

# Verletzungsformen

*L. von Laer*

## **2.1 Frakturen – 16**

- 2.1.1 Gelenkbereich – 16
- 2.1.2 Gelenknaher Bereich – 18
- 2.1.3 Schaftbereich – 20

## **2.2 Luxationen – 21**

- 2.2.1 Schulter – 21
- 2.2.2 Ellenbogen – 22
- 2.2.3 Hüfte – 22
- 2.2.4 Knie – 22

## **Literatur – 22**

## 2.1 Frakturen

Im Gegensatz zum Erwachsenen sind die Verletzungen im Wachstumsalter, solange die Wachstumsfugen noch weit offen sind, außerordentlich stereotyp, unabhängig von der Richtung des Unfallmechanismus, eher abhängig vom Alter des Kindes. Dabei schützt die Fuge das Gelenk, sodass es ganz selten zu Gelenkfrakturen, jedoch sehr viel häufiger zu Epiphysenlösungen und anderen metaphysären Frakturen kommt. Das Verhältnis zwischen artikulären und extraartikulären Frakturen beträgt 1:50. Das schließt komplizierte Trümmerfrakturen im Bereich der Gelenke, wie sie beim Erwachsenen zu finden sind, aus.

Selbst die seltenen Frakturen im Gelenkbereich folgen einem stereotypen Muster und stellen an die operative Rekonstruktion kaum die technischen Anforderungen wie beim Erwachsenen. Während die repräsentativen Gelenkfrakturen der oberen Extremitäten, die Frakturen des Condylus radialis humeri, stets im Hauptbelastungsbereich des Gelenks liegen, verläuft der Frakturspalt bei den repräsentativen Gelenkfrakturen der unteren Extremitäten, der medialen Malleolarfrakturen, stets im Randbereich, außerhalb der Hauptbelastungszone. Dies ändert sich erst mit beginnendem Fugenschluss bei den sog. Übergangsfrakturen. Aber selbst bei diesen Frakturen im Übergangsalter zum Erwachsenen bleibt die Stereotypie – wohl dann eine andersartige – erhalten und folgt noch nicht den variablen Verletzungsmustern der Erwachsenen.

Es gibt zahlreiche Einteilungen der Frakturen im Wachstumsalter, die sich meist jedoch auf die Verletzungen der Wachstumsfuge konzentrieren. Dabei geht man davon aus, dass sie einen Hinweis auf die Wachstumsprognose der einzelnen Verletzungen geben würden – dies ist jedoch nicht der Fall. Eine Einteilung sämtlicher Frakturen nach der Wachstumsprognose ist unmöglich, denn diese ist von allzu unterschiedlichen Parametern abhängig. Eine Einteilung nach therapeutischen Richtlinien zu formulieren ist ebenso wenig praktikabel, da sich die Therapie einerseits nach der Lokalisation der Fraktur und deren Dislokationsausmaß, andererseits nach individuellen, sozialen und wirtschaftlichen Bedürfnissen und Gegebenheiten richten muss. Es bleibt also lediglich die morphologische Beschreibung, um im Disput in der Literatur, in Dokumentationen und dergleichen vergleichsweise zu wissen, wovon man redet.

Im Folgenden seien daher kurz die typischen Frakturen im Wachstumsalter und deren Gegebenheiten skizziert; erst im Anschluss daran wird der Versuch einer Klassifikation unternommen, der nicht Vollkommenheit beansprucht, sondern Benutzbarkeit im Rahmen von Dokumentationen zur Qualitätssicherung.

### 2.1.1 Gelenkbereich

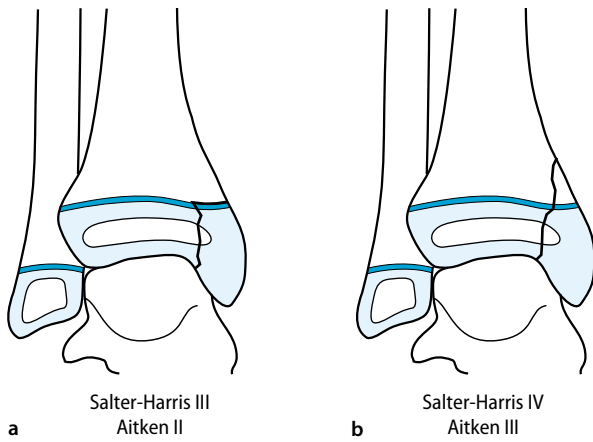
Bisher wurden physäre Frakturen in einer einzigen Klassifikation untergebracht (Salter-Harris, Aitken). Da diese nur die morphologische Struktur lediglich in der Fuge, jedoch nicht des betroffenen Knochenabschnitts berücksichtigt, sollten diese, zumindest gedanklich, getrennt werden. Grundsätzlich ist zwischen tatsächlichen Gelenkfrakturen und Schaftfrakturen zu unter-

