

Unfallchirurgie in der Grund- und Notfallversorgung

Herausgegeben von
Carolina Pape-Köhler
Gregor Stein

Unter Mitarbeit von
Michael Forray

 Online-Version in der eRef



Unfallchirurgie in der Grund- und Notfallversorgung

Herausgegeben von
Carolina Pape-Köhler
Gregor Stein

Unter Mitarbeit von
Michael Forray

Mit Beiträgen von
Michael Hackl
Carolin Meyer
Lars Peter Müller
Kilian Wegmann

218 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter

www.thieme.de/service/feedback.html



Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem **Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2016 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Neuzeichnungen und Bearbeitung der Grafikübernahmen:
Heike Hübner, Berlin
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Stadtberken, verwendete
Abbildungen von © HuHu Lin – Fotolia.com, © nmcandre –
Fotolia.com, © teracreonte – Fotolia.com, © stockdevil –
Fotolia.com
Redaktion: Dr. Antonie Post, Burgstetten
Satz: Ziegler und Müller, Kirchentellinsfurt
Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Geschützte Warennamen (Warenzeichen®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

DOI 10.1055/b-003-128 284

ISBN 978-3-13-154351-6

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:

eISBN (PDF) 978-3-13-202461-8

eISBN (epub) 978-3-13-240203-4

Vorwort

Die Idee zu diesem Buch ist während unserer eigenen Vorbereitung auf die Facharztprüfung für die Allgemeinchirurgie entstanden. Bei der Suche nach dem richtigen Lehrwerk zur Vorbereitung auf den unfallchirurgischen Teil stießen wir auf zahlreiche umfassende Lehrbücher, die entweder für Studenten oder für Unfallchirurgen und Orthopäden ausgerichtet sind. Einen Überblick über die Unfallchirurgie, der über das studentische Niveau hinaus geht ohne dabei aber zu sehr in unfallchirurgische Details zu gehen, konnten wir nicht finden.

Ziel des vorliegenden Werks ist, die Unfallchirurgie für den Allgemeinchirurgen in der Vorbereitung zur Facharztprüfung darzustellen. Darüber hinaus soll dieses Buch gleichzeitig jedem chirurgisch tätigen Arzt die unfallchirurgischen Krankheitsbilder so vermitteln, dass die relevanten Fragen geklärt werden können, ohne ein umfassendes unfallchirurgisches Lehrwerk zurate ziehen zu müssen.

Naturgemäß kann und soll dieses Kompendium die großen Lehrwerke nicht ersetzen, in der Notaufnahme zum schnellen Nachschlagen oder zuhause seine Dienste leisten.

Durch die immer weiter fortschreitende Unterteilung der Chirurgie in verschiedene Teilbereiche wird es für den allgemeinchirurgisch tätigen Arzt immer schwieriger, die einzelnen Facetten der Chirurgie zu beherrschen.

Wir hoffen, mit unserem Vorhaben – dem chirurgisch tätigen Arzt, egal ob in Klinik, Ambulanz oder Praxis, die Unfallchirurgie praxisnah zu vermitteln – richtig liegen und somit das Buch für denjenigen einen guten Begleiter im Alltag darstellen wird. Sicherlich kann auch der Assistenzarzt in der Ausbildung zum Orthopäden und Unfallchirurgen dieses Werk als unfallchirurgisches Kompendium nutzen, ebenso wie der interessierte Student, der über den Tellerrand hinausschauen möchte.

Im Sommer 2016

*Carolina Pape-Köhler
Gregor Stein*

Zu den Herausgebern

Carolina Pape-Köhler ist Fachärztin für Chirurgie in der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie am Evangelischen Krankenhaus Köln-Weyertal. Sie habilitierte 2015 in der chirurgischen Ausbildungsforschung und ist Ideengeberin und Mitbegründerin einer chirurgischen Ausbildungsplattform.



Gregor Stein absolvierte seine Facharztausbildung in der Schweiz und in Köln und arbeitet als Oberarzt in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Uniklinik Köln. Er habilitierte 2014 über Biomechanik und Versorgung von Verletzungen der Halswirbelsäule. Klinische Schwerpunkte sind Wirbelsäule und Kindertraumatologie.



