

Inhaltsübersicht

1 Einführung.....	1
2 Grundlagen	3
<i>Beat P. Kneubuehl</i>	
2.1 Physikalische Grundlagen der Wundballistik	3
2.2 Munitions- und waffentechnische Grundlagen	35
2.3 Ballistik.....	69
3 Allgemeine Wundballistik	91
<i>Beat P. Kneubuehl</i>	
3.1 Einführung.....	91
3.2 Die Vorgänge im Schusskanal; temporäre Höhle	99
3.3 Simulanzien.....	143
3.4 Andere Simulationsmöglichkeiten	162
4 Wundballistik der Geschosse und Splitter.....	171
<i>Beat P. Kneubuehl</i>	
4.1 Zur Wirksamkeit von Geschossen.....	171
4.2 Wundballistik der Kurzwaffengeschosse	195
4.3 Wundballistik der Langwaffengeschosse	223
4.4 Wundballistik der Splitter.....	244
4.5 Die sogenannten «nicht-letalen» Geschosse	253
5 Wundballistik in der Rechtsmedizin	267
5.1 Klassische Rechtsmedizin	267
<i>Markus A. Rothschild</i>	
5.2 Moderne bildgebende Verfahren.....	304
<i>Michael J. Thali</i>	
5.3 Experimentelle Rekonstruktion.....	310
<i>Beat P. Kneubuehl, Michael J. Thali</i>	
6 Wundballistik und Chirurgie.....	322
<i>Robin M. Coupland</i>	
6.1 Die historische Verbindung zwischen Wundballistik und Chirurgie	322
6.2 Wundballistik und ballistisches Trauma: Worin besteht der Unterschied?	323
6.3 Vergleich simulierter und realer Schussverletzungen	324
6.4 Klinische Aspekte realer Verletzungen	330

6.5 Beitrag der Wundballistik zur Versorgung schussverletzter Personen ...	331
6.6 Die Dokumentation ballistischer Traumen.....	336
7 Wundballistik und internationale Abkommen.....	341
<i>Beat P. Kneubuehl</i>	
7.1 Einleitung	341
7.2 Historische Entwicklung von Waffen und Munition.....	341
7.3 Internationale Abkommen	355

Anhang

A Tabellen.....	365
A.1 Übersicht über die Tabellen im Text	365
A.2 Materieeigenschaften.....	367
A.3 Kaliberbezeichnungen	368
A.4 Ballistische Daten von Patronen.....	370
A.5 Bezeichnungen bei Geschossen.....	375
A.6 Geometrische Daten ausgewählter Geschosse	376
A.7 Dralllängen, Drallwinkel und Drehzahlen.....	377
A.8 Schusstafeln.....	379
A.9 Flinten und Schrot	398
B Fachwörterbuch	401
B.1 Deutsch – Englisch – Französisch	401
B.2 Englisch – Deutsch – Französisch	419
B.3 Französisch – Deutsch – Englisch	439
C Literaturverzeichnis.....	457
Abbildungsnachweise	480
Sachverzeichnis	481

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen.....	XXI
SI-Vorsätze für dezimale Teile oder Vielfache von Einheiten	XXV
Umrechnung von Einheiten	XXV
1 Einführung.....	1
2 Grundlagen	3
2.1 Physikalische Grundlagen der Wundballistik	3
2.1.1 Vorbemerkung.....	3
2.1.2 Bezugs- und Maßsysteme, Notation	3
2.1.3 Mechanik.....	4
2.1.3.1 Kinematik, lineare Bewegungen.....	4
2.1.3.2 Masse, Impuls, Kraft.....	7
2.1.3.3 Arbeit und Energie	8
2.1.3.4 Drehbewegungen	10
2.1.3.5 Erhaltungssätze	12
2.1.3.6 Bewegungsgleichungen	13
2.1.4 Fluidodynamik	15
2.1.4.1 Allgemeines	15
2.1.4.2 Thermodynamische Grundbegriffe.....	16
2.1.4.3 Materieeigenschaften	19
2.1.4.4 Reibungsfreie Strömungen.....	22
2.1.4.5 Strömungen mit Reibung	24
2.1.5 Fluidstrahlen.....	27
2.1.5.1 Allgemeines	27
2.1.5.2 Ausströmen aus Mündungen.....	27
2.1.5.3 Laval-Düsen.....	29
2.1.5.4 Geschwindigkeits- und Energieverlauf im Strahl	30
2.1.6 Zur Messtechnik in der Wundballistik.....	31
2.1.6.1 Allgemeines	31
2.1.6.2 Dynamische Vorgänge.....	32
2.1.6.3 Physikalische Maßzahlen.....	34
2.2 Munitions- und waffentechnische Grundlagen	35
2.2.1 Einleitung	35
2.2.2 Munition.....	36

