

S. Mai<sup>1</sup>, D. Bosson<sup>2</sup>, W. Hein<sup>3</sup>, N. Helmy<sup>4</sup>, J. Pfeil<sup>5</sup>, W. E. Siebert<sup>1</sup>

# Erfahrungsbericht über 2 Jahre Anwendung des Kurzschafts Optimys

## *2 year experiences with the short stem Optimys*

**Zusammenfassung:** Bei der Hüft-Erstimplantation möchte man möglichst viel Knochen erhalten. Derzeit werden Kurzschafte favorisiert. Der Optimys gehört zu den Schenkelhals teilerhaltenden Kurzschaften mit metaphysärer Verankerung. Für jede Größe wird eine Standard- und lateralisierte Version angeboten, um das individuelle Offset zu rekonstruieren. Das Design passt sich der Anatomie des proximalen Femurs an.

Der Schaft wird seit Dezember 2010 in 5 Zentren eingesetzt und die Ergebnisse in einer zentralen Datenbank prospektiv erfasst und ausgewertet. Bisher wurden 766 Hüften dokumentiert. Der Schaft lässt sich leicht minimal-invasiv implantieren. Bei Männern wurde häufiger der lateralisierte Schaft verwendet. 92,2 % der Patienten hatten keine postoperativen Komplikationen. Bei der Einjahreskontrolle besserte sich der Harris Hip Score von 47,1 auf 96,7. Radiologisch fand sich eine unerklärte aseptische Lockerung, Sinterungen im Rahmen der Lernkurve und wenige schmerzlose Hypertrophien. Revisionen erfolgten wegen 4 periprotetischen Frakturen, 3 Pfannendislokationen, der oben erwähnten Lockerung sowie bei einem Infekt.

Insgesamt traten keine Implantat spezifischen Komplikationen auf. Die bisherigen postoperativen klinischen und radiologischen Ergebnisse sind sehr vielversprechend. Längerfristige Nachuntersuchungen sind erforderlich, um das Implantat abschließend zu beurteilen.

**Abstract:** In total hip arthroplasty (THA) it is the aim to preserve as much bone as possible, for which nowadays short stems are in favour. Optimys belongs to the partly neck preserving short stems. Each size has a standard and lateral version in order to reconstruct the individual offset. The design follows the anatomy of the proximal femur.

Since December 2010 the stem has been used in 5 centers. Up to now 766 primary THA are prospectively collected in a central database. Implantation of the stem is easy and mainly done in minimal invasive technique. Men more often needed the lateral version. 92,2 % of the patients had no postoperative complications. The one-year-assessment showed an improvement of Harris Hip Score from 47,1 to 96,7. Radiologic findings were one inexplicable aseptic loosening, subsidences due to learning curve and some painless hypertrophies. Revisions were necessary due to 4 periprotetic fractures, 3 cup dislocations, above mentioned loosening and one infection.

Altogether there were no implant related complications. The good clinical and radiographic results fulfil the expectations, further follow-up is necessary to evaluate the outcome of this implant.

*Keywords: short stem, optimys, total hip arthroplasty*

*Schlüsselwörter: Kurzschaft, Optimys, Hüftendoprothetik*

### Einleitung

Die Hüftendoprothetik ist eine der erfolgreichsten und häufigsten Operationen in der Orthopädie. Die Indikation nach Ausschöpfung der konservativen Maßnahmen umfasst zunehmend auch jüngere Patienten mit hohen Ansprüchen. Bei inzwischen hoher Lebenserwartung im europäischen Raum muss mit mindestens einem aseptischen

Wechsel gerechnet werden. Um beim Primäreingriff viel Knochen zu erhalten, wird versucht, im femoralen Bereich so knochenschonend wie möglich vorzugehen. Bei kleineren Implantaten bleibt die Knochenelastizität besser erhalten, was gerade bei jüngeren Patienten und hohem Aktivitätsniveau auch älterer Patienten von Vorteil ist. Erleichtert werden auch später erforderliche Wechsel. Die Hüftkappen haben sich

wegen des möglichen Metallabriebs und des Knochenverlusts auf der Pfannenseite nicht bewährt. Zunehmend werden seit einigen Jahren zementfreie Kurzschafte favorisiert. Dabei unterscheidet man Schenkelhals erhaltende, teilerhaltende und resezierende Implantatdesigns [1, 2]. Bei den Schenkelhals teilerhaltenden Systemen kann die Implantatlage durch die Platzierung des Sägeschnitts beeinflusst werden [3]. Ziel ist