scheiden, unabhängig von der Art und Lokalisation einer Fugenschädigung. Bei den Gelenkfrakturen muss man lediglich den Zustand der Fugen beachten, da bei beginnendem Fugenschluss andere Verletzungsformen zu erwarten sind als bei weit offenen Fugen.

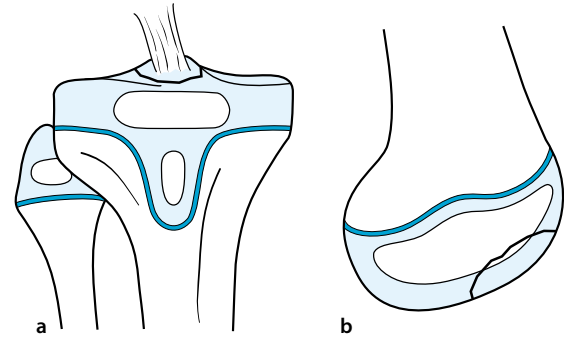
Bei den Gelenkfrakturen sind also Frakturen bei noch weit offenen Fugen und Frakturen mit beginnendem Fugenschluss zu unterscheiden. Bei den klassischen Gelenkfrakturen, z. B. der distalen Tibia, steht der Frakturspalt senkrecht zur Belastungsfläche und liegt im exzentrischen, medialen Bereich der Gelenkfläche außerhalb der Belastungszone. Diese Frakturen kommen in 2 Varianten vor (mit und ohne metaphysären Ausbruch) und wurden von Aitken (Aitken-Typ II und III) und Salter-Harris (Salter-Harris-Typ III und IV) beschrieben. Mit beginnendem physiologischem Fugenschluss liegt der Frakturspalt – bei den Übergangsfrakturen – üblicherweise schräg zur Gelenkfläche und meist im zentralen bis lateralen Bereich des Gelenks, im Hauptbelastungsbereich. Je nach Unfallmechanismus kann es dann noch zum zusätzlichen Ausbruch eines mehr oder weniger ausgeprägten metaphysären Keils kommen. Diese Frakturen werden meistens fälschlicherweise unter die typischen Malleolarfrakturen subsumiert. Sie müssen jedoch anders behandelt werden und haben eine andere Wachstumsprognose als die typischen Frakturen (typische Epiphysenfrakturen können im Gegensatz zu Übergangsfrakturen zu Wachstumsstörungen des partiellen Verschlusses mit relevanten Folgen führen). Daher sollte man sie von diesen abgrenzen und anders benennen.

Wir müssen demnach bei den Gelenkfrakturen unterscheiden zwischen fugenkreuzenden Frakturen und solchen, die die Fuge nicht tangieren. Bei den fugenkreuzenden Frakturen müssen wir unterscheiden zwischen den klassischen bei noch weit offenen Fugen und den Übergangsfrakturen. Die klassischen Epiphysenfrakturen wiederum sind einzuteilen in die mit und die ohne metaphysäre Beteiligung. Dies gilt im Grundsatz auch für die Übergangsfrakturen, die meist nur in 2 Ebenen verlaufen und lateral liegen (»two plane fractures«). Wenn es aber zum Ausbruch eines zusätzlichen metaphysären Keils kommt, ist dieser meist größer als bei den klassischen Frakturen und setzt sich nicht obligatorisch wie diese in eine fugenkreuzende Epiphysenfraktur fort (»triplane I«), sondern nur fakultativ (»triplane II«); dann aber zusätzlich zur ohnehin schon vorhandenen ventralen Epiphysenfraktur (■ Abb. 2.1, ■ Abb. 2.2).