2.2.2.1	Bauteile einer Patrone	36
2.2.2.2	Munitionsarten	44
2.2.2.3	Knall- und Reizstoffkartuschen	55
2.2.2.4	Splitterbildende Munition	57
2.2.3	Waffen.....	59
2.2.3.1	Allgemeiner Aufbau und Einteilung der Schusswaffen...	59
2.2.3.2	Kurzwaffen.....	63
2.2.3.3	Langwaffen	65
2.2.3.4	Schreckschusswaffen	69
2.3	Ballistik.....	69
2.3.1	Definitionen.....	69
2.3.2	Innenballistik.....	70
2.3.2.1	Allgemeines	70
2.3.2.2	Der Pulverabbrand	71
2.3.2.3	Die Schussentwicklung	72
2.3.2.4	Innenballistische Rechnungen.....	72
2.3.2.5	Energiebilanz	73
2.3.3	Die Vorgänge an der Mündung.....	74
2.3.3.1	Strömung der Pulvergase	74
2.3.3.2	Feuererscheinungen	75
2.3.4	Außenballistik	76
2.3.4.1	Allgemeines, Bezeichnungen.....	76
2.3.4.2	Außenballistische Rechnungen	76
2.3.4.3	Schusstafeln	78
2.3.4.4	Die Eigenbewegung des Geschosses	78
2.3.4.5	Flugbahnstörungen.....	79
2.3.5	Stabilität und Folgsamkeit.....	80
2.3.5.1	Definition der Stabilität.....	80
2.3.5.2	Drallstabilisierte Geschosse	81
2.3.5.3	Luftkraftstabilisierte Geschosse	83
2.3.5.4	Schulterstabilisierung.....	84
2.3.5.5	Die Folgsamkeit	84
2.3.5.6	Stabilitätsfragen beim Abpraller	86
2.3.6	Splitterballistik	87
2.3.6.1	Splitterbeschleunigung.....	87
2.3.6.2	Außenballistik der Splitter	88
2.3.7	Modelle der Endballistik	89
2.3.7.1	Allgemeines	89
2.3.7.2	Das Stanzmodell	89
2.3.7.3	Das Verdrängungsmodell.....	89
2.3.7.4	Durchschießen dünner Schichten.....	90

3 Allgemeine Wundballistik	91
3.1 Einführung.....	91
3.1.1 Allgemeines.....	91
3.1.2 Historisches zur Wundballistik	92
3.1.3 Grundlegende Beziehungen	98
3.2 Die Vorgänge im Schusskanal; temporäre Höhle	99
3.2.1 Vorbemerkungen.....	99
3.2.1.1 Zum Begriff der temporären Höhle	99
3.2.1.2 Betrachtungsweisen	100
3.2.1.3 Experimentelle Modellierung wundballistischer Vorgänge	101
3.2.2 Bewegung und Verhalten des Geschosses	102
3.2.2.1 Langwaffengeschosse	102
3.2.2.2 Kurzwaffengeschosse.....	108
3.2.2.3 Splitter und splitterähnliche Geschosse	109
3.2.2.4 Überblick über die möglichen Schusskanaltypen	112
3.2.2.5 Physikalische Modellansätze	112
3.2.3 Die temporäre Höhle	115
3.2.3.1 Phänomenologie der temporären Höhle.....	115
3.2.3.2 Quantitative Beschreibung der temporären Höhle.....	122
3.2.3.3 Einfluss der Auftreffbedingungen und der Geschoss- daten	124
3.2.3.4 Einfluss der Querschnittsbelastung auf die Form der temporären Höhle.....	128
3.2.4 Das Geschossverhalten in Abhängigkeit der Bauart.....	131
3.2.4.1 Einteilung der Geschosse	131
3.2.4.2 Allgemeines zur Geschossdeformation und -zerlegung.	132
3.2.4.3 Experimentelle Befunde.....	134
3.2.5 Gesetzmäßigkeiten beim Knochenschuss	138
3.2.6 Temperatur und Sterilität von Geschossen	139
3.2.6.1 Historisches	139
3.2.6.2 Geschosstemperatur	140
3.2.6.3 Bakteriell verunreinigte Geschosse.....	141
3.2.6.4 Bemerkung über Verbrennungen durch Geschosse.....	142
3.3 Simulanzien	143
3.3.1 Allgemeines.....	143
3.3.2 Gelatine	144
3.3.2.1 Eigenschaften, Herstellung	144
3.3.2.2 Herstellung der Gelatineblöcke, Vorbereitung zum Beschuss.....	145
3.3.2.3 Auswertung der Gelatinebeschüsse	146
3.3.3 Glyzerinseife (Ballistische Seife).....	150

