

# Neues aus der Unfallchirurgie



Professor Dr. Volker Bühren



Professor Dr. hum. biol. Dipl.-Phys.  
Peter Augat

Die operative Behandlung von Knochenbrüchen stützt sich auf die drei grundlegenden Verfahren der Osteosynthese mittels Platten, der Einbringung von intramedullären Nägeln und der Montage von äußeren Fixationsapparaten, dem so genannten Fixateur externe. Die entscheidende Entwicklung der vergangenen Jahre besteht in der Einführung so genannter winkelstabiler Implantate, bei denen die Knochenschrauben fest und unverrückbar mit dem lastaufnehmenden Längsträger verbunden sind. Durch diese Technik wird ermöglicht, dass Gelenkfrakturen frühzeitig und ohne Sekundärverschiebung belastet werden können, darüber hinaus ist die Verankerung im osteoporotischen Knochen deutlich verbessert.

## Biomechanik der Winkelstabilität

Die Einführung winkelstabiler Implantate Anfang dieses Jahrtausends hat neue Perspektiven in der osteosynthetischen Versorgung von Frakturen eröffnet [1]. Während konventionelle Plattensysteme auf dem Prinzip der Reposition der Fraktur mit anschließender Kompression der Platte an den Knochen beruhen, wurde durch die Einführung der Winkelstabilität das Prinzip der Schienung auf Plattenosteosynthesen erweitert. Winkelstabile Systeme funktio-

nieren nach dem Prinzip des Fixateurs: Durch eine mechanisch hochfeste Verbindung zwischen den Knochenschrauben und dem Lastträger (Platte) kann eine stabile Schienung ohne Reibkontakt zwischen Platte und Knochen erreicht werden. Da das winkelstabile Prinzip weder eine exakte Reposition noch eine Kompression der Fragmente erfordert, verbleibt in aller Regel ein Frakturspalt, der bei Belastung der betroffenen Extremität dynamisch gedehnt wird. Diese interfragmentäre Dehnung erzeugt eine mechanisch stimulierte Knochenheilung mit intensiver periostaler Kallusbildung [2].

Da winkelstabile Plattensysteme auf Grund ihres Fixationsprinzips nicht notwendig an der Knochenoberfläche anliegen müssen, brauchen die Platten dem Knochen auch nicht individuell angepasst zu werden. Die winkelstabilen Schrauben ziehen die Knochenfragmente nicht an die Platte heran, sondern halten sie stabil in fester Position. Deshalb bieten anatomisch vorgeformte winkelstabile Platten auch die Möglichkeit einer minimal invasiven Einbringung über Schlüssellochzugänge. Dadurch werden die periostale Blutversorgung des Knochens geschont und die biologischen Heilungsvoraussetzungen optimiert.

