

## Platten—Form und Funktion

Chris Colton, Judy Orson

### Haftung

Alle Inhalte dieses Studienhandbuchs sind Eigentum der AO Foundation/AO Trauma und dürfen nicht für andere als private Zwecke verwendet werden. Es darf nur für Ihre private Fortbildung verwendet werden..



### Wie kann man dieses Handbuch benutzen?

Die linke Spalte enthält die Informationen, die im Vortrag vermittelt wurden. Die rechte Spalte lässt Platz für persönliche Notizen.

### Lernziele

Am Ende dieses Vortrags sollten Sie in der Lage sein

- die Entwicklung der Platten zu beschreiben
- die Funktion von Kompressionslöchern zu erklären
- verschiedene Funktionen von Platten aufzulisten

### Geschichtliche Einführung

Platten zur Fixierung von Frakturen langer Röhrenknochen wurden erstmals 1886 von Hansmann an der Universität Heidelberg in Deutschland dokumentiert. Eines seiner ursprünglichen Plattensets ist unten abgebildet. Schon damals waren die Instrumente aufgelistet. Auf dem weißen Etikett steht: **Achtung! Nicht verlieren.**



### Platten—Formen

Platten sind heute weithin anerkannt mit verschiedenen Standardverfahren der Osteosynthese im gesamten Skelett. Verschiedene anatomische Lagen erfordern unterschiedliche Formen und Größen von Platten.



Seit 1958 hat die AO eine Reihe von Platten für Frakturen langer Röhrenknochen entwickelt, beginnend mit einer Platte mit Rundlöchern (zur Verwendung mit einem externen Plattenspanner).

### Dynamische Kompressionsplatten



Im Jahr 1969 wurde die Dynamische Kompressionsplatte entwickelt. Die DCP hat eine selbstkomprimierende Lochkonstruktion, die später beschrieben wird.

Experimentelle Untersuchungen zeigten, dass die flache Unterseite der DCP die Blutversorgung der darunter liegenden Kortikalis beeinträchtigt auf die sie durch die Schrauben gepresst wurde.



Es wurde der Begriff des "Fußabdrucks" einer Platte definiert. Der "Fußabdruck" ist der Bereich der Unterseite der Platte, der in Kontakt mit der darunter liegenden knöchernen Kortikalis steht.

### "Limited Contact Dynamic Compression Plates"

Die Notwendigkeit, die Blutversorgung der darunter liegenden Kortikalis zu erhalten führte zu Überlegungen, die



Auflageflächen der Platten zu verkleinern, und die dynamische Kompressionsplatte mit begrenztem Kontakt (LC DCP) (1994) wurde entwickelt. Die LC DCP hat eine Unterseite mit Aussparungen.

Fußabdruck einer DCP



Fußabdruck einer LC DCP



### Verriegelungsplatten



Im Jahr 2001 kam die "Locking Compression Plate (LCP)" mit Kombinationslöchern in Gebrauch.

Die LCP verfügt über ein Kombiloch, das das Einsetzen von Standardschrauben und Verriegelungsschrauben ermöglicht. Die LCP verfügt über ein Kombiloch, das das Einsetzen von Standardschrauben und Verriegelungsschrauben ermöglicht.

Standardloch  
Segment



Gewindeloch  
Segment



Das bedeutet, dass die LCP sowohl für herkömmliche Plattenfunktionen, als auch zur Erzeugung von Winkelstabilität benutzt werden kann.



Die LCP ist außerdem mit einem minimalen Fußabdruck konzipiert.

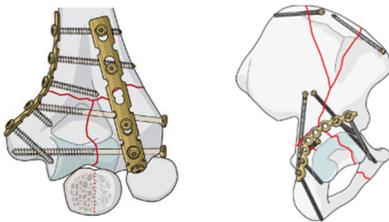
### Rekonstruktionsplatten

Rekonstruktionsplatten haben gekerbte Kanten, um sowohl das Biegen der Oberfläche als auch das konventionelle Biegen zu ermöglichen.

Diese Platten sind sehr anpassungsfähig, wenn man die richtigen Instrumente verwendet, ...



