

KNIEPROTHESEN-INNOVATION: GUTE BEWEGLICHKEIT UND STABILITÄT DES KNIES DANK DIGITALER ANALYSE DER BANDSPANNUNG UND ROBOTERTECHNOLOGIE

Von **PROF. DR. MED. JOSÉ ROMERO**, Facharzt für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie des Bewegungsapparates

DER OPERATIONSERFOLG EINER KNIEPROTHESE HÄNGT VON DER KORREKTEN BANDSPANNUNG IN VOLLER STRECKUNG BIS ZUR MAXIMALEN BEUGUNG DES KNIEGELENKS AB. ZU LOCKERE BÄNDER FÜHREN ZUR GELENK-INSTABILITÄT (SCHLOTTERGELENK), ZU STRAFFE BÄNDER ERZEUGEN SCHMERZEN UND EINE BEUGEHEMUNG (SCHRAUBSTOCKGEFÜHL). DIE NEUESTE ENTWICKLUNG BERUHT AUF EINER DIGITALEN ANALYSE DER BÄNDERSPANNUNG AM ANFANG DER OPERATION. EIN COMPUTER BERECHNET DARAUS DIE OPTIMALE DREI-DIMENSIONALE PROTHESENPOSITION UND ZEICHNET GRAPHISCH DAS AXSEN- UND BEWEGUNGSRISIKO VOR DER IMPLANTATION AUF. AUS DEN DATEN ERFOLGT DIE ANWEISUNG AN EINEN MINI-ROBOTER ZUR HOCHPRÄZISEN EINSTELLUNG DER KNOCHENSCHNITTFÜHRUNG. DIESE INNOVATIVE TECHNOLOGIE WURDE IN EUROPA ERSTMALS AN DER KLINIK HIRSLANDEN EINGESETZT.

Die Knie-Totalprothese ist ein künstliches Kniegelenk, das aus einem Metallimplantat besteht. Es ersetzt nicht, wie oft missverstanden wird, das ganze Kniegelenk, sondern nur dessen Knorpeloberfläche. Es sollte daher eigentlich besser Oberflächen-Totalersatz genannt werden, denn die zerstörte Knorpelschicht, die es ersetzt, bedeckt die gesamte Knochenoberfläche.

Die Totalprothese besteht aus drei Anteilen: aus einem Oberflächenmetallersatz für den Kniegelenkanteil des Oberschenkels einerseits und des Unterschenkels andererseits sowie einem Teil aus Kunststoff (Polyäthylen), das zwischen den beiden Metallimplantaten gelagert ist. Die geometrische Passform der drei Anteile ist so konzipiert, dass die Gleitflächen und Rundungen eine gute Beweg-

lichkeit und optimale Stabilität zulassen. Diese Kriterien sind für ein erfolgreiches Resultat wichtig. Sie sind im Wesentlichen abhängig von der aufeinander abgestimmten Funktion der verschiedenen Bänder des Kniegelenks, die die Verbindung und Führung von Ober- und Unterschenkel sichern.

WAS BESTIMMT DEN OPERATIONSERFOLG EINER KNIE-TOTALPROTHESE?

Der klinische Erfolg einer Knie-Totalprothese hängt von verschiedenen Faktoren ab. Es gibt eine grosse Anzahl Firmen, die Knieprothesen herstellen. Die Modelle der verschiedenen Anbieter sind sich sehr ähnlich, Unterschiede wirken sich heute kaum mehr auf die Kniefunktion aus. Zur Aufdeckung fehlerhafter Implantate existiert in der Schweiz