Abkürzungsverzeichnis

AC-Band	Akromiom	HKT	Hämatokrit
ACG	Akromioklavikulargelenk	HWK	Halswirbel
AC-Band	Akromioklavikulares Band	HWS	Halswirbelsäule
AIS	Abbreviated Injury Scale	ICB	intrakranielle Blutung
ALIF	anteriore lumbale intervertebrale Fusion	ICP	intrazerebraler Druck
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome	ISIS	Instability Severity Index Score
ASS	Acetylsalicylsäure	ISS	Injury Severity Score
ATLS	Advanced Trauma Life Support	KSR	komplexe stationäre Rehabilitation
AUB	allgemeine Unfallversicherungsbedingungen	LCDCP	Limited Contact DCP
BG	Berufsgenossenschaft	LUCL	laterales ulnares Kollateralband
BG-SW	berufsgenossenschaftliche stationäre Weiterbehandlung	LWS	Lendenwirbelsäule
BV	Bildverstärkersystem	MdE	Minderung der Erwerbsfähigkeit
BWS	Brustwirbelsäule	OLIF	oblique/schräge lumbale intervertebrale Fusion
CC-Band	Processus coracoideus (Rabenschnabelfortsatz)	OS	Osteosynthese
CCD	Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel	pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
CC-Band	korakoklavikulares Band	PCCF	Pediatric Comprehensive Classification of Long-Bone Fractures
CRP	C-reaktives Protein	PCT	Procalcitonin
CT	Computertomographie	pDMS	periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität
D-Arzt	Durchgangsarzt	PDS	Polydioxanon
DCP	dynamische Kompressionsplatte	PEEP	Positive End Expiratory Pressure
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie	PIP	Fingermittelgelenk
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	PLIF	posteriore lumbale intervertebrale Fusion
DHS	dynamisches Hüftschraubensystem	PUV	Private Unfallversicherung
DIP	Fingerendgelenk	RM	Rotatorenmanschette
DTF	deltotrapezoidale Faszie	RoM	Range of Motion (Bewegungsumfang)
EAP	erweiterte ambulante Physiotherapie	SHT	Schädel-Hirn-Trauma
ECF	Epiphysiolysis capitis femoris	SLAP	superior labrum from anterior to posterior
ETC	European Trauma Course	STIR	Short-Tau Inversion Recovery
FAST	Focussed Assessment with Sonography for Trauma	TEN	Titanic elastic nail (Prevot-Nagelung)
GCS	Glasgow Coma Scale	TLIF	transforaminale lumbale intervertebrale Fusion
GRV	Gesetzliche Rentenversicherung	UAG	Unterarmgehstützen
GUV	Gesetzliche Unfallversicherung	WK	Wirbelkörper
		XLIF	extrem laterale lumbale intervertebrale Fusion

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Frakturen	14			
	<i>Carolina Pape-Köhler</i>				
1.1	Allgemeines	14	1.3	Osteosyntheseverfahren	18
1.1.1	Klassifikationen	14	1.3.1	Schraubenosteosynthese	18
1.1.2	Frakturheilung	15	1.3.2	Plattenosteosynthese	18
			1.3.3	Fixateur externe	20
1.2	Therapie	16	1.3.4	Marknagelung	22
1.2.1	Konservative Frakturtherapie	16	1.3.5	Elastische stabile intramedulläre Nagelung (ESIN)	22
1.2.2	Operative Frakturtherapie	17	1.3.6	Bohrdrahtosteosynthese	23
			1.3.7	Cerclage	24
			1.3.8	Zuggurtung	24
			1.3.9	Endoprothesen	24
2	Schwerstverletztenversorgung	27			
2.1	Allgemeine Grundlagen	27	2.5	Thoraxtrauma	31
	<i>Carolina Pape-Köhler, Gregor Stein</i>			<i>Carolina Pape-Köhler, Gregor Stein</i>	
2.1.1	Scores	27	2.5.1	Klinische Untersuchung	31
2.1.2	Infrastruktur	28	2.5.2	Radiologie	31
			2.5.3	Therapie	32
2.2	Schockraummanagement und Versorgungsstrategie	28	2.6	Abdominaltrauma	33
	<i>Carolina Pape-Köhler, Gregor Stein</i>			<i>Carolina Pape-Köhler</i>	
2.2.1	ABCDE-Algorithmus	29	2.6.1	Epidemiologie	33
2.2.2	Diagnostik	29	2.6.2	Anamnese	33
2.2.3	Therapie	29	2.6.3	Diagnostik	33
			2.6.4	Therapie	34
2.3	Damage-Control-Strategie	29			
	<i>Carolina Pape-Köhler, Gregor Stein</i>				
2.4	Schädel-Hirn-Trauma	30			
	<i>Carolina Pape-Köhler, Gregor Stein</i>				
2.4.1	Diagnostik	30			
2.4.2	Therapie	31			
3	Infektionen	37			
	<i>Gregor Stein</i>				
3.1	Einführung	37	3.3	Knocheninfektionen	38
			3.3.1	Akute Osteitis	38
3.2	Weichteilinfekte	37	3.3.2	Chronische Osteitis	39
3.2.1	Erysipel	37			
3.2.2	Abszess	37			
3.2.3	Nekrotisierende Infektionen	37			