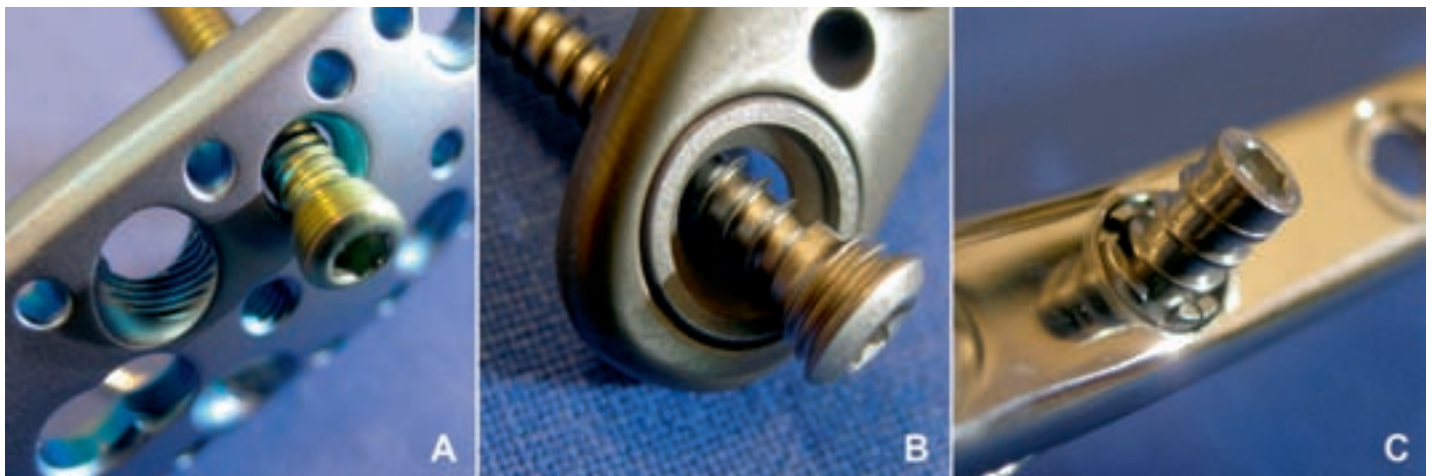


Abbildung 1: Verschiedene Methoden der winkelstabilen Verankerung einer Schraube in einer Osteosyntheseplatte. A: Gewinde in der Schraube und in der Platte (Fallbeispiel Abbildung 3 und Abbildung 6). B: Gewinde in der Schraube und deformierbare Lippe in der Platte (Fallbeispiel Abbildung 5) C: Spezieller verriegelbarer Einsatz in der Platte.

Die Hauptvorteile winkelstabiler Systeme liegen jedoch in ihren verbesserten biomechanischen Eigenschaften [3]. Die winkelstabilen Schrauben bieten mechanische Stabilität gegen Torsion und Biegung und leisten eventuellen Auszugskräften durch die Verankerung in der Platte Widerstand. Während es bei konventionellen Systemen typischerweise zu einem Lockern bzw. Ausreißen individueller Schrauben kommt, wirken bei winkelstabilen Systemen alle in einem Fragment verankerten Schrauben als Block. Die winkelstabilen Schrauben lockern nicht individuell, sondern halten das Fragment im Verbund fest. In biomechanischen Studien konnte eindeutig gezeigt werden, dass die winkelstabilen Implantate den konventionellen Implantaten hinsichtlich ihrer primären Stabilität als auch ihrer Dauerfestigkeit überlegen sind [4]. Dies führt bei mechanisch anspruchsvollen Situationen wie der Osteosynthese des osteoporotischen Knochens oder bei Revisionseingriffen zu einem nachweislichen Vorteil der winkelstabilen Implantate. Durch die Verwendung der winkelstabilen Implantate in einer so genannten Hybridtechnologie lassen sich die mechanischen Vorteile der winkelstabilen Verankerung mit den Vorteilen bei der Fragmentreposition mittels konventioneller Schrauben kombinieren. Ob diese Hybridtechnologie tatsächlich zu einer besseren und komplikationsärmeren Heilung bei mechanisch anspruchsvollen Situationen führt, wird noch zu zeigen sein [5].

Durch die Verwendung moderner Plattentechnologien (Lippen, Inserts oder Vorschneideinrichtungen) besteht inzwischen bei vielen Implantatsystemen die Möglichkeit, die winkelstabilen Schrauben in variabler Winkelstellung einzubringen (Abbildung 1). Dadurch lassen sich bei epi- und metaphysären Gelenkfrakturen die verschiedenen Fragmente optimal fassen und eine maximal mögliche Stabilität der Osteosynthese wird erreicht. Durch diese Winkelvariabilität können winkelstabile Systeme für die Versorgung gelenknaher Frakturen realisiert werden. Die stabile Verankerung der Schraube im Kraftträger ermöglicht es weiterhin, die winkelstabilen Schrauben nur in einer Knochenkortikalis (monokortikal) zu verankern, ohne einen nennenswerten Verlust an Stabilität zu erleiden. Dadurch lassen sich die winkelstabilen Implantate hervorragend zur Fixation periprothetischer Frakturen verwenden, bei denen die Platte den Schaft der Prothese großzügig überdecken muss. Prinzipiell können alle Konstruktionen als Stahl- und Titanimplantate verwirklicht werden.