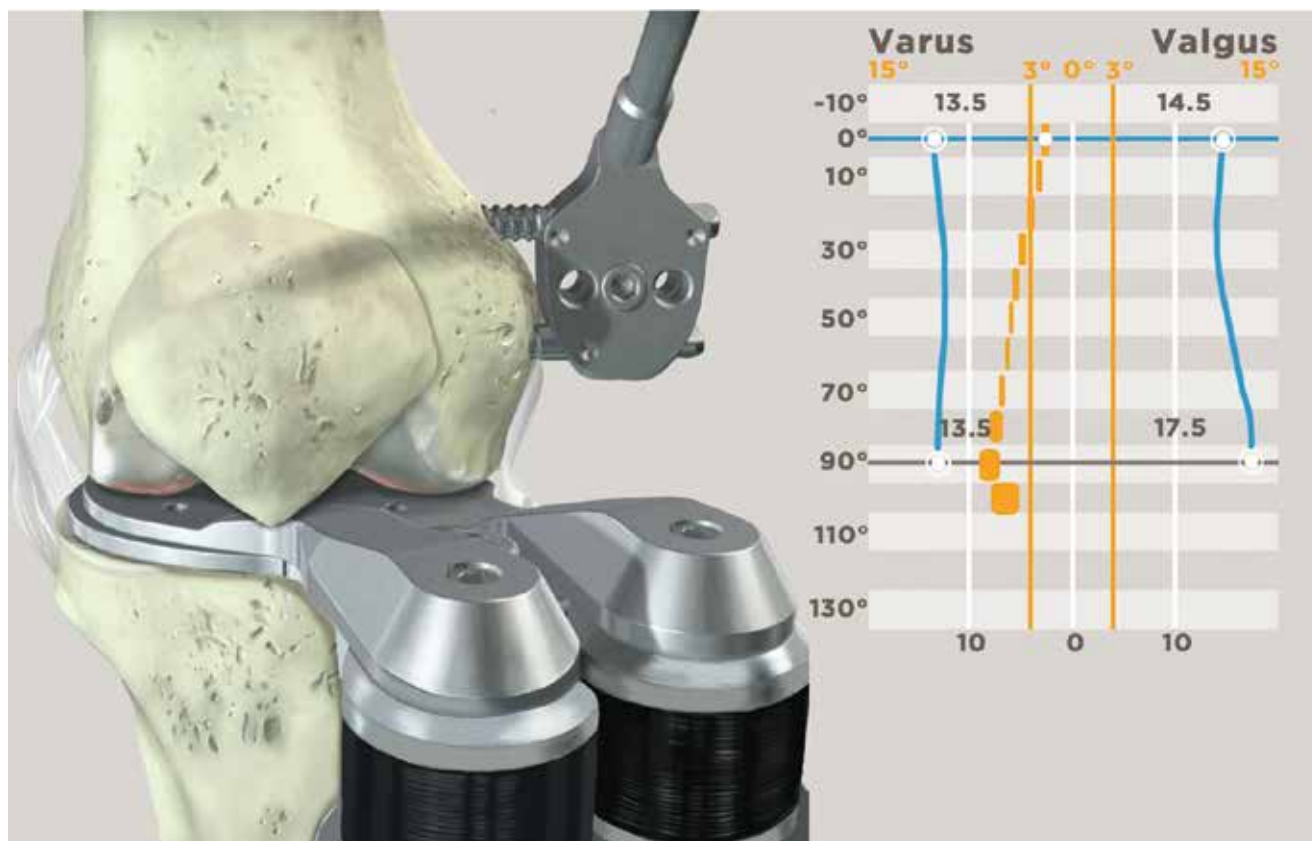


Abb. 1: Bandspannungsanalyse zu Beginn der Operation

Mit dem digitalen Bandspannungsgerät im eröffneten Kniegelenk werden die Bänder gespannt und das Knie aus der Beugestellung gestreckt. Die Bandspannungsdaten und die dynamisch sich verändernde Knieachse werden vom Computer graphisch dargestellt.



Abb. 2: Virtuelle 3-D-Prothesenposition
Der Computer berechnet alle Parameter der Prothesenposition zur Erzielung einer patientenspezifischen Beinachse und einer ausgeglichenen Bänderspannung.

seit 2015 ein flächendeckendes Implantatregister, in dem jede implantierte Prothese obligatorisch dokumentiert wird.

