



# Humerusschaftfrakturen

Univ.-Prof. Dr. Erol Gercek

Universitätsmedizin Mainz

Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie

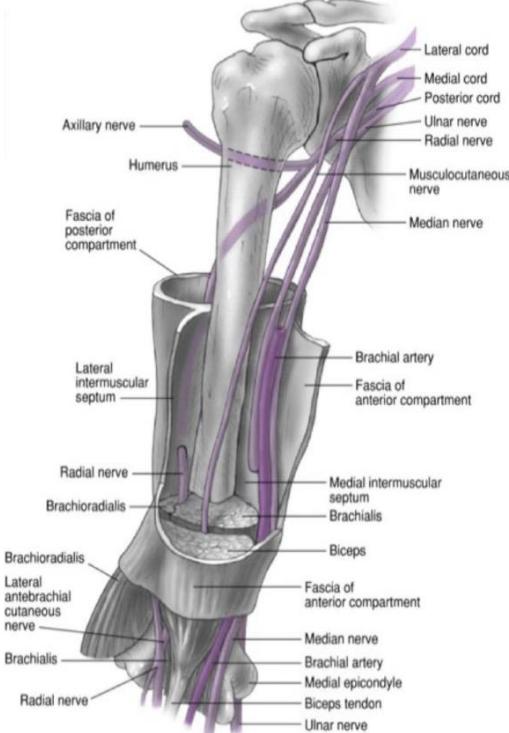
- Überregionales Traumazentrum im
- TraumaNetzwerk Mainz-Rheinhessen der DGU® -
- Kindertraumatologisches Referenzzentrum –
- SAV-Klinik – Schwerstverletztenartenverfahren der DGUV –
- Teamarzt U23/NLZ Mainz 05





# ANATOMIE

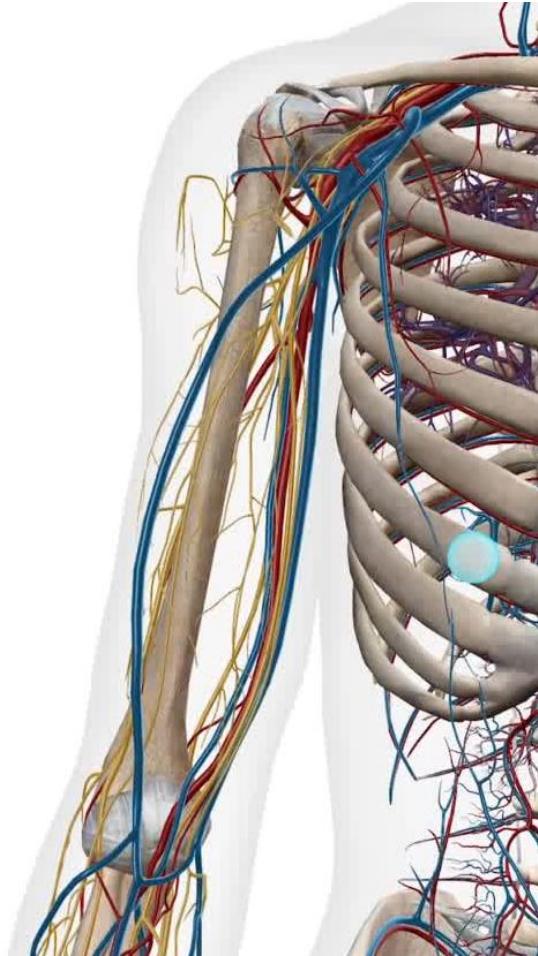
- Humerusdiaphyse erstreckt sich vom oberen Rand des Ansatzes des Pectoralis major nach proximal bis zum suprakondylären Kamm distal
- Markkanal endet proximal der Fossa olecrani und wird davor dreieckig
- Ausrichtung einer Fraktur wird durch die Lage der Fraktur im Verhältnis zu den Hauptmuskelansätzen bestimmt, insbesondere zu den Ansätzen des Pectoralis major und des Deltamuskels





# ANATOMIE

- Nervus axillaris - 3-7 cm distal zum Akromion
- Nervus radialis verläuft von medial nach lateral und befindet sich direkt hinter dem Schaft in der Mitte der Diaphyse
- Nervus radialis ist distal an den lateralen Schaft angebunden und steht oft in direktem Kontakt mit diesem
  - 16-20 cm proximal des medialen Epikondylus
  - 10-14 cm proximal des lateralen Epikondylus





# Humerusschaftfrakturen - Epidemiologie

- machen 1–3% aller Frakturen aus
  - Ekholm R, Adami J, Tidermark J, Hansson K, Tornkvist H, Ponzer S (2006) Fractures of the shaft of the humerus. An epidemiological study of 401 fractures. *J Bone Joint Surg* 88(11):1469–1473
  - Biber R, Bail HJ, Geßlein M (2018) Humerusschaftfraktur. *Unfallchirurg* 121:747–758
  - Verdano MA, Pellegrini A, Schiavi P, Somenzi L, Concari G, Ceccarelli F (2013) Humeral shaft fractures treated with antegrade intramedullary nailing: what are the consequences for the rotator cuff? *Int Orthop.* <https://doi.org/10.1007/s00264-013-2007-1>
- Inzidenz ca. 7,2 – 65,4/100.000 Personen/Jahr
- Zwei Altersgipfel (20. – 30. Lebensjahr und jenseits des 60. Lebensjahres)

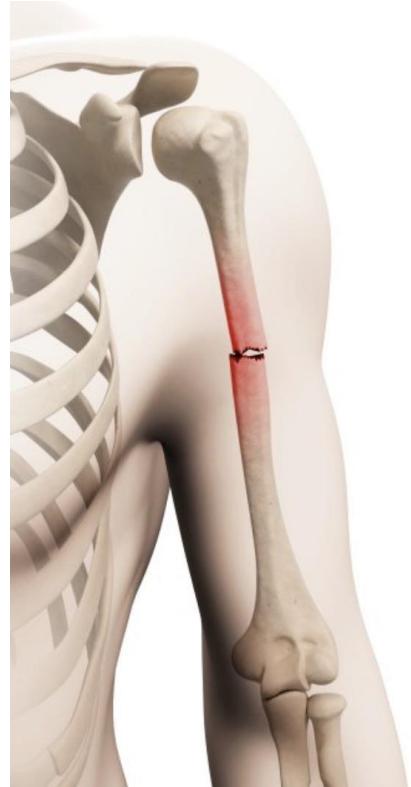


# Humerusschaftfrakturen - Ätiologie

- Indirekte Gewalteinwirkung (Spiralfraktur) [10] – z.B. Sturz auf den Arm
- Direkte Gewalteinwirkung auf den Oberarmschaft (Schräg- oder Querfraktur, evtl. mit Biegungskeil)

## Strukturelle Ursachen

- Osteoporose
- Tumorbedingte Osteolysen (ca. 10% der Fälle)
- Neurologische Erkrankungen
- Metabolische Erkrankungen
- Inaktivität
- Hormonmangel
- Mangelernährung





# Humerusschaftfrakturen - Ätiologie

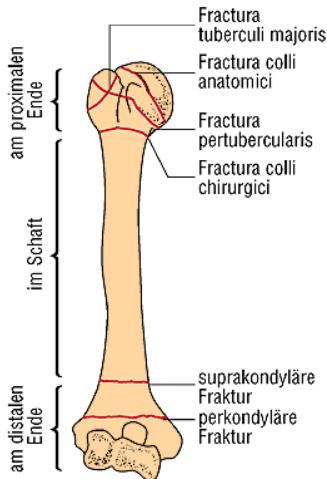
- Indirekte Gewalteinwirkung (Spiralfraktur) [10] – z.B. Sturz auf den Arm
- Direkte Gewalteinwirkung auf den Oberarmschaft (Schräg- oder Querfraktur, evtl. mit Biegungskeil)
- *Spezieller Mechanismus: Armdrücken*





# Humerusschaftfrakturen - Lokalisation

- sind seltener als distale und deutlich seltener als proximale Frakturen
  - Kim SH, Szabo RM, Marder RA (2012) Epidemiology of humerus fractures in the United States:nation wide emergency department sample, 2008. *ArthritisCareRes* 64(3):407–414
- zwischen Oberrand des M. pectoralis major Ansatzes und knapp oberhalb der Fossa olecrani (2/6 - 5/6 des Oberarmschaftes)





# Typische Begleitverletzungen

- Primäre Radialisläsion (4 - 40%)
- selten N. ulnaris (ca. 2%)
- selten A. brachialis (ca. 1 - 2%) Ipsilaterale Olecranonfraktur oder distale Radiusfraktur (Kettenverletzung)
- selten Teilruptur oder Ruptur der Supraspinatussehne
  - O'Donnell, T.M., et al., Concomitant injuries to the ipsilateral shoulder inpatients with a fracture of the diaphysis of the humerus. *J Bone Joint Surg Br*, 2008. 90(1): p. 61-5.
- selten Schulterluxation
  - Lyu, F., et al., Management of Dislocation of the Shoulder Joint with Ipsilateral Humeral Shaft Fracture: Initial Experience. *Orthop Surg*, 2020. 12(5): p. 1430-1438.



