

Elvira Bierbach (Hrsg.)

Leseprobe

Naturheilpraxis Heute

Lehrbuch und Atlas

7. Auflage



Urban & Fischer

Inhaltsverzeichnis

1	Praxisführung	1	5	Hygiene	211
1.1	Der Heilpraktikerberuf	1	5.1	Einführung	211
1.2	Praxisgründung	5	5.2	Desinfektion	213
1.3	Grundlagenwissen: Rechtsgebiete	10	5.3	Sterilisation	216
1.4	Werbung und Recht	10	5.4	Hygienegerechtes Verhalten	218
1.5	Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement	15	5.5	☛ HHygieneplan für die Heilpraktikerpraxis	234
1.6	Patientinnen und Patienten in der Naturheilpraxis	18	5.6	Lexikon der wichtigsten Hygienebegriffe	239
1.7	Versicherungsträger	31			
1.8	Abrechnung in der Heilpraktikerpraxis	32	6	Injektion, Infusion und Blutentnahme	241
1.9	Praxismitarbeitende	34	6.1	Bedeutung und rechtliche Grundlagen	241
			6.2	☛ Regeln für Injektion, Infusion und Punktion	242
2	Gesetzeskunde für Prüfung und Praxis	39	6.3	Injektionen	243
2.1	☛ Heilpraktikergesetz	40	6.4	☛ Injektionstechniken	250
2.2	Gesundheitssystem in Deutschland	46	6.5	☛ Infusionen	258
2.3	Stellung von Heilpraktikerinnen und Heilpraktikern im Rechtssystem	47	6.6	Blutentnahmen	263
2.4	☛ Unterbringung, Betreuung, Vormundschaft	48	7	Organisation des menschlichen Körpers	269
2.5	Beziehungen zu anderen Fachberufen	50	7.1	Bestandteile des menschlichen Körpers	269
2.6	Infektionsschutzgesetz	55	7.2	Was sind Lebewesen?	272
2.7	Arzneimittelgesetz	71	7.3	☛ Orientierung am Körper	273
2.8	Betäubungsmittelgesetz	80	7.4	Zelle als elementare Funktionseinheit	275
2.9	Neue-psychoaktive-Stoffe-Gesetz	81	7.5	Zellorganellen	277
2.10	Lebensmittel, Diätmittel, Nahrungsergänzungsmittel	82	7.6	Stofftransport	279
2.11	☛ Medizinprodukte-recht- Durchführungsgesetz	83	7.7	Inneres Milieu – Grundbedingung zur Aufrechterhaltung des Lebens	280
2.12	Sonstige Regelungen im Bereich Diagnostik und Therapie	88	7.8	Regulations- und Anpassungsvorgänge	280
2.13	Melde- und Anzeigepflichten	89	7.9	Grundlagen der Genetik	281
2.14	Gesetzliche Pflichten und Verbote für Heilpraktikerinnen und Heilpraktiker	90	7.10	Genexpression	282
			7.11	Aufbau und Funktion der Gewebe	287
			7.12	Neuronale Informationsverarbeitung	299
3	Anamnese, körperliche und apparative Untersuchungen	93	8	Allgemeine Krankheitslehre	305
3.1	Weg zur Diagnose	93	8.1	Vom Gesundsein und Kranksein	305
3.2	Rahmenbedingungen für Anamnese und Untersuchung	95	8.2	Krankheitsursachen	310
3.3	☛ Anamnese	95	8.3	Geweberegeneration und Gewebeersatz	313
3.4	☛ Untersuchungstechniken	97	8.4	Zelle und Gewebe: Anpassungsreaktionen	313
3.5	☛ Stufenschema zur körperlichen Untersuchung	100	8.5	Zelle und Gewebe: reversible Zell- und Gewebeschäden	314
3.6	☛ Untersuchung bei speziellen Altersgruppen	120	8.6	Zell- und Gewebetod	315
3.7	Hinweisdiagnostik in der Naturheilkunde	122	8.7	Extrazelluläre Veränderungen	316
3.8	Diagnostische Verfahren in der Schulmedizin	129	8.8	☛ Entzündung	316
3.9	Auswertung von Röntgenbildern	134	8.9	Zellersatz	319
			8.10	☛ Tumoren	319
4	Therapeutische Methoden in der Heilpraktikerpraxis	141	9	Bewegungsapparat	331
4.1	Einführung	141	9.1	Ganzheitliche Aspekte	332
4.2	Lexikon wichtiger Therapieverfahren	146	9.2	Anatomie und Physiologie	333
4.3	Arzneimitteltherapie	198	9.3	Untersuchung und Diagnostik	370
4.4	Dosierung und Verordnung	206	9.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	378
4.5	Rezeptieren	207	9.5	Allgemeine Traumatologie	384

9.