Die Fixation des Implantats an den Knochen, zementiert oder zementfrei, ist heute bei korrekter Anwendung kein erfolgsminderndes Kriterium. Komplikationen der Knie-scheibe, ob diese nun, je nach Abnutzung, mitersetzt wird oder nicht, konnten durch die verbesserte Führungsgrube des Oberschenkelanteils der Knie-Prothese reduziert werden. Die neuerdings aufgekommene teure Methode von speziell für den einzelnen Patienten massangefertigten Knieprothesen ist nicht aus dem klinischen Bedürfnis entstanden, die Resultate zu verbessern. Keine wissenschaftlich fundierte Arbeit hat je den Beweis erbracht, dass die vorgefertigten Implantate, die je nach Firma in bis zu

10 Größen erhältlich sind, ungenügend seien. Sie decken die anatomischen Verhältnisse bei Weitem restlos ab.

Die achsengerechte Implantation ist einer der wichtigsten Faktoren für ein Wohlbefinden des Patienten. Neuere Untersuchungen weisen nach, dass es auf die Wiederherstellung der patientenspezifischen Bein- und Knieachse ankommt – und nicht, wie noch vor kurzer Zeit Lehrmeinung war, auf das Erzielen einer statistisch ermittelten, standardisierten geraden Achse. Diese Erkenntnis hat nun ausgesprochen weitreichende Auswirkungen auf die Bandsituation des Knies. Und eine ausgewogene Bandspannung ist nach heutigen Erkenntnissen der häufigste Grund für eine Patientenzufriedenheit.