# Diagnostik

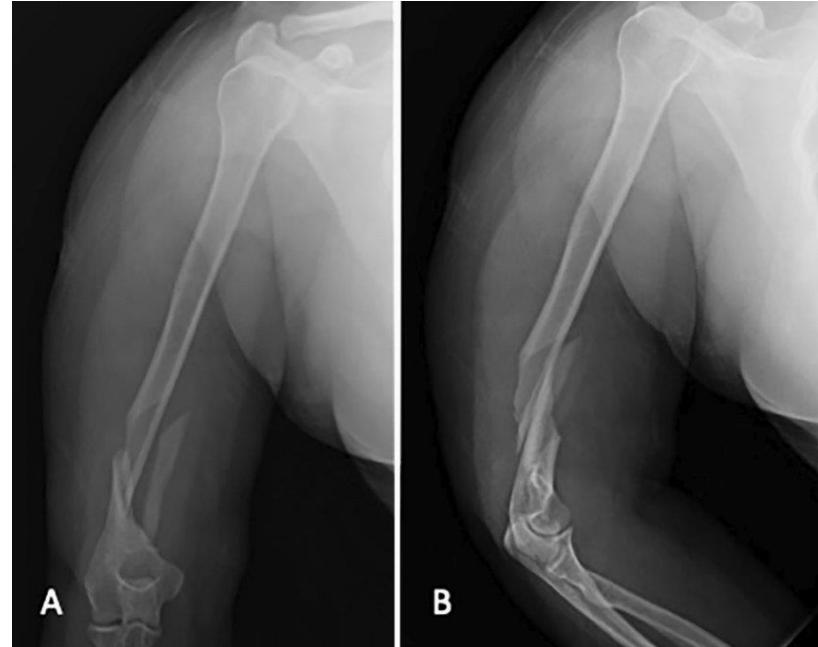
- Röntgenuntersuchung (konventionell)
  - Oberarmschaft und angrenzende Gelenke in 2 Ebenen (Schulter und Ellbogengelenk)
- Computertomographie
  - bei Verdacht auf Frakturnausläufer in den Oberarmkopf oder die supra-/diacondyläre Region
  - bei Verdacht auf Gefäßläsion (CT-Angiographie)





# Diagnostische Schwierigkeiten

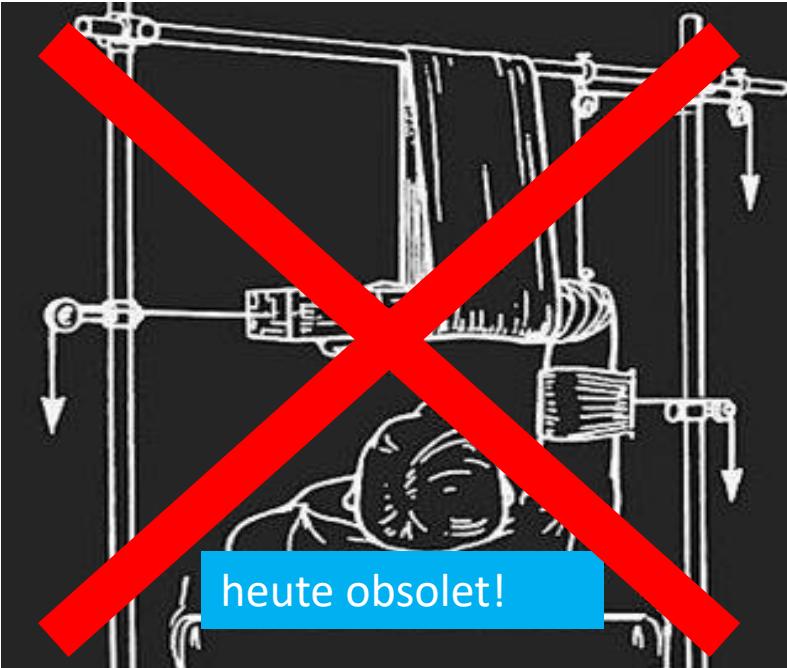
- Undislozierte Fraktur
- Erkennen einer proximalen oder distalen Gelenkbeteiligung
- Erkennen einer pathologischen Fraktur
- Primärer oder sekundärer Radialisschaden
- Beurteilung des traumatischen N. radialis-Schadens:  
Durchtrennung oder Quetschung?
- Gefäßverletzung (Intimaläsion)





# Konservative Verfahren

Extensionsbehandlung





## ■■ Konservative Therapie

Die Mehrzahl der Humerusschaftfrakturen können konservativ behandelt werden. Dabei können Achsenabweichung bis zu 20–25° akzeptiert werden. Günstig ist die konservative Therapie v. a. bei Spiralfrakturen. Die Therapie gliedert sich in die 3 Phasen Gilchrist-Verband, Sarmiento-Brace und Physiotherapie.

Immobilisation im **Gilchrist-Verband**, bei Verkürzung und/oder ausgeprägtere Achsenabweichung ggf. auch initial unter Längszug. Auf eine Manipulation sollte wegen des Risikos der sekundären Radialisverletzung verzichtet werden.



aus:



UNIVERSITÄTSmedizin.  
Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie

MAINZ



## Sarmiento-Brace



mit Schulterkappe



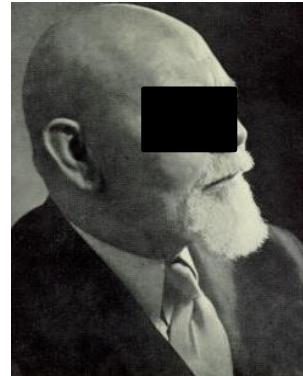
ohne Schulterkappe



aus:



“Frakturen des Oberamschaftes sind die gutartigsten Brüche von allen diaphysären Frakturen der langen Röhrenknochen”



L. Böhler: Gegen die operative Behandlung von frischen Oberarmschaftbrüchen.  
Langenbecks Arch Chir 1964;3:465



# Konservative Verfahren

- Allgemeine oder lokale Kontraindikationen gegen eine OP
- Fakultativ:
  - Schaftfrakturen im mittleren Drittel ohne Diastase (guter Knochenkontakt)
  - insbesondere nicht dislozierte oder gering dislozierte Frakturen (lange Schrägbrüche)
  - reponier- und retinierbare Frakturen



publiziert bei:  AWMF online  
das Portal der wissenschaftlichen Medizin

Leitlinien Orthopädie und Unfallchirurgie © DGOU Leitlinienkommission  
Berlin 2021  
AWMF-Nr. 187-038  
ICD S-42.3  
Erarbeitet auf S1 Niveau nach AWMF  
Letztes Bearbeitungsdatum: 04.04.2021  
Gültig bis 22.12.2026  
Genehmigung durch Vorstand der DGOU am 22.12.2021  
Korrespondenz: leitlinien@dgou.de

**DGOU**

## Oberarmschaftfraktur

Führende Autoren:

Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)  
Dr. Maria Anna Smolle (ÖGU)  
Priv.-Doz. Dr. Dr. Sandra Bösmüller (ÖGU)

Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für  
Orthopädie und Unfallchirurgie



# Konservative Verfahren

- Kurzfristige Ruhigstellung für 2-3 Wochen (z.B. Gilchristverband mit Gips-U-Schiene oder Desaultverband)
- Funktionelle Weiterbehandlung mit (Sarmiento)-Brace für 8-10 Wochen, dabei passive + aktive Bewegungsübungen zur Schmerzgrenze)
- Analgetika



publiziert bei:  AWMF online  
das Portal der wissenschaftlichen Medizin

Leitlinien Orthopädie und Unfallchirurgie © DGOU Leitlinienkommission  
Berlin 2021  
AWMF-Nr. 187-038  
ICD S-42.3  
Erarbeitet auf S1 Niveau nach AWMF  
Letztes Bearbeitungsdatum: 04.04.2021  
Gültig bis 22.12.2026  
Genehmigung durch Vorstand der DGOU am 22.12.2021  
Korrespondenz: leitlinien@dgou.de

