

eMP™

Evolution®
Medial-Pivot Knee System
The ACL-PCL Substituting Knee

Design Rationale



Hervorragende 15-Jahresergebnisse

Zur Wiederherstellung der natürlichen Stabilität und Kinematik

Nachweisliche Steigerung der Quadrizeps-Effizienz

 **MicroPort**
Orthopedics
Full Function, Faster™

Inhaltsverzeichnis

3 ***Einführung***

4 ***Das Medial-Pivot-Kniesystem***

4 Klinisch erfolgreiches Design – hervorragende Ergebnisdaten aus 15 Jahren

6 Die Verbindung von kinematischer Theorie und Implantatdesign

8 Traditionelle Implantatdesigns – Ursache von Instabilität und geringer Zufriedenheit

10 Die einzigartigen Designmerkmale des eMP™ Kniesystems

14 ***Funktionelle Ergebnisparameter***

15 Patientenzufriedenheit

16 Nachweis einer gesteigerten Quadrizeps-Effizienz

18 Quellennachweise

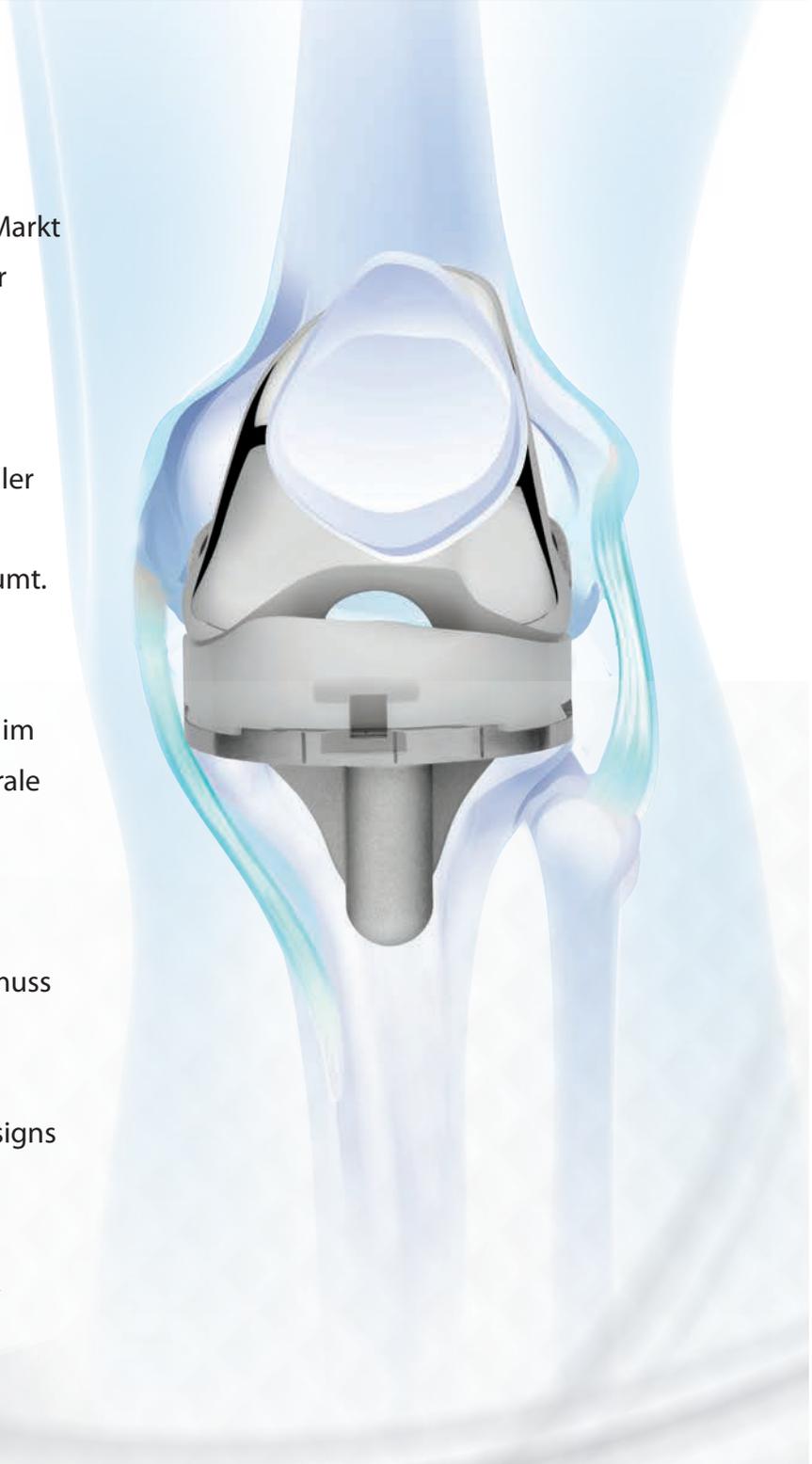
Einführung

Das eMP™ Kniesystem, mit dem das erste Medial-Pivot-Design auf der Grundlage neuester kinematischer Erkenntnisse über die natürliche Stabilität und Bewegung des Kniegelenks auf den Markt kam, kann inzwischen auf 15 Jahre klinisch belegter Erfolge zurückblicken.¹

Durch sein einzigartiges Design werden die natürliche Bewegung und anteroposteriore Stabilität wiederhergestellt und häufige Probleme traditioneller Designs – wie etwa anteriore Kniebeschmerzen und verringerte Quadrizeps-Effizienz – effektiv ausgeräumt.

Die Patienten sind mit dem eMP™ Kniesystem zufriedener als mit traditionelleren Designs, weil es im medialen Kompartiment durch die hohe tibiofemorale Kongruenz Stabilität und gleichzeitig im lateralen Kompartiment natürliche Beweglichkeit bietet.²

Aufgrund dieser natürlichen Stabilität und Mobilität muss der Quadrizeps nicht kontrahiert werden, um ein anteriores Gleiten des Femurs auf der Tibia zu vermeiden, wie dies bei traditionellen Implantatdesigns der Fall ist. Diese gesteigerte Quadrizeps-Effizienz minimiert die auf den Kniestreckmechanismus wirkende Kraft und kann es Patienten ermöglichen, ihre Alltagsaktivitäten früher und mit mehr Komfort wieder aufzunehmen.