3.4	Gelenkinfekte	39	3.5	Postoperative Infektionen	39
3.4.1	Klinisches Bild	39	3.5.1	Wundinfektionen	39
3.4.2	Diagnostik	39	3.5.2	Implantatassoziierte Infekte	40
3.4.3	Therapie	39			
4	Wiederherstellungschirurgie	42			
	<i>Carolin Meyer</i>				
4.1	Hautverletzungen und Verbrennungen	42	4.4	Gefäßverletzungen	45
4.1.1	Spalthautübertragung	42	4.4.1	Arterielle End-zu-End-Makroanastomose.....	45
4.1.2	Vollhautübertragung	42	4.4.2	Arterielle End-zu-End-Mikroanastomose	45
4.2	Muskel- und Sehnenverletzungen	43	4.4.3	Arterielle End-zu-Seit-Anastomose	46
4.2.1	Sehennaht	43	4.4.4	Tipps zu arteriellen Anastomosen	46
4.2.2	Nahttechnik und Nachbehandlung	43	4.4.5	Tipps zu venösen Anastomosen	46
4.3	Knochendefekte und Pseudarthrosen	44	4.5	Nervenverletzungen	46
4.3.1	Ursachen	44	4.5.1	Nervennaht	46
4.3.2	Therapie	44	4.5.2	Einflüsse auf den Erfolg der Operation.....	46
			4.5.3	Nahttechnik und Nachbehandlung	47
			4.5.4	Epineurale Naht	47
			4.5.5	Interfaszikuläre Nervennaht	47
5	Amputationen	49			
	<i>Carolin Meyer</i>				
5.1	Definition	49	5.3.2	Amputation langer Röhrenknochen	51
5.2	Traumatische Amputation	49	5.3.3	Exartikulation	51
5.2.1	Primäre Maßnahmen	49	5.3.4	Nachbehandlung	51
5.2.2	Klinische Untersuchung	49	5.3.5	Replantation	51
5.3	Grundlagen der Amputationschirurgie	50	5.4	Prothetische Versorgung	51
5.3.1	Weichteile	50			
6	Kindertraumatologie	53			
	<i>Gregor Stein</i>				
6.1	Frakturklassifikationen im Wachstumsalter	53	6.3	Diaphysäre Frakturen	55
6.2	Epi- und metaphysäre Frakturen	54	6.3.1	Therapie der diaphysären Frakturen	56
6.2.1	Therapie der epiphysären Frakturen	54	6.4	Typische Verletzungen im Kindesalter	56
6.2.2	Therapie der metaphysären Frakturen	54	6.4.1	Proximale metaphysäre Humerusfraktur	56