Die Verwendung des winkelstabilen Prinzips ist nicht nur auf extramedulläre Plattensysteme beschränkt. Auch Marknägel als intramedulläre

**SONORING®**  
Schmitt-Haverkamp  
Die Nr. 1 im Ultraschall

**Vielfalt, Qualität  
und Sicherheit im  
Ultraschall bestätigt  
auch Qualitäts-  
offensive der KVB.\***



**\*Schmitt-Haverkamp ist das erste Unternehmen, das unter der Nr. 001 im Rahmen der Qualitätsoffensive der KVB akkreditiert wurde. Machen auch Sie mit! Mehr Info unter [www.kvb.de](http://www.kvb.de)**

Zentrale und Sonotheke (direkt neben KVB)  
Elsenheimerstraße 41; 80687 München  
Tel. 089 / 30 90 99 0  
Fax. 089 / 30 90 99 30  
E-Mail: [info@schmitt-haverkamp.de](mailto:info@schmitt-haverkamp.de)  
[www.schmitt-haverkamp.de](http://www.schmitt-haverkamp.de)

Unsere 6 Sonotheiken:  
Dresden • Erlangen  
Leipzig • Memmingen  
München • Straubing

Implantate verwenden zunehmend winkelstabile Verriegelungsschrauben. Die Winkelstabilität kann durch ein spezielles Design des Gewindes der Verriegelungsschraube, durch Inserts im Schraubengewinde des Marknagels oder durch Klemmvorrichtungen im Inneren des Nagels realisiert werden. Gerade bei den problematischen Frakturen des proximalen Humerus und der distalen Tibia wird dadurch eine stabile Fixierung des Gelenkblockes ermöglicht (Abbildung 2).

### Klinische Anwendung winkelstabiler Implantate

Die häufigste Anwendung winkelstabiler Platten besteht bei gelenknahen und die Gelenkflächen selbst betreffenden Frakturen. Anatomisch den Gelenkkonturen angepasste Platten stehen inzwischen für alle großen Gelenke an der Schulter, am Ellenbogen, am Knie und für die Sprunggelenke zur Verfügung. Kleinfragmentimplantate und Miniplatten sind für das Handgelenk, das Fußskelett sowie an der Hand und im Mittelgesicht eingeführt worden. Der wesentliche Vorteil winkelstabiler Implantate zur Rekonstruktion von Gelenkfrakturen besteht in der hohen Stabilität der Fixierung, die eine Ausheilung in der ursprünglich durch die Operation erzielte Reposition ohne sekundäre Dislokationen garantieren soll.

Im Schaftbereich der langen Röhrenknochen konkurrieren winkelstabile Implantate mit den etablierten Marknagelosteosynthesen. Entsprechend kommen sie vorzugsweise dann zur Anwendung, wenn Kontraindikationen gegen eine Marknagelung bestehen, wie zum Beispiel bei kindlichen Frakturen, oder wenn einliegende Implantate wie Endoprothesen die Eintrittspforte des Marknagels verlegen. Auf Grund der hohen Ausrissfestigkeit besteht auch hier eine besondere Indikation für winkelstabile Platten bei schlechter Knochenqualität, wie sie sich häufig bei älteren Menschen mit entsprechender Osteoporose findet.

Neben den zahlreichen Vorteilen winkelstabiler Platten lassen sich aus den klinischen Erfahrungen auch einige zu beachtende Nachteile definieren. Die Einbringung der Schraubenschrauben ist entweder nur in einer Richtung streng vorgegeben oder kann nur limitiert in der Abwinkelung variiert werden. Die Platten sind gegenüber Standardimplantaten technisch bedingt meist kräftiger ausgebildet und tragen daher in den Weichteilen stärker auf, was insbesondere an der Hand, aber zum Beispiel auch im Knöchelbereich nachteilig sein kann. Die Verklebung der Schraubenköpfe in der Platte kann derart fest sein, dass eine spätere

Abbildung 2: Realisierung der Winkelstabilität von Verriegelungsschrauben bei intramedullären Implantaten mit einer Klemmschraube im Schaft (A) des Marknagels (Fallbeispiel Abbildung 3) oder einer speziellen Schraubengeometrie (B).