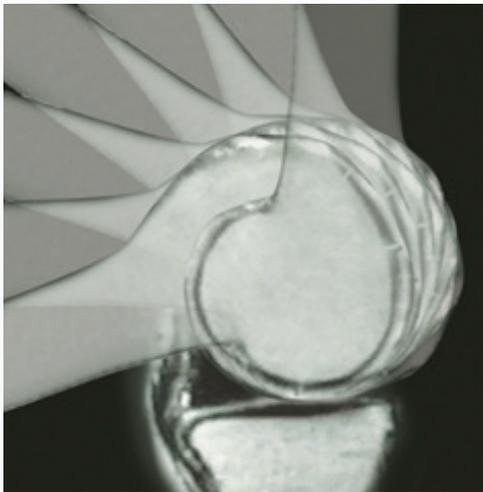
Das Medial-Pivot-Kniesystem

Klinisch erfolgreiches Design – Hervorragende Ergebnisdaten aus 15 Jahren

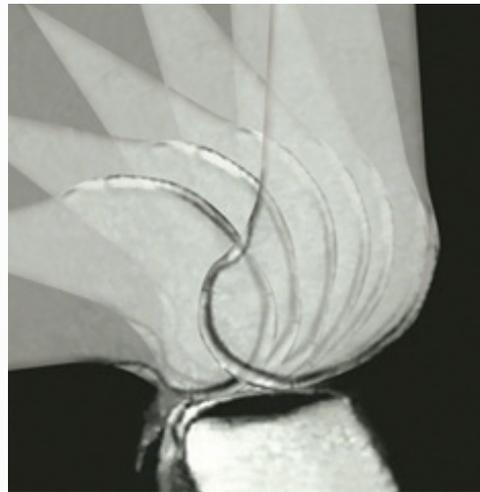
Als das Medial-Pivot-Kniesystem erstmals zugelassen wurde, begegnete ihm die orthopädische Fachwelt mit Skepsis. Viele Jahre lang hielten Orthopäden am Konzept eines scharnierartigen Kniegelenks mit mehreren Radien fest, das in der Flexion zurückrollt.

Dieses traditionelle Axiom der Kniekinematik wurde von Pionieren auf diesem Gebiet, wie J. David Blaha, MD, Michael Freeman, MD, Richard Komistek, PhD und Vera Pinskerova, PhD, infrage gestellt, die kinematische und radiologische Belege für die Medial-Pivot-Kinematik und -Stabilität des Kniegelenks lieferten. Diese Daten zeigten, dass das natürliche Kniegelenk eine feste Flexions-Extensions-Achse mit einem stabilen medialen und einem mobilen lateralen Kompartiment besitzt.¹

MRT-Aufnahmen des natürlichen Kniegelenks¹:



Stabiles mediales Kompartiment



Mobiles laterales Kompartiment

Seit das Medial-Pivot-Kniesystem vor mehr als 15 Jahren erstmals auf den Markt kam, hat es auf der ganzen Welt herausragende klinische Erfolge erlebt.

97,2 % Überlebensrate nach 10 und 15 Jahren⁴
(Karachalios, 2015)

99,2 % Überlebensrate nach 5 Jahren⁵

97,6 % Überlebensrate nach 8 Jahren⁵
(Fitch, 2015 Metaanalyse, 8 Studien, n = 1146 Kniegelenk-Totalendoprothesen)

98,3 % Überlebensrate nach 8 Jahren⁶
(Chinzei, 2014)

98,1 % Überlebensrate nach 7 Jahren⁷
(Yuom, 2014)

96,6 % Überlebensrate nach 5 Jahren⁸
(Schmidt, 2014)

Die Verbindung von kinematischer Theorie und Implantatdesign

Um die Unterschiede der funktionellen Ergebnisse bei verschiedenen Implantatdesigns zu verstehen, ist es wichtig, zunächst die gedanklichen Schritte zu betrachten, die zu diesen Designs führten. Viele der heute populären Designs beruhen immer noch auf veralteten kinematischen Theorien, die zugunsten der Erzeugung eines Rollbacks die Kongruenz des Tibiofemoralgelenks beeinträchtigen. Es wurde jedoch nachgewiesen, dass diese Designs, anstatt ein Rollback zu erzeugen, zu Instabilität und zu einer eingeschränkten Funktion führen.^{29,33,35} Das eMP™ Kniesystem stellt die Funktion wieder her, indem es die natürliche anteroposteriore Stabilität und Medial-Pivot-Bewegung des Kniegelenks nachbildet.^{29,36}

Kinematische Theorien

Erste Generation Theorie der viergliedrigen Gelenkverbindung:

- ▶ „Die Kinematik des Kniegelenks entspricht einer viergliedrigen Gelenkverbindung.“⁹
- ▶ Drehachse am Kreuzungspunkt der Kreuzbänder.
- ▶ Dargestellt als progressives Zurückrollen („Rollback“) des Femurs relativ zur Tibia.

1980

Theorie der viergliedrigen
Gelenkverbindung

1970

Implantatdesigns

Multi-Radius-Knie:

- ▶ Soll ein Rollback erzeugen.
- ▶ Rollback diktiert eine Begrenzung der tibiofemorale Kongruenz.
- ▶ Häufig mit einem Gleiten nach anterior, Instabilität und anterioren Knieschmerzen verbunden.

Kinematische Theorien

Die zweite Generation

Einzelne Drehachse:

- ▶ Hollister AM. The axes of rotation of the knee. 1993.³
- ▶ Einfache Flexion – Extensionsachse verläuft durch die Kollateralbandursprünge.
- ▶ Longitudinale Drehachse verläuft durch die VKB-Insertion auf dem Tibiaplateau.