<sup>1</sup> Vitos Orthopädische Klinik Kassel

<sup>2</sup> Hôpital de Zone de Nyon, Schweiz

<sup>3</sup> Park-Krankenhaus Leipzig

<sup>4</sup> Bürgerspital Solothurn, Schweiz

<sup>5</sup> St. Josefs-Hospital, Wiesbaden

DOI 10.3238/oup.2013.0180-0184

<b>Bürgerspital Solothurn</b>	72
<b>Hôpital de Zone de Nyon</b>	64
<b>Park-Krankenhaus Leipzig</b>	228
<b>St. Josefs-Hospital Wiesbaden</b>	221
<b>Vitos Orthopädische Klinik Kassel</b>	181

**Tabelle 1** Die 5 ersten Anwenderkliniken.

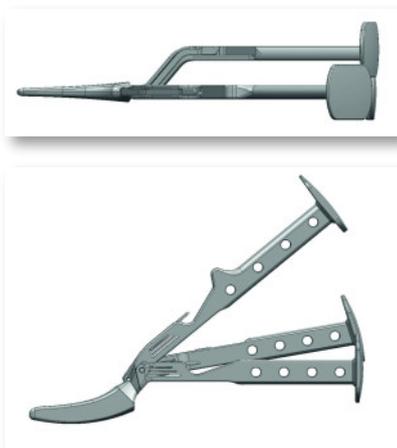
es, die individuelle Anatomie zu berücksichtigen und bei guter Primärstabilität eine lange Standzeit zu erreichen.

### Das Implantat

Der Optimys Kurzschaft gehört zu den Schenkelhals teilerhaltenden Implantaten. Bei der Entwicklung wurden zu-



**Abbildung 1** Optimys Schaft triple taper.



**Abbildung 2a und b** Varianten der Raspelgriffe.

nächst die vorhandenen Kurzschaften analysiert. Anhand von 2D-Röntgen und 3D-CT-Bildern wurde das Implantatdesign entwickelt und mehrfach validiert. Die Vermessung des Adamschen Bogens war dabei für die Formgebung der Prothese von entscheidender Bedeutung.

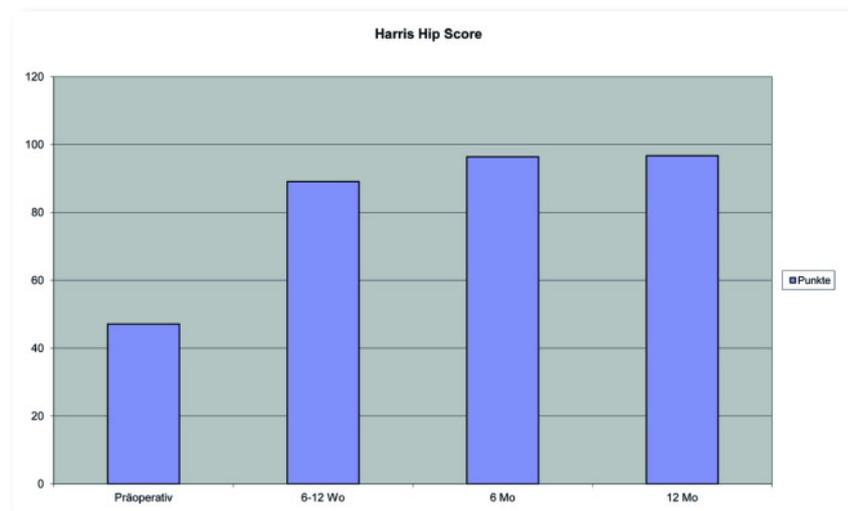
Der gekrümmte Schaft folgt dem Adamschen Bogen und positioniert sich entsprechend der individuellen Anatomie. Einen festen CCD-Winkel kann man für diesen Schaft nicht angeben. Er ist in allen 3 Ebenen konisch geformt, um eine gute Krafteinleitung zu erzielen, die überwiegend metaphysär erfolgt, und ein Absinken des Schaftes zu verhindern (Abb. 1). Die rechteckige Form sorgt zusätzlich für eine gute Rotationsstabilität. Der Konus entspricht mit 12/14 dem üblichen Standard. Die Halsgeometrie hat eine trapezoidale Form, um den „Range of motion“ zu erhöhen und Impingement zu vermeiden. Der Hals und die abgerundete Schaftspitze sind poliert. Dadurch wird ein Anwachsen und Stress-shielding der Schaftspitze verhindert. Der Korpus des Titanschafts hat eine 2-lagige bioaktive Beschichtung, um eine rasche Sekundärstabilität zu erzielen: Eine raue Titan Plasma Spray Beschichtung (ca. 250 µm) vergrößert die Oberfläche, sorgt für eine stabile Verankerung und begünstigt das Anwachsen des Knochens. Die dünne Kalzium Phosphat Beschichtung (ca. 20 µm) beschleunigt die Osseointegration und wird in ca. 6 Wochen resorbiert. Zur optimalen Rekon-

