

# INHALTSVERZEICHNIS

## 1 GRUNDLAGEN ZUR OSTEOSYNTHESE

Kapitelautor: S.M. Perren

Coautoren: M.E. Müller, R. Schenk und R. Schneider

Mit 78 Abbildungen

1.1	Prinzipien und Ziele . . . . .	1
	M. Allgöwer, M.E. Müller und S.M. Perren	
	Übersetzung: Th. Rüedi	
1.1.1	Einführung . . . . .	1
1.1.2	Leben ist Bewegung, Bewegung ist Leben . . . . .	1
1.2	Grundlagen . . . . .	4
	S.M. Perren (mit konstruktiver Kritik von Ch. Colton und J. Schatzker)	
	Übersetzung: J. Buchanan	
1.2.1	Knochen als Werkstoff . . . . .	4
1.2.2	Knochenbruch . . . . .	6
1.2.3	Spontane Knochenneubildung: Heilung ohne Behandlung . . . . .	8
1.2.4	Hauptziel der Knochenbruchbehandlung . . . . .	8
1.2.5	Ziele der operativen Frakturbehandlung . . . . .	10
1.3	Wissenschaftliche Grundlagen der Osteosynthese . . . . .	12
1.3.1	Technische Grundlagen . . . . .	12
1.3.1.1	Stabilität . . . . .	12
1.3.1.2	Kraft, Spannung, Dehnung, Steifigkeit . . . . .	16
1.3.1.3	Allgemeine Aspekte der Belastung . . . . .	18
1.3.1.4	Physiologische Belastung . . . . .	23
1.3.1.5	Prinzipien der chirurgischen Stabilisierung . . . . .	23
1.3.1.6	Die Mechanik der Kontaktflächen . . . . .	46
1.3.2	Biologische Reaktionen . . . . .	52
1.3.2.1	Stabilität und Kompression . . . . .	54
1.3.2.2	Biomechanik der Instabilität . . . . .	56
1.3.2.3	Biomechanik der Stabilität . . . . .	58
1.3.2.4	Reaktion auf Änderungen der physiologischen Belastung . . . . .	58
1.3.2.5	Gestörte Blutversorgung des Knochens . . . . .	62
1.3.2.6	Reaktionen auf die gestörte Blutversorgung . . . . .	64
1.3.3	Die Knochenheilung . . . . .	68
1.3.3.1	Grunderfordernisse . . . . .	68
1.3.3.2	Art der Heilung . . . . .	68
1.3.3.3	Die spontane (indirekte) Knochenheilung . . . . .	68

1.3.3.4	Die direkte (oder primäre) Knochenheilung . . . . .	70
1.3.3.5	Pseudarthrose . . . . .	72
1.3.3.6	Die klinische Relevanz der unterschiedlichen Heilungsvorgänge . . . . .	72
1.3.3.7	Die bestimmenden Mechanismen der Knochenheilung . . . . .	74
1.3.4	Die wissenschaftlichen Grundlagen der Entwicklung . . . . .	74
1.3.4.1	Das neue Konzept der biologischen Verplattung: Die LC-DCP . . . . .	74
1.3.4.2	Verbesserte Wirkung der Schrauben des Fixateur externe . . . . .	80
1.3.4.3	Die Entwicklung der „Rohr-zu-Rohr“-Backen als Beispiel der Entwicklung in der AO-Stiftung und ihrer Technischen Kommission . . . . .	82
1.3.4.4	Die Elemente des neuen Nageldesigns . . . . .	84
1.3.4.5	Markraumnagelung ohne Aufbohren . . . . .	86
1.3.4.6	Instrumentierter Telemetrienagel . . . . .	88
1.3.4.7	Distraktionsosteogenese . . . . .	90
1.3.5	Implantatmaterialien . . . . .	94
1.3.5.1	Metalle . . . . .	94
1.3.5.2	Andere Implantatmaterialien . . . . .	95
1.4	AO-Ausbildung . . . . .	96
	S.M. Perren Übersetzung: Ch. Ryf	
1.4.1	AO-Kurse . . . . .	96
1.4.2	AO-Workshops . . . . .	96
1.4.3	AO-Stipendien . . . . .	96
1.4.4	AO-Stiftung . . . . .	98
1.4.5	AO-Videobänder . . . . .	98
1.4.6	AO-Kunstknochen und künstliche Glieder . . . . .	100
1.5	Dokumentation . . . . .	102
	P. Matter und M. Bühler Übersetzung: Ch. Ryf	
1.6	Entwicklungen . . . . .	106
1.6.1	Prinzipien und Richtlinien . . . . .	106
1.6.2	Techniken . . . . .	106
1.6.3	Instrumente und Implantate . . . . .	107
1.6.4	Die Technische Kommission der AO . . . . .	107
1.7	Glossar . . . . .	108
	Literatur . . . . .	113
	Appendix A	
	Die umfassende Klassifikation der Frakturen der langen Röhrenknochen . . . . .	118
	M.E. Müller	
	Das Prinzip der Klassifikation . . . . .	118
	Die anatomische Lokalisation . . . . .	120
	Die Frakturtypen . . . . .	122
	Die Kodierung der Diagnose . . . . .	122
	11– Humerus proximal . . . . .	124
	12– Humerus Diaphyse . . . . .	126
	13– Humerus distal . . . . .	128