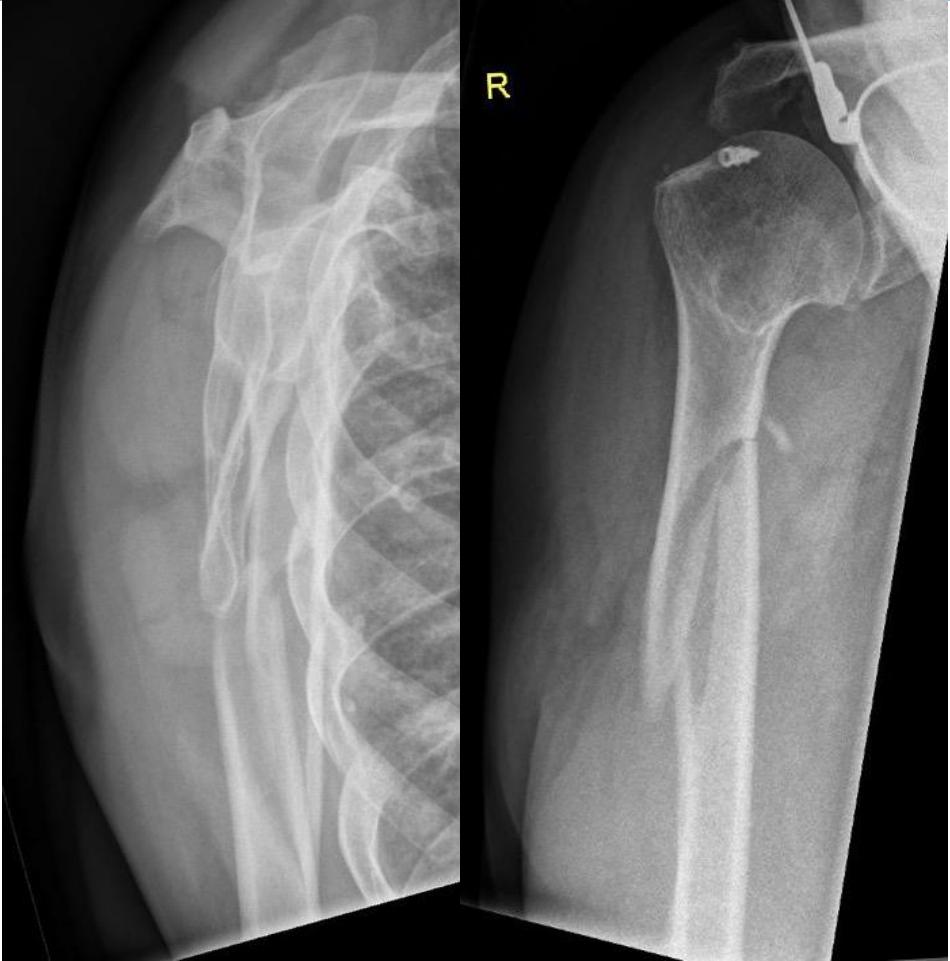
**DGOU**

## Oberarmschaftfraktur

Federführende Autoren:

Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)  
Dr. Maria Anna Smolle (ÖGU)  
Priv.-Doz. Dr. Dr. Sandra Bösmüller (ÖGU)

Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für  
Orthopädie und Unfallchirurgie



62 J, m  
Sturz im Garten auf Arm



6 Wo. FU  
Brace





# Probleme der konservativen Therapie

- Querfraktur, kurze Schrägfraktur
- adipöse Patienten
- ältere Patienten
- Alkoholiker
- unkooperative Patienten





# Humerusschaftfrakturen

- Obwohl gute Ergebnisse nach konservativer Behandlung beschrieben sind, gibt es in den letzten Jahren eine eindeutige Tendenz zur operativen Stabilisierung
- Osteosynthese bietet den Vorteil einer
  - schnellen Schmerzlinderung
  - sofortigen Übungsstabilität
  - Ausheilung in achsgerechter Stellung





# OP Indikationen absolut

- Offene Fraktur (ab 2°)
- Drohendes Kompartmentsyndrom (Notfallindikation)
- Defektfraktur
- Persistierende Diastase – Interponatbildung
- Serienverletzung der Extremität (Kettenverletzung, „Floating elbow“)
- Begleitende Gefäßschäden
- Nervenschaden (sekundärer Radialisschaden nach Manipulation)

publiziert bei:  AWMF online  
Das Portal der wissenschaftlichen Medizin

Leitlinien Orthopädie und Unfallchirurgie © DGOU Leitlinienkommission  
Berlin 2021  
AWMF-Nr. 187-038  
ICD S-42.3  
Erarbeitet auf S1 Niveau nach AWMF  
Letztes Bearbeitungsdatum: 04.04.2021  
Gültig bis 22.12.2026  
Genehmigung durch Vorstand der DGOU am 22.12.2021  
Korrespondenz: leitlinien@dgou.de

Oberarmschaftfraktur





# OP Indikationen relativ

Leitlinien Orthopädie und Unfallchirurgie © DGOU Leitlinienkommission  
Berlin 2021  
AWMF-Nr. 187-038  
ICD S-42.3  
Erarbeitet auf S1 Niveau nach AWMF  
Letztes Bearbeitungsdatum: 04.04.2021  
Gültig bis 22.12.2026  
Genehmigung durch Vorstand der DGOU am 22.12.2021  
Korrespondenz: leitlinien@dgou.de

## Oberarmschaftfraktur

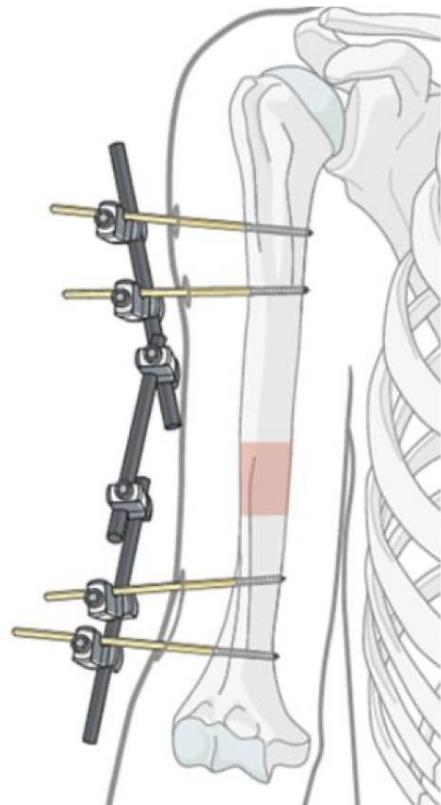
- Oberarmfx bei Polytrauma
- Offene Fraktur 1°
- Ausstrahlende Fx in den Oberarmkopf bei älterer Population „Fragility Fractures“
- Distale Schaftfx mit gefährdetem N. radialis
- Sekundäre Dislokation nach konservativer Th.
- Pathologische Fraktur
- Beidseitige Humerusfx
- Querfraktur oder kurze Schrägfrx
- Adipositas
- Fehlende Compliance
- Schwere Omarthrose
- Dislozierte Fraktur ( $>20^\circ$  Antekurvation /  $>30^\circ$  Varusfehlstellung/  $>3\text{cm}$  Dislokation/  $>20^\circ$  Innen-/Außenrot.)



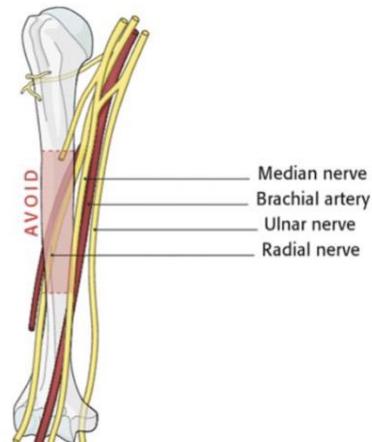
# Operative Verfahren

- Plattenosteosynthese
  - konventionell
  - minimal-invasiv
- intramedulläre Nagelung
  - antegrad
  - retrograd
- Fixateur externe
  - überwiegend als temporäres Verfahren bei offenen Frakturen und Polytraumatisierten

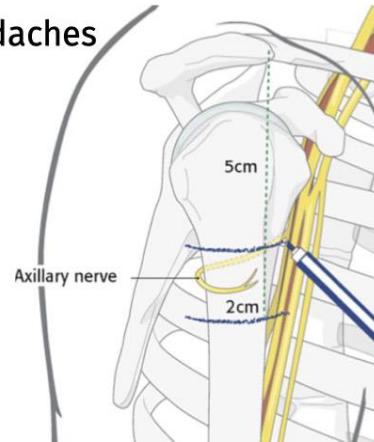




No safe zone in the middle third



- optimal für den temporären Einsatz
- Nervus axillaris verläuft dorsolateral um die Oberarmknochenmetaphyse, etwa 5-7 cm unterhalb des Schulterdaches





# Vergleich Nagel vs Platte biomechanisch

- hohe axiale und eine hohe Biegesteifigkeit des Nagels
- Torsionssteifigkeit des Nagels gegenüber der Platte geringer [6].
- Nagel liegt in der Belastungssachse des Knochens durch die intramedulläre Lage
- Platte liegt exzentrisch
- langstreckige Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat ist ein mechanischer Vorteil des Nagels