3.3.3.1	Herstellung, Eigenschaften	150
3.3.3.2	Alterungsverhalten	151
3.3.3.3	Auswertung von Seifenbeschüssen.....	152
3.3.3.4	Seife als Messmittel	153
3.3.4	Vergleich Seife – Gelatine	154
3.3.4.1	Allgemeines	154
3.3.4.2	Verfügbarkeit, Handhabung, Messtechnik.....	154
3.3.4.3	Verhalten beim Beschuss	155
3.3.4.4	Welches Simulans?	157
3.3.4.5	Zusammenhang der Auswertemethoden.....	158
3.3.5	Knochen	159
3.3.5.1	Allgemeines	159
3.3.5.2	Röhrenknochen	160
3.3.5.3	Kopfmodell	160
3.3.6	Weitere Simulanzien	161
3.4	Andere Simulationsmöglichkeiten	162
3.4.1	Tier- und Leichenexperimente	162
3.4.1.1	Tierversuche.....	162
3.4.1.2	Leichen.....	165
3.4.1.3	Zellkulturen.....	165
3.4.2	Physikalisch-mathematische Modelle	165
3.4.2.1	Allgemeines	165
3.4.2.2	Geschwindigkeitsprofil nach Sellier	166
3.4.2.3	Der «Computer Man»	167
3.4.2.4	Das «Verwundungsmodell Schütze» (VeMo-S).....	168
4	Wundballistik der Geschosse und Splitter.....	171
4.1	Zur Wirksamkeit von Geschossen.....	171
4.1.1	Wirksamkeit und Wirkung	171
4.1.1.1	Definitionen	171
4.1.1.2	Anteile der Wirkung.....	171
4.1.2	Maßzahlen der Wirksamkeit	173
4.1.2.1	Historisches	173
4.1.2.2	Der «Aufhaltekraft»-Irrtum.....	174
4.1.2.3	Klassische Wirksamkeitszahlen.....	175
4.1.2.4	Zusammenfassung und Beurteilung.....	185
4.1.3	Bestimmung der Wirksamkeit eines Geschosses	187
4.1.3.1	Definition der Wirksamkeit	187
4.1.3.2	Messung der Wirksamkeit	187
4.1.4	Militärische Wirksamkeitskriterien.....	188
4.1.4.1	Wirksamkeitsdefinitionen	188
4.1.4.2	Wahrscheinlichkeiten der Außergefechtsetzung.....	190
4.2	Wundballistik der Kurzwaffengeschosse	195