1990

Einzelne
Drehachse

Implantatdesigns

Single-Radius-Knie:

- ▶ Soll symmetrisches Rollback und Rotationsfreiheit um die longitudinale Achse bieten.
- ▶ Zentrale Rotation wird durch mangelnde tibiofemorale Kongruenz beeinträchtigt.

Kinematische Theorien

Neueste Generation

Medial-Pivot-Kinematik:

- ▶ Mediale Seite des Knies bleibt stabil und vollführt eine translationsfreie Rotationsbewegung.
- ▶ Laterale Seite bewegt sich nach anterior und posterior, um die Tibiarotation zu erlauben.
- ▶ In der sagittalen Ansicht sind kreisförmige Gelenkflächen zu sehen.

2000

*Medial-
Pivot-Kinematik*

Implantatdesigns

Das Medial-Pivot-Knie:

- ▶ Soll mediale Stabilität und laterale Mobilität begünstigen.
- ▶ Femurkomponente mit konstantem Radius in der Sagittal- und der Koronalebene sowie ein hoch kongruentes mediales Kompartiment und ein weniger kongruentes laterales Kompartiment, das eine Translation erlaubt.



Traditionelle Implantatdesigns – Ursache von Instabilität und geringer Zufriedenheit

Auch nach jahrzehntelanger Verbesserung der Operationstechnik und des Implantatdesigns sind 20 % der Knieersatz-Patienten nach wie vor unzufrieden.¹² Bei vielen der heute populären Designs, die mit einer geringeren tibiofemorale Kongruenz konstruiert sind, hat es sich gezeigt, dass das Femur auf der Tibia nach anterior gleitet. Ein großer Teil dieser Unzufriedenheit lässt sich durch Funktionseinschränkungen aufgrund von Instabilität erklären – der eigentlichen Ursache von Einschränkungen wie anterioren Knieschmerzen und dem Verlust an Leistungsfähigkeit des Quadrizeps.

Ungefähr **25 %** aller Knie totalersatz-Revisionen erfolgen aufgrund einer Instabilität nach einer Operation.¹³⁻¹⁷



Folgeerscheinungen der Instabilität

Anteriore Knieschmerzen

- ▶ Da die Femurkomponente eines traditionellen Implantatdesigns zu Beginn der Flexion nach vorne gleitet, versucht der Streckmechanismus, das Knie bei Aktivität gegen die zusätzliche Krafteinwirkung zu stabilisieren.
- ▶ Schließlich kommt es aufgrund der Ermüdung des Streckmechanismus zu Schmerzen.



Verlust an Leistungsfähigkeit des Quadrizeps

- ▶ Wenn der Kniestreckmechanismus ermüdet, entwickelt der Patient als Anpassung an die Schmerzen ein Quadrizeps-schonendes Gangbild.¹⁸
- ▶ Damit der Patient die Instabilität und die Schmerzen kompensieren kann, muss der Quadrizeps ständig kontrahiert werden, um ein anteriores Gleiten des Femurs zu verhindern.
- ▶ **Schließlich vergeudet der Patient einen Großteil der Leistungsfähigkeit seines Quadrizeps beim Versuch, diese Instabilität zu kompensieren.**



Anteriores Gleiten des Femurs auf der Tibia.

Die einzigartigen Designmerkmale des eMP™ Kniesystems

Das eMP™ Kniesystem bietet mit seinem funktionswiederherstellenden Design, das die natürliche Stabilität und Bewegung des Knies nachbildet, eine bewährte und einzigartige Lösung für Probleme wie Instabilität, anteriore Knieschmerzen und Funktionseinschränkungen.

Flexionsstabilität

- ▶ Wird durch die hohe mediale Kongruenz und die kugelförmigen Kondylenkörper mit konstantem Radius begünstigt.
- ▶ Der länger konstant bleibende Flexionsradius und der weiter posterior und medial gelegene Wendepunkt ermöglichen eine tiefere Flexion und eine gesteigerte Quadrizeps-Effizienz.

Anatomische Bewegung

- ▶ Wird erreicht durch ein stabiles mediales und ein mobiles laterales Kompartiment, das um das mediale Kompartiment rotiert bzw. schwenkt.

Verschleißarmes Design

- ▶ Wird ermöglicht durch eine maximierte Kontaktfläche und eine reproduzierbare Bewegungsbahn, die den Kontaktstress gering hält.

Das eMP™ Kniesystem repräsentiert ein perfektes Zusammenspiel zwischen natürlicher medialer Stabilität und lateraler Mobilität.

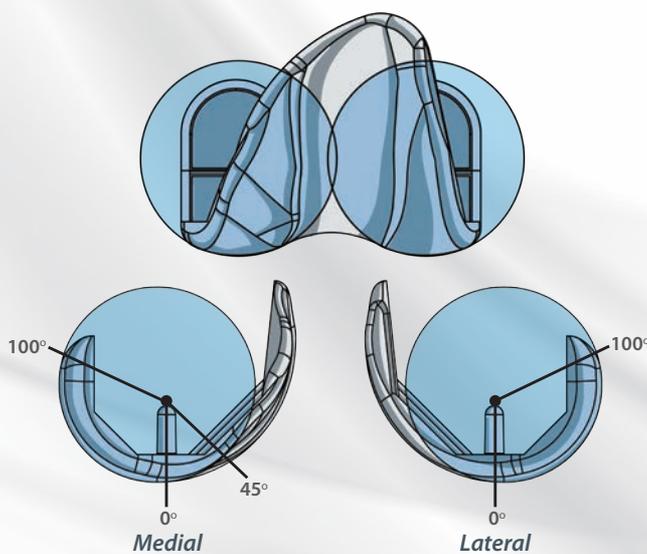
Flexionsstabilität

Hohe Kongruenz

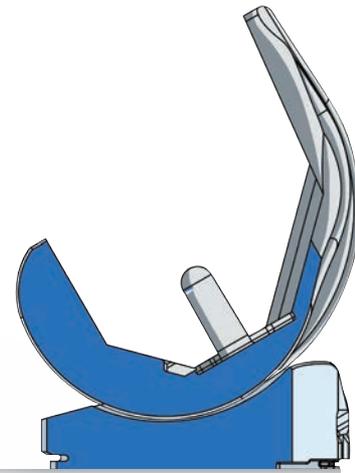
- ▶ Mediales Kugelgelenk.
- ▶ Für maximale Stabilität im gesamten Bewegungsbereich und große Flexionswinkel entwickelt.