# chirurgische Zugänge

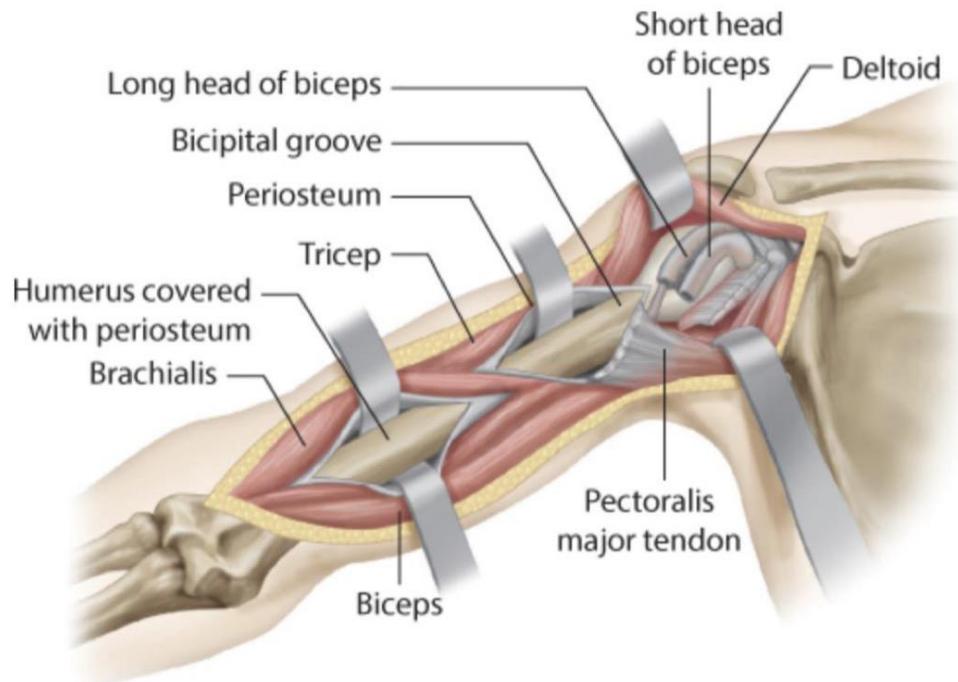
- Anterolateral
- Posterior
- Lateral – eher unüblich
- Medial – eher unüblich



- IMN
- ORIF PO
- MIPO
- Fix. ext

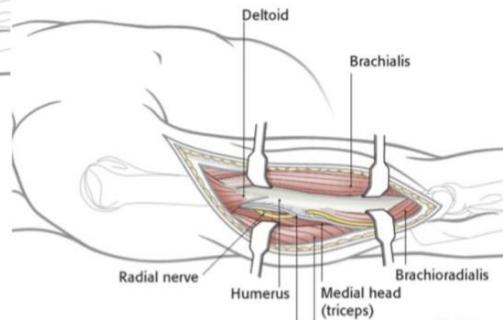
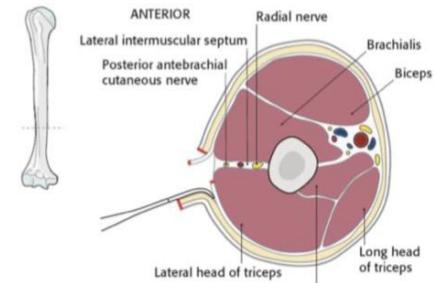
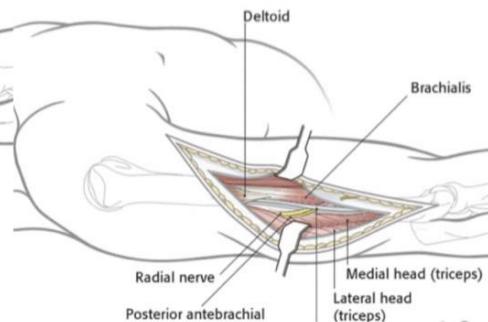
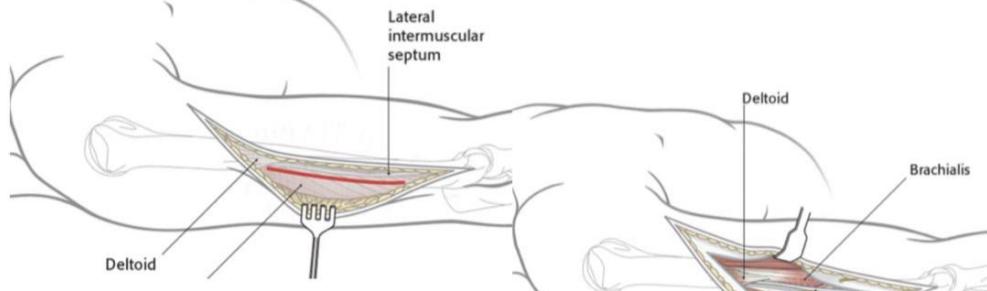
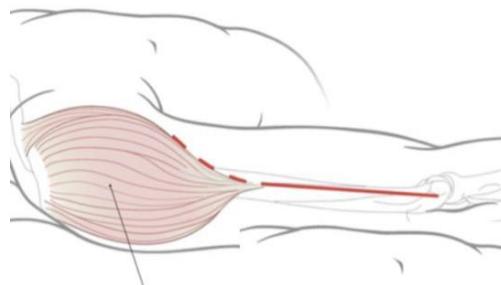


# Anterolateral





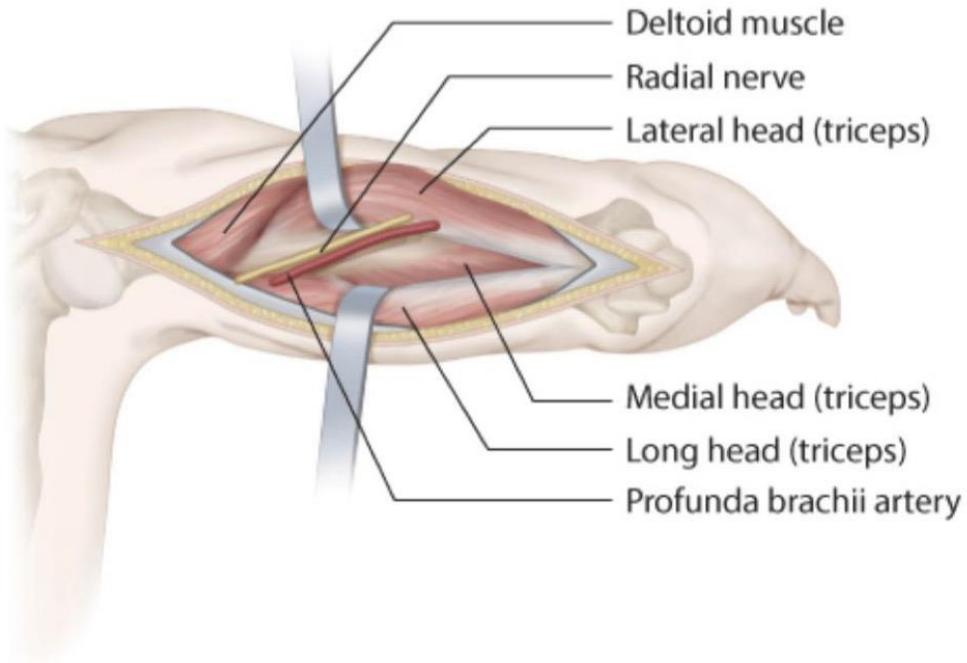
# Lateraler Zugang

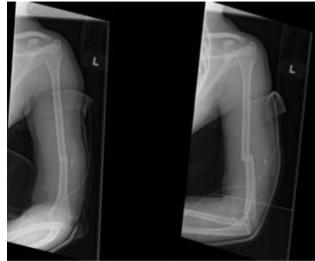




# Posterior

- mediale Kopf des Trizeps wird scharf durchtrennt
- 55 % der hinteren Humerusdiaphyse werden freigelegt
- Nervus radialis und die Arteria profunda brachii müssen proximal geschützt werden





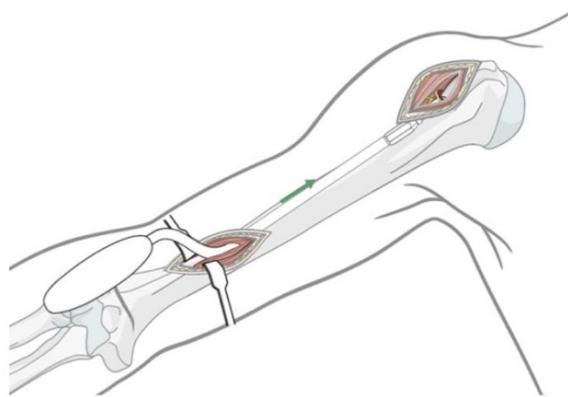
19J, m ORIF PO. 6 Monate



enger Markraum



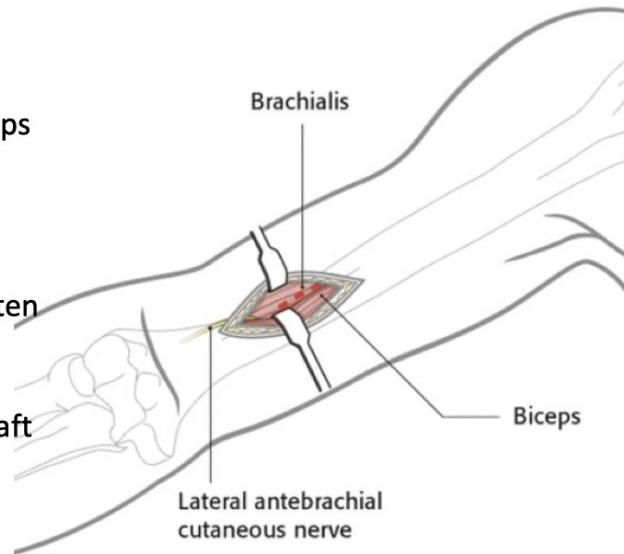
## MIPO – distales Portal



minimalinvasive Osteosynthese ermöglicht die subkutane Platteneinbringung durch einen Tunnel – vom distalen Portal beginnend