4.2.1	Eindringtiefe und Durchschlagsvermögen von Geschossen in Gelatine, Seife, Muskulatur und Knochen..	195
4.2.1.1	Allgemeines	195
4.2.1.2	Eindringtiefe in Gelatine, Seife und Muskulatur	196
4.2.1.3	Durchschlagsvermögen in Knochen	205
4.2.1.4	Grenzgeschwindigkeiten für das Auge	210
4.2.2	Kurzwaffengeschosse und ihre Eigenschaften.....	211
4.2.2.1	Allgemeines	211
4.2.2.2	Geschosse mit guten Durchschlagseigenschaften.....	212
4.2.2.3	Im Hinblick auf Wirksamkeit konstruierte Geschosse ..	213
4.2.2.4	Außergewöhnliche Geschosskonstruktionen	218
4.2.3	Gas- und Flüssigkeitsstrahlen als Projektil	219
4.2.3.1	Allgemeines	219
4.2.3.2	Flüssigkeitsstrahlen.....	220
4.2.3.3	Gasstrahlen.....	220
4.2.3.4	Gasstrahlwirkung bei Gas- und Schreckschusswaffen ..	220
4.3	Wundballistik der Langwaffengeschosse	223
4.3.1	Einleitung	223
4.3.2	Effekte abseits vom Schusskanal («remote effects»).....	224
4.3.2.1	Allgemeines	224
4.3.2.2	Stoßwellen.....	225
4.3.2.3	Biologisch-pathologische Folgen der Stoßwellen.....	229
4.3.2.4	Druckwechsel in Blutgefäßen	235
4.3.2.5	Druckstöße auf Blutgefäße.....	236
4.3.2.6	Knochenbrüche abseits des Schusskanals.....	238
4.3.3	Wundballistische Eigenschaften der Langwaffengeschosse	238
4.3.3.1	Geschosse für militärische Verwendung.....	238
4.3.3.2	Jagdgeschosse	240
4.3.3.3	Schrot und Flintenlaufgeschosse	242
4.4	Wundballistik der Splitter.....	244
4.4.1	Allgemeines.....	244
4.4.1.1	Zur Häufigkeit von Splitterverletzungen	244
4.4.1.2	Verletzungen durch splitterähnliche Projektile	245
4.4.2	Bewegungs- und Energiegleichungen eines Splitters	246
4.4.2.1	Hypothesen.....	246
4.4.2.2	Geometrische Form des Schusskanals	247
4.4.2.3	Energie- und Bewegungsgleichung	247
4.4.2.4	Durchmesser der Einschussöffnung und Eindringtiefe..	248
4.4.3	Experimentelle Überprüfung der Modellansätze	249
4.4.3.1	Methodik	249
4.4.3.2	Durchmesser der Einschussöffnung.....	249
4.4.3.3	Eindringtiefe.....	251

4.4.3.4 Vergleich mit weiteren Untersuchungen.....	251
4.4.3.5 Anwendungen	252
4.5 Die sogenannten «nicht-letalen» Geschosse	253
4.5.1 Allgemeines.....	253
4.5.2 Geschosskonstruktionen.....	253
4.5.2.1 Geschosse kleiner Querschnittsbelastung.....	253
4.5.2.2 Expandierende Geschosse.....	255
4.5.2.3 Gummischrot.....	257
4.5.2.4 Spezialgeschosse für Kurzwaffen	259
4.5.3 Wundballistik «nicht-letal» Geschosse	259
4.5.3.1 Eindringende Geschosse	259
4.5.3.2 Nicht eindringende Geschosse	261
4.5.4 Gefährlichkeit von Projektilen	263
4.5.4.1 Gefährlichkeitskriterien	263
4.5.4.2 Bestimmung von Gefährdungsbereichen	264
4.5.4.3 Gefährdungsbereich bei Trägern von Schützaus- rüstung.....	265
5 Wundballistik in der Rechtsmedizin	267
5.1 Klassische Rechtsmedizin	267
5.1.1 Allgemeines.....	267
5.1.2 Untersuchungen am Tatort	267
5.1.2.1 Schussbedingte Beschädigungen am Tatort.....	267
5.1.2.2 Untersuchung der Leiche am Fundort.....	268
5.1.2.3 Analyse des Blutspurenverteilungsmusters	269
5.1.3 Ein- und Ausschussmorphologie in der Haut.....	272
5.1.3.1 Einschusswunde	272
5.1.3.2 Ausschusswunde	276
5.1.3.3 Streifschuss	277
5.1.3.4 Hinweise auf die Schussentfernung	277
5.1.4 Der Schusskanal im Körper	280
5.1.4.1 Wundmorphologie	280
5.1.4.2 Hinweise auf die Schussrichtung innerhalb des Schusskanals	282
5.1.5 Kopfschussverletzungen	283
5.1.5.1 Hirnverletzungen.....	283
5.1.5.2 Schädelverletzungen	284
5.1.6 Schussverletzungen des Rumpfes	287
5.1.6.1 Brustkorb.....	287
5.1.6.2 Abdomen.....	287
5.1.7 Knöcherne Schussverletzungen.....	288
5.1.7.1 Allgemeines	288
5.1.7.2 Platte Knochen	290