Gesteigertes Flexionspotenzial

- ▶ Der größere posteriore Kondylen-Offset und der posterior gelegene tibiale Wendepunkt gestatten eine weiter posteriore Position des Femurs auf der Tibia.
- ▶ Hierdurch wird eine tiefere Flexion ermöglicht.



Das einzige Kniedesign mit kugelförmiger Geometrie in der Sagittal- und der Koronalebene.



Mediales Kompartiment des eMP™ Knies bei 30° Beugung

Konstanter Radius

- ▶ Entsprechende Literatur belegt, dass Knieprothesen mit konstantem Radius eine höhere klinische Funktionsfähigkeit aufweisen als solche mit wechselndem Radius.¹⁹
- ▶ Das eMP™ Knie ist nicht das einzige Design auf dem Markt, dessen Femurkomponente einen konstanten Radius aufweist, aber es ist das einzige System, bei dem der koronale Radius dem sagittalen Radius entspricht, wodurch beide Kondylenkörper eine Kugelform erhalten.

Ergebnisse

Die natürliche mediale Stabilität im eMP™ Knie ersetzt die Geometrie von VKB, HKB und Knochen und erlaubt eine physiologische Leistung des Quadrizeps. Dank der Steigerung der Quadrizeps-Effizienz erleben die Patienten nach der Operation eine bessere Propriozeption und ein natürlicheres Gefühl.

Anatomische Bewegung

Natürliches Gefühl

- ▶ Die prominenten anterioren und posterioren Ränder des eMP™ Tibiaeinsatzes ersetzen beide Kreuzbänder.
- ▶ Die laterale Bogenbahn bietet 15° Rotationsfreiheit und dadurch ein natürlicheres Gefühl. ²

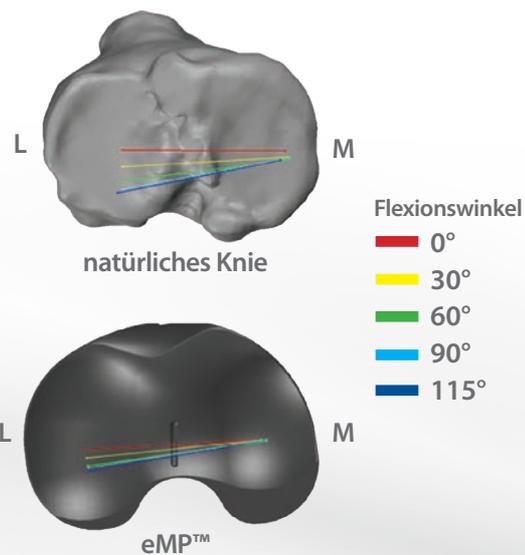
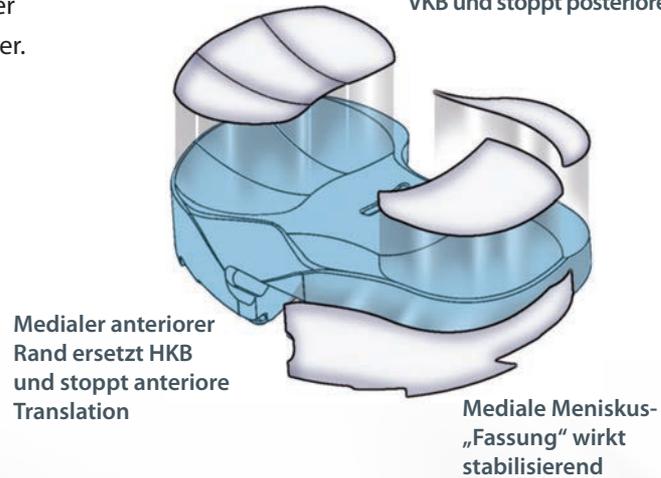


Abbildung 1: Evaluierung der Kontaktpunkte von der vollen Extension bis zur vollen Flexion (115°) beim natürlichen Kniegelenk und beim eMP™ Kniesystem.

Laterale Meniskusbahn erlaubt 15° Rotation

Medialer posteriorer Rand ersetzt VKB und stoppt posteriore Translation



Natürliche Funktion

- ▶ Der eMP™ Einsatz soll die Tibia in einer natürlichen Achsrotation um das stabile mediale Kompartiment führen.
- ▶ So wird die am natürlichen Kniegelenk des Menschen beobachtete Funktion vom eMP™ Kniesystem nachgebildet. **Abbildung 1**

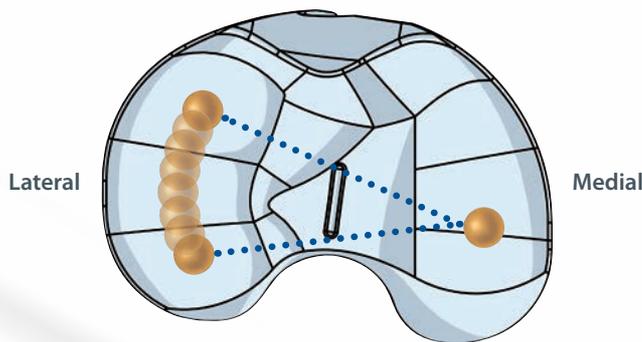
Ergebnisse

Die zuverlässige anatomische Bewegung erlaubt eine natürliche Beteiligung des Quadrizeps, eine optimierte Patellaführung in der Fovea trochlearis und eine natürliche Tibiarotation.