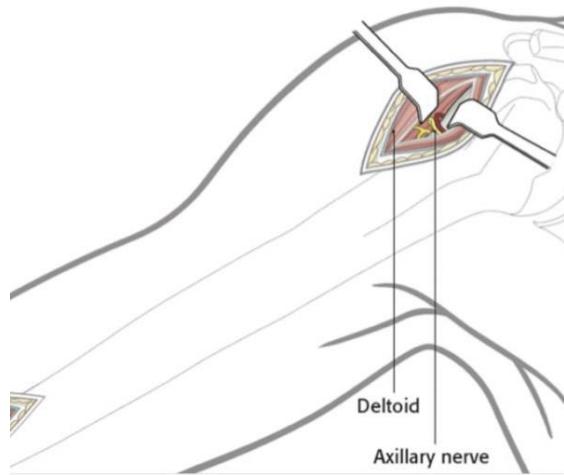
Der Brachialis wird tief am Bizeps identifiziert.

Fasern in Längsrichtung gespalten  
extraperiostalen Zugang zum  
vorderen distalen Humerusschaft





## MIPO - proximales Portal (anterior deltoid split)



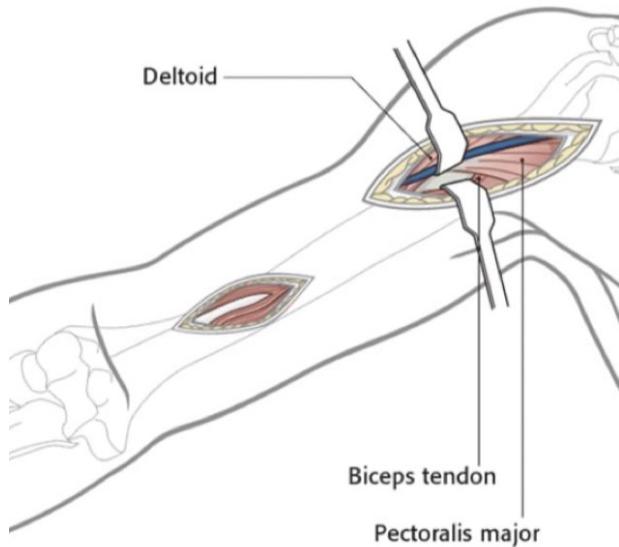
Die Inzision erfolgt distal von der  
anterolateralen Akromialspitze

Vorsichtig Nervus axillaris und  
Begleitgefäße präparieren und  
schützen

Mobilisieren des Bündel für einen  
extraperiostalen Zugang zum  
proximalen Humerus



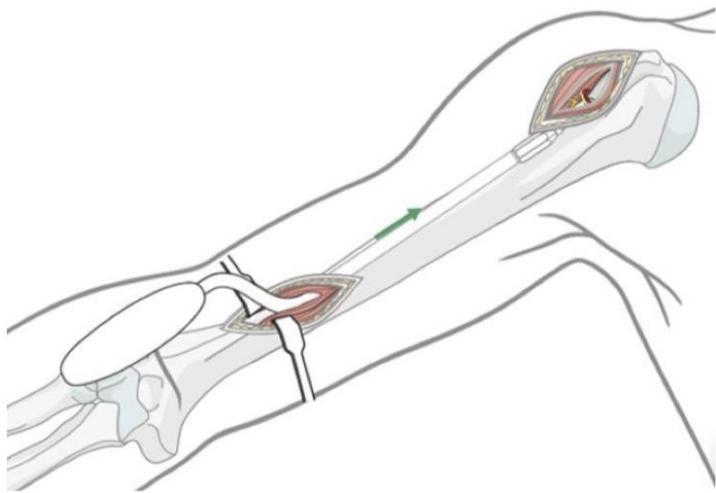
## MIPO - proximales Portal (deltobicipital) - kürzere Plattenapplikation



- Stumpf bis zur Periostoberfläche dissezieren
- einen etwa 5 cm langen Bereich erschliessen auf der Periostoberfläche
- es ist möglich, den vorderen Teil des Deltamuskelansatzes freizulegen
- durch das Intervall zwischen Deltoid und Bizeps hierliegt die Vena cephalica



## MIPO - proximales Portal (deltobicipital) - kürzere Plattenapplikation



- Anlegen des extraperiostalen Tunnels unter dem Brachialis
- von der distalen zur proximalen Inzision





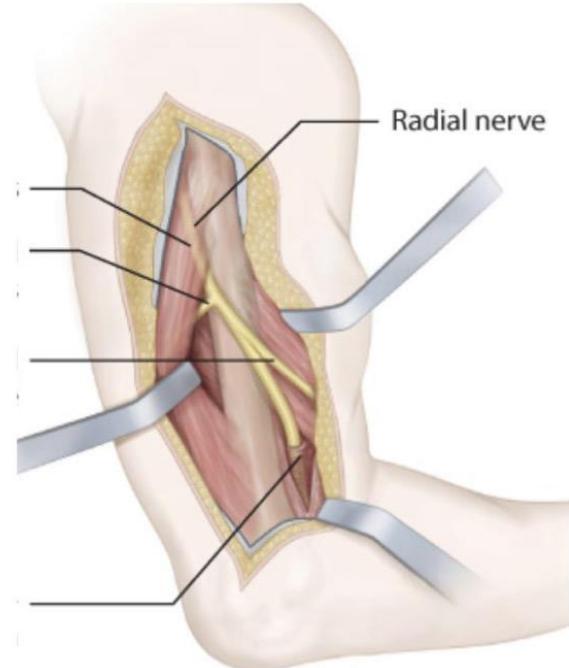
## MIPO - proximales Portal (deltobicipital) - kürzere Plattenapplikation





# Modifizierter Posterior

- der untere seitliche kutane Brachialnerv, der vom Nervus radialis abzweigt, identifiziert
- Das intermuskuläre Septum wird tief zum N. cutaneus brachialis lateralis gespalten und etwa 3 cm nach distal verlängert, um den N. radialis freizulegen und zu mobilisieren

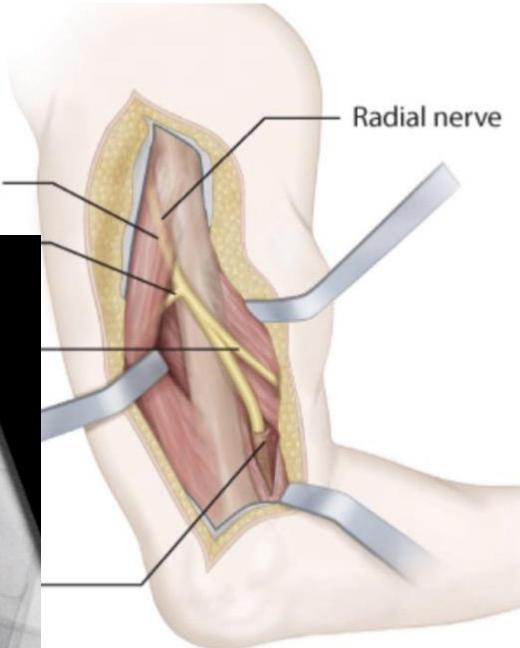


Modifizierter posteriorer Zugang zum Humerus - Gerwin et al.



# Modifizierter Posterior

- Die medialen und lateralen Köpfe des Trizeps werden vom lateralen intramuskulären Septum abgehoben und nach medial geschwenkt
- bis zu 94 % der Humerusdiaphyse werden freigelegt
- im Vergleich zu nur 76 % bei einem posterioren Trizepssplit



Modifizierter posteriorer Zugang zum Humerus - Gerwin et al.