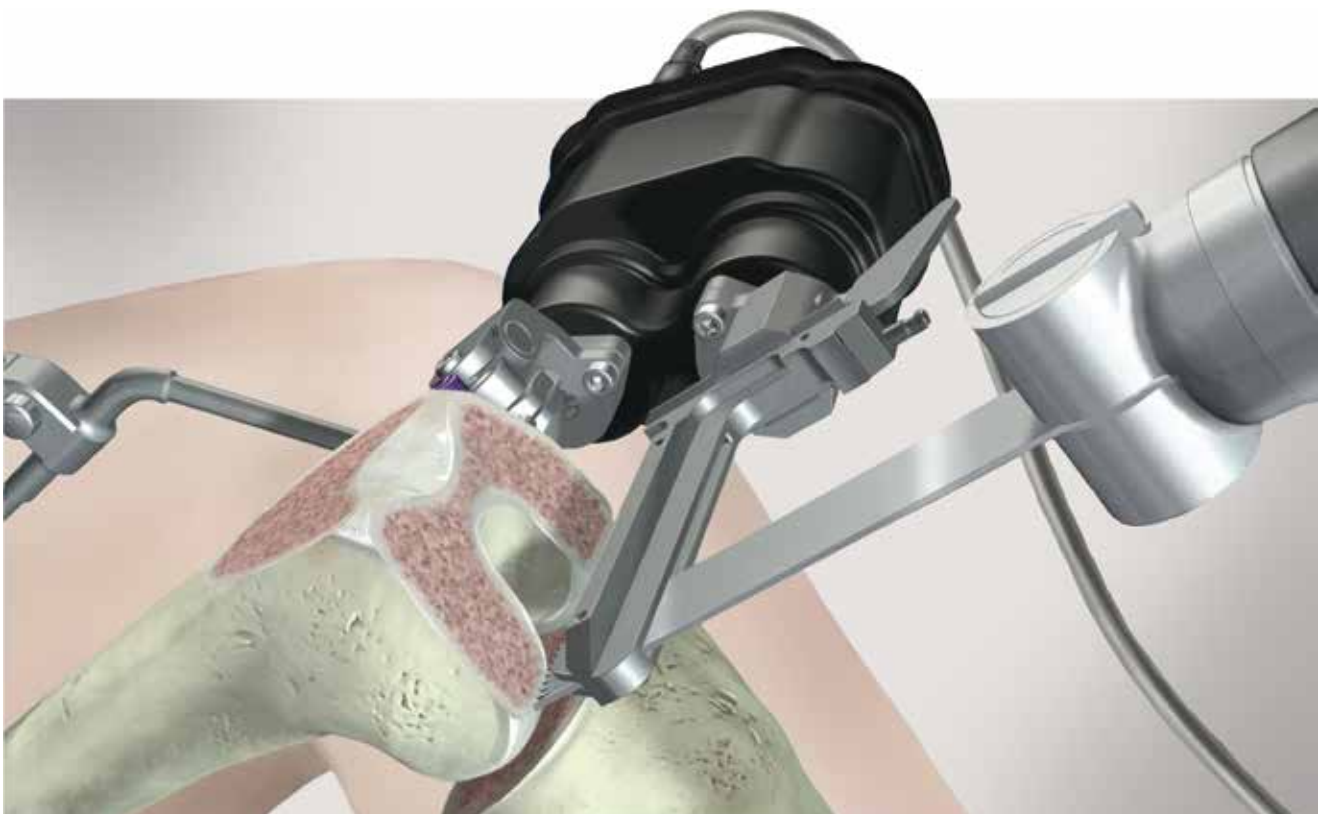


Abb. 3: Robotergesteuerte Knochenschnittführung
Die optimale 3-D-Position der Prothese wurde vom Computer vorausberechnet. Dieser übermittelt die Daten an den Mini-Roboter, der hochpräzise die Schnittführung einstellt.

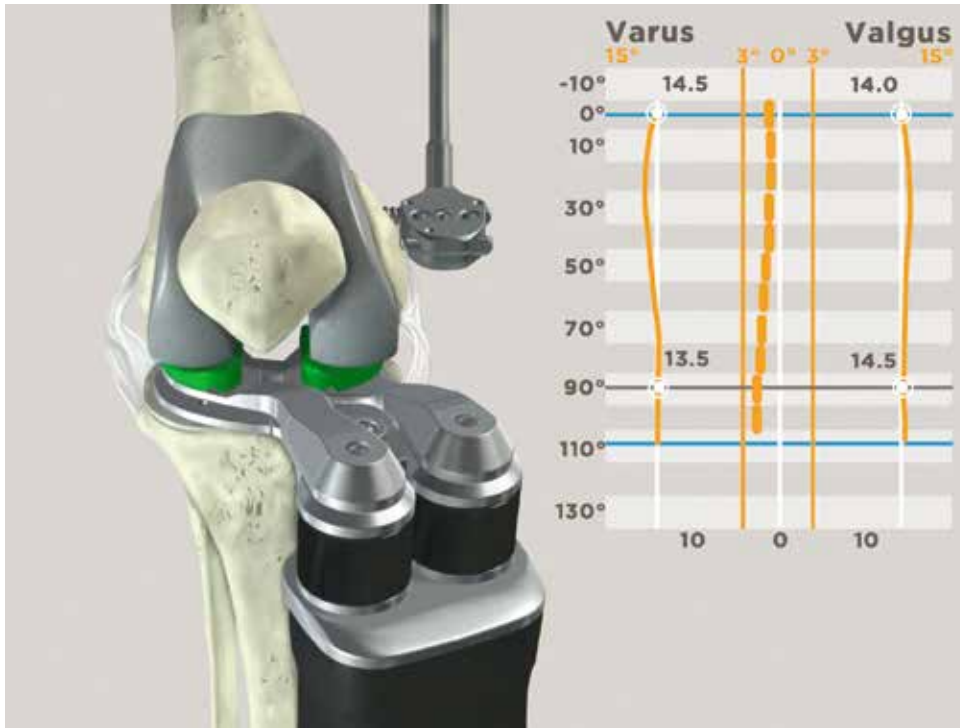


Abb. 4: Schlussanalyse der Bein- achse und Bänderspannung
Nach Durchführung aller Knochen- schnitte lässt sich durch Einsetzen einer Probeoprothese die virtuelle mit der tatsächlich erreichten Knie- funktion vergleichen.

WARUM IST EINE AUSGEWOGENE BANDSPANNUNG DES KNIEGELENKS SO WICHTIG?