5.1.7.3 Lange Röhrenknochen	291
5.1.7.4 Wirbelkörper	292
5.1.8 Besonderheiten bei Flintenschüssen	292
5.1.8.1 Allgemeines	292
5.1.8.2 Einschussmorphologie	293
5.1.8.3 Innere Wundmorphologie	294
5.1.9 Todesursachen und Handlungsfähigkeit	294
5.1.9.1 Todesursachen.....	294
5.1.9.2 Handlungsfähigkeit	296
5.1.10 Besondere Geschosse	299
5.1.10.1 Gasdruckwaffen	299
5.1.10.2 Schreckschuss- und Reizstoffwaffen	300
5.1.10.3 Pfeilschussverletzungen.....	301
5.1.10.4 Bolzenschuss- und Bolzensetzgeräte	302
5.2 Moderne bildgebende Verfahren	304
5.2.1 Oberflächendokumentation	304
5.2.2 Radiologische Dokumentation	305
5.2.3 Fusion von Oberflächen- und radiologischer Dokumentation	308
5.2.4 Dokumentation von Ereignisorten mit modernen bildgebenden Verfahren.....	308
5.3 Experimentelle Rekonstruktion	310
5.3.1 Einführung.....	310
5.3.2 Rekonstruktion von Schussfällen.....	310
5.3.2.1 Vorbemerkungen.....	310
5.3.2.2 Zu beachtende Punkte	311
5.3.2.3 Fallbeispiele	311
5.3.3 Stumpfe Gewalt.....	314
5.3.3.1 Einrichtungen und Möglichkeiten.....	314
5.3.3.2 Anwendungsbeispiele	316
5.3.4 Anwendung der Virtopsy	317
5.3.4.1 Dokumentation und Visualisierung	317
5.3.4.2 Fallbeispiel.....	320
6 Wundballistik und Chirurgie.....	322
6.1 Die historische Verbindung zwischen Wundballistik und Chirurgie	322
6.2 Wundballistik und ballistisches Trauma: Worin besteht der Unterschied? .	323
6.3 Vergleich simulierter und realer Schussverletzungen	324
6.3.1 Vorbemerkungen.....	324
6.3.2 Fallbeispiele	324
6.3.3 Folgerungen.....	329
6.4 Klinische Aspekte realer Verletzungen	330
6.5 Beitrag der Wundballistik zur Versorgung schussverletzter Personen.....	331
6.5.1 Das «Wundprofil»	331

6.5.2	Wodurch wird der Gewebeschaden verursacht?	332
6.5.3	Nachweis von Gas in Geweben anhand eines klinischen Röntgenbildes.....	333
6.5.4	Die «heiße Geschoss»-Theorie.....	333
6.5.5	Brüche langer Röhrenknochen.....	333
6.5.6	Schädel-Hirn-Verletzungen.....	335
6.5.7	Ungeklärte Punkte	335
6.6	Die Dokumentation ballistischer Traumen.....	336
6.6.1	Übersicht	336
6.6.2	Die Bewertung von Verletzungen im Feld.....	337
6.6.3	Die Rolle der Chirurgen und die Anwendung des internationalen humanitären Rechts	339
6.6.4	Die Dokumentation von ballistischem Trauma: Eine breitere Verantwortlichkeit für medizinisch tätige Personen?	339
7	Wundballistik und internationale Abkommen.....	341
7.1	Einleitung	341
7.2	Historische Entwicklung von Waffen und Munition.....	341
7.2.1	Allgemeines.....	341
7.2.2	Entwicklung der Munition	342
7.2.2.1	Der Stand um 1800	342
7.2.2.2	Das Langgeschoss	342
7.2.2.3	Das Zündhütchen	343
7.2.2.4	Die Metallpatrone	344
7.2.2.5	Das raucharme Pulver	344
7.2.2.6	Geschossentwicklungen.....	346
7.2.2.7	Die sogenannten Dum dum geschosse.....	346
7.2.3	Entwicklung der Waffen im 19. Jahrhundert	349
7.2.3.1	Die Vorderlader und ihre Probleme	349
7.2.3.2	Hinterlader	350
7.2.3.3	Repetierer	351
7.2.3.4	Kurzwaffen.....	351
7.2.4	Das 20. Jahrhundert.....	352
7.2.4.1	Munition.....	352
7.2.4.2	Waffen.....	353
7.3	Internationale Abkommen	355
7.3.1	Grundsätze.....	355
7.3.2	Die verschiedenen Abkommen	355
7.3.2.1	Die erste Genfer Konvention von 1864	355
7.3.2.2	Die Deklaration von St. Petersburg 1868.....	356
7.3.2.3	Die Konferenz von Brüssel 1874	356
7.3.2.4	Die Haager Konvention von 1899	357
7.3.2.5	Die Haager Landkriegsordnung von 1907	358