struktion des Offsets gibt es in allen 12 Größen eine Standard- und lateralisierte Ausführung. Die Halslänge wächst mit jeder Größe um 1,5 mm. Das horizontale Offset der lateralisierten Variante beträgt jeweils 5 mm. Das rechteckige Einschlagloch erlaubt ein kontrolliertes Einführen des Schaftes.

Die biomechanischen Testungen, welche die ISO-Norm vorschreibt, erfüllen alle Anforderungen. Zur Überprüfung der Primärstabilität wurde zudem eine biomechanische Studie am Institut für Unfallchirurgische Forschung und Biomechanik in Ulm durchgeführt. In der vergleichenden Studie wurde der veränderte Kraftfluss von Optimys und CBC Prothesen von Mathys im proximalen Femur von humanen Femurpräparaten gemessen.

Zur Messung der Mikrobewegungen wurden an verschiedenen Positionen der Femura Präzisionsmessensoren angebracht. Dabei wurden die axiale Mikrobewegung, die Kippung in der Frontal- und Sagittalebene sowie die Rotation um die Schaftmittelachse gemessen. Die Applikation der 105 zyklischen Lastwechsel zwischen 100–1600 N erfolgte im simulierten Einbeinstand.

Die gemessenen Mikrobewegungen (axial 29 µm, frontal 0,02°, sagittal 0,00°) bestätigten eine sehr gute Primärstabilität des Optimys Schafts im In-vitro-Modell. Die mit 0,04° gemessene Rotation um die Schaftmittelachse weist ebenfalls auf eine hervorragende Rotationsstabilität der Prothese hin. Die Veröffentlichung der Studie ist für 2013 vorgesehen.



**Abbildung 3** Harris Hip Score präop und postop nach 6 Wochen, 6 und 12 Monaten.



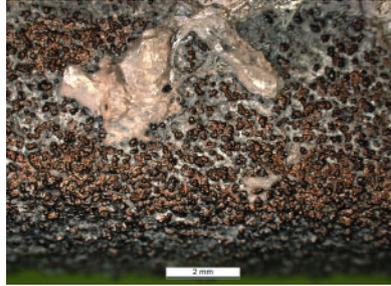
**Abbildung 4** Schmerzlose Kortikalishypertrophie in Zone 3, ein Jahr postop.



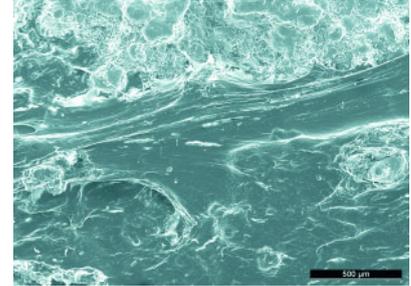
**Abbildung 5a** Dysplasiehüfte präop.



**Abbildung 5b** Implantat ein Jahr postop.



**Abbildung 6a** Eingewachsener Knochen nach 4 Wochen.



**Abbildung 6b** Histologie der Implantatoberfläche nach 4 Wochen.

**OP-Technik**

Für die präoperative Planung stehen analoge Planungsfolien und digitale Röntgenschablonen zur Verfügung. Bei sorgfältiger Planung entspricht die geplante der dann eingesetzten Größe oder differiert nur um ± eine Größe. Der Zugang ist frei wählbar. In der Regel wird ein antero-lateraler minimal invasiver Zugang gewählt.