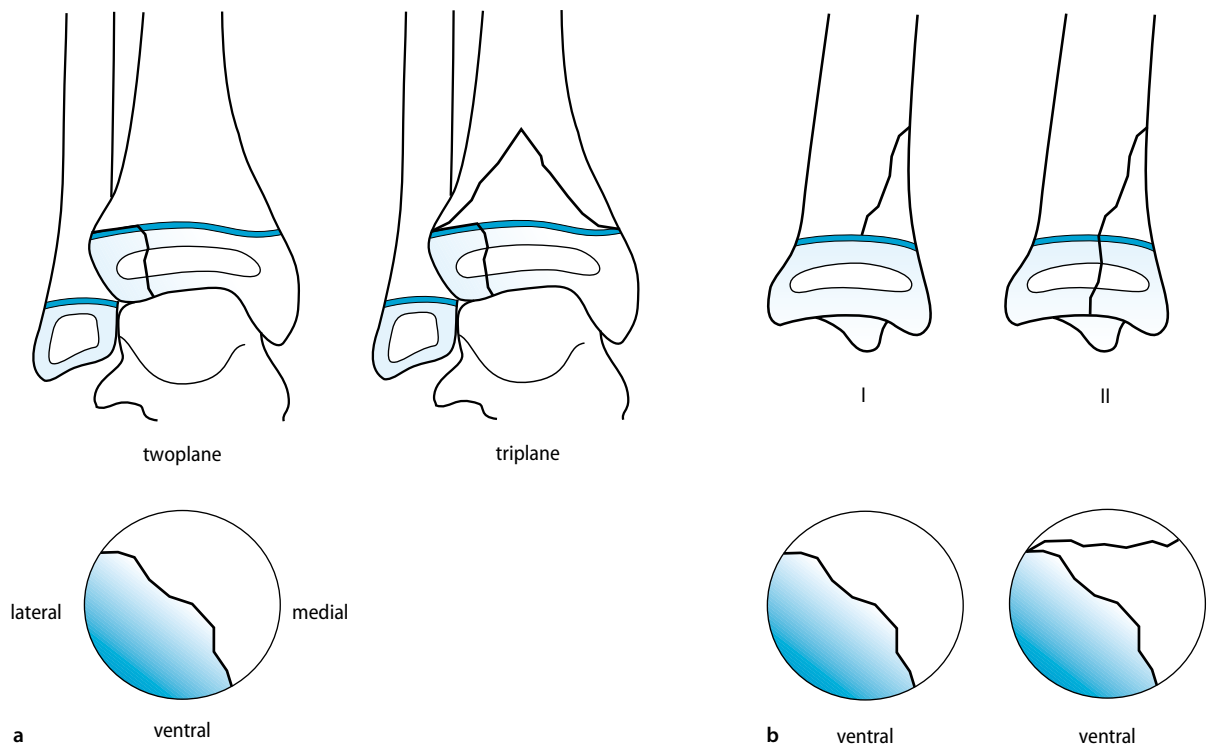
Bei den Gelenkfrakturen, bei denen die Epiphysenfuge nicht tangiert wird, handelt es sich um knöcherne Bandausrisse (z. B. Eminentia-intercondylaris-Fraktur der proximalen Tibia oder fibulotalarer Bandausriss aus der Fibulaspitze) und um osteochondrale oder chondrale »flake fractures« im Rahmen von Luxationen (z. B. bei Patellaluxationen). Zu ossären, chondralen oder periostalen Bandausrissen kommt es gehäuft bis zum 10./12. Lebensjahr, wenn die Bänder noch stabiler sind als ihr Ansatz. Jenseits dieser Altersgrenze finden sich weitaus häufiger Bandrupturen, was jedoch nicht heißt, dass es vor dem 10. Lebensjahr keine Rupturen und jenseits des 12. Lebensjahrs keine Ausrisse gibt (■ Abb. 2.3).



■ **Abb. 2.1a,b** Fugenkreuzende Epiphysenfrakturen bei noch weit offenen Fugen. **a** Epiphysäre Fraktur, **b** epimetaphysäre Fraktur



■ **Abb. 2.3** **a** Epiphysäre Bandausrisse, **b** »flake fractures«



■ **Abb. 2.2a,b** Fugenkreuzende Epiphysenfrakturen bei beginnendem Fugenschluss. Übergangsfrakturen. **a** Epiphysäre Fraktur, **b** epimetaphysäre Fraktur