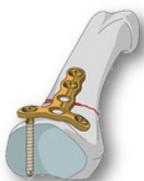
...und sind an anspruchsvollen anatomischen Stellen einsetzbar, z. B. am distalen Humerus, dem Becken, dem Schlüsselbein usw..



### Anatomische Platten

Hier einige Beispiele von andere anatomisch vorgeformte Platten:

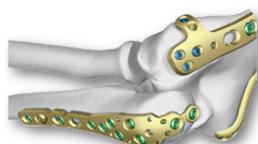
T-Platte für Finger



L- und LCP vorgeformte Platte für distalen Radius

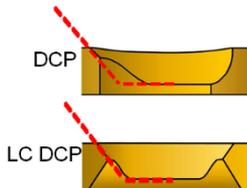


Ulna- und distale Humerusplatte



## Platten - Löcher

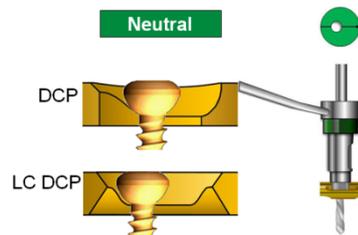
Dynamische Kompressionsplatten sind mit Schraubenlöchern einer bestimmten Form konstruiert. Die Löcher sind länglich und der von der Fraktur entfernte Teil jedes Lochs hat eine abfallende Form oder Schulter".



Zu beachten ist, dass die DCP und LC DCP unterschiedliche Formen haben.

### Schraubeninsertion—neutrale Position

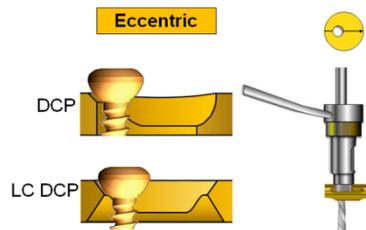
Eine Schraube kann in jedes DCP-Loch in neutraler Position eingedreht werden. Beim Anziehen entsteht keine Verschiebung zwischen der Platte und der Schraube. Es wird eine spezielle neutrale Bohrerhülse – grün gefärbt – verwendet.



### Schraubeninsertion—exzentrische Position

Eine Schraube kann in jedes DCP-Loch in exzentrische Position eingedreht werden, sodass eine Kompression in Abhängigkeit zur Höhe des Frakturspalts beim Anziehen der Schraube erreicht werden kann.

Es wird eine spezielle exzentrische Bohrerhülse, gelb gefärbt, verwendet.



Wichtig!

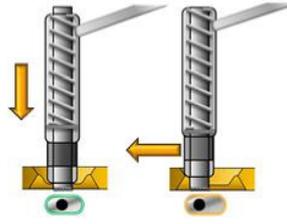
Die DCP und LC DCP Bohrhülsen sind unterschiedlich. Sie dürfen nicht verwechselt werden!

### Universalbohrbüchse

Es gibt eine gefederte Universalbohrbüchse, die für das Einsetzen von herkömmlichen Schrauben (aber nicht für die Verriegelungskopfschrauben) durch alle Platten verwendet werden kann.

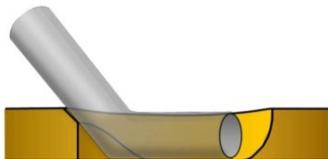
Sie kann beide Funktionen erfüllen

- Wenn die Bohrbüchse in Richtung der Platte gedrückt wird, gleitet das Ende der Bohrbüchse die Neigung des Plattenlochs hinunter und nimmt eine neutrale Position ein.
- Wenn kein Druck nach unten ausgeübt wird, sondern die Bohrbüchse von der Fraktur weg an den Rand des Plattenlochs geführt wird, kann ein exzentrisches Belastungsloch gebohrt werden

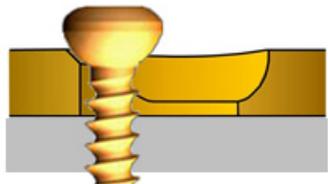


Neutral Eccentric

### DCP Prinzip



Die schräge Schulter des DCP-Lochs hat die Form eines abgewinkelten Zylinders



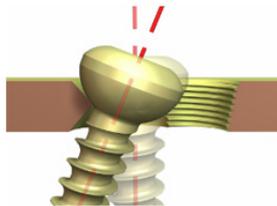
Wenn eine Schraube exzentrisch eingesetzt wird...