Die Knieprothese wird durch die Seitenbänder und das hintere Kreuzband stabilisiert und geführt. Eine aufeinander abgestimmte Spannung dieser Bänder ist für eine optimale Funktion des Kniegelenks der wichtigste Faktor. Sind die Bänder zu locker, erfährt der Patient eine Unsicherheit beim Gehen (Instabilität), sind sie zu straff, fühlt er einen übermässigen Druck im Gelenk, der den Beugewinkel beeinträchtigen kann. Eine asymmetrische Bandspannung, beispielsweise zu straffe Innenbänder und zu lockere Aussenbänder, kann zu einer vorzeitigen Verschleisserscheinung des Kunststoffes führen. Die Bein- und Knie-Achse übt einen direkten Einfluss auf die Spannung der verschiedenen Bänder des Kniegelenks aus. Diese Wechselwirkung zwischen der Achse und der Bandstabilität beeinflusst das Gangbild des Patienten, die Körperstatik, die Beckenbalance und die verbindende Muskelkraft vom Rücken bis zum Fuss.

WIE FUNKTIONIERT DIE DIGITALE BANDSPANNUNGSMESSUNG UND ROBOTERTECHNOLOGIE?

Die Berücksichtigung der Bandspannung während der Operation ist bereits eine etablierte Methode, die mancherorts, wenn auch nicht standardmässig, schon seit vielen Jahren angewandt wird. Es standen bisher mechanische oder hydraulische Messapparate zur Verfügung, die allerdings nur in voller Streckung und bei 90 Grad Kniebeugung die Spannung messen konnten. Neu ist nun, dass das digitale Bandspannungsmessgerät die Bänder über den ganzen Beugeradius dynamisch gleichmässig spannen und messen kann.

Nach Eröffnung des Kniegelenks wird die Oberfläche mit einem Sensor ausgetastet und nach Entfernung einer schmalen Kniegelenksschicht der digitale Bandspanner eingeführt. Die Spannungsdaten werden elektronisch an einen Computer übermittelt (vgl. Abb. 1). Dieser berechnet die für den Patienten ideale Achse und die optimale dreidimensionale Prothesenposition. Die Prothesengrösse wird ebenfalls ermittelt (vgl. Abb. 2). Dazu ist vorgängig

keine kostspielige CT- oder MRI-Untersuchung erforderlich wie bei der massgeschneiderten Prothesenherstellung, die bei der Planung die Bandspannung nicht berücksichtigt und sich nur an statischen Referenzpunkten orientiert.

Die dynamische Technologie der digitalen Bandspannungsanalyse ermöglicht die virtuelle Ermittlung der Kniefunktion, bevor die Prothese implantiert ist. Der Operateur kann interaktiv mit dem Computer jederzeit Einfluss nehmen auf den Optimierungsprozess der bändergerechten 3-D-Position des Implantats. Die Daten der so ermittelten Idealposition werden vom Computer an einen Mini-Roboter transferiert, der die hochpräzise Einstellung der Knochenschnittführung lenkt (vgl. Abb. 3). Bevor am Schluss die definitive Prothese implantiert wird, erlaubt das digitale Bandspannungsmessgerät mit einem Probeimplantat den dynamischen Vergleich der virtuell vorausgerechneten mit der tatsächlich erzielten Kniefunktion (vgl. Abb. 4).

GLOSSAR

- **KNIEBÄNDER:** Zusammen mit den Muskeln und Sehnen ermöglichen die Kniebänder das Beugen und Strecken des Knies und geben ihm Stabilität. Es gibt vier Kniebänder: das vordere und das hintere Kreuzband, die sich überkreuzen, sowie das innere und das äussere Seitenband.
- **KNORPEL:** glattes und gefässloses Gewebe, das die Kontaktflächen von Knochen in einem Gelenk überzieht. Knorpel ermöglicht ein reibungsarmes Gleiten der Knochen gegeneinander und sorgt für die Abfederung von Stössen.

KONTAKT

ENDOCLINIC ZÜRICH
Witellikerstrasse 40
8032 Zürich
T +41 44 387 28 80
info@endoclinic.ch