Verschleißarmes Design

Minimierter Kontaktstress

- ▶ Hoher Kontakt über den gesamten Bewegungsumfang zur Minimierung des Kontaktstresses.²⁷
- ▶ Daten zur Verschleißbeurteilung *in vitro* zeigen, dass das Implantatdesign möglicherweise wichtiger ist als der für die Gleitpaarung verwendete Werkstoff. **Abbildung 2**



Das eMP™ Kniesystem zeigt reproduzierbare Bewegungen.

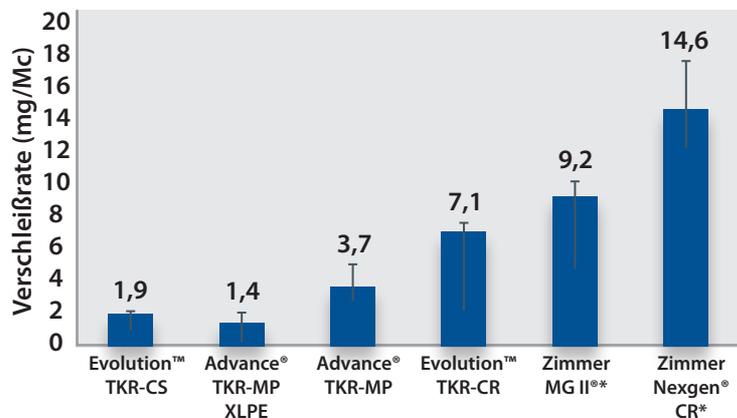


Abbildung 2: Verschleißraten für EVOLUTION™, ADVANCE® und zwei Systeme von Zimmer.

*Verschleißdaten aus der Fachliteratur.²¹⁻²² Die Verschleißtestung wurde nicht von MicroPort Orthopedics durchgeführt.

Reproduzierbare Bewegungsbahn

- ▶ Bildet die Kinematik des natürlichen Kniegelenks wieder.
- ▶ Verhindert multidirektionale Bewegungen, die bei traditionellem Knieersatz häufig vorkommen und den Verschleiß erhöhen.^{24, 30-34}

Ergebnisse

Patienten verlangen nicht nur ein in hohem Maße funktionsfähiges Kniegelenk, sondern erwarten von Ihrem Implantat auch Widerstandsfähigkeit und lange Haltbarkeit. Das innovative, von der Anatomie inspirierte Design des eMP™ Kniesystems hat in einer Vergleichsstudie sein niedrigeres Verschleißpotenzial bewiesen.²⁰⁻³³ Dieses verschleißarme Design ist auf die reproduzierbare Bewegungsbahn und den minimierten Kontaktstress zurückzuführen.²⁴⁻²⁶

Funktionelle Ergebnisparameter

52 % der Patienten nach Implantation einer Kniegelenk-Totalendoprothese (KTEP) berichten von einem gewissen Maß an Einschränkung bei funktionellen Aktivitäten wie Knien, Hocken, Seitwärtsbewegung, Drehen und Richtungswechsel, Tragen von Lasten, Strecken, Kräftigung des Beins, Tennis, Tanzen, Gartenarbeit und sexuelle Aktivität.¹¹

Das eMP™ Kniesystem ermöglicht eine effektivere Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Patienten dank seines einzigartigen stabilisierenden Designs, das einen konstanten Hebelarm am Angriffspunkt des Kniestreckmechanismus bereitstellt. Diese Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit wird belegt durch Ergebnisparameter, die objektive und subjektive Unterschiede gegenüber konkurrierenden Implantatdesigns und gesunden Probanden erkennbar machen. Diese *In-vivo*-Beurteilung der **Patientenzufriedenheit** und der **Quadrizeps-Effizienz** nach KTEP belegt klar die Wirksamkeit und den Erfolg des eMP™ Kniesystems.



Das eMP™ Kniesystem nimmt eine Sonderstellung unter den Implantatdesigns ein, da es als einziges effektiv die funktionellen Parameter der postoperativen Zufriedenheit und Leistungsfähigkeit bei Alltagsaktivitäten verbessert.^{2, 29}

Patientenzufriedenheit

Patienten spüren den Unterschied bei der Stabilität!