21– Radius/Ulna proximal . . . . .	130
22– Radius/Ulna Diaphyse . . . . .	132
23– Radius/Ulna distal . . . . .	134
31– Femur proximal . . . . .	136
32– Femur Diaphyse . . . . .	138
33– Femur distal . . . . .	140
41– Tibia/Fibula proximal . . . . .	142
42– Tibia/Fibula Diaphyse . . . . .	144
43– Tibia/Fibula distal . . . . .	146
44– Tibia/Fibula, Malleolen . . . . .	148
Glossar zu Appendix A . . . . .	150

## Appendix B

Klassifikation der Weichteilverletzung (I-MT-NV) . . . . .	151
--	-----

Th. Rüedi, J.R. Border und M. Allgöwer

Hautverletzung IC (geschlossene Fraktur) . . . . .	152
Offene Hautverletzung IO . . . . .	154
Muskel- und Sehnenverletzungen (MT) . . . . .	156
Neurovaskuläre Verletzungen (NV) . . . . .	156
Beispiele . . . . .	156
Diagnose der Verletzung auf digitalisierten Röntgenbildern . . . . .	158

## 2 PRÄOPERATIVE PLANUNG UND GRUNDLAGEN DER FRAKTURREPOSITION

Kapitelautor: J. Mast

Coautoren: P. Feischl, J. Funding und D.L. Helfet

Mit 8 Abbildungen

Übersetzung: A. Leutenegger

2.1 Präoperative Planung . . . . .	159
2.1.1 Rüstzeug . . . . .	159
2.1.2 Transparentpapiertechnik . . . . .	159
2.1.2.1 Planung aufgrund der normalen unverletzten Seite . . . . .	159
2.1.2.2 Technik der direkten Überlagerung . . . . .	160
2.1.2.3 Einsatz von Schablonen . . . . .	160
2.1.2.4 Planung aufgrund der physiologischen Achsen . . . . .	160
2.1.3 Ergänzende präoperative Planung . . . . .	160
2.1.4 Schlußfolgerung . . . . .	162
2.2 Prinzipien der Frakturposition . . . . .	170
2.2.1 Was muß mit der Reposition erreicht werden . . . . .	170
2.2.2 Möglichkeiten der operativen Frakturposition . . . . .	170
2.2.2.1 Manuelle Reposition . . . . .	170
2.2.2.2 Instrumentelle Reposition . . . . .	172
2.2.3 Schlußbemerkungen . . . . .	176
Literatur . . . . .	176

### 3 SCHRAUBEN UND PLATTEN UND IHRE ANWENDUNG

Kapitelauteur: J. Schatzker

Coautoren: A. Alho und J.M. Sheehan

Mit 57 Abbildungen

Übersetzung: Ch. Bilat und M. Reigner

3.1	Schrauben	179
3.1.1	Funktion der Schrauben	179
3.1.2	Schraubenarten	179
3.1.2.1	Selbstschneidende und nicht-gewindeschneidende Schrauben	179
3.1.3	Kortikalis- und Spongiosaschrauben	182
3.1.3.1	Kortikalisschrauben	182
3.1.3.2	Spongiosaschrauben	184
3.1.3.3	Malleolarschrauben	186
3.1.4	Techniken der Schraubenfixation	186
3.1.4.1	Zugschrauben	188
3.1.4.2	Technik der Zugschraubenosteosynthese	188
3.1.5	Indikationen für die Zugschraubenfixation	194
3.2	Platten	200
3.2.1	Funktion	200
3.2.2	Schutz- oder Neutralisationsplatten	200
3.2.3	Spezielle Schutz- oder Neutralisationsplatten	202
3.2.4	Das Anpassen von Platten	204
3.2.5	Abstützplatten	208
3.2.5.1	Hinweise zur Anwendung einer Abstützplatte	208
3.2.5.2	Formplatten	210
3.3	Kompressions- und Zuggurtungsplatten	218
3.3.1	Kompressionsplatten	218
3.3.2	Technik zur Erzeugung axialer Kompression	220
3.3.3	Überbiegen von Platten	222
3.3.4	Kombination von Kompressionsplatte und Zugschraube	224
3.4	Dynamische Kompression	226
3.4.1	Exzentrische Belastung der Knochen	226
3.4.2	Zuggurtungsprinzip	226
3.5	Überbrückungsplatten	229
3.5.1	Brückenplatte	229
3.5.2	Wellenplatte	229
3.5.3	Wieviele Schrauben?	229
3.6	Platten mit Kompressionswirkung	232
	S.M. Perren	
3.6.1	Halbrohr-, Drittelrohr- und Viertelrohrplatte, dynamische Kompressionsplatte	232
3.6.2	LC-DCP („limited contact“-DCP)	240
3.6.2.1	Nachteile der DCP	240
3.6.2.2	Problemlösung durch die neue LC-DCP	240
3.6.2.3	Klinische Anwendung der LC-DCP	244