Intraoperativ wird der gemäß der Planung resezierte Schenkelhals am medialen Kortex mit einer gebogenen Ahle oder einem Löffel eröffnet. Die gekrümmten Raspeln lassen sich leicht einführen, da sie schneidend sind. Man erhofft sich davon ein rasches Einwachsen der wenig geschädigten Spongiosa und eine Vermeidung intraoperativer Frakturen. Es werden verschiedene Raspelgriffe je nach Zugang angeboten (Abb. 2a und b). Durch die Ausrichtung entlang des Adamschen Bogens am medialen Kalkar wird der Bereich des Trochanter majores nicht tangiert und die dort ansetzende Muskulatur geschont. Dadurch kann eine frühfunktionelle Nachbehandlung erfolgen, zumal vom Schaft eine gute Verklebung und Rotationsstabilität zu erwarten ist. Postoperativ wird schmerzadaptiert belastet, die Vollbelastung ist erlaubt.

**Studiendesign**

Seit Dezember 2010 wird der Optimys Kurzschaff implantiert. Die Patienten der 5 ersten Anwenderkliniken (s. Tab. 1) werden in einer zentralen Datenbank prospektiv erfasst. Die Studie umfasst ausschließlich Primärimplantationen. Ausschlusskriterien waren septische oder Tumorerkrankungen, ASA > 3, mangelhafte Compliance bezüglich der Nachuntersuchungen und die Teilnahme in anderen

Studien. Es werden die prä-, intra- und postoperativen Daten sowie die Ergebnisse nach 6–12 Wochen, 6 Monaten, ein und 2 Jahren ausgewertet. Die Patienten bekommen Fragebögen und werden klinisch sowie radiologisch untersucht. Bei der klinischen Evaluation werden Schmerz, Beinlänge und der Harris Hip Score untersucht. Zur radiologischen Beurteilung wurden die Gruenzonen adaptiert, wobei die gesamte polierte Spitze der Zone 4 entspricht. Zusätzlich wird eine EBRA-Messung durchgeführt, die allerdings erst nach 2 Jahren möglich ist, wenn genügend Röntgenbilder zum Vergleich vorliegen.

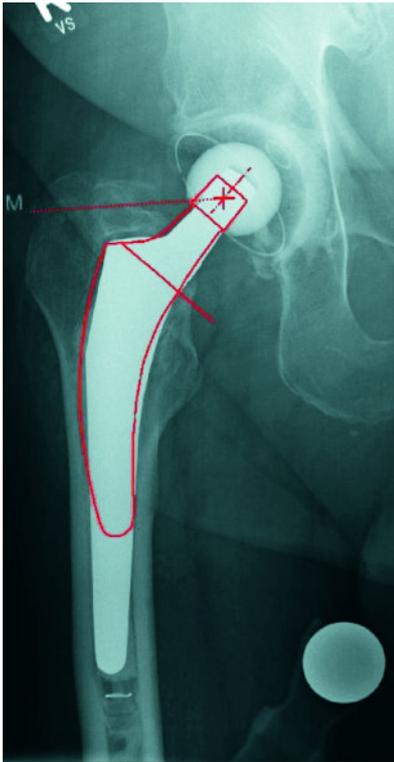
**Ergebnisse**

Bisher wurden 766 Hüften in die Studie eingeschlossen, 85 davon wurden beidseits operiert. 1206 Nachuntersuchungsergebnisse sind eingegangen. Das Verhältnis Frauen zu Männern ist mit 381 zu 385 ausgeglichen, ebenso die Seitenverteilung rechts zu links mit 395 zu 371 Fällen. Das Alter lag im Durchschnitt bei 64,3 Jahren mit einer Spanne von 23,6 bis 91,3 Jahren. Es ist kein Patient verstorben.

Bei den Indikationen war die primäre Arthrose mit 559 Fällen am häufigsten vertreten, sekundäre Arthrose 84, Dysplasie 64, Hüftkopfnekrose 47, Arthritis 8, Fraktur 2 Fälle. Der Schaft wurde auch jeweils einmal bei Schenkelhalsfraktur, bei aseptischer Lockerung und bei Reimplantation nach Infekt eingesetzt.

In 94,5 % wurde minimal-invasiv operiert, meist mit dem antero-lateralen Zugang (79,9 %). Bei Frauen wurde tendenziell eher der Standard-Schaft verwendet (52,5 %), wohingegen die Männer eindeutig häufiger den lateralisierten Schaft benötigten (73,5 %).