6.4.2	Suprakondyläre Humerusfraktur . .	56	6.4.8	Übergangsfaktur des distalen Unterschenkels	58
6.4.3	Chassaignac-Luxation	57			
6.4.4	Unterarmfrakturen	57			
6.4.5	Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)	58	6.5	Kindesmisshandlung	59
6.4.6	Femurschaftfraktur	58	6.5.1	Erkennen der Misshandlung	59
6.4.7	Unterschenkelschaftfraktur	58	6.5.2	Handlungsempfehlungen bei Verdacht auf Kindesmisshandlung	59
7	Schulter und obere Extremität				61
7.1	Schulter und Schultergürtel	61	7.2.6	Degenerative Erkrankungen am Ellenbogen	92
	<i>Michael Hackl, Lars Peter Müller, Carolina Pape-Köhler</i>			<i>Kilian Wegmann, Carolina Pape-Köhler</i>	
7.1.1	Anatomische Grundlagen	61	7.2.7	Ellenbogenendoprothetik	94
7.1.2	Klinische Untersuchung	61		<i>Kilian Wegmann</i>	
7.1.3	Frakturen des Schultergürtels	67	7.3	Hand	96
7.1.4	Luxationen des Schultergürtels	71		<i>Carolina Pape-Köhler</i>	
7.1.5	Degenerative Erkrankungen	76	7.3.1	Anatomie und Untersuchung der Hand	96
7.1.6	Humerusschaftfraktur	80	7.3.2	Frakturen der Hand	101
7.2	Unterarm	81	7.3.3	Luxationen und Bandverletzungen	108
7.2.1	Anatomie	81	7.3.4	Sehnenverletzungen	111
	<i>Kilian Wegmann, Carolina Pape-Köhler</i>		7.3.5	Amputationsverletzungen	113
7.2.2	Untersuchungstechniken	84	7.3.6	Hautverletzungen der Finger	114
	<i>Kilian Wegmann, Carolina Pape-Köhler</i>		7.3.7	Fremdkörperverletzungen und Infektionen der Hand	114
7.2.3	Frakturen des Ellenbogens	86	7.3.8	Häufige degenerative Erkrankungen	117
	<i>Kilian Wegmann, Carolina Pape-Köhler</i>		7.4	Literatur	119
7.2.4	Weichteilverletzungen des Ellenbogens	90			
	<i>Kilian Wegmann, Carolina Pape-Köhler</i>				
7.2.5	Unterarmschaftfraktur	91			
	<i>Kilian Wegmann, Carolina Pape-Köhler</i>				
8	Beckengürtel und untere Extremität				121
8.1	Becken, Hüfte und Oberschenkel	121	8.1.3	Frakturen des Beckens	122
8.1.1	Anatomie des Beckens und Oberschenkels	121		<i>Gregor Stein, Carolin Meyer, Carolina Pape-Köhler</i>	
	<i>Gregor Stein, Carolin Meyer</i>		8.1.4	Luxationen des Hüftgelenks	123
8.1.2	Untersuchungstechniken	121		<i>Gregor Stein, Carolin Meyer</i>	
	<i>Gregor Stein, Carolin Meyer, Carolina Pape-Köhler</i>		8.1.5	Hüftgelenknahe Femurfrakturen . .	124
				<i>Gregor Stein, Carolin Meyer, Carolina Pape-Köhler</i>	

Anschriften

Herausgeber

PD Dr. med. Carolina **Pape-Köhler**
Evangelisches Krankenhaus Köln-Weyertal
Allgemein- und Viszeralchirurgie
Weyertal 76
50931 Köln

PD Dr. med. Gregor **Stein**
Klinikum der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Orthopädie
und Unfallchirurgie
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Unter Mitarbeit von

Dr. med. Michael **Forray**
Robert-Bosch-Krankenhaus
Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie
Auerbachstr. 110
70376 Stuttgart

Mit Beiträgen von

Dr. med. Michael **Hackl**
Klinikum der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Orthopädie
und Unfallchirurgie
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Univ.-Prof. Dr. med. Lars Peter **Müller**
Klinikum der Universität zu Köln
Schwerpunkt Unfall-, Hand- und
Ellenbogenchirurgie
Kerpener Str. 62
50937 Köln