# Intramedulläre Nagelung

## Vorteile

- Minimal-invasive Operationstechnik
- Verlässliche Stabilität bei einfachen und komplexen Frakturen

## Nachteile

- Zugangsmorbidität an der Schulter (antegrad) bzw. am Ellenbogengelenk (retrograd)
- Durch die minimal-invasive Technik ist der N. radialis nicht sichtbar. Ein eingeschlagener Nerv ist nicht verifizierbar



# Intramedulläre Nagelung



## ANTEGRAD

- Lokalisation in den proximalen 2/3
- Kombination von Kopf + Schaft
- Segmentfrakturen
- Pathologische Frakturen
- Osteolysen (palliative Indikation)



## RETROGRAD

Humerusschaftfrakturen mit Lokalisation im mittleren und proximalen Drittel

**Cave: Entry Fx**



# Kontraindikationen

## ABSOLUT

- Floride Infektion im Zugangsbereich
- Polytrauma mit akut lebensbedrohlicher hämodynamischer Instabilität

## RELATIV

### Beide Verfahren:

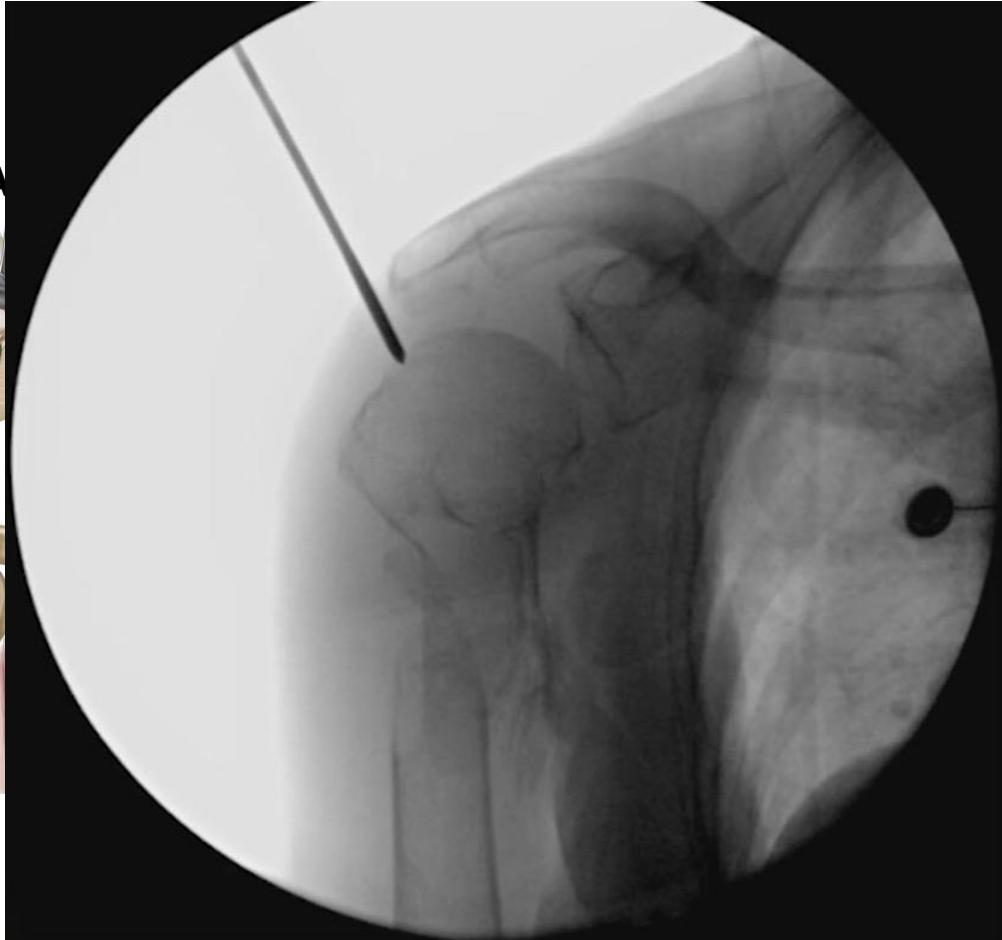
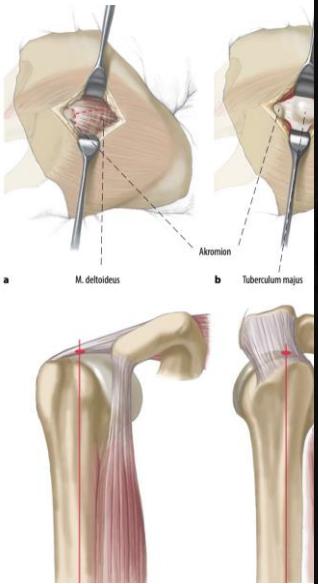
- Sehr enge Markhöhle (ggf. Plattenosteosynthese)
- Sehr weite Markhöhle: Gefahr der instabilen Fixation aufgrund eines Missverhältnisses im Durchmesser von Implantat und Markhöhle

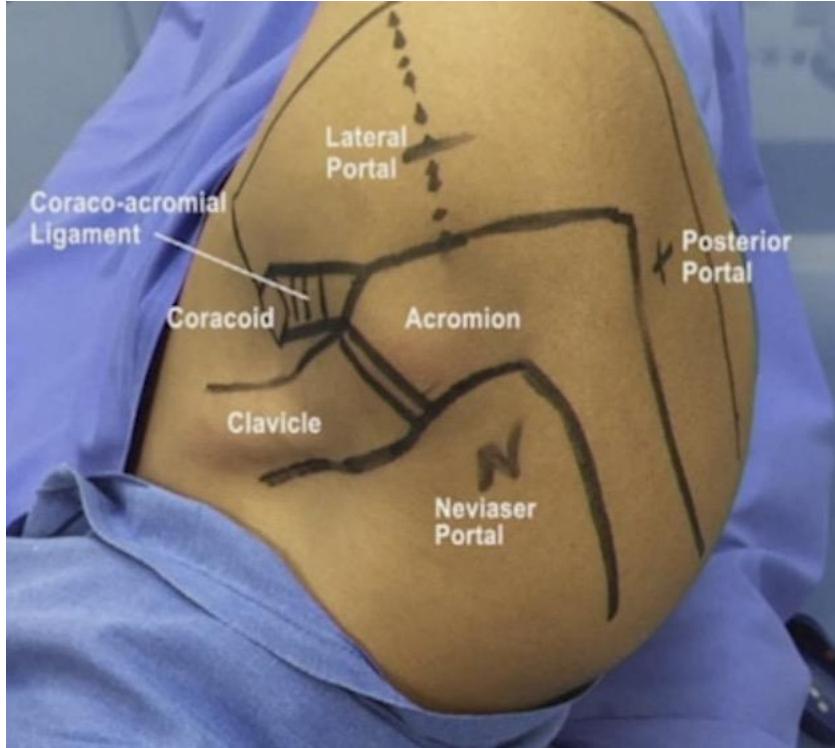
### Antegrad:

- Fx im distalen Drittel

### Retrograd

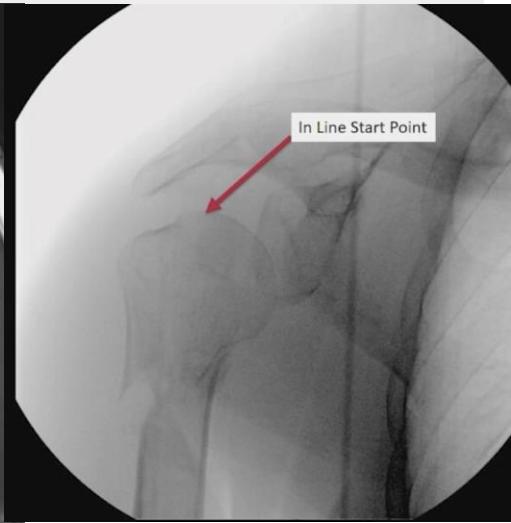
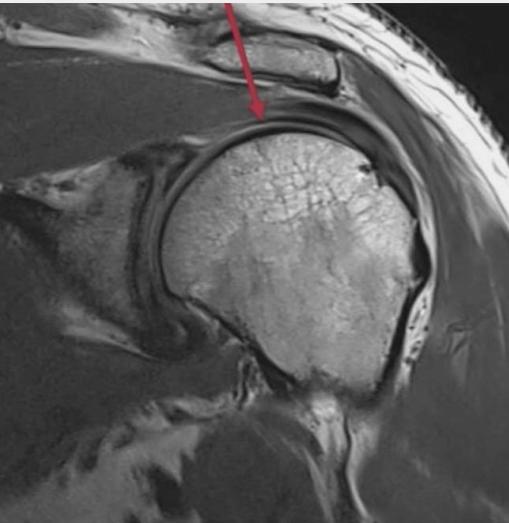
- im proximalen Drittel
- Kombinationsverletzungen einer Schaft- und Kopfx
- sehr distale Fx (abhängig von den distalen Verriegelungsoptionen des Implantats und dem Nageleintrittspunkt). Im distalen Fragment muss ausreichend Platz (**mindestens 5cm**) für eine sichere Verriegelung sein