In 6 Fällen trat intraoperativ eine Femurfraktur auf, 5-mal war der Trochan-



**Abbildung 7a** Gelockerter zementierter Schaft mit Planung.



**Abbildung 7b** Wechsel auf Optimys.

ter betroffen, einmal wurde der Femur perforiert, wobei diese Komplikationen nur einzelnen Operateuren zuzuschreiben sind. 92,2 % der Patienten hatten keine postoperativen Komplikationen zu beklagen. Am häufigsten traten Hämatome/Serome (3,5 %) auf, Trochanterfrakturen nach Sturz 0,5 %, reversible Nervenschäden 0,4 %. Tiefe Infekte sind nicht auf-

getreten, lediglich 3 Wundheilungsstörungen, von denen eine revidiert wurde.

Nach 6 Wochen wurde an wesentlichen Komplikationen über eine Luxation berichtet, weil das Bein, das der Patient auf der Gehstütze abgelegt hatte, von dieser abgerutscht war. Die Hüfte konnte geschlossen reponiert werden. Eine periprotetische Fraktur trat nach Sturz einer dementen Patientin in der Reha-Klinik auf.

Es liegen bisher 316 Nachuntersuchungsergebnisse nach einem Jahr vor. Die klinische Evaluation zeigte folgende Ergebnisse:

- Die Beinlänge war in 84,8 % seitengleich. Tendenziell war das operierte Bein länger in 12 % versus 3,2 % Beinverkürzung.
- Auf der VAS Skala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (unerträgliche Schmerzen) verbesserte sich der Schmerz in Ruhe von durchschnittlich 4,5 präoperativ auf 0,2 postoperativ, unter Belastung von 7,4 präoperativ auf 0,5 postoperativ.
- Die Zufriedenheit stieg auf der VAS Skala von durchschnittlicher Unzufriedenheit von 2,8 auf eine Zufriedenheit von 9,4.
- Der präoperativ durchschnittlich bei 47,1 Punkten dokumentierte Harris Hip Score verbesserte sich bereits nach 6 Wochen deutlich mit 89,1 Punkten und erreichte nach 12 Monaten eine hohe Punktzahl von 96,7 (s. Abb. 3).
- Von Dezember 2010 bis Januar 2013 wurden von den insgesamt 766 Hüften 10 (1,3 %) aus folgenden Gründen revidiert: periprotetische Frakturen 3-mal den Schaft und einmal die Pfanne betreffend, 3 Pfannendislokationen, eine ungeklärte aseptische Lockerung, eine Wundrevision und ein Frühinfekt unklarer Genese, der unter Erhalt des Implantats erfolgreich behandelt werden konnte.

Die radiologische Evaluation zeigte anfangs 9 Sinterungen mit maximal 6 mm, später kamen noch 4 hinzu. Es war im Rahmen der Lernkurve ein etwas zu kleiner Schaft gewählt worden. Die Patienten sind beschwerdefrei, sodass wohl eine sich verklemmende Primärstabilität nach Belastung eingetreten ist. Es wurde ein Fall einer Varisierung im Rahmen der oben beschriebenen unklaren frühen aseptischen Lockerung gesehen. Eine Teilresorption des Kalkars wurde in 17 Fällen gesehen. Osteolysen gab es nicht. Es stellten sich 8 schmerzlose leichte Hypertrophien am Femur dar, die sich in fol-

genden Gruenzonen manifestierten: einmal in Zone 2, 5-mal in Zone 3, 2-mal in Zone 5 und einmal in Zone 6 (s. Abb. 4).

## Diskussion

Gesamthaft können wir bisher über gute Kurzzeitergebnisse berichten. Der Schaft folgt der Anatomie und lässt sich auch bei anatomischen Varianten wie varischen Schenkelhälsen und valgischen dysplastischen Deformitäten einsetzen (s. Abb. 5a und b). Eine Korrektur der Anatomie ist allerdings limitiert. Die Vorbereitung des Implantatbetts wird durch die schneidenden Raspeln erleichtert. Aufgrund der gebogenen Form der Raspeln und des Implantats kann der Trochanter gut geschont werden. Die einfache Handhabung unterstützt die minimal-invasive Operationstechnik. Es werden Instrumente für jede Art von Zugang vorgehalten. Natürlich ist wie bei jeder Operation das Feingefühl des Operateurs beim Einschlagen des Implantats gefordert, um die richtige Größe auszuwählen und Fissuren zu vermeiden. Die modularen Raspeln erlauben eine intraoperative Röntgenkontrolle vor der Implantation des Originalschafts. Auch die präoperative Planung muss geübt werden, wie anfängliche Unsicherheiten gezeigt haben. Eine Schulung und Einweisung durch schon erfahrene Operateure sollte vor Einsetzen neuer Implantate immer gefordert werden.