7.3.2.6	Die Genfer Rotkreuz-Abkommen von 1949	359
7.3.2.7	Die Zusatzprotokolle von 1977 zu den Genfer Rotkreuz-Abkommen.....	359
7.3.2.8	Die UNO-Konferenz von Genf 1980	360
7.3.2.9	Die Abkommen aus wundballistischer Sicht	361
7.3.3	Grundlagen für die Formulierung künftiger völkerrechtlicher Konventionen	361
7.3.3.1	Nachteile der Wortlaute bestehender Konventionen	361
7.3.3.2	Projektileunabhängige Beurteilungsverfahren.....	362
7.3.3.3	Normierungsmöglichkeiten.....	363

Anhang

A Tabellen.....	365
A.1 Übersicht über die Tabellen im Text	365
A.2 Materieeigenschaften.....	367
A.2.1 Fluide und fluidähnliche Stoffe.....	367
A.2.2 Feste Stoffe.....	367
A.3 Kaliberbezeichnungen	368
A.3.1 Kurzwaffen.....	368
A.3.2 Armeegewehre	369
A.3.3 Jagd- und Sportgewehre	369
A.4 Ballistische Daten von Patronen.....	370
A.4.1 Kurzwaffenpatronen.....	370
A.4.2 Armeemunition	371
A.4.3 Jagd- und Sportmunition	372
A.4.4 Alte Munition vor 1900 und die dazugehörigen Waffen	373
A.4.5 Ballistische Leistungen einiger Armbrüste und Bögen.....	374
A.4.5.1 Technische Daten.....	374
A.4.5.2 Ballistische Daten	374
A.4.6 Ballistische Daten einiger Sportwurfkörper.....	374
A.5 Bezeichnungen bei Geschossen.....	375
A.5.1 Geschossform	375
A.5.2 Geschossmaterial.....	375
A.5.3 Geschossaufbau.....	375
A.6 Geometrische Daten ausgewählter Geschosse	376
A.6.1 Armeegeschosse	376
A.6.2 Weitere Geschosse	376
A.7 Dralllängen, Drallwinkel und Drehzahlen.....	377
A.7.1 Kurzwaffen.....	377
A.7.2 Langwaffen	377

A.7.2.1 Armeegewehre	377
A.7.2.2 Jagd- und Sportgewehre.....	378
A.8 Schusstafeln.....	379
A.8.1 Erläuterungen	379
A.8.2 Kurzwaffen.....	379
A.8.3 Langwaffen	385
A.8.4 Alte Langwaffen.....	392
A.8.5 Diverses.....	394
A.9 Flinten und Schrot	398
A.9.1 Kaliber von Flintenläufen	398
A.9.2 Ballistische Daten von Schrotkörnern.....	398
A.9.3 Benennung von «Buckshot»-Größen	398
A.9.4 Benennung von normalen Schrotgrößen: angloamerikanisches System	399
A.9.5 Benennung von normalen Schrotgrößen: metrisches System	399
B Fachwörterbuch	401
B.1 Deutsch ⇒ Englisch ⇒ Französisch	401
B.2 Englisch ⇒ Deutsch ⇒ Französisch.....	419
B.3 Französisch ⇒ Deutsch ⇒ Englisch	439
C Literaturverzeichnis.....	457
Allgemeine Literatur	457
Einzelarbeiten.....	459
Abbildungsnachweise	480
Sachverzeichnis	481