der Patienten wird von einem nahegelegenen Restaurant geliefert und liegt weit über dem marktüblichen Standard. Der dritte, bisher ungenutzte OP-Saal wurde im Zuge der Fallsteigerung aktiviert und mit modernsten Gerätschaften ausgestattet.

### Das Leistungsspektrum der ATOS Starmed-Klinik

Als Klinik im Münchner Südosten bietet die Starmed-Klinik medizinische Behandlung und Rundumbetreuung von höchster Qualität. Unser Schwerpunkt liegt dabei auf minimal invasiven Behandlungsmethoden in der Orthopädie und Chirurgie, mit welchen sich viele Eingriffe extrem schonend durchführen lassen.

#### LEISTUNGSSPEKTRUM ORTHOPÄDIE

##### Kniegelenk und Sprunggelenk

(Prof. Dr. med. Hinterwimmer, Dr. med. Brucker, Dr. med. Rauch, Dr. med. Dr. med. Univ. Ganser)

- Kreuzbandverletzungen
- Seitenbandverletzungen
- Komplexe Kniegelenksverletzungen incl. Kniegelenksluxationen und Frakturen
- Meniskusrisse und Meniskuswurzelverletzungen (Schwerpunkt Meniskus-Erhalt)

- Kniescheibeninstabilitäten (Kniescheibenstabilisierung incl. komplexer Eingriffe wie Torsions-Osteotomien und Trochleoplastiken)
- Knorpelverletzungen und Knorpelschäden (alle Techniken des Knorpelerhalts)
- Bewegungseinschränkungen am Kniegelenk (Arthrolyse)
- Kniegelenksarthrose (kompletter Gelenkerhalt durch Umstellungsoperationen, partieller Gelenkerhalt durch Schlittenprothesen oder Trochleaprothesen)
- Sehnenverletzungen am Kniegelenk und am Becken (Sehnenrekonstruktion)
- Bewegungseinschränkungen und Knorpelverletzungen und Frakturen am Sprunggelenk

##### Schulter, Ellbogen

(PD Dr. med. Braunstein, Prof. Dr. med. Tauber, PD Dr. med. Martetschläger)

- Implantation und Wechsel von Schulterprothesen
- Arthroskopische Naht der Rotatorenmanschette
- Revisionen nach fehlgeschlagener Rotatorenmanschettenruptur
- Versorgung von Oberarmkopffrakturen und Spätfolgen
- Arthroskopische und offene Schulterstabilisierung nach Luxation
- Sprengungen des Schulterreckgelenks
- Früharthrose der Schulter, Knorpelregeneration
- Kalkschulter
- Schultersteife

#### LEISTUNGSSPEKTRUM CHIRURGIE

##### (Dr. Heemken, Dr. Hüpgens)

- Hernienchirurgie (Leistenbrüche, Nabelbrüche, Narbenbrüche)
- Varizenchirurgie mit Strippingverfahren und endoluminalen Verfahren, Sklerosierung



Des Weiteren verfügt die Klinik über eine eigene Physiotherapie. Diese zeichnet sich aus durch individuelle Behandlung der Patienten bereits während des stationären Aufenthalts sowie bei einer ambulanten physiotherapeutischen Versorgung. Zu nennen ist dabei auch das umfassende Rückentherapiekonzept. Mögliche Schwächen und Dysbalancen im Muskelkorsett der Wirbelsäule und eine mangelnde Beweglichkeit können die Spezialisten der ATOS Starmed-Physiotherapie dabei anhand einer biomechanischen Funktionsanalyse exakt bestimmen und mit individuell abgestimmtem Training an High-Tech-Geräten beseitigen. Die Trainingsmethoden des Rückentherapiekonzepts wurden durch wissenschaftliche Studien mit mehr als 35.000 Teilnehmern erprobt, überprüft und kontinuierlich weiterentwickelt.