## Nevaiser Portal

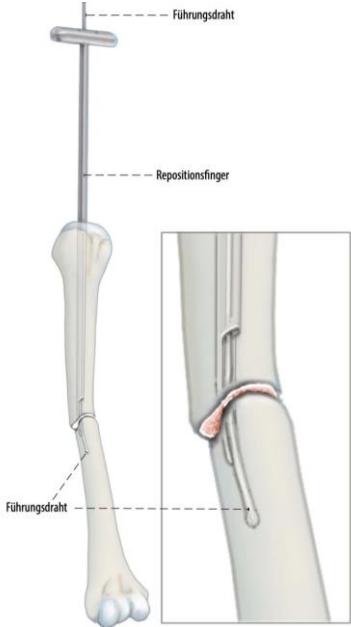
- Well described for use in arthroscopy
- Inner corner of acromion
- Brings start point over the muscular portion of rotator cuff





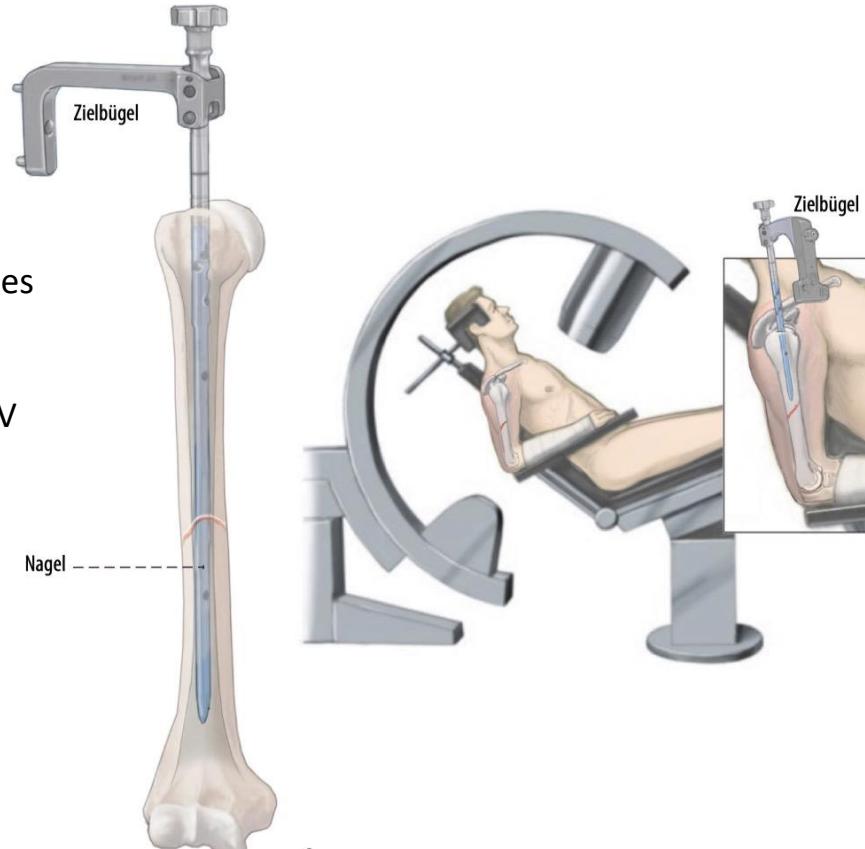
# Intramedulläre Nagelung

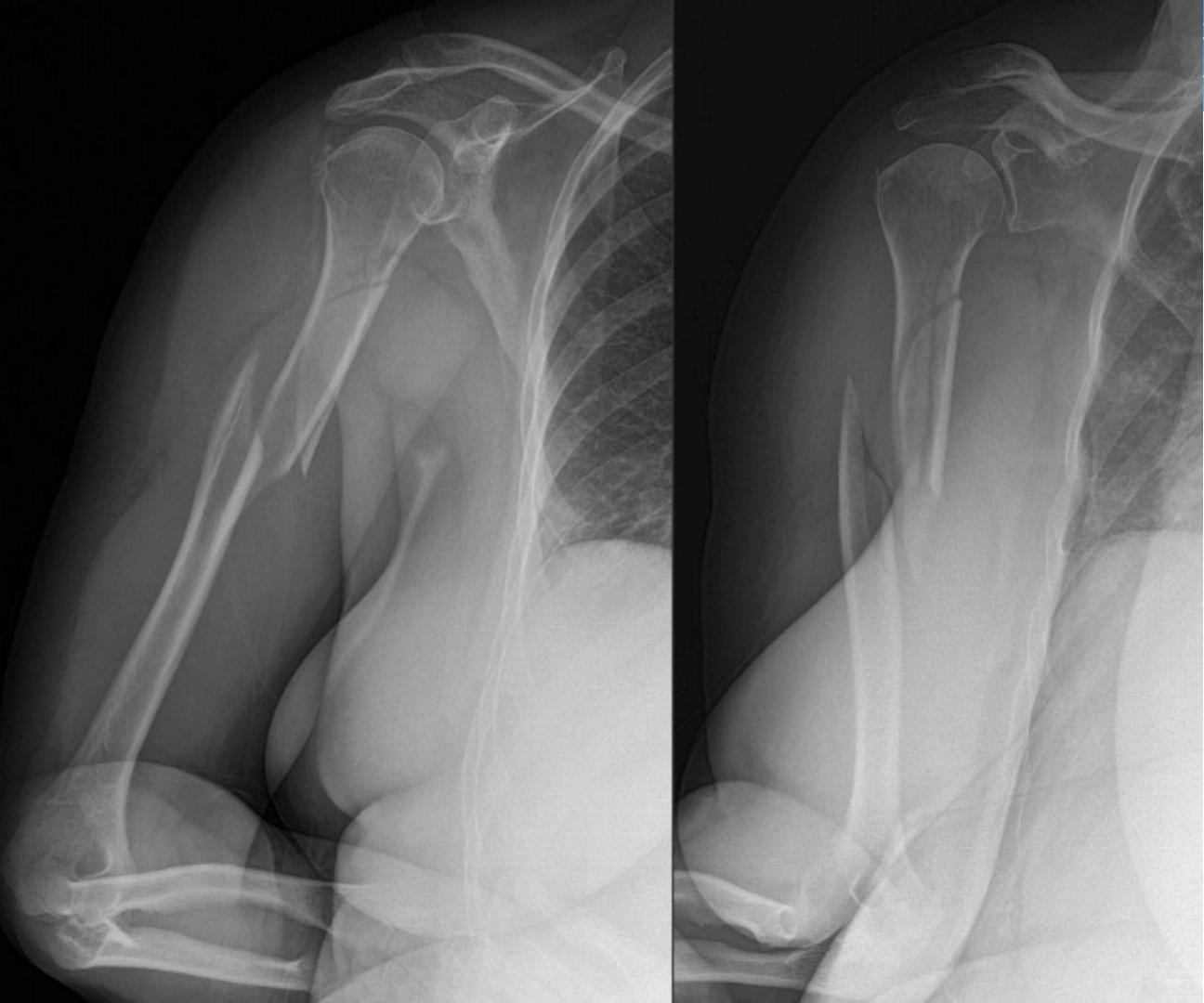
## ANTEGRAD



### Frakturreposition

- indirekt durch Manipulation des Armes (Längszug)
- mit Führungsdraht aufgefädeln des distalen Hauptfragments unter Rö-BV





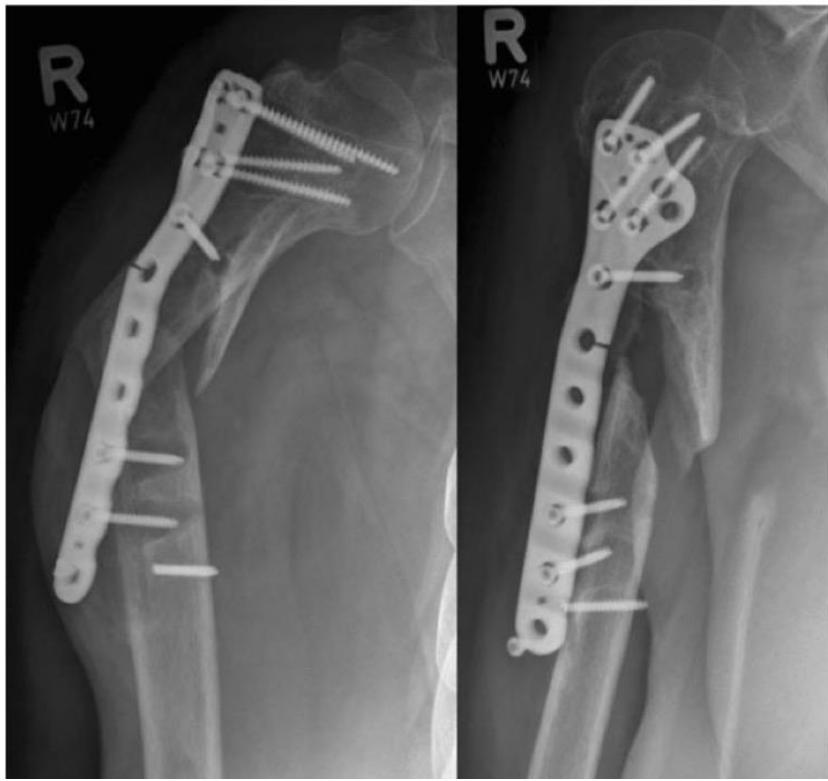
65 J w  
Sturz auf  
Treppe



65 J w  
Sturz auf  
Treppe



# Antegrade IMN bei Versagen der PO





# PITFALLS

Langstreckige proximale  
metaphysäre und Schaftfraktur  
bei 68-jähriger Patientin mit  
deutlicher Osteoporose