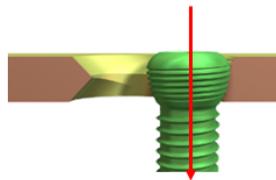
... so dass ihr Kopf am Ende beim Anziehen das schräge Profil des Lochs hinuntergleitet, dann wird die Schrauben-Knochen-Einheit in Richtung Fraktur verschoben und die Frakturfläche komprimiert. Eine solche Schraube wird als Kompressionsschraube bezeichnet.

### LCP

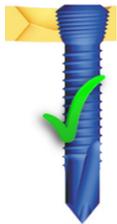
Das Kombinationsloch der LCP nimmt herkömmliche Schrauben für konventionelle Verplattungstechniken auf, aber auch Verriegelungsschrauben, um winkelstabile Fixierungen zu ermöglichen..



Herkömmliche Schrauben können im gewindelosen Teil der Kombinationslöcher schräg eingebracht werden.



Verriegelungsschrauben dürfen in den Gewindeteilen der Löcher nicht schräg eingebracht werden.



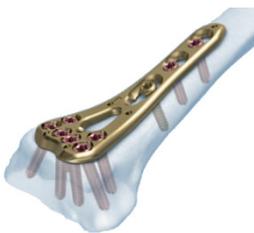
Verriegelungsschrauben müssen sorgfältig eingedreht werden: Das Gewinde der Schraube und das der Platte muss übereinstimmen. Optimale Winkelstabilität wird erreicht, wenn die Schraube unter Verwendung einer speziellen Bohrführung im 90°-Winkel zur Platte eingebracht wird. Aus diesem Grund ist die korrekte Verwendung der LCP Bohrbüchse so wichtig.



Die Winkelstabilität wird stark beeinträchtigt, wenn die Kopfverriegelungsschraube nicht im 90°-Winkel eingesetzt wird.

Es gibt einige Ausnahmen. Einige Verriegelungsplatten sind mit Gewindelöchern versehen, die eine geringe Abwinklung der Schraube zulassen, bis sie angezogen wird und dann endgültig sitzt.

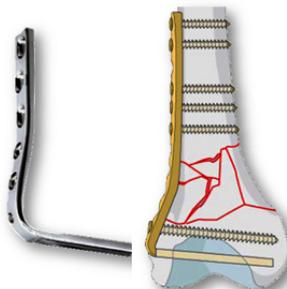
Die Abbildung zeigt eine distale radiale Verriegelungsplatte mit variablem Winkel.

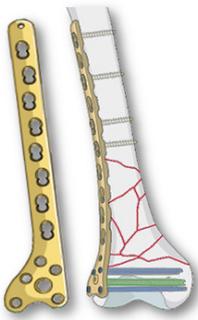


### Platten ermöglichen Winkelstabilität

Vor der Einführung der Verriegelungstechnologie wurde die Winkelstabilität, insbesondere bei der Versorgung metaphysärer Frakturen, durch die Verwendung von Implantaten mit starrem Winkel erreicht. Die hier abgebildete 95° Winkelplatte ist ein solches Implantat. Für die korrekte Anwendung dieser Implantate ist ein hohes Maß an chirurgischer Erfahrung erforderlich.

Sie sind nach wie vor die Implantate der Wahl für viele Oberschenkelosteotomien.





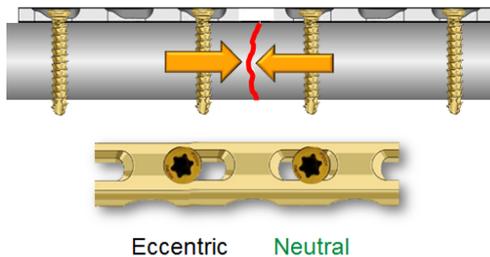
Schrauben, die sich in Plattenlöchern mit Gewinde verriegeln, bieten nun eine alternative Methode zur Schaffung von Winkelstabilität, wie hier dargestellt. Da die Schrauben im metaphysären Fragment in den Knochen eindringen und auch in den Plattenlöchern verankert sind, entsteht das mechanische Äquivalent einer winkelstabilen Vorrichtung.