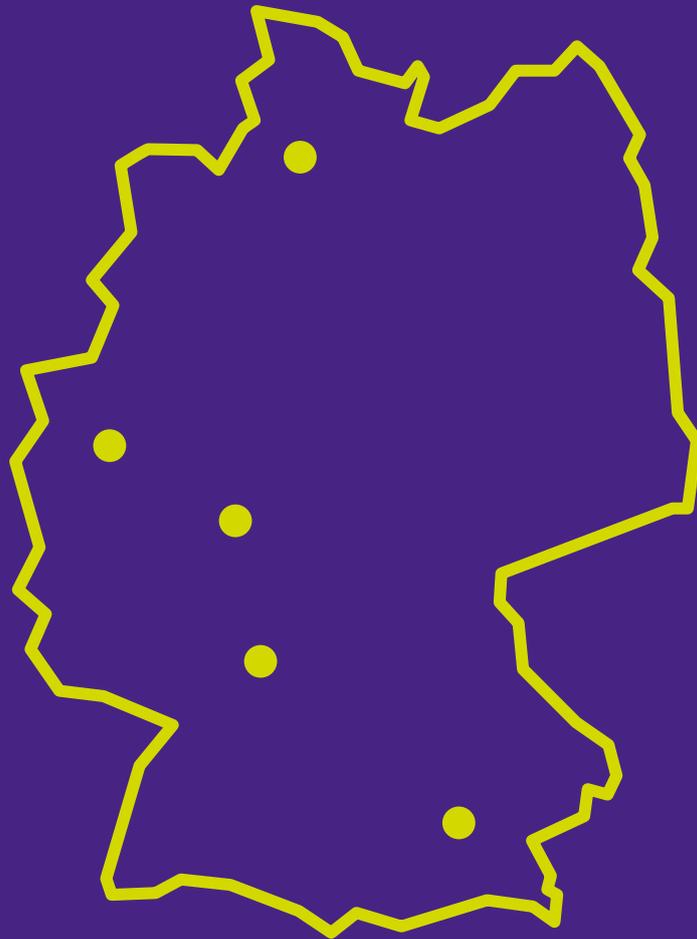
Die ATOS Starmed Klinik wird in der „Weißen Liste“ als die beliebteste Klinik Münchens geführt. Sämtliche Patientenbewertungen bekannter Bewertungsportale zeugen von höchster Patientenzufriedenheit. Die Patienten schätzen neben der hohen Qualität der Behandlung, der durch die hoch spezialisierten, mehrheitlich auch wissenschaftlich tätigen Ärzte garantiert wird, auch die erstklassige pflegerische Betreuung und die familiäre Atmosphäre der ATOS Starmed Klinik.

**ATOS** STARMED KLINIK  
MÜNCHEN

**Klinikleiter: Niclas Schöps**  
Putzbrunner Str. 9  
81737 München  
Tel. ++49 89 4502 85-0



# Unsere Standorte



## Ihre Gesundheits- experten in Deutschland

Klinik Heidelberg

Klinik München

Starmed Klinik München

Orthoparc Klinik Köln

Orthopädische Klinik Braunschweig

Klinik Fleetinsel Hamburg

# Synergy-OP-Integrations-Suite

Zukunftstechnologie schon heute



- 4K-/UHD-Video-Routing und -Streaming mit beliebig vielen Quellen
- Live-Konferenzen von OP zu OP und zu jedem anderen beliebigen Ort
- Verbesserung der Arbeitsabläufe dank der Verfügbarkeit von Patientendaten direkt im OP
- Verbesserung der OP-Durchlaufzeiten dank ergonomischer Bedienbarkeit
- Möglichkeit zum Anschluss von Drittgeräten
- Eine Lösung für alle chirurgischen Fachbereiche
- Demonstrations-Suite vor Ort bei Arthrex in München

[www.arthrex.com](http://www.arthrex.com)

© Arthrex GmbH, 2018. Alle Rechte vorbehalten.

**Arthrex**® 