Die bisher aufgetretenen Komplikationen sind dem Implantat nicht anzulasten. Stürze mit periprotetischen Frakturen lassen sich gerade bei alten und dementen Patienten nicht verhindern. Ein wegen eines Sturzes nach 4 Wochen explantierter Schaft konnte genauer untersucht werden. Das kräftige Einwachsen des Knochens bestätigte die Philosophie der Beschichtung mit Titan Plasma Spray und Kalziumphosphat (s. Abb. 6a und b). Die Ursache für die eine aseptische Lockerung konnte nicht geklärt werden.

Einzelne Patienten, die nicht dem Studiendesign entsprechen, wurden ebenfalls mit dem Optimys Kurzschaft versorgt. Auch diese Patienten werden nachuntersucht, um jedwedes Problem der Anfangsphase zu erfassen. Die jüngste Patientin war 17, die älteste 94 Jahre. Der schwerste Patient wog 164 kg. Eine Alters- und Gewichtsgrenze waren allerdings nicht festgelegt worden. Auch bei den alten und schweren Patienten konnten in

den 2 Jahren der Anwendung dieses Schafts keine implantat-spezifischen Auffälligkeiten gesehen werden. Die bisherigen Erfahrungen lassen annehmen, dass der Schaft für die Erstimplantation bei der überwiegenden Mehrzahl der Patienten geeignet ist.

Als Wechselschaft wurde dieses Implantat ebenfalls erfolgreich eingesetzt, einmal nach einer Kappenprothese, einmal nach gelockertem Standardschaft bei sehr guter Knochenqualität (s. Abb. 7a und b) und einmal im Rahmen eines 2-zeitigen Wechsels nach Ausbau einer infizierten Kappenprothese. Die Patienten werden selbstverständlich engmaschig beobachtet.

Bisher konnten für Kurzschäfte noch keine eindeutigen Indikationsgrenzen in Studien nachgewiesen und festgelegt werden, was dringend zu fordern wäre. Aus diesem Grunde ist es auch unter ethischen Aspekten notwendig, Patienten mit grenzwertigen Indikationen, bei hohem Alter und Übergewicht verantwortungsvoll zu beobachten und darüber zu berichten.

Interessant ist die Beobachtung, dass Männer häufiger lateralisierte Schäfte benötigen. Dies bestärkt die Designphilosophie, neben den Standardschäften auch lateralisierte Ausführungen anzubieten. Diese Rekonstruktion des Offsets konnten die Schäfte der ersten Generation nicht leisten [4, 5].

Die klinischen Ergebnisse entsprechen denen anderer vergleichbarer Schafprothesen. Die postoperative Verbesserung des Harris Hip Scores von 47,1 auf 96,7 Punkte deckt sich mit den Werten bei anderen Kurzschäften. Für den Nanos Kurzschaft berichtet Ettinger et al. [6] eine

Verbesserung von 47,3 auf 97,6 nach etwa 5 Jahren und Snyder et al. [7] bei einer kleinen Patientengruppe eine Verbesserung von präoperativ 57 auf 97 nach 12 Monaten. Bei der Metha Prothese lag der postoperative Score bei 95 Punkten nach 2,4 Jahren [8].

Roth et al. [9] führten vergleichende Analysen der periprothetischen Knochendichte mittels DEXA-Messungen an verschiedenen Implantaten durch. Ermutigend ist die Feststellung, dass zwar bei allen Schafttypen die Knochendichte im Kalkarbereich abnahm, am geringsten jedoch bei den Kurzschäften. Dies unterstützt die Philosophie der Kurzschäfte, bei denen die Kraffeinleitung wie beim Optimys Schaft metaphysär mit Abstützung am Kalkar erfolgt. Der distale Schaftanteil stützt sich an der lateralen Kortikalis ab. Dort wurde, wie bei anderen Schäften in einigen Fällen, auch beim Optimys eine Hypertrophie gesehen, die allerdings keinerlei Schmerzen verursachte. Die Langzeitbeobachtung wird zeigen, ob damit negative Auswirkungen verbunden sind.