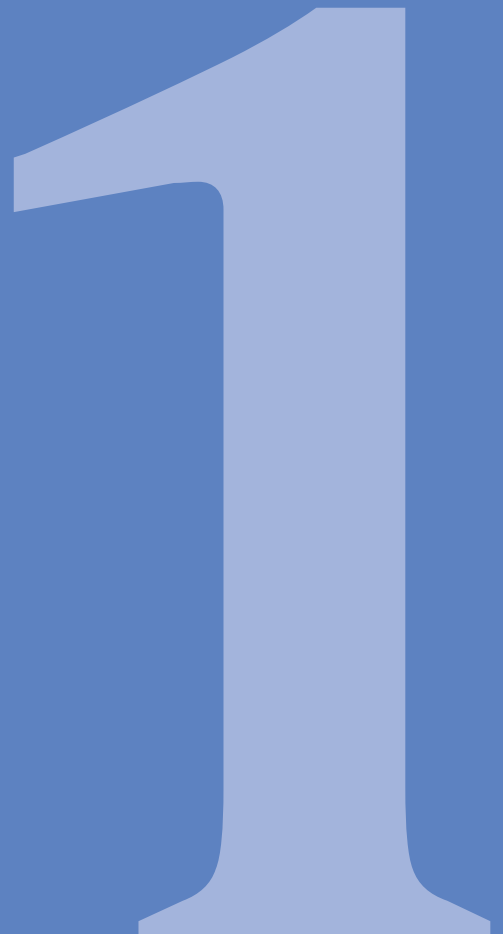
Dr. med. Carolin **Meyer**
Klinikum der Universität zu Köln
Klinik für Unfall-, Hand- und
Wiederherstellungschirurgie
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Dr. med. Kilian **Wegmann**
Klinikum der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Orthopädie
und Unfallchirurgie
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Kapitel 1

Grundlagen der Frakturen

1.1	Allgemeines	14
1.2	Therapie	16
1.3	Osteosyntheseverfahren	18



1 Grundlagen der Frakturen

Carolina Pape-Köhler

1.1 Allgemeines

1.1.1 Klassifikationen

Die im Folgenden genannten Klassifikationen zu Fraktur und Weichteilschaden dienen der Feststellung des Schweregrads der Verletzung und bieten die Voraussetzung für die zu erfolgende Therapieoption.

AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) ist die gängigste Frakturklassi-

fikation (► Abb. 1.1). Sie unterscheidet die Frakturen nach Lokalisation (Knochen, Segment) und Morphologie (einfach, Keil, komplex).

Klassifikation des Weichteilschadens

Zur Einteilung der Weichteilschäden kommen hauptsächlich 2 Klassifikationen in Betracht, die Klassifikation nach Tscherne/Oestern (► Tab. 1.1) und nach Andersson/Gustillo (► Tab. 1.2).