### 2.1.2 Gelenknaher Bereich

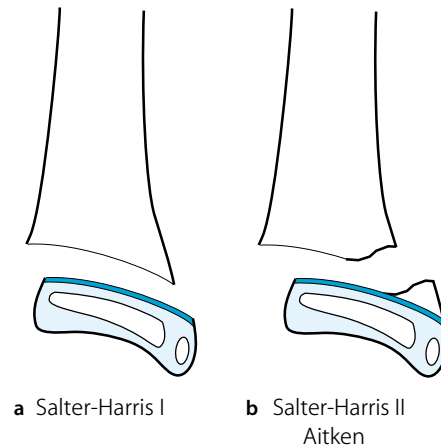
**Epiphysenlösung** Die am weitesten peripher liegende der metaphysären Schaftfrakturen ist die Epiphysenlösung. Die Epiphyse ist zwar Träger des Gelenks, dieses ist jedoch durch diese Verletzung nicht direkt betroffen. Die Lösung erfolgt im Bereich des Blasenknorpels, der mechanisch schwächsten Schicht der Wachstumsfuge. Da diese Schicht zusätzlich durch hormonelle Einflüsse präpubertär gelockert wird, kommt es vor allem im Bereich der unteren Extremitäten um die Pubertät herum öfter zu Epiphysenlösungen. Sie zählen mit zu den häufigsten Verletzungen im Wachstumsalter und treten an den oberen Extremitäten etwa 4-mal häufiger auf als an den unteren (z. B. Fingerphalangen, distaler Radius, proximaler Radius, proximaler Humerus; ■ Abb. 2.4).

**Stauchungsfrakturen** Etwas weiter im Schaft finden wir die klassische Kontusion des Wachstumsalters, die metaphysären Stauchungsfrakturen. Es handelt sich um schmerzende, jedoch harmlose Frakturen, bei denen meist nur eine Kortikalis eingestaucht ist, die andere ist intakt geblieben. Sie sind an sämtlichen Metaphysen zu finden, am häufigsten im Bereich des distalen Unterarms (■ Abb. 2.5).

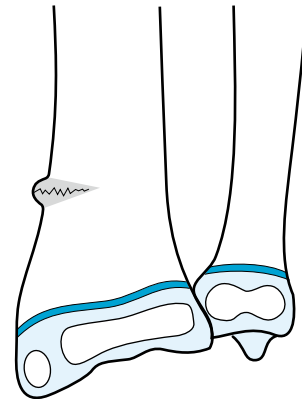
**Grünholzfrakturen** Grünholzfrakturen (Biegungsbrüche) sind auch im Bereich der Metaphyse zu finden. Klinisch spielen sie eigentlich nur eine Rolle im Bereich der proximalen Tibia (stimulative Wachstumsstörung, ► Abschn. 1.3.2; ► Kap. 20; ■ Abb. 2.6), teilweise auch am distalen Radius (► Kap. 15). Cave: Bei Grünholzfrakturen gleich welcher Lokalisation (Schaft oder Metaphyse) handelt es sich um Biegungsbrüche und nicht um subperiostale Stauchungsbrüche!

**Metaphysäre Frakturen** Nicht zu vergessen sind die vollständig durchgebrochenen metaphysären Frakturen, als deren typische Vertreter z. B. die suprakondylären Humerusfrakturen des Typs III und IV anzusehen sind.

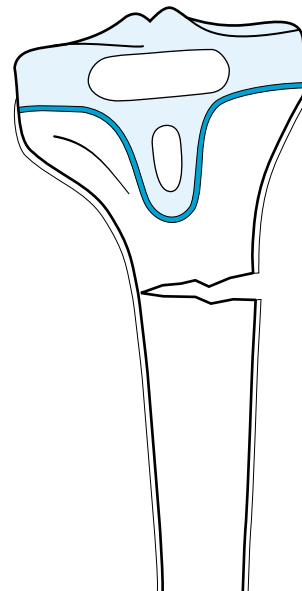
**Stressfrakturen** Stressfrakturen kommen mit 2 Altersgipfeln vor, einmal als »toddler's fracture« im Alter zwischen 2 und 4 Jahren und zum anderen um die Pubertät herum. Bei den Kleinen führt die ungebändigte Freude an der Fähigkeit, laufen und rennen zu können, einerseits zu gehäuft Miniunfällen, zum anderen sicher auch zu einer Überlastung der Knochenstruktur, wodurch es immer wieder zu Fissuren und oft nicht sichtbaren Frakturen im Bereich der Tibia, der Fibula, der Fußwurzelknochen und des Femurs kommen kann. Bei den Größeren ist meist exzessiver Sport Ursache für Überlastungsfrakturen entweder im Bereich der proximalen Tibia oder der Metatarsalia.