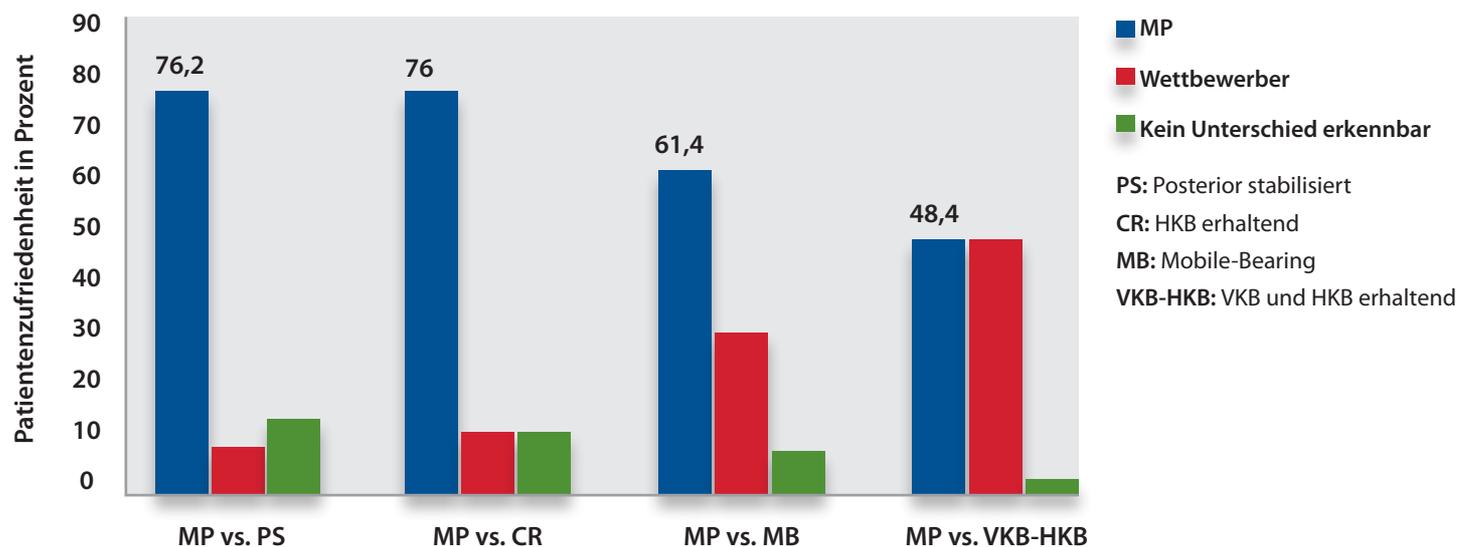
Pritchett, 2011

Patients prefer a bicruciate-retaining or the medial-pivot total knee prosthesis. JOA. 2011; 26 (2): 224–8.

In dieser Studie zur Patientenpräferenz nach bilateraler KTEP sollte untersucht werden, ob Patienten mit einer bestimmten Prothese zufriedener sind als mit einer anderen.²

- ▶ 440 Patienten unterzogen sich einer bilateralen KTEP, wobei auf jeder Seite eine andere Prothese verwendet wurde.
- ▶ Es wurden fünf verschiedene Knieprothesen verwendet: VKB und HKB erhaltend, HKB erhaltend (Cruciate Retaining, CR), Medial-Pivot (MP), Mobile-Bearing (MB) und posterior stabilisiert (PS).
- ▶ Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass Patienten, die sich einer mehrzeitigen bilateralen KTEP unterzogen, mit höherer Wahrscheinlichkeit eine Erhaltung des VKB und des HKB oder einen Ersatz mit der MP-Prothese bevorzugten.

Medial-Pivot vs. konkurrierende Knie-Designs



Grundlage der höheren Patientenzufriedenheit

- ▶ Fühlt sich natürlicher an
- ▶ Mehr Kraft beim Treppengehen
- ▶ Fühlt sich insgesamt stabiler an
- ▶ Weniger Geräusche wie Ploppen, Knacken oder Klicken

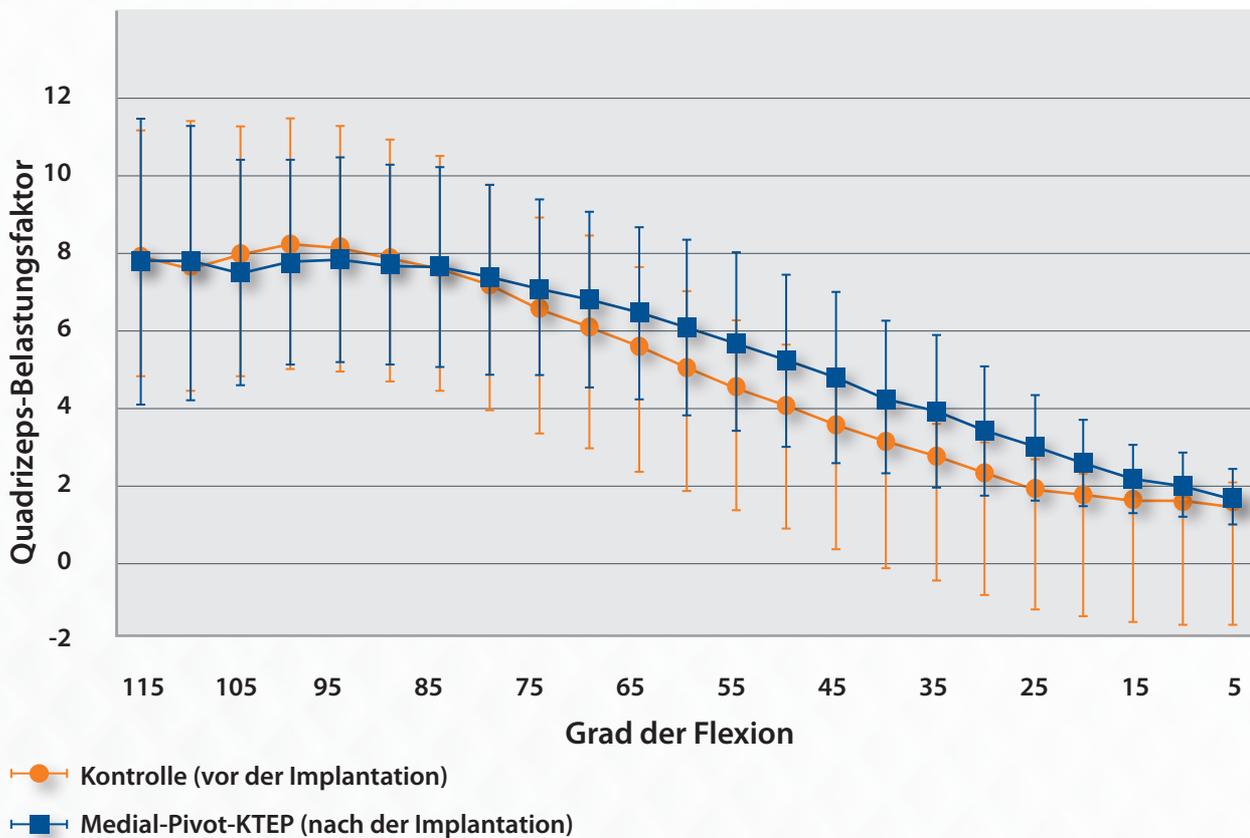
Nachweis einer gesteigerten Quadrizeps-Effizienz

Ähnlich hohe Quadrizeps-Effizienz wie in der Kontrollgruppe

Eine *In-vitro*-Studie zur Quadrizeps-Effizienz nach KTEP mit dem eMP™ Kniesystem zeigte einen ähnlichen Quadrizeps-Belastungsfaktor wie in der Kontrollgruppe.³⁶ Das legt Folgendes nahe:

- ▶ Die Qualität und die Geschwindigkeit der Quadrizeps-Rehabilitation werden durch die im Implantatdesign begründete AP-Stabilität beeinflusst.²⁸
- ▶ Die Kombination des medialen Kugelradius mit der Kongruenz des medialen Tibiaeinsatzes sorgt für einen konstanten Hebelarm am Angriffspunkt des Streckmechanismus.