3.7 Winkelplatten . . . . .	252
3.7.1 Allgemeine Prinzipien . . . . .	252
3.7.2 Präoperative Planung . . . . .	252
3.7.3 Implantate und Instrumente . . . . .	254
3.7.4 Winkelplatten im proximalen und distalen Femur . . . . .	254
3.7.5 Lage der Klinge im proximalen Femur . . . . .	256
3.7.6 Instrumentarium . . . . .	258
3.7.7 Proximales Femur: Vorbereitung des Plattensitzes . . . . .	260
3.7.8 Platteneinführung im Bereich des proximalen Femurs . . . . .	264
3.7.9 Einsetzen von Winkelplatten im distalen Femur . . . . .	266
3.8 Dynamische Hüftschraube (DHS) und dynamische Kondylenschraube (DCS) . . .	270
P. Regazzoni	
3.9 Durchbohrte Schrauben . . . . .	282
M. Allgöwer	
3.9.1 Große durchbohrte Schrauben . . . . .	282
3.9.2 Kleine durchbohrte Schrauben . . . . .	286
Literatur . . . . .	290

#### 4 MARKNAGELUNG DES FEMURS UND DER TIBIA

Kapitelautoren: S. Weller und D. Höntzsch

Coautoren: F. Baumgart, R. Frigg, M.W. Chapman, I. Kempf und G. Ritter

Mit 79 Abbildungen

Übersetzung: Ch. Honegger und F. Michold

4.1 Intramedulläre Nagelung . . . . .	291
4.1.1 Indikation zur Marknagelung . . . . .	291
4.1.2 Offene gegenüber geschlossener Marknagelung . . . . .	292
4.2 AO-/ASIF-Implantate für die Marknagelung . . . . .	292
4.2.1 Geschichtliche Entwicklung des AO-/ASIF-Marknagels . . . . .	292
4.2.2 AO-/ASIF-Universalnagel für das Femur . . . . .	294
4.2.3 AO-/ASIF-Universalnagel für die Tibia . . . . .	296
4.2.4 Verriegelungsbolzen . . . . .	298
4.3 AO-/ASIF-Instrumente für die Marknagelung . . . . .	298
4.3.1 Instrumente zum Aufbohren des Markkanals . . . . .	298
4.3.2 Instrumente für das Einschlagen der Universalnägels . . . . .	302
4.3.3 Instrumente zur Verriegelung der Femur- und Tibianägels . . . . .	310
4.3.4 Der große Distraktor . . . . .	316
4.4 Technik der Femurmarknagelung bei geschlossenen Frakturen . . . . .	322
4.4.1 Anatomische Überlegungen . . . . .	322
4.4.2 Lagerung des Patienten . . . . .	324
4.4.3 Wahl der Nagellänge . . . . .	326
4.4.4 Eröffnung des Markkanals . . . . .	328
4.4.5 Aufbohrung des Markkanals . . . . .	328
4.4.6 Einführung des Nagels . . . . .	330
4.4.7 Verriegelung . . . . .	330

4.5	Technik der Marknagelung bei geschlossenen Tibiafrakturen . . . . .	332
4.5.1	Anatomische Betrachtungen . . . . .	332
4.5.2	Präoperative Lagerung des Patienten . . . . .	334
4.5.3	Wahl der Nagellänge . . . . .	336
4.5.4	Eröffnung des Markkanals . . . . .	338
4.5.5	Aufbohrung des Markkanals . . . . .	340
4.5.6	Einführung des Nagels . . . . .	342
4.5.7	Verriegelung des Universal-Tibia- und Femurmarknagels . . . . .	346
4.5.7.1	Distale Verriegelung . . . . .	346
4.5.7.2	Proximale Verriegelung . . . . .	356
4.5.8	Allgemeine Bemerkungen zur Verwendung des Bildwandlers . . . . .	358
4.6	Worauf zu achten ist . . . . .	358
4.7	Marknagelung mit dem „unaufgebohrten“ AO-Tibiastab . . . . .	358
4.7.1	Einführung . . . . .	358
4.7.2	Geschichte des sog. „unreamed nail“ . . . . .	360
4.7.3	Form und Eigenschaften des AO-Tibiastabs (UTN) . . . . .	362
4.7.4	Indikationen . . . . .	362
4.7.5	Kontraindikationen . . . . .	362
4.7.6	Chirurgisches Vorgehen . . . . .	364
4.7.6.1	Präoperatives Planen . . . . .	364
4.7.6.2	Einführen des Nagels . . . . .	364
4.7.6.3	Verriegelung . . . . .	364
4.7.6.4	Postoperative Nachbehandlung . . . . .	364
	Literatur . . . . .	365
5	FIXATEUR EXTERNE	
	Kapitelautor: F. Behrens	
	Coautoren: M. Allgöwer, A. Fernandez, G. Hierholzer, R. Masliah, S.M. Perren und P. Regazzoni	
	Mit 21 Abbildungen	
	Übersetzung: Ch. Sommer	
5.1	Einführung . . . . .	367
5.1.1	Geschichte . . . . .	367
5.1.2	Der AO-Fixateur-externe . . . . .	368
5.2	Bestandteile und Instrumente des Rohr-Fixateur-externe . . . . .	368
5.2.1	Implantate . . . . .	368
5.2.2	Grundbestandteile . . . . .	370
5.2.3	Zusatzbestandteile . . . . .	370
5.2.4	Instrumentarium . . . . .	372
5.3	Basiskonstruktionen des Fixateur externe . . . . .	374
5.4	Prinzipien der äußeren Fixation . . . . .	374
5.4.1	Anatomie der Extremitäten . . . . .	376
5.4.2	Operativer Zugang . . . . .	376
5.4.3	Mechanische Anforderungen . . . . .	376
5.4.4	Patientenkomfort . . . . .	378