Ein großer Vorteil ist, dass verriegelbare Platten-/Schraubensysteme in den osteoporotischen Knochen älterer Menschen stabiler sind.

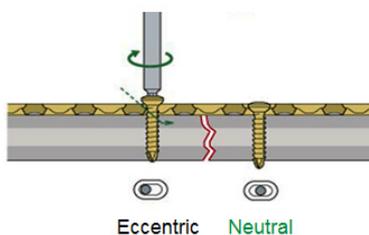
## Platten-Funktionen

### Kompression

Das Zusammenpressen der Hauptfragmente einer einfachen Fraktur kann zu einer absoluten Stabilität führen, d.h. zu einer vollständigen Aufhebung der interfragmentären Bewegung. Die interfragmentäre Kompression bei einfachen, diaphysären Frakturen kann durch die exzentrischen Position des Bohrers bei dynamischen Kompressionsplatten erreicht werden.

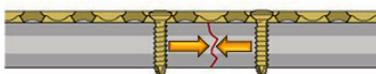


Eccentric Neutral

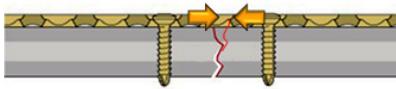


Eccentric Neutral

In dieser Abbildung ist die Platte mit einer neutral eingebrachten Schraube am rechten Fragment befestigt. Anschließend wird eine Schraube exzentrisch (unter Belastung) in das linke Fragment eingebracht.

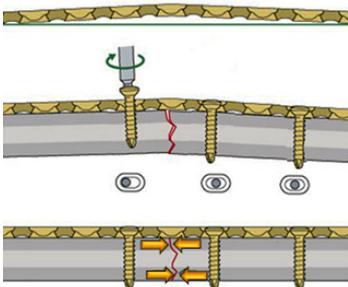


Wenn die Belastungsschraube vollständig eingedreht ist, gleitet sie an der schrägen Oberfläche des Plattenlochs hinunter, und die Schraube und der Knochen bewegen sich auf die Fraktur zu und komprimieren sie.



Wenn die Platte, die die axiale Kompression ausübt, genau an die anatomisch reduzierte Frakturfläche

angepasst ist, kommt es zu einer gewissen Lücke in der gegenüberliegenden Kortikalis, wenn die Platte durch Anziehen der Belastungs-schraube belastet wird. Das liegt daran, dass die Kompression unmittelbar unter der Platte maximal ist und sich nicht gleichmäßig über den gesamten Bereich der Frakturebene verteilt.



Die Lösung für dieses Problem besteht darin, die Platte so zu "überbiegen", dass ihr Mittelpunkt 1-2 mm von der anatomisch reduzierten Frakturfläche absteht.

Wenn die neutrale Seite der Platte am Knochen anliegt, entsteht direkt unter der Platte eine leichte Lücke in der Kortikalis. Beim Anziehen der

Belastungsschraube wird die Fraktur durch die in der Platte erzeugte Spannung gleichmäßig über den gesamten Durchmesser des Knochens komprimiert.

### Neutralisation

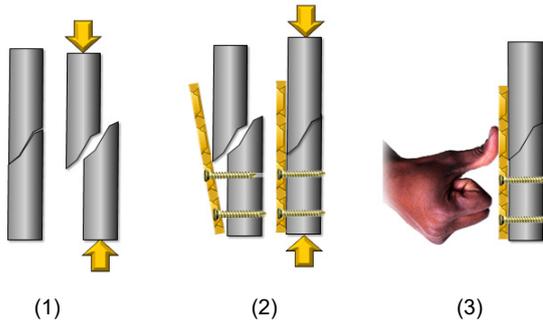
Eine primäre Zugschraubenfixation, die eine interfragmentäre Kompression ausübt, kann durch physiologische Biege- und/oder Rotationskräfte gestört werden.

Eine solche primäre Fixierung wird in der Regel durch eine Platte geschützt, die sich von einem Hauptfragment zum anderen erstreckt. Dies "neutralisiert" die störenden Kräfte. Alle diese Kräfte werden dann über die Platte übertragen und umgehen die primäre Zugschraubenfixierung.