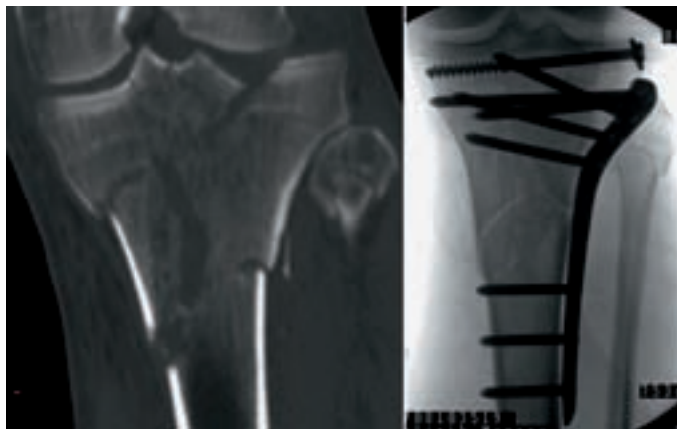
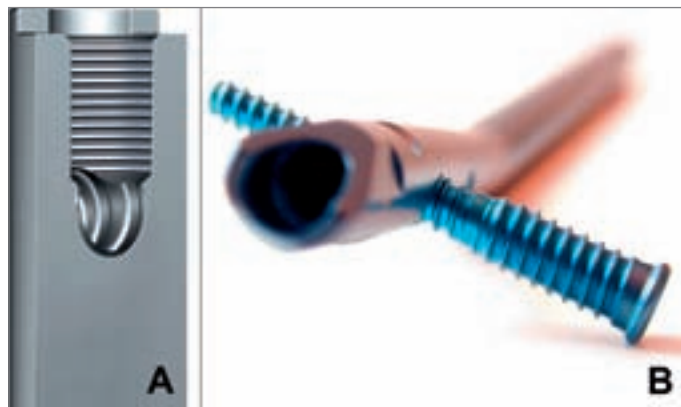


Abbildung 3: Schienbeinkopfverrenkungsbruch mit lateraler Impression bei einer 37-jährigen Patientin. Versorgung mit Zugschraube und winkelstabiler lateraler Platte.

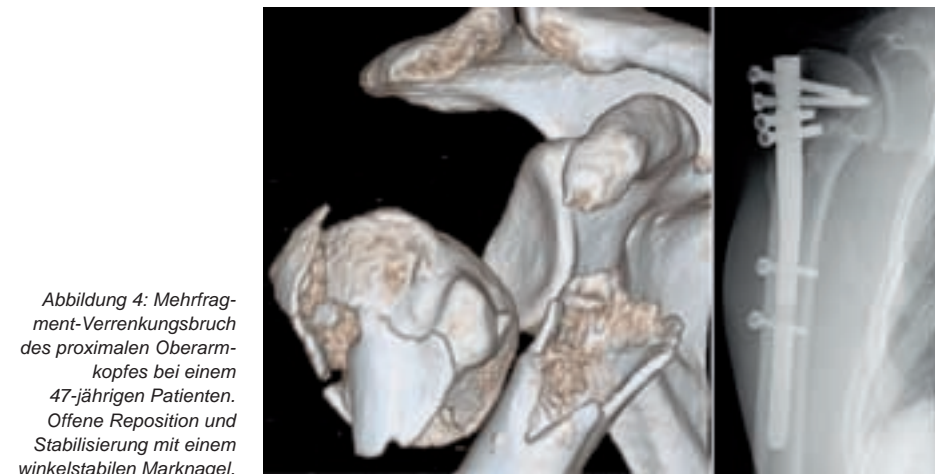


Abbildung 4: Mehrfragment-Verrenkungsbruch des proximalen Oberarmkopfes bei einem 47-jährigen Patienten. Offene Reposition und Stabilisierung mit einem winkelstabilen Marknagel.

Entfernung der Implantate erschwert ist. Bei monoaxialen Implantaten kann es sogar zu einer so genannten Kaltverschweißung zwischen Schraubenkopf und Platte kommen, wobei eine Schraubenentfernung dann nur noch durch Ausbohren des Schraubenkopfes möglich ist.

Auf Grund der komplexen technischen Ausführung winkelstabiler Instrumentationen sind sowohl die Platten wie auch die Schrau-

ben deutlich teurer mit einem mehrfachen des Preises konventioneller Implantate. Entsprechend werden im klinischen Alltag die Vor- und Nachteile winkelstabiler gegenüber konventioneller Implantate sorgfältig abgewogen. Im eigenen Krankengut werden derzeit ca. die Hälfte der Plattenosteosynthesen mit winkelstabilen Techniken durchgeführt. Im Folgenden sind illustrierend einige der Hauptindikationen aufgeführt.