5.5 Anbringen eines Fixateur-externe-Systems . . . . .	378
5.5.1 Einbringen der Schanz-Schraube . . . . .	378
5.5.2 Montage der verschiedenen Fixateurkonfigurationen . . . . .	382
5.5.2.1 Einfacher unilateraler Klammerfixateur . . . . .	382
5.5.2.2 Unilateraler Modularfixateur – mit Universalgelenken bzw. den Rohr-zu-Rohr-Backen . . . . .	384
5.5.2.3 Unilateraler Doppelrohrrahmen . . . . .	388
5.5.2.4 Unilateraler Fixateur in zwei Ebenen – „Delta“- oder „V-Konfiguration“ . . . . .	388
5.5.3 Andere Möglichkeiten zur Verbesserung der Montage bzw. Stabilität . . . . .	388
5.6 Postoperative Nachbehandlung . . . . .	390
5.7 Frakturheilung und „Destabilisation“ des Fixateurs durch „Demontage“ . . . . .	390
5.7.1 Was kommt nach dem Fixateur externe? . . . . .	392
5.8 Spezielle Lokalisationen und Indikationen . . . . .	393
5.8.1 Unterschenkel . . . . .	393
5.8.2 Oberschenkel und Knie . . . . .	393
5.8.3 Becken . . . . .	394
5.8.4 Obere Extremität . . . . .	396
5.8.5 Arthrodesen und Osteotomien . . . . .	398
5.8.6 Segmenttransport und Knochenverlängerung . . . . .	406
5.9 Komplikationen . . . . .	408
Literatur . . . . .	410

## 6 PRÄ-, INTRA- UND POSTOPERATIVE RICHTLINIEN

Kapitelautor: P. Matter

Coautoren: J.R. Border, F. Harder und M. Horowitz

Mit 3 Abbildungen

Übersetzung: M. Reigner

6.1 Die Planung der Operation – Operationszeitpunkt . . . . .	411
6.2 Organisatorische Voraussetzungen . . . . .	413
6.3 Prophylaxe der Wundinfektion . . . . .	413
6.4 Allgemeine Richtlinien für das operative Vorgehen . . . . .	414
6.4.1 Präoperative Planung . . . . .	414
6.4.2 Vorbereitung des Operationsfeldes . . . . .	414
6.4.3 Präoperative Instruktion und Vorbereitung der Instrumente und Implantate . . . . .	414
6.4.4 Die Operation . . . . .	414
6.4.5 Spongiosaplastik . . . . .	415
6.4.6 Wundverschluß . . . . .	415
6.5 Antibiotika . . . . .	420
6.6 Thromboembolieprophylaxe . . . . .	420
6.7 Frakturheilung im Röntgenbild . . . . .	421
6.7.1 Allgemeine Bemerkungen . . . . .	421
6.7.2 Die durch Zugschrauben und Platten stabilisierte Fraktur im Röntgenbild . . . . .	422
6.8 Spezielle Richtlinien für die postoperative Behandlung und Patientenführung bei den üblichen Frakturen . . . . .	423

6.8.1	Allgemeine Empfehlungen . . . . .	423
6.8.1.1	Plan für Teilbelastung und Röntgenkontrollen bei Frakturen der unteren Extremität . . . . .	423
6.8.2	Schrittweise Steigerung der Mobilisation und Teilbelastung bei typischen Frakturen der unteren und oberen Extremität . . . . .	424
6.9	Metallentfernung . . . . .	424
6.9.1	Obere Extremität . . . . .	424
6.9.2	Untere Extremität . . . . .	424
	Literatur . . . . .	426

## 7 SKAPULA, KLAVIKULA UND HUMERUS

Kapitalautoren: L. Schweiberer und Th. Rüedi

Coautoren: W. Bandi und U. Holz

Mit 20 Abbildungen

Übersetzung: Th. Rüedi

7.1	Skapulafrakturen . . . . .	427
7.1.1	Einteilung der Skapulafrakturen . . . . .	427
7.1.2	Operationsindikationen . . . . .	427
7.1.3	Zugänge zum Schulterblattgelenk . . . . .	430
7.1.3.1	Dorsaler Zugang . . . . .	430
7.1.3.2	Ventraler Zugang . . . . .	432
7.1.4	Nachbehandlung . . . . .	432
7.2	Klavikulafrakturen (inkl. luxationsbenachbarten Gelenken) . . . . .	432
7.2.1	Operationsindikation . . . . .	432
7.2.2	Zugänge zum Schlüsselbein . . . . .	434
7.2.3	Implantatwahl . . . . .	434
7.2.4	Sternoklavikuläre Verrenkung . . . . .	434
7.2.5	Schulterreckverrenkung . . . . .	436
7.2.6	Operationsindikation . . . . .	436
7.3	Oberarmbrüche . . . . .	438
7.3.1	Frakturen am proximalen Humerusende . . . . .	438
7.3.1.1	Fraktureinteilung . . . . .	438
7.3.1.2	Operationsindikation . . . . .	438
7.3.1.3	Zugänge . . . . .	440
7.3.1.4	Nachbehandlung . . . . .	440
7.3.2	Humerusschaftfrakturen . . . . .	442
7.3.2.1	Klassifikation . . . . .	442
7.3.2.2	Operationsindikationen . . . . .	442
7.3.2.3	Zugänge zum Humerusschaft . . . . .	442
7.3.2.4	Implantatwahl . . . . .	444
7.3.2.5	Postoperative Behandlung . . . . .	444
7.3.3	Frakturen des distalen Humerusendes . . . . .	446
7.3.3.1	Klassifikation . . . . .	446
7.3.3.2	Zugang . . . . .	446