■ Abb. 2.4a,b Epiphysenlösungen. a Epiphysäre Lösung, b epi-metaphysäre Lösung



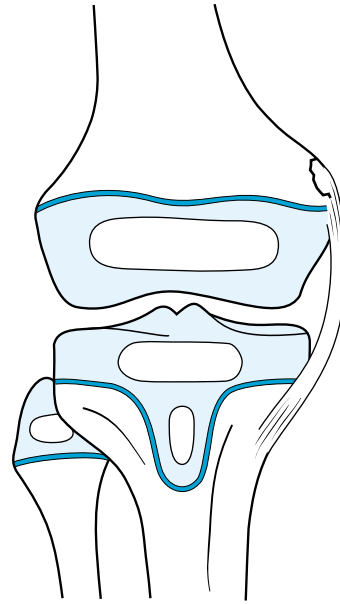
■ Abb. 2.5 Metaphysäre Stauchungsfrakturen (Wulstbrüche)



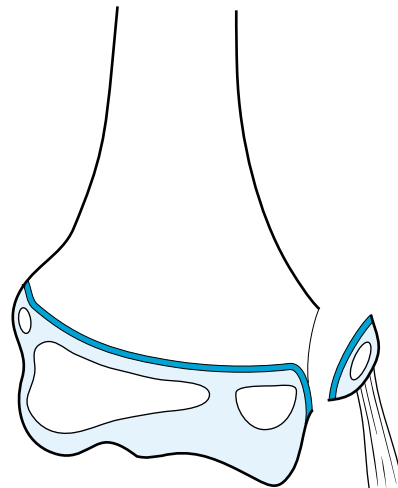
■ Abb. 2.6 Metaphysäre Biegungsbrüche (Grünholzfrakturen)

**Seitenbandausrisse** Ossäre, chondrale oder periostale metaphysäre Seitenbandausrisse sind im Bereich des distalen Femurs selten einmal möglich (■ Abb. 2.7).

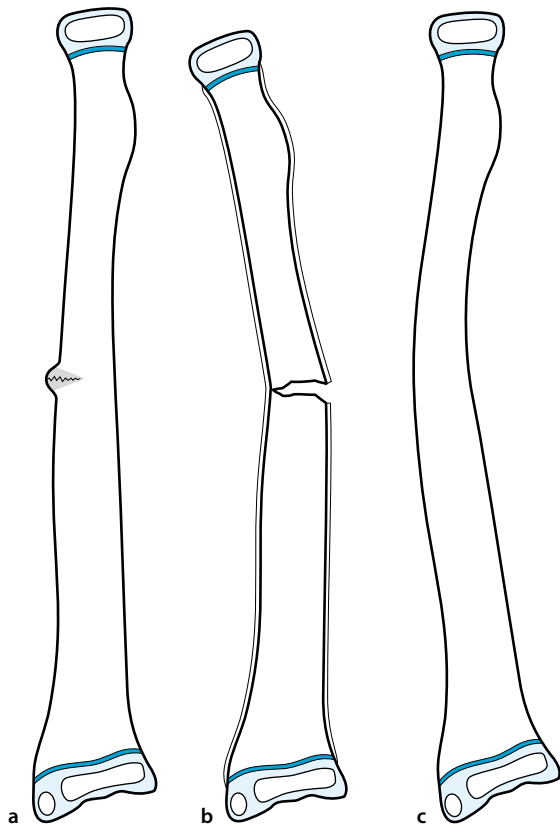
**Muskelausrisse** Vor allem im Bereich des Ellenbogens, aber auch am Becken kommt es vornehmlich in der Jugend, einerseits hormonell bedingt, andererseits wegen des gesteigerten sportlichen Stresses, zu Muskelausrisen mitsamt der Apophyse, an der sie ansetzen (Epicondylus ulnaris, Spina iliaca anterior inferior und superior, Trochanter minor usw.; ■ Abb. 2.8). Apophysenfugen weisen die gleiche morphologische Struktur auf wie Epiphysenfugen. Da sie funktionell anders belastet werden (Zug- statt Druckbelastung), sind sie nicht am Längenwachstum der Knochen beteiligt.