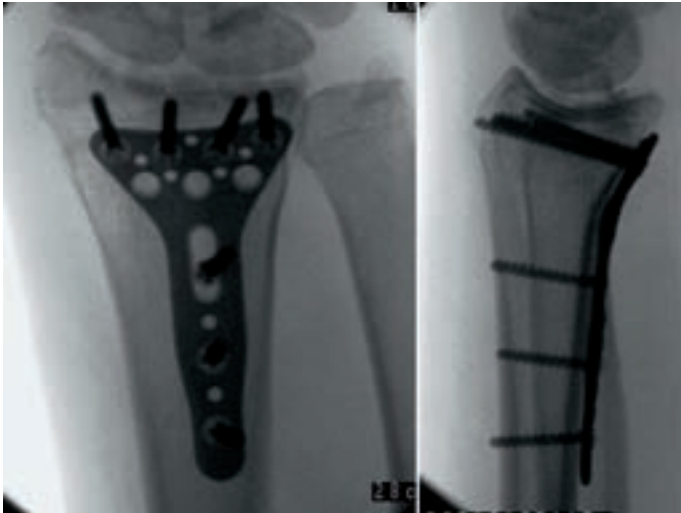


Abbildung 5: Versorgungsbeispiel einer distalen Radiusfraktur. Nach Reposition Anlegen einer beugeseitigen winkelstabilen Platte, intraoperative Kontrollen der regelrechten Platten- und Schraubenlage.

### Tibiakopffrakturen

Brüche des Schienbeinkopfes werden als einfache Spalt- oder Impressionsbrüche mit Vorteil mit konventionellen Techniken, wie Einzelverschraubungen oder konventionellen anatomischen Platten behandelt. Ein Problem bilden seit jeher die so genannten Verrenkungsbrüche, bei denen sowohl der mediale wie auch der laterale Gelenkanteil vom Schienbein separiert sind und zudem großflächige Impressionen typischerweise der lateralen Gelenkfläche bestehen. Für derartige Problemfrakturen wurden die ersten monoaxialen winkelstabilen Implantate zur Anlage am äußeren Schienbeinkopf entwickelt. Abbildung 3 zeigt ein entsprechendes Fallbeispiel mit einer Mehrfragmentfraktur des Schienbeinkopfes, wobei typischerweise zusätzlich eine Impression des

äußeren Gelenkanteils vorliegt. Die Versorgung erfolgt wie in der Mehrzahl der Fälle über einen singulären lateralen Zugang, die Gelenkfläche ist mit einer Zugschraube gestellt, die Stabilisierung des Gelenkblockes selbst und gegenüber dem Schaftsegment erfolgt über monoaxiale winkelstabile Schrauben, die an ihrem höheren Gewindedurchmesser im Vergleich zur proximal gelegenen Zugschraube zu erkennen sind.

### Proximale Oberarmkopffrakturen

Frakturen des Oberarmkopfes betreffen Patienten in jedem Lebensalter, vorzugsweise jedoch jenseits des 60. Lebensjahres und dann typischerweise mit einer vorbestehenden Osteoporose. Ziele der operativen Behandlung sind eine Stabilisierung mit der Möglichkeit

einer frühfunktionellen Behandlung sowie die anatomische Fixierung der Tubercula, die den Ansatz der funktionell wichtigen Rotatorenmanschette darstellen. Für die Osteosynthese dieser in der Vergangenheit schwierig zu fixierenden Frakturen konkurrieren inzwischen winkelstabile Platten mit speziellen Marknagelimplantaten, die ebenfalls den Oberarmkopf über winkelstabile Schrauben fixieren. Abbildung 4 zeigt das Beispiel eines 47-jährigen Patienten mit einem Verrenkungsbruch mit kompletter Separierung des nochmals mehrfach in sich gebrochenen Kopfes vom Oberarmschaft. Nach offener Reposition erfolgt die Stabilisierung mit einem kurzen Marknagel, dessen Verriegelungsschrauben über Gewinde im Marknagel geführt sind. Die am weitesten proximal gelegene Verriegelungsschraube ist zudem über eine Blockierungsschraube im Nagelkopf, entsprechend dem in Abbildung 2 (A) dargestellten Mechanismus stabilisiert. Der Patient zeigt nach einem Jahr ein gutes Ausheilungsergebnis mit nahezu freier Funktion und ohne Hinweise auf eine Kopfnekrose.