7.3.3.3	Extraartikuläre distale Humerusfrakturen Typ A . . . . .	448
7.3.3.4	Intraartikuläre Frakturen am distalen Humerus (Typ B und C) . . . . .	448
7.3.3.5	Nachbehandlung . . . . .	450
	Literatur . . . . .	452

## 8 VORDERARM UND HAND/MINI-IMPLANTATE

Kapitelautor: U. Heim

Coautoren: J.M. Ortega-Dominguez, A. Pannike und B. Spiessl

Mit 22 Abbildungen

Übersetzung: G. Mark

8.1	Einleitung . . . . .	453
8.2	Proximale Verletzungen . . . . .	453
8.2.1	Proximale Ulna (Olekranon) . . . . .	453
8.2.1.1	Lagerung und Zugang . . . . .	454
8.2.1.2	Die Technik der Zuggurtung der queren Olekranonbrüche . . . . .	460
8.2.1.3	Innere Fixation bei schrägen Frakturen . . . . .	462
8.2.1.4	Stabile innere Fixation bei Trümmerfrakturen . . . . .	462
8.2.1.5	Schraubenfixation des Processus coronoideus ulnae . . . . .	462
8.2.1.6	Dislozierte Frakturen im Ellbogenbereich . . . . .	462
8.2.2	Frakturen des Radiusköpfchens . . . . .	464
8.2.2.1	Einteilung . . . . .	464
8.2.2.2	Lagerung und Zugang . . . . .	464
8.2.2.3	Innere Fixation . . . . .	464
8.2.2.4	Postoperative Nachbehandlung . . . . .	466
8.2.3	Die hintere Luxationsfraktur des Ellbogengelenks (hintere Monteggia-Verletzung) . . . . .	466
8.3	Vorderarmschaft . . . . .	466
8.3.1	Zugang zu den Vorderarmknochen . . . . .	466
8.3.1.1	Ulnaschaft . . . . .	467
8.3.1.2	Radiuschaft . . . . .	467
8.3.1.3	Proximaler Schaft beider Vorderarmknochen (Boyd) . . . . .	468
8.3.2	Reposition . . . . .	469
8.3.2.1	Allgemeine Bemerkungen . . . . .	469
8.3.2.2	Repositionstaktiken bei Frakturen beider Knochen . . . . .	469
8.3.3	Innere Fixation . . . . .	470
8.3.3.1	Implantate . . . . .	470
8.3.3.2	Spongiosaplastik . . . . .	470
8.3.3.3	Wundverschluß . . . . .	470
8.3.4	Postoperative Nachbehandlung . . . . .	472
8.3.5	Besondere Situationen und Osteosynthesen . . . . .	472
8.3.5.1	Offene Frakturen Grad II und III . . . . .	472
8.3.5.2	Anwendung des Fixateur externe . . . . .	472
8.3.6	Dislozierte Frakturen am Vorderarm . . . . .	474
8.3.6.1	Monteggia-Frakturen . . . . .	474
8.3.6.2	Galeazzi-Frakturen . . . . .	474