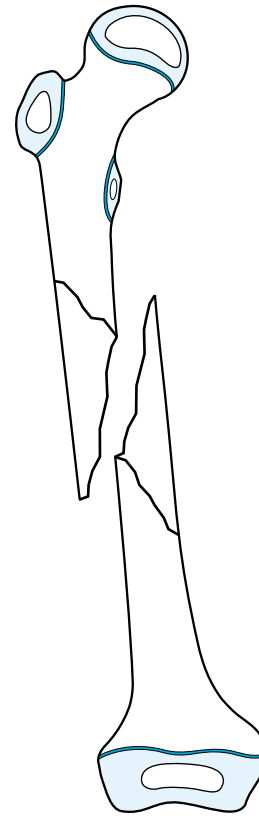
■ Abb. 2.7 Metaphysäre Bandausrisse



■ Abb. 2.8 Metaphysäre Muskel-/Sehnenausrisse (Apophysenausrisse)



■ Abb. 2.9a–c Diaphysäre Biegefrakturen (Grünholzfrakturen). a Gestauchte Grünholzfraktur, b klassische Grünholzfraktur, c »bowing fracture«



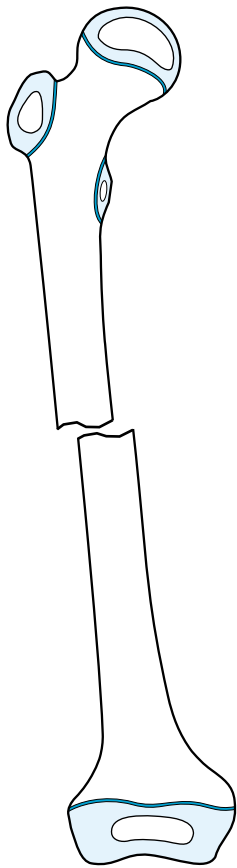
■ Abb. 2.10 Diaphysäre Schrägfrakturen und Trümmerfrakturen

### 2.1.3 Schaftbereich

**Grünholzfrakturen** Typische Frakturen des Wachstumsalters sind Grünholzfrakturen, die am häufigsten im Bereich des Unterarmschafts vorkommen. Es sei nochmals betont, dass es sich bei den Grünholzfrakturen stets um Biegefrakturen handelt (keine subperiostalen Stauchungsbrüche)! Das bedeutet, dass sie per definitionem stets eine mehr oder weniger ausgeprägte Achsenabweichung aufweisen. Wir können 3 wesentliche Formen voneinander unterscheiden: die klassische Grünholzfraktur, die gestauchte des Kleinkindalters und die gebogene (»bowing fracture«; ■ Abb. 2.9). Bei der **klassischen Grünholzfraktur** ist die eine Kortikalis (auf der Konkavseite der Achsenabweichung) lediglich angebrochen, während die gegenseitige Kortikalis vollständig durchgebrochen ist. Belässt man diese Situation, so heilt die angebrochene Kortikalis, während auf der Gegenseite die frakturüberbrückende Kallusheilung verhindert wird: Die prompt abgeheilte Kortikalis sperrt sozusagen die Heilung der

anderen. Diese Situation birgt die Gefahr einer Refraktur in sich, die in 20–30 % erwartet werden muss. Die **gestauchte Grünholzfraktur** kommt praktisch nur bis zum 5. Lebensjahr vor und birgt die eben geschilderte Problematik nicht, ebenso wenig wie die gebogene Grünholzfraktur, die »**bowing fracture**« des späten Kindes- und Jugendalters. Hier liegt das Problem unter Umständen in der funktionshemmenden Achsenabweichung, die beseitigt werden muss, beispielsweise bei bestimmten Monteggia-Verletzungen (► Kap. 15).

**Schrägfrakturen** Sie stellen, die isolierte Tibiafraktur ausgenommen, längsinstabile Frakturen dar, da eine stabile gegenseitige Verhakung der Fragmente fehlt. Wegen der großen Frakturfläche heilen sie schnell und brauchen damit fast die Hälfte der Konsolidationszeit von diaphysären Querfrakturen. Dazu gehören natürlich auch die Frakturen mit inkompletten oder kompletten Drehkeilen sowie Trümmerfrakturen (■ Abb. 2.10).