Das Röntgenbild zeigt ein Beispiel für eine 1/3-Rohrplatte zum Schutz der Zugschraube der distalen Fibula bei einer Knöchelverletzung.



**Abstützung**

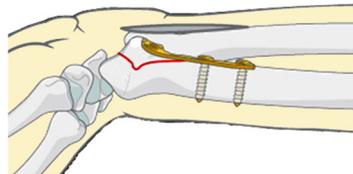


(1) Viele Frakturen neigen dazu, sich unter axialer Belastung zu verkürzen und zu verschieben.

(2) Eine solche Fraktur kann stabilisiert werden, indem eine Platte an einem Hauptfragment so angebracht wird, dass sie das andere Fragment abstützt, um eine Verschiebung zu verhindern.

(3) Die Abstützplatte wirkt wie ein Daumen, der das andere Fragment in eine reponierte Position drückt.

Hier sind zwei Beispiele für eine Abstützplatte, die einen Tibiakopf und eine anteriore marginale distale Radiusfraktur (Barton-Fraktur) reponiert.



Beispiele für Indikationen:  
- Tibiakopffraktur  
- Fraktur distaler Radius

**Überbrückung**

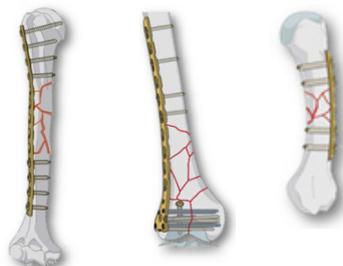
Bei diaphysären Trümmerfrakturen wird häufig eine Platte eingesetzt, die die multifragmentäre Zone überbrückt und nur an den Hauptfragmenten befestigt wird. Sie dient der Wiederherstellung der Länge, der axialen Ausrichtung und der Rotationsausrichtung.

Dadurch bleibt die Biologie der multifragmentären Zone erhalten, die durch externen und interfragmentären Kallus heilt.

**Einige Beispiele**

Hier sind drei Beispiele:

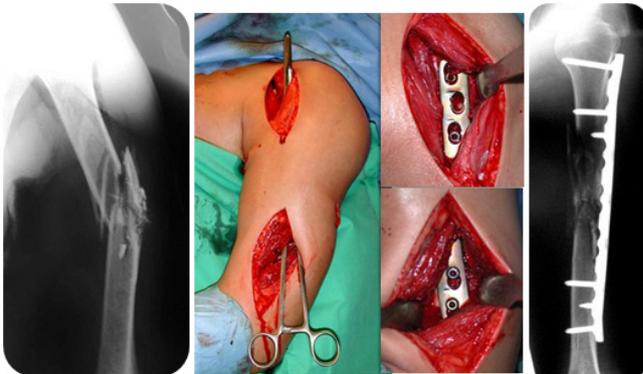
- Oberarm
- Distaler Oberschenkel
- Finger



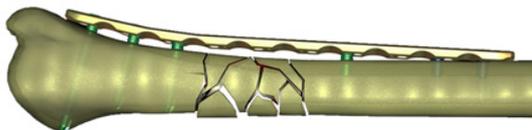
Diese Trümmerfraktur des Oberschenkelschafts wurde mit einer Platte überbrückt. Nach 9 Monaten ist die Heilung durch Kallusbildung auf dem Röntgenbild zu erkennen.



Eine Überbrückungsplatte kann entweder durch eine offene Technik oder minimalinvasiv eingesetzt werden. In diesem Beispiel wurde die Platte zur Überbrückung der Schussverletzung minimalinvasiv (MIS) eingesetzt.

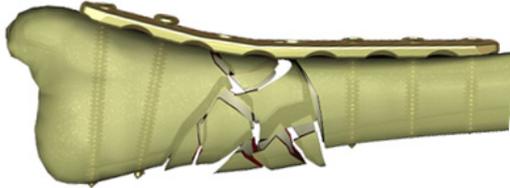


Es folgt eine Abbildung der LCP, die als "interner Fixateur" zur Überbrückung einer multifragmentären diaphysären Fraktur verwendet wird.