8.4	Distaler Vorderarm . . . . .	476
8.4.1	Frakturen des distalen Radius . . . . .	476
8.4.2	Zugänge zum distalen Radius . . . . .	478
8.4.2.1	Dorsaler Zugang . . . . .	478
8.4.2.2	Palmarer Zugang . . . . .	478
8.4.2.3	Implantate . . . . .	478
8.4.2.4	Distale Ulna . . . . .	480
8.5	Innere Fixation des Handskelettes . . . . .	480
8.5.1	Frakturen des Handskelettes . . . . .	480
8.5.2	Zugänge . . . . .	480
8.5.3	Postoperative Nachbehandlung . . . . .	482
	Literatur . . . . .	484
9	BECKEN	
	Kapitelautor: M. Tile	
	Coautoren: C. Burri und J. Poigenfürst	
	Mit 12 Abbildungen	
	Übersetzung: A. Leutenegger	
9.1	Einleitung . . . . .	485
9.2	Beckenstabilität . . . . .	486
9.3	Klassifikation . . . . .	486
9.3.1	Typ A: Stabile, minimal dislozierte Frakturen . . . . .	486
9.3.2	Typ B: Rotationsinstabilität bei erhaltener vertikaler Stabilität . . . . .	488
9.3.2.1	Typ B1: Außenrotationsverletzung, sog. „Open-book“-Verletzung (Symphysensprengung) . . . . .	488
9.3.2.2	Typ B2: Laterale Kompressionsverletzungen mit Innenrotationsfehlstellung . . . . .	488
9.3.2.3	Typ B3: Bilaterale Typ-B-Frakturen . . . . .	490
9.3.3	Typ C: Beckenringfraktur mit Rotationsinstabilität und vertikaler Verschiebung . . . . .	490
9.4	Entscheidungsfindung und Indikation für die operative Frakturbehandlung . . . . .	492
9.5	Zugänge . . . . .	492
9.5.1	Vorderer Beckenzugang . . . . .	492
9.5.2	Hintere Beckenanteile . . . . .	494
9.5.2.1	Vorderer Zugang . . . . .	494
9.5.2.2	Hinterer Zugang . . . . .	494
9.6	Reposition . . . . .	494
9.7	Methoden der inneren Fixation/Osteosyntheseverfahren . . . . .	496
9.7.1	Symphyse . . . . .	496
9.7.2	Sakrumfrakturen . . . . .	496
9.7.3	Zerreißung des Iliosakralgelenks . . . . .	498
9.7.3.1	Ventraler Zugang . . . . .	498
9.7.3.2	Hinterer Zugang . . . . .	498
9.7.4	Frakturen des Os ilium . . . . .	498
	Literatur . . . . .	500

## 10 AZETABULUM

Kapitelautor: J.M. Matta

Coautoren: J. Cockin, E. Letournel und Th. Rüedi

Mit 17 Abbildungen

Übersetzung: A. Leutenegger

10.1	Einleitung . . . . .	501
10.2	Diagnose . . . . .	501
10.3	Frakturereinteilung . . . . .	504
10.4	Chirurgische Zugänge . . . . .	506
10.5	Präoperative Planung und Operationszeitpunkt . . . . .	514
10.6	Reposition und Fixation . . . . .	514
10.7	Postoperative Nachbehandlung . . . . .	518
	Literatur . . . . .	518

## 11 PROXIMALES FEMUR

Kapitelautor: R. Ganz

Coautoren: N.J.R. Canha, F. Gonzalo-Vivar und E. Trojan

Mit 16 Abbildungen

Übersetzung: Ch. Picco

11.1	Frakturen des Femurkopfes . . . . .	519
11.2	Schenkelhalsfrakturen . . . . .	522
11.3	Per- und intertrochantäre Frakturen . . . . .	528
11.3.1	Subtrochantäre Frakturen (vgl. Kap. 12.2) . . . . .	532
11.3.2	Frakturen des proximalen Femurendes kombiniert mit ipsilateralen Schaftfrakturen . . . . .	532
11.3.3	Pathologische Frakturen des proximalen Femurs . . . . .	532
11.4	Nachbehandlung der proximalen Femurfrakturen . . . . .	534
	Literatur . . . . .	534

## 12 FEMURSCHAFT UND DISTALES FEMUR

Kapitelautor: H. Tscherne

Coautoren: E. Beck und B.A. Mallin

Mit 12 Abbildungen

Übersetzung: Ch. Picco

12.1	Einleitung . . . . .	535
12.2	Subtrochantäre Frakturen . . . . .	536
12.2.1	Technik der Kondylenplattenfixation des proximalen Femurschafts . . . . .	536
12.2.2	Fixation von subtrochantären Frakturen mit dynamischer Kondylenschraube (DCS) . . . . .	540
12.2.3	Technik unter Verwendung des Universal-Verriegelungsnagels . . . . .	542
12.3	Frakturen des mittleren Drittels des Femurschaftes . . . . .	546
12.4	Extra- und intraartikuläre Frakturen des distalen Femurs . . . . .	548
12.5	Postoperative Behandlung . . . . .	552
	Literatur . . . . .	552

## 13 PATELLA UND TIBIA

Kapitelautor: R. Szyszkowitz

Coautoren: M. Allgöwer, H.-B. Burch, R.A. Teitge und H. Vasey

Mit 30 Abbildungen

Übersetzung: G.-A. Melcher

13.1	Allgemeine Bemerkungen . . . . .	553
13.2	Operativer Zugang zur Patella . . . . .	554
13.3	Operativer Zugang zur Tibia . . . . .	554
13.3.1	Operativer Zugang zum Tibiaplateau . . . . .	554
13.3.2	Operativer Zugang zum Tibiaschaft . . . . .	556
13.3.3	Operativer Zugang bei Frakturen im distalen Drittel sowie bei Pilonfrakturen . . .	562
13.4	Patellafrakturen . . . . .	564
13.4.1	Drahtzuggurtung an der Patella . . . . .	564
13.4.2	Patellaosteosynthese mit zwei Kirschner-Drähten und Zuggurtung . . . . .	566
13.4.3	Nachbehandlung . . . . .	566
13.5	Tibiafrakturen . . . . .	568
13.5.1	Intraartikuläre Tibiaplateaufrakturen (Typ B und C) . . . . .	568
13.5.1.1	Begleitverletzungen . . . . .	568
13.5.1.2	Osteosynthese der verschiedenen Frakturtypen des Tibiakopfes . . . . .	568
13.5.1.3	Monokondyläre Frakturen (Typ B) . . . . .	569
13.5.1.4	Bikondyläre Frakturen (Typ C) . . . . .	572
13.5.1.5	Nachbehandlung der Tibiakopffrakturen . . . . .	574
13.5.2	Tibiaschaftfrakturen . . . . .	574
13.5.2.1	Behandlungsgrundsätze . . . . .	574
13.5.2.2	Indikation zur Osteosynthese . . . . .	574
13.5.2.3	Verfahrenswahl beim operativen Vorgehen . . . . .	575
13.5.2.4	Frakturtypen . . . . .	576
13.5.3	Frakturen des distalen Tibiadrittels mit Gelenkbeteiligung: „Pilonfrakturen“ . . .	586
13.5.3.1	Operatives Vorgehen bei gleichzeitiger Fibulafraktur . . . . .	588
13.5.3.2	Operatives Vorgehen bei intakter Fibula . . . . .	592
	Literatur . . . . .	594