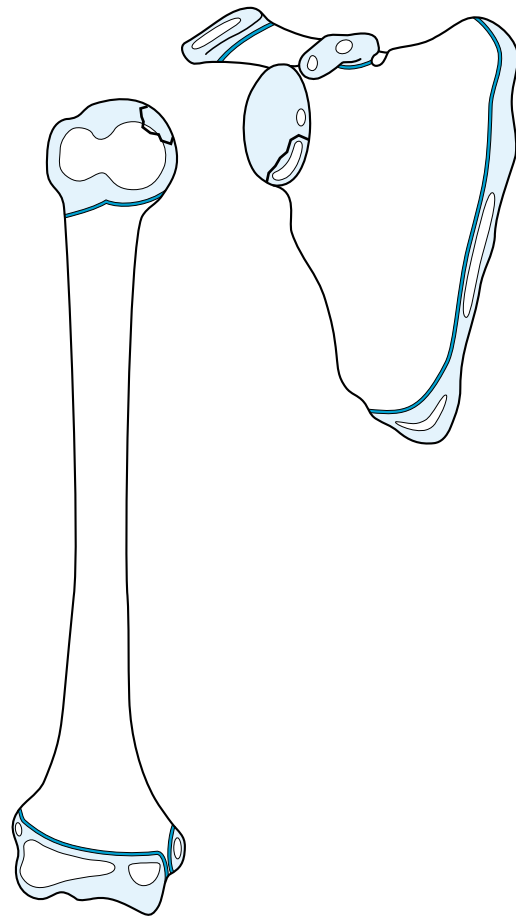


■ Abb. 2.11 Diaphysäre Querfrakturen

**Querfrakturen** Sie heilen wegen ihrer deutlich kleineren Frakturfläche wesentlich langsamer als Schrägfrakturen. Stehen die Fragmente aufeinander, so sind die Frakturen längsstabil (■ Abb. 2.11).

## 2.2 Luxationen

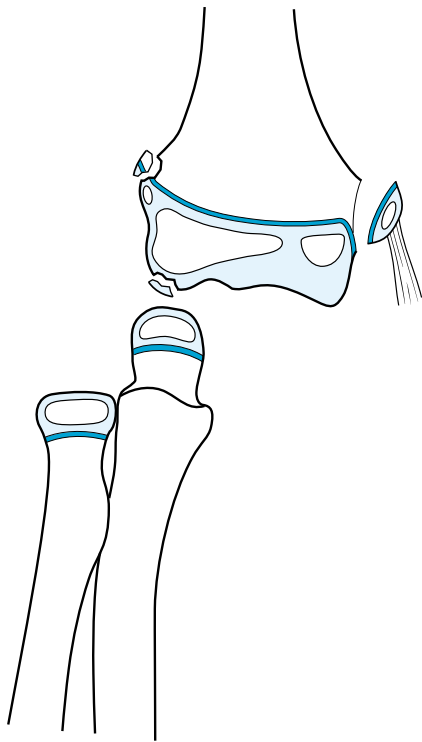
Luxationen lösen im Allgemeinen vollständig dislozierte metaphysäre Frakturen ab, sobald die Stabilität des Bandansatzes zu Lasten der Bandstabilität zugenommen hat (s. auch Bandläsionen), d. h. sie kommen gehäuft kurz vor der Ausreifung des betroffenen Skelettabschnitts vor.



■ Abb. 2.12 Schulterluxation

### 2.2.1 Schulter

Schulterluxationen sind im Allgemeinen erst jenseits des 10./12. Lebensjahrs zu erwarten. Als Begleitverletzungen der ventralen Luxation können wie beim Erwachsenen Labrumverletzungen, »flake fractures«, direkte Schäden am Humeruskopf und ventrale osteochondrale Pfannenrandausrisse auftreten (■ Abb. 2.12).