### Distale Radiusfrakturen

Die distalen Speichenbrüche stellen die häufigste Fraktur des Menschen dar, mäßige Ausheilungsergebnisse werden für 20 Prozent der Fälle berichtet. Für Frakturen mit Dislokation und Gelenkbeteiligung stellt die winkelstabile Plattenosteosynthese eine elegante Alternative zu den bisher üblichen Spickdrahtverfahren mit zusätzlicher Gipsruhigstellung oder der Anwendung eines gelenküberquerenden Fixateur externe dar. Dank der Winkelstabilität können die Platten für 90 Prozent der Fälle auch bei den zahlenmäßig überwiegenden Extensionsfrakturen beugeseitig von palmar angelegt

Anzeige

## Wir sind in unserem Element...

... wenn es um Ihre Privatabrechnung geht. Unsere Profis betreuen seit fast 30 Jahren 1700 Kunden in ganz Deutschland. Erstklassige Referenzen geben Ihnen die Sicherheit mit einem kompetenten Partner zusammen zu arbeiten. Fragen Sie nach und testen Sie uns ohne Risiko mit „Geld-zurück-Garantie“!

T E L E F O N

**089 14310-115**

Die  
GOÄ-Experten.

Herr Wieland [www.medas.de](http://www.medas.de)



MEDAS privatärztliche  
Abrechnungsgesellschaft mbH

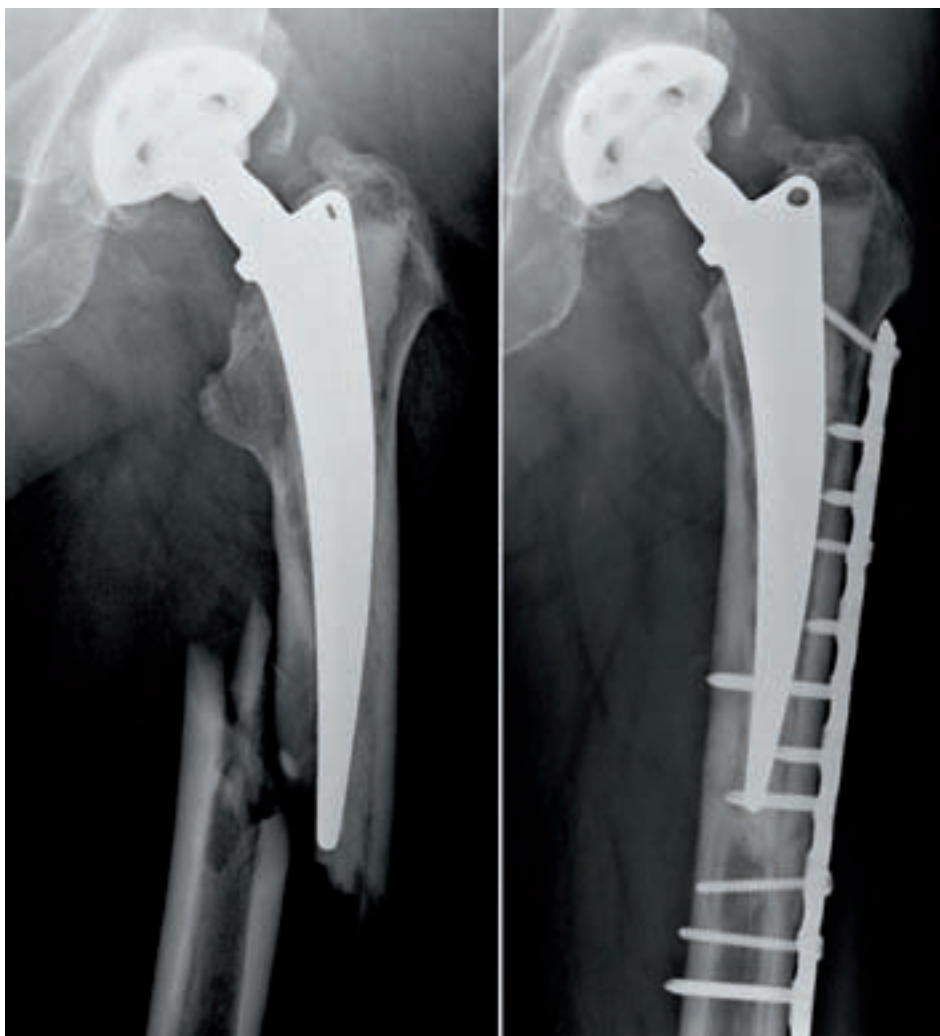


Abbildung 6: Periprothetische Femurfraktur bei fest einliegender zementierter Hüftendoprothetik, Versorgung mit langstreckig überdeckender winkelstabiler Plattenosteosynthese.