Nachteile der Studie: Bisher können nur die Einjahresdaten ausgewertet werden. Alle Patienten werden aber weiterhin intensiv nachbeobachtet, um valide Aussagen zur Qualität des Schafts und seiner Anwendung machen zu können. Ein gewisser Bias mag darin liegen, dass die Daten der Entwickler mit in die Studie einfließen und einige der Nachuntersuchungen auch durch die Operateure selbst und nicht von einem unabhängigen Beobachter durchgeführt werden. In den jeweiligen Kliniken haben mehrere Operateure den Schaft eingesetzt. Die radiologischen Auswertungen sind bisher nur anhand der Beobachtung der Rönt-

genbilder möglich. Die Röntgenbildserien werden aber einer EBRA-Messung zugeführt, um dann nach etwa 2 Jahren aussagekräftige Daten zu erhalten. Azetabuläre Komplikationen wurden in diesem Artikel nicht berücksichtigt, zumal in den Kliniken unterschiedliche Implantate verwendet wurden.

## Schlussfolgerung

Die prospektive Anwendungsbeobachtung des Kurzschafths Optimys zeigt bisher zufriedenstellende Ergebnisse. Das Implantat lässt sich auch bei minimal-invasiven Zugängen leicht handhaben und erlaubt eine frühfunktionelle Nachbehandlung. Das intraoperative Komplikationsrisiko ist gering und die bisherigen postoperativen klinischen und radiologischen Ergebnisse sind sehr vielversprechend. Die Sicherheit und Wirksamkeit des Schafts scheint auch in Grenzfällen gegeben. Allerdings sind die längerfristigen Ergebnisse und Registerdaten bei einer Vielzahl von Anwendern abzuwarten, um das Implantat abschließend beurteilen zu können. OUP

### Korrespondenzadresse

Dr. Sabine Mai  
Vitos Orthopädische Klinik Kassel gGmbH  
Wilhelmshöher Allee 345, 34131 Kassel  
sabine.mai@vitos-okk.de

## Literatur

- Jerosch J. Wo liegen die Unterschiede bei den Kurzschaft-Endoprothesen für die Hüfte. *Orthopädie und Endoprothetik* 2012;4: 17–28
- Jerosch J. Kurzschaft ist nicht gleich Kurzschaft. Eine Klassifikation der Kurzschaftprothesen. OUP 2012; 1: 304–312
- Milhalko WM, Saleh KJ, Heller MO, Mollard B, König C, Kammerzell S. Femoral neck cut level affects positioning of modular short-stem implant. *Orthopedics*. 2009; 32 (10 Suppl): 18–21
- Babisch J. Kurzschaftprothesen – ein neuer Trend in der Hüftendoprothetik *Orthopädie im Profil* 2011; 7: 6–8
- Babisch J. Möglichkeiten der patientenindividuellen Hüftgelenkrekonstruktion und Knochenresektion bei Kurzschaftprothesen. In: J.Jerosch (Hrsg.) *Kurzschaftendoprothesen – Wo liegen die Unterschiede*, Köln: Deutscher Ärzteverlag, 2013: 193–227
- Ettinger M, Ettinger P, Lerch M et al. The Nanos short stem in total hip arthroplasty: a mid term follow-up. *Hip Int*.2011; 21: 583–586
- Snyder M, Drobniewski M, Pruszczyński B, Sibiński M. Initial experience with short Metha stem implantation. *Orthop Traumatol Rehabil*. 2009; Jul-Aug; 11: 317–323
- Braun A, Sabah A. Zwei-Jahres-Ergebnisse einer modularen Kurzschaft-Hüftendoprothese – eine retrospektive Studie. *Z Orthop Unfall* 2009; 147: 700–706
- Roth A, Richartz G, Sander K, Sachse A, Fuhrmann R, Wagner A, Venbrocks RA. Verlauf der periprothetischen Knochendichte nach Hüftendoprothesenimplantationen. *Orthopädie* 2005; 34: 334–344