## Teleskoping

- Missverhältnis Nagel vs Markraum proximal - Reposition
- nur eine Verriegelung proximal



# PITFALLS

Langstreckige proximale  
metaphysäre und Schaftfraktur  
bei 68-jähriger Patientin mit  
deutlicher Osteoporose



Revision mit Wechsel auf einen stabil verriegelten Nagel, ggf. mit  
Drahtcerclage wurde von der Patientin abgelehnt. Frakturheilung  
1 Jahr später mit deutlicher mechanischer Arrosion am Akromion

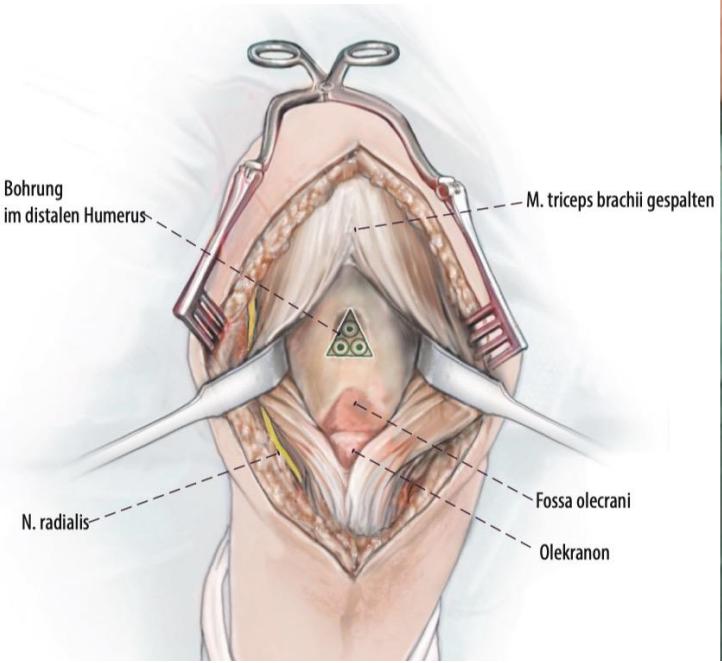


# Intramedulläre Nagelung

## RETROGRAD

### korrekte Nagleintrittsstelle

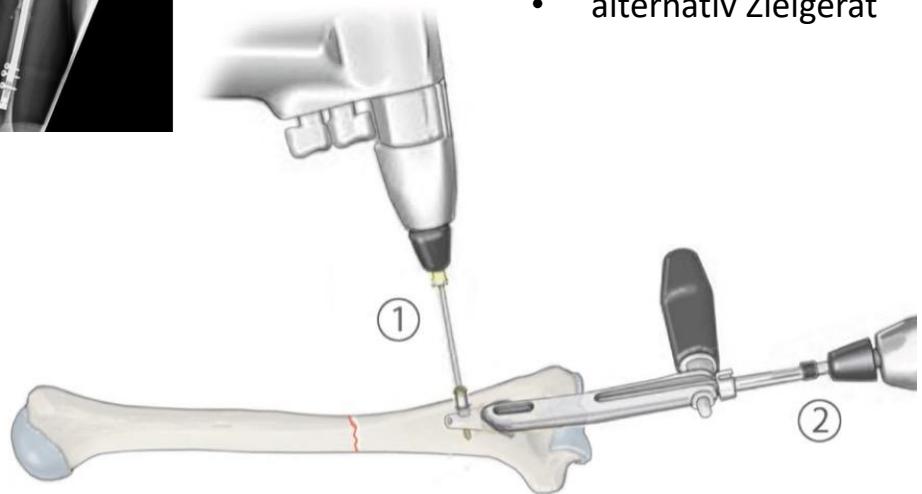
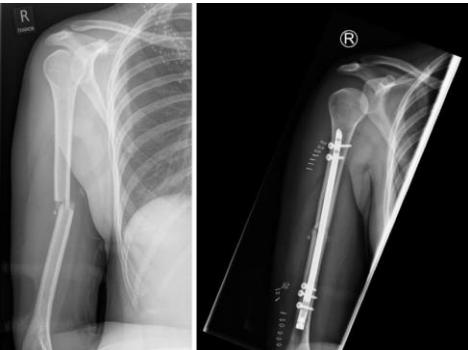
- aufwendiger
- Bauchlage





# Intramedulläre Nagelung

## RETROGRAD



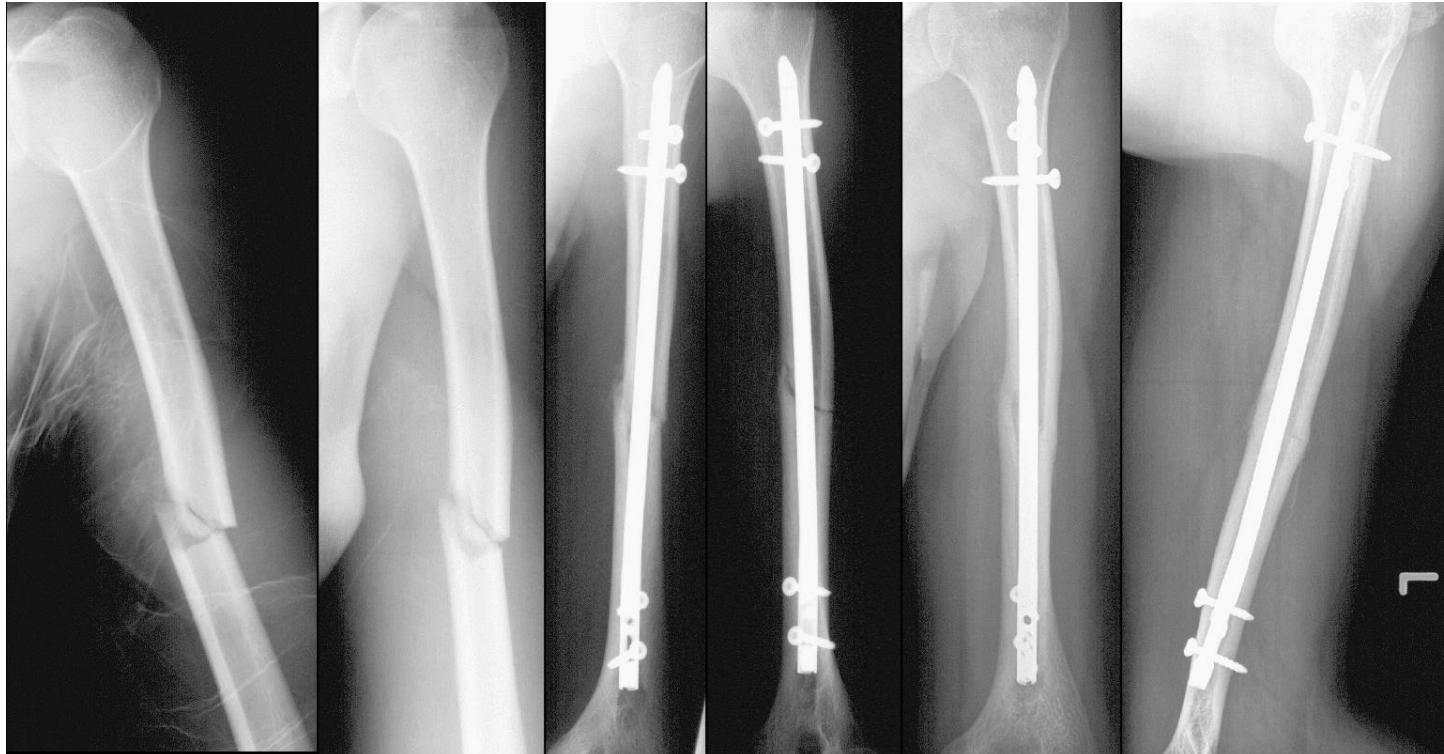
- Fossa olecrani bildet die Orientierung für den Entry
- Entry liegt unmittelbar proximal
- Richtung recht flacher Winkel zum Humerusschaft
- Eröffnung durch mehrere Bohrungen
- mit schmalem Meißel verbinden
- alternativ Zielgerät





# Intramedulläre Nagelung

**RETROGRAD**





# Intramedulläre Nagelung

## RETROGRAD



typische Komplikation :

iatrogene suprakondyläre Humerusfx

- Entry nicht ausreichend ausgearbeitet
- Nagel in falschen Winkel eingebracht wird
- Nagel mit Gewalt (Hammerschläge) eingeführt wird
- im Verhältnis zur Markhöhle ein zu dicker Nagel eingebracht wird



diffcult decisions in humeral trauma surgery  
wie was und welche Methode