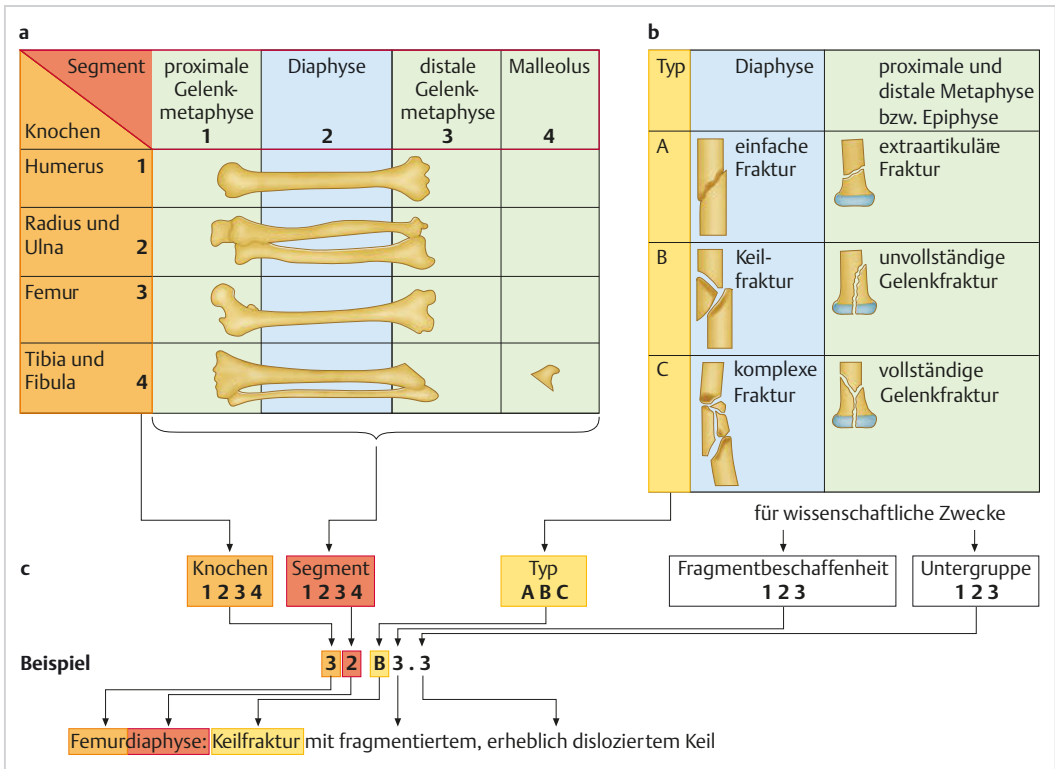


Abb. 1.1 AO-Klassifikation der Frakturen (nach M. E. Müller) (aus: Hirner A, Weise K. Chirurgie. Stuttgart: Thieme; 2008).

a Lokalisation: Jeder Röhrenknochen hat eine Zahl, welche in Kombination mit dem Segment eine zweistellige Ziffer ergibt.

b,c Morphologie: An jeder anatomischen Region unterscheidet man abhängig vom Schweregrad A-, B- und C-Typen). Die weitere Differenzierung nach Gruppen (z. B. Beschaffenheit der Fragmente) und speziell definierten Untergruppen ist vornehmlich für wissenschaftliche Nachuntersuchungen gedacht.

Tab. 1.1 Klassifikation des Weichteilschadens nach Tscherne/Oestern.

Einteilung	geschlossene Fraktur	offene Fraktur
Grad 0	keine oder nur unbedeutende Weichteilschäden	–
Grad I	oberflächliche Schürfung oder Kontusion, Fragmentdruck von innen	Durchtrennung der Haut mit fehlender oder geringer Weichteilkontusion, unbedeutende bakterielle Kontamination (Fragmentdurchspießung von innen)
Grad II	tiefe kontaminierte Schürfung, lokalisierte Haut- oder Muskelkontusion, drohendes Kompartmentsyndrom	Durchtrennung der Haut, umschriebene Haut- und Weichteilkontusion, mäßige Kontamination
Grad III	ausgedehnte Hautkontusion, Hautquetschung, Zerstörung der Muskulatur, dekompensiertes Kompartmentsyndrom, Verletzung des Hauptgefäßes (subkutanes Décollement)	Hautdurchtrennung mit ausgedehnter Weichteildestruktion, zusätzlich Gefäß- und Nervenverletzungen, starke Wundkontamination, jede offene Fraktur mit Ischämie
Grad IV	–	totale und subtotale Amputation; letzteres bedeutet immer eine komplette periphere Ischämie

Tab. 1.2 Klassifikation nach Andersson/Gustillo.

Einteilung	Weichteilschaden
Grad I	Hautläsion < 1 cm, nicht verschmutzt; Durchspießung von innen, minimale Muskelkontusion; einfache Quer- oder Schrägfraktur
Grad II	Hautläsion > 1 cm, ausgedehnter Weichteilschaden mit Lappenbildung oder Décollement; geringe bis mäßige Muskelquetschung; einfache Quer- oder kurze Schrägfraktur mit kleiner Trümmerzone
Grad III	ausgedehnter Weichteilschaden unter Einbeziehung von Haut, Muskulatur und neurovaskulären Strukturen; oft Rasanztrauma mit schwerer Gewebsquetschung
IIIA	ausgedehnter Weichteilschaden mit noch adäquater Knochendeckung; Stückfrakturen; Schussverletzungen
IIIB	ausgedehnter Weichteilschaden mit Deperiostierung und frei liegendem Knochen; massive Kontamination
IIIC	rekonstruktionspflichtige Gefäßverletzung

1.1.2 Frakturheilung

Lebendes Knochengewebe unterliegt ständigen Umbauvorgängen, um sich an veränderte Belastungen zu adaptieren. Im Falle einer Fraktur wird die Osteoblastenaktivität gesteigert, um die Fraktur zügig zu stabilisieren. Durch Kompression der Hauptfragmente und Ruhigstellung verläuft die Frakturheilung am besten.