Da Verriegelungskopfschrauben verwendet werden, muss die Platte nicht exakt an den Knochen angepasst werden, die kortikale Vaskularität wird nicht beeinträchtigt, da die Platte vom Knochen absteht, und es besteht Winkelstabilität in der metaphysären Zone.

Das nächste Beispiel zeigt eine LCP, die mit herkömmlichen Schrauben als klassische Platte verwendet wird. Die Fixierung ist aufgrund der mangelnden Winkelstabilität bei herkömmlichen Schrauben weniger stabil. Die Position wird durch Kompression der konturierten Platte auf der Knochenoberfläche gehalten.

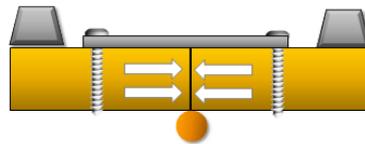


### Zuggurtung

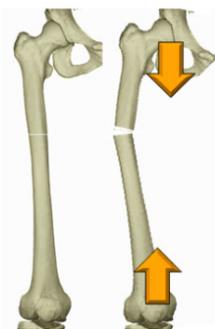
Wird ein Körper mit einer Fraktur an beiden Enden über einen Biegepunkt (Drehpunkt) belastet, entstehen Zugkräfte (Distraktion), die auf der Drehpunkt gegenüberliegenden Seite am größten sind und es kommt zu einer Abwinkelung.



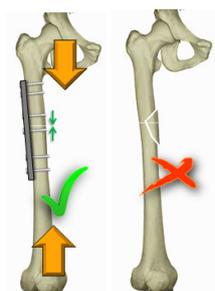
Wird jedoch ein unelastisches Band, z.B. eine Platte, auf der Zugseite des Körpers verankert, so erzeugt dieselbe Last eine Kompression an der Bruchstelle. Dies ist als Zuggurtungsprinzip bekannt.



### Einige Beispiele



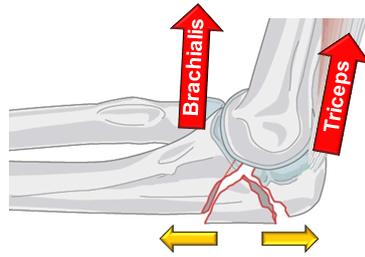
Der Oberschenkel ist ein exzentrisch belasteter Knochen. Bei axialer Belastung steht die laterale Kortikalis unter Zugspannung und die mediale Kortikalis trägt Druckkräfte.



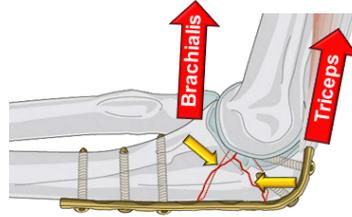
Eine an der lateralen Kortikalis befestigte Platte wirkt wie ein Zuggurt (-band), und die exzentrische physiologische Belastung verursacht Druckkräfte in der medialen Kortikalis.

Wenn die mediale Kortikalis frakturiert ist und den Druckkräften nicht standhalten kann, wird eine Zugbandfixierung (=Platte) die Biegung der Platte nicht verhindern.

Bei dieser Olekranonfraktur würde der Zug der Trizeps- und Brachialis-Muskeln dazu führen, dass der Frakturenkomplex distrahiert wird.



Die Platte auf der Zugseite der Elle wandelt diese Spannung in Kompression an den Bruchstellen um. Die Platte funktioniert wie ein Zuggurt (-band).



## **Fragen**

- **Welche Bohrhülse sollte für herkömmliche Schrauben mit einer LCP verwendet werden?**
  
- **Wie wird die LCP verwendet (Funktion)?**
  
- **In welcher/welchen Ebene(n) werden die Rekonstruktionsplatten konturiert?**

## **Reflektieren Sie Ihre eigenen Erfahrungen**

- **Welche Platten verwenden Sie? Kennen Sie die Anwendung für jede dieser Platten? Wissen Sie, mit welcher Art von Schrauben diese Platten verwendet werden können?**
  
- **Was würden Sie aus diesem Vortrag mitnehmen und in Ihrer täglichen Arbeit umsetzen?**