## 14 MALLEOLARFRAKTUREN

Kapitelautoren: B.G. Weber und Ch. Colton

Coautoren: J. Hughes und K.H. Jungbluth

Mit 10 Abbildungen

Übersetzung: G. Skarvan

14.1	Einführung . . . . .	595
14.2	Anatomische und funktionelle Grundlagen . . . . .	595
14.3	Klassifikation der Malleolarfrakturen nach Danis und Weber . . . . .	598
14.3.1	Typ A (44-A1-3) . . . . .	598
14.3.2	Typ B (44-B1-3) . . . . .	598
14.3.3	Typ C (44-C1-3) . . . . .	600
14.4	Zeitpunkt der Operation . . . . .	600
14.5	Zur Röntgendiagnostik der Malleolarfrakturen . . . . .	602

14.6	Osteosynthesetechnik . . . . .	604
14.6.1	Malleolarfrakturen Typ 44-A1-3 . . . . .	606
14.6.2	Malleolarfrakturen Typ 44-B1-3 . . . . .	608
14.6.3	Malleolarfrakturen Typ 44-C1-3 . . . . .	610
14.7	Nachbehandlung . . . . .	612
	Literatur . . . . .	612
15	FUSS	
	Kapitelautor: S.T. Hansen	
	Coautoren: H. Bèzes, G. Friedebold und M. Landolt	
	Mit 7 Abbildungen	
	Übersetzung: G. Skarvan	
15.1	Einführung . . . . .	613
15.2	Einzelne Fußknochen . . . . .	613
15.2.1	Frakturen des Talus . . . . .	613
15.2.2	Kalkaneusfraktur . . . . .	614
15.2.3	Frakturen des Os naviculare . . . . .	618
15.2.4	Kuboidfrakturen . . . . .	620
15.2.5	Luxationsfrakturen in den Tarsometatarsalgelenken . . . . .	622
15.2.6	Metatarsalfrakturen . . . . .	624
15.2.7	Frakturen der Zehengrundgelenke . . . . .	626
	Literatur . . . . .	626
16	WIRBELSÄULE	
	Kapitelautoren: M. Aebi und J.K. Webb	
	Coautoren: W. Dick, H. Cotta, S.D. Gertzbein, F. Magerl, E. Morscher und S. Olerud	
	Mit 41 Abbildungen	
	Übersetzung: M. Aebi, H. Bereiter, E. Gautier	
16.1	Einleitung . . . . .	627
16.2	Obere Halswirbelsäule . . . . .	628
16.2.1	Stabilisation . . . . .	628
16.2.1.1	Dorsale Cerclagetechniken . . . . .	628
16.2.1.2	Transartikuläre Verschraubung C1–2 (nach Magerl) . . . . .	634
16.2.1.3	Densverschraubung . . . . .	636
16.3	Untere Halswirbelsäule (C2–Th1) . . . . .	642
16.3.1	Dorsale Techniken . . . . .	642
16.3.1.1	Cerclagetechniken . . . . .	642
16.3.1.2	Verplattungen . . . . .	644
16.3.2	Ventrale Techniken . . . . .	652
16.3.2.1	Vordere Verplattung . . . . .	652
16.4	Thorakolumbale Wirbelsäule . . . . .	657
16.4.1	Ventrale Stabilisierung: Fixation mit langer DCP . . . . .	657
16.4.2	Dorsale Techniken . . . . .	660

16.4.2.1	Translaminäre Verschraubung . . . . .	660
16.4.2.2	Stabsystem mit Verriegelungshaken . . . . .	662
16.4.2.3	Pedikuläre Fixation . . . . .	666
	Literatur . . . . .	682