Wichtig hierfür ist:

- guter Fragmentkontakt
- gute Durchblutung (Periost muss erhalten bleiben)
- stabile Fixation der Hauptfragmente (am besten unter Kompression)

Direkte und indirekte Frakturheilung

Unterschieden werden die direkte Frakturheilung ohne Kallusbildung und die indirekte mit Kallusbildung. Die direkte Frakturheilung ist selten, da sie nur bei absolut stabilem Kontakt der Fragmente über mindestens 2–3 Monate möglich ist, also nur bei Osteosynthesen mit interfragmentärer Kompression (z. B. Plattenosteosynthese). Bei allen anderen Osteosyntheseformen oder bei konservativer Frakturbehandlung erfolgt die indirekte Frakturheilung unter Bildung von „Ersatzknochen“, dem sog. Kallus. Mikrobewegungen im Frakturbereich fördern die Kallusbildung.

Die Phasen der Frakturheilung sind:

- Verletzungsphase: Entstehung der Fraktur und des Frakturhämatoms
- Entzündungsphase: Zelleinsprossung in das Frakturhämatom
- Granulationsphase: die in das Hämatom eingewanderten Fibroblasten bilden Kallus (5.–6. Woche)
- Kallushärtungsphase: aus weichem, nicht verkalktem Kallus wird fester Kallus (Dauer: 3–4 Monate)
- Remodeling: überschüssiger Kallus wird abgebaut

Die Dauer der Frakturheilung liegt bei Erwachsenen bei etwa 8–16 Wochen, bei Kindern bei 3–6 Wochen.

Merke



Kommt es zu gestörter Kallusbildung, so ist eine absolute Stabilität nötig.

Störung der Frakturheilung

Ist die Fraktur nach 4 Monaten nicht durchbaut (engl. Delayed Union), spricht man von einer **verzögerten Bruchheilung**, nach 6 Monaten von einer **Pseudarthrose** (► Abb. 1.2). Zeichen der Pseudarthrose sind Belastungsschmerz, pathologische Beweglichkeit, Schwellung und Reizzustände.

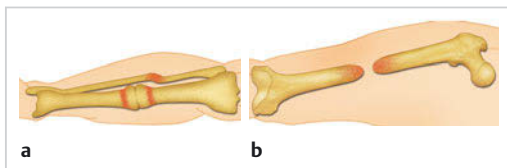


Abb. 1.2 Pseudarthroseformen und deren Therapie (aus: Hirner A, Weise K. Chirurgie. Stuttgart: Thieme; 2008).

- a Hypertrophe Pseudarthrose: Stabile Osteosynthese (interfragmentäre Kompression), Durchblutungsreiz durch Dekortikation (Abheben der äußeren Kortikalissschicht mit anhängenden Weichteilen mittels Meißel).
- b Atrophe Pseudarthrose: Resektion minderdurchbluteten Knochens, Knochenübertragung (Spongiosoplastik, autolog vom Beckenkamm), stabile Osteosynthese.

Es werden 2 Formen der Pseudarthrose unterschieden:

- hypertrophe Pseudarthrose (straffe Pseudarthrose)
 - Knochen ist gut durchblutet, Kallus wird gebildet, aber die Fraktur ist nicht ausreichend stabil
 - Therapie: stabile Osteosynthese
- atrophe Pseudarthrose (Vaskularisationsstörung)
 - durch Durchblutungsstörung wird kein Kallus gebildet
 - Therapie: Resektion des minderdurchbluteten Knochens, evtl. Spongiosoplastik, stabile Osteosynthese



Merke

Im Infekt besteht immer eine Durchblutungsstörung und damit ist die Gefahr der Pseudarthrosenbildung erhöht.

1.2 Therapie

Grundsätzliche Therapieansätze sind die anatomische Reposition und stabile Fixation bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung und die Herstellung von Achse, Länge, Rotation bei diaphysären Frakturen.

1.2.1 Konservative Frakturtherapie

Indikation für die konservative Therapie

- stabile oder stabil reponierte Fraktur
- bei Kindern ist die konservative Therapie besser geeignet als bei Erwachsenen, da durch die schnellere Heilung weniger Immobilisationschäden entstehen

Therapieprinzip: Reposition, Retention, Rehabilitation

- Reposition durch Zug und Gegenzug und lokalem Druck an den Frakturrenden
- Retention durch immobilisierende oder funktionelle Verbände (Gips, Schiene, Orthese etc.) oder durch Extensionstechnik (z. B: kindliche Femurfraktur)