■ Abb. 2.13 Ellenbogenluxation

### 2.2.2 Ellenbogen

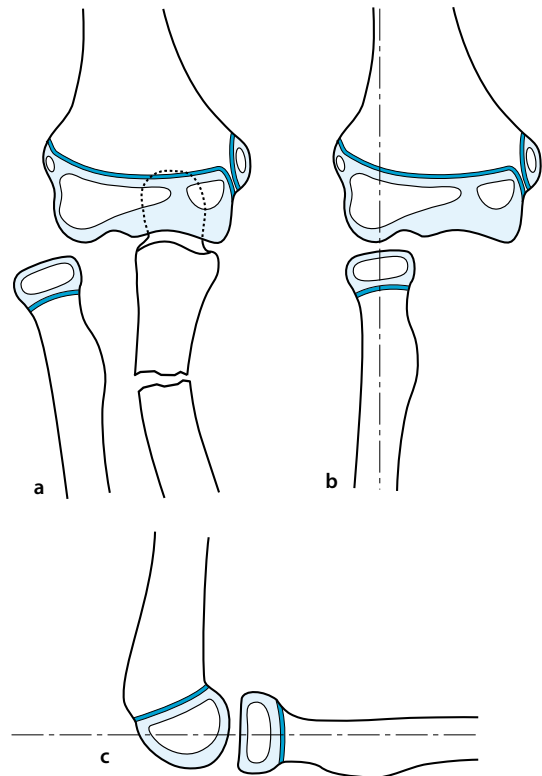
Die Ellenbogenluxation tritt vor dem 8./9. Lebensjahr kaum auf. Es handelt sich meist um eine dorsale Luxation. Als Begleitverletzung ist am häufigsten der Abriss des Epicondylus ulnaris zu beobachten, neben radialen Seitenbandrissen und osteochondralen Flakes aus dem radialen Kondylus (■ Abb. 2.13).

Eine der am häufigsten übersehenen Verletzungen ist die Radiuskopfluxation, entweder isoliert oder im Rahmen von Monteggia-Läsionen. Zu diesen gehören nicht nur die klassische Monteggia-Fraktur, sondern sämtliche proximalen und mittleren Ulnafrakturen in Kombination mit Radiuskopfluxationen oder Luxationsfrakturen. Man muss an die Luxation denken, um sie zu diagnostizieren, und man muss systematisch jedes Ellenbogenröntgenbild auf die korrekte Position des Radiuskopfes zum Capitulum humeri überprüfen (■ Abb. 2.14).

Die »pronation douloureuse Chassaignac« stellt weder eine Luxation noch eine Subluxation dar. Es handelt sich lediglich um eine schmerzhaft Blockierung des Radiuskopfes in extremer Pronationsstellung, die durch einen raschen, gezielten Handgriff wieder gelöst werden kann.

### 2.2.3 Hüfte

Die seltenen traumatischen dorsalen Hüftluxationen sind stets Folge hoher Geschwindigkeitstraumen. Begleitverletzungen in Form von Flakes, Pfannenrandabrissen usw. sind daher leicht möglich. Zur Diagnostik der Begleitverletzungen wird heute ein MRT empfohlen, um ggf. operative Maßnahmen zu ergreifen.



■ Abb. 2.14a–c In sämtlichen Röntgenbildern des Ellenbogens muss der Radiuskopf auf das Capitulum humeri zentriert sein! a Monteggia-Läsion mit Luxation des Radiuskopfes und dislozierter Ulnafraktur proximal, b Röntgenbild seitlich, normal, c Röntgenbild a.-p., normal

### 2.2.4 Knie

Knieluxationen sind kaum traumatisch, sondern angeboren, wohingegen Patellaluxationen zu etwa einem Drittel posttraumatisch, zu zwei Dritteln habituell sind. Begleitverletzungen der traumatischen Patellaluxationen sind »flake fractures« im Bereich der Patella oder auch des lateralen Femurkondylus neben medialen Retinakulumausrissen.

### Literatur

- Colonna PC (1928) Fracture of the neck of the femur in childhood. A report of six cases. *Ann Surg* 88: 902
- Laer L von, Gruber R, Dallek M, Dietz HG, Kurz W, Linhart W, Marzi I, Schmittbecher P, Slongo T, Einberg A, Wessel L (2000) Classification and documentation of children's fractures. *Eur J Trauma* 1: 2–14
- Laer L von, Kraus R, Linhart W (2012) Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter, 6. Aufl. Thieme, Stuttgart
- Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (1991) Manual of internal fixation, 3. ed. Springer, Heidelberg
- Nau C, Marzi I, Ziebarth K, Berger S (2015) Fractures in children and adolescents. In Rommens PM, Hessmann MH (eds) *Intramedullary nailing*. Springer, Heidelberg
- Sommerfeldt DW, Dietz HG (2011a) Pediatric and adolescent traumatology – lower extremities. *Unfallchirurg* 114 (5): 380–381
- Sommerfeldt DW, Dietz HG (2011b) Pediatric and adolescent traumatology – upper extremity. *Unfallchirurg* 114 (4): 284–284



<http://www.springer.com/978-3-642-44996-3>

Kindertraumatologie

Marzi, I. (Hrsg.)

2016, XV, 570 S., Hardcover

ISBN: 978-3-642-44996-3