## 17 OFFENE FRAKTUREN

Kapitelautoren: W.W. Rittmann und J.K. Webb

Coautoren: G.A. Apley und E. Zerbi

Übersetzung: F. Degonda

17.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	683
17.2	Klassifikation offener Frakturen (vgl. Kap. 1, Appendix A) . . . . .	683
17.2.1	Erstgradig offene Frakturen IO 1 (MT 1–4, NV 1–4) . . . . .	683
17.2.2	Zweitgradig offene Frakturen: IO 2 (MT 1–5, NV 1–4) . . . . .	684
17.2.3	Drittgradig offene Frakturen: IO 3 (MT 2–5, NV 2–5) . . . . .	684
17.3	Prozedere . . . . .	684
17.3.1	Vermeidung von weiterer Kontamination . . . . .	684
17.3.2	Exzision von nekrotischem und devitalisiertem Gewebe . . . . .	685
17.3.2.1	Haut . . . . .	685
17.3.2.2	Faszien . . . . .	685
17.3.2.3	Muskulatur . . . . .	685
17.3.2.4	Blutgefäße . . . . .	685
17.3.2.5	Nerven . . . . .	686
17.3.2.6	Knochen . . . . .	686
17.3.3	Stabilisierung der Fraktur . . . . .	686
17.3.3.1	„Mäßige“ Weichteilverletzungen . . . . .	686
17.3.3.2	Schwere Weichteilverletzungen . . . . .	687
17.3.3.3	Wundverschluß . . . . .	687
17.3.3.4	Antibiotika . . . . .	687
17.3.3.5	Postoperative Behandlung . . . . .	687
17.3.3.6	Frakturnachbehandlung . . . . .	688
17.4	Schlußfolgerungen . . . . .	688
	Literatur . . . . .	688

## 18 FRAKTUREN BEIM KIND

Kapitelautoren: Ch. Colton und R.K. Marti

Coautoren: P. Optecam, E. Sander und Ph.G. Spiegel

Mit 26 Abbildungen

Übersetzung: F. Degonda

18.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	689
18.2	Schafffrakturen . . . . .	689
18.2.1	Indikationen zur Osteosynthese . . . . .	689
18.2.2	Zu den verschiedenen Osteosynthesemethoden . . . . .	690

18.3	Peri- und intraartikuläre Frakturen . . . . .	690
18.3.1	Grundprinzipien und Klassifikation . . . . .	690
18.3.2	Operationsindikationen bei epi-/metaphysären Brüchen . . . . .	692
18.3.3	Osteosyntheseformen . . . . .	694
18.4	Humerusfrakturen . . . . .	694
18.4.1	Proximaler Humerus und Humerusschaft . . . . .	694
18.4.2	Distaler Humerus . . . . .	696
18.5	Vorderarmfrakturen . . . . .	700
18.5.1	Radiusköpfchen und Hals, proximaler Vorderarm . . . . .	700
18.5.2	Monteggia-Fraktur . . . . .	702
18.5.3	Vorderarmschaftfrakturen . . . . .	702
18.6	Femurfrakturen . . . . .	704
18.6.1	Proximales Femur . . . . .	704
18.6.1.1	Beschreibung der Osteosynsetechnik . . . . .	704
18.6.2	Femurschaft . . . . .	706
18.6.3	Distales Femur . . . . .	706
18.7	Proximale Tibiafrakturen . . . . .	708
18.8	Frakturen der distalen Tibia und des Tibiaschaftes . . . . .	710
18.9	Andere Frakturen . . . . .	710
	Literatur . . . . .	712

## 19 PSEUDARTHROSEN

Kapitelautor: H. Rosen

Coautoren: B. Friedrich, E. Kuner und F. Vrevo

Mit 40 Abbildungen

Übersetzung: H. Büchel

19.1	Definitionen . . . . .	713
19.1.1	Verzögerte Frakturheilung („Delayed union“) . . . . .	713
19.1.2	Pseudarthrose („Non-union“) . . . . .	713
19.1.2.1	Reaktive hypertrophe Pseudarthrose . . . . .	713
19.1.2.2	Nichtreaktive, atrophe, mehr oder weniger avaskuläre Pseudarthrose . . . . .	714
19.1.3	Pseudarthrose (im engeren Sinn) . . . . .	714
19.2	Ätiologie der „Delayed union“, „Non-union“ und Pseudarthrosen im engeren Sinne	716
19.3	Behandlungsziele bei der Therapie von Pseudarthrosen . . . . .	716
19.4	Therapeutische Richtlinien bei verzögerter Knochenheilung und Pseudarthrose . .	717
19.4.1	Nichtoperative Maßnahmen . . . . .	717
19.4.1.1	Immobilisation . . . . .	717
19.4.1.2	Elektrostimulation . . . . .	717
19.4.2	Operative Richtlinien . . . . .	718
19.5	Prinzipien der operativen Therapie . . . . .	720
19.5.1	Nichtinfizierte Pseudarthrose . . . . .	720
19.5.2	Infizierte Pseudarthrose . . . . .	722

19.6	Präoperative Planung . . . . .	723
19.7	Operative Techniken . . . . .	726
19.8	Postoperative Behandlung . . . . .	740
	Literatur . . . . .	742
20	INFEKTIONEN	
	Kapitelautor: H. Willenegger	
	Coautoren: F. Brussatis, H.M. Grove und K. Korzinek	
	Übersetzung: H. Büchel	
20.1	Infektionsprophylaxe . . . . .	743
20.1.1	Indikationen für Antibiotikaprophylaxe . . . . .	743
20.1.2	Antibiotikawahl . . . . .	744
20.2	Postoperative Hämatome . . . . .	744
20.3	Wundinfektion . . . . .	745
	Literatur . . . . .	746
	SACHVERZEICHNIS . . . . .	747