Quadrizeps-Belastungsfaktor von der Flexion bis zur Extension



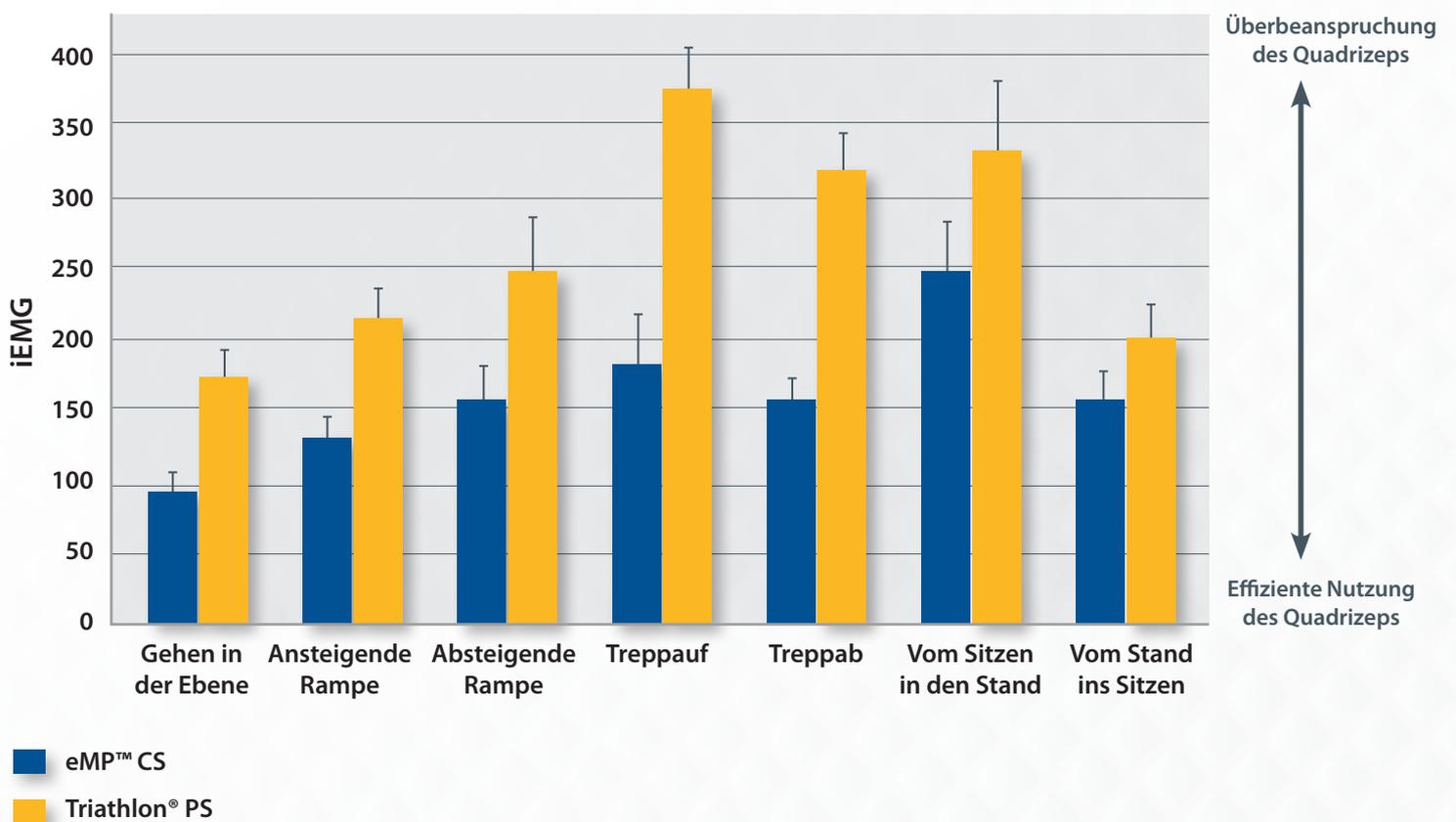
Gesteigerte Quadrizeps-Effizienz nach KTEP

Das nachstehende Schaubild veranschaulicht anhand der EMG-Daten* des M. vastus medialis (VM), die gesteigerte Quadrizeps-Effizienz bei Patienten mit einem eMP™ CS-Knie im Vergleich zu Patienten mit einem Triathlon® PS-Knie.²⁹

Patienten mit verbesserter Quadrizeps-Effizienz und AP-Stabilität verspüren möglicherweise Folgendes:

- ▶ Ein natürlicheres Gefühl.
- ▶ Eine verbesserte patellofemorale Mechanik.
- ▶ Eine höhere Leistungsfähigkeit bei der gewichtsbelasteten Flexion des einzelnen Beins.²

iEMG-Daten des M. vastus medialis



Quellennachweise

1. Freeman MA, Pinskerova V. The movement of the knee studied by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 410: 35–43.
2. Pritchett JW. Patients prefer a bicruciate-retaining or the medial pivot total knee prosthesis. *J Arthroplasty* Feb. 2011; 26(2): 224–8.
3. Hollister AM et al. The axes of rotation of the knee. *Clin Orthop Relat Res* Mai 1993; (290): 259–68.
4. Karachalios T. A Ten To Fifteen Years Clinical Outcome Study Of Advance Medial - Pivot Knee Arthroplasty. Posterpräsentation anlässlich der 16. Jahrestagung der European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT). 27.–30. Mai 2015. Prag, Tschechische Republik.
5. DA Fitch, PhD, K Sedacki, MS, Y Yang, MA, MS, Biostatistiker. Mid- to long-term outcomes of a medial-pivot system for primary total knee replacement – A systematic review and meta-analysis. *Bone Joint Res.* Okt. 2014; 3(10): 297–304.
6. Chinzei N et al. Satisfactory results at 8 years mean follow-up after Advance MP TKA. *Knee* 2014; 21(2): 387–390.
7. Yuom Y-S et al. Total Knee Arthroplasty Using a Posterior Cruciate Ligament Sacrificing Medial Pivot Knee: Minimum 5-year Follow-up Results. *Knee Surg Relat Res* 2014. 26(3): 135–140.
8. Schmidt R, Ogden S, Blaha JD, Alexander A, Fitch DA, Barnes CL. Midterm clinical and radiographic results of the medial pivot total knee system. *International Orthopaedics* 2014.
9. *Knee Ligaments: Structure, Function, Injury, and Repair.* Daniel D, Akesson W, O'Connor J. 1990 Raven Press New York.
10. Weiss JM, Noble PC, Conditt MA et al. What functional activities are important to patients with knee replacements? *Clin Orthop Relat Res* Nov. 2002; (404): 172–88.
11. Noble PC, Gordon MJ, Weiss JM, Reddix RN, Conditt MA, Mathis KB. Does total knee replacement restore normal knee function? *Clin Orthop Relat Res* Feb. 2005; (431): 157–65.
12. Bourne RB. Patient Satisfaction after Total Knee Arthroplasty: Who is Satisfied and Who is Not? *Clin Orthop Relat Res* Jan. 2010; 468(1): 57–63.
13. Yercan HS et al. Tibiofemoral instability in primary total knee replacement: a review, Part 1: basic principles and classification. *Knee.* 2005; 12: 257–66.
14. Yercan HS et al. Tibiofemoral instability in primary total knee replacement: a review, Part 2: basic principles and classification. *Knee.* 2005; 12: 336–40.
15. Vince KG. Why knees fail. *J Arthroplasty* 2003; 18(3 Suppl. 1): 39–44.
16. Callaghan JJ, O'Rourke MR, Saleh KJ. Why knees fail: lessons learned. *J Arthroplasty* 2004; 19(4 Suppl. 1): 31–4.
17. Fehring TK, Valadie AL. Knee instability after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 299: 157–62.

18. Blaha JD. AP instability: a cause of anterior knee pain. *JBSJ* 2014.
19. Ezechieli M. The influence of a single-radius design on the knee stability. *Technol Health Care*; 2012, 20(6): 527–34.
20. McEwen H. The influence of design, materials, and kinematics on the in vitro wear of total knee replacements. *J Biomech* 2005; 38: 357–65.
21. Schwenke T. Differences in wear between load and displacement control tested total knee replacements. *Wear*. 2009; 267: 757–62.
22. Haider H. Comparison between force-controlled and displacement controlled in-vitro wear testing on a widely used TKR implant. *ORS-Poster*. 2002; 27: 1007.
23. Muratoglu O. Metrology to quantify wear and creep of polyethylene tibial knee inserts. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 428: 114–9.
24. Wang A. Mechanistic and morphological origins of UHMWPE wear debris in total joint replacement prostheses. *Proc Inst Mech Eng* 1996; 210(3): 141–55.
25. Bragdon C. The importance of multidirectional motion on the wear of polyethylene. *Proc Inst Mech Eng*.1996; 210(3): 157–65.
26. Landy M. Wear of UHMWPE components of 90 retrieved knee prostheses. *J Arthroplasty*; 1988; 3: 73–85.
27. Interne Daten von MicroPort Orthopedics.
28. Lam MH et al. *BMC Sports Science Medicine & Rehabilitation* 2009.
29. LaMontagne M et al. Quadriceps and Hamstring Muscle Activation and Function Following Medial Pivot and Posterior Stabilized TKA: Pilot Study.
30. Sathasivam S, Walker PS. Optimization of the Bearing Surface Geometry of Total Knees. *J Biomechanics* 1994; 27(3): 255–64.
31. Scuderi GR, Komistek RD, Dennis DA, Insall JN. The Impact of Femoral Component Roational Alignment on Condylar Lift-Off. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 410: 148–54.
32. Komistek R. In vivo fluoroscopic analyses of the normal human knee. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 410: 69–81.
33. Schmidt R. Fluroscopic analyses of cruciate-retaining and medial-pivot knee implants. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 410: 139–147.
34. Bideglass DF. Current principles of design for cemented and cementless knees. *Tech Orthop* 1991; 6: 80.
35. Dennis DA, Komistek RD, Mahfouz MR, Haas BD, Stiehl JB. Multicenter determination of in vivo kinematics after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2003
36. DeBoer DK, Blaha JD, Barnes CL, Fitch D, Obert R, Carroll M. Quadriceps Efficiency Following Total Knee Arthroplasty with a Medial-Pivot System is Similar to Control. *ISTA-Kongress 2015. Wien, Österreich.*



MicroPort Orthopedics Inc.
5677 Airline Road
Arlington, TN USA 38002
+1 866 872 0211

EC REP

MicroPort Orthopedics BV
Hoogoorddreef 5
1101 BA Amsterdam
Niederlande
+31 20 545 01 00

ortho.microport.com

Die CE-Kennzeichnung gilt für einzelne Katalognummern und befindet sich ggf. auf dem Außenetikett.

™Markenzeichen und *eingetragene Marken von MicroPort Orthopedics.
© MicroPort Orthopedics, 2016. Alle Rechte vorbehalten. 011426