werden und vermeiden so typische Komplikationen der dorsalen Anbringung im Bereich der Strecksehnen (siehe auch Abbildung 5). Die hohe Stabilität der Osteosynthese ermöglicht fast immer eine frühfunktionelle Beübung und eine gipsfreie Weiterbehandlung. Diese Art der winkelstabilen Osteosynthese hat sich in den vergangenen fünf Jahren in der Mehrzahl unfallchirurgisch aktiver Kliniken in Deutschland durchgesetzt und wird inzwischen bei stärker verschobenen Frakturen flächendeckend eingesetzt.

### Periprothetische Frakturen

Mit der zunehmenden Inzidenz einliegender Hüft- und Kniegelenksprothesen werden vermehrt Frakturen bei einliegendem Implantat vorzugsweise bei älteren und sturzgefährdeten Patienten und in der Mehrzahl den Oberschenkel betreffend gesehen. Bei gelockerter Endoprothese muss eine Wechseloperation durchgeführt werden. Ist die einliegende Endoprothese

nicht gelockert, kann sie belassen werden und eine Osteosynthese die Endoprothetik quasi überdeckend durchgeführt werden. Auf Grund der regelhaft geminderten Knochenqualität sowie dem im Markraum einliegenden Implantat stellen derartige Situationen für die Osteosynthese eine besondere Herausforderung dar. Hier haben die winkelstabilen Implantate eine deutliche Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten ergeben. Abbildung 6 zeigt eine Frak-

tur an der Spitze einer unverändert fest einliegenden Hüftgelenksprothese. Unter Belastung der Prothese kann diese Fraktur mit einem winkelstabilen Implantat stabilisiert werden. Zu beachten ist die auch monokortikale Verankerungsmöglichkeit über kurze Schrauben im Bereich des einliegenden Prothesenschaftes.

### Zukunft winkelstabiler Implantate

Für die nächsten Jahre sind weitere Verbesserungen winkelstabiler Implantate zur Frakturversorgung zu erwarten, mit besonderem Augenmerk auf die kontinuierlich zunehmenden Brüche des alten Menschen mit Osteoporose. Weiterentwicklungen bei den Plattensystemen sind Kombinationen, die die Vorteile der konventionellen und der winkelstabilen Technik vereinigen. Größeres Potenzial besteht auch noch für die winkelstabile Verriegelung von Marknägeln, die die Indikationen der eleganten und minimalinvasiven intramedullären Schienung erweitern können. Sorge bereiten die gegenüber konventionellen Implantaten deutlich höheren Kosten, die von den derzeit kalkulierten Fallpauschalen in aller Regel nicht abgedeckt werden.

*Die Autoren erklären, dass sie keine finanziellen oder persönlichen Beziehungen zu Dritten haben, deren Interessen vom Manuskript positiv oder negativ betroffen sein könnten.*

*Das Literaturverzeichnis kann bei den Verfasser angefordert oder im Internet unter [www.blaek.de](http://www.blaek.de) (Ärzteblatt/Literaturhinweise) abgerufen werden.*

*Professor Dr. Volker Bühren, Ärztlicher Direktor, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik, 82418 Murnau  
Professor Dr. hum. biol. Dipl.-Phys. Peter Augat, Professor für Biomechanik der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität Salzburg, Direktor des Biomechanischen Forschungslabors der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik, 82418 Murnau*

### Das Wichtigste in Kürze

Die Einführung winkelstabiler Plattensysteme stellt die wichtigste operationstechnische Neuerung der vergangenen zehn Jahre in der Unfallchirurgie dar. Derartige Systeme bieten wesentliche Vorteile für die osteosynthetische Versorgung von Problemfrakturen in Gelenknähe sowie bei der Osteoporose des älteren Menschen. Winkelstabile Implantate erlauben in vielen Anwendungen eine frühzeitige Mobilisierung und Vollbelastbarkeit der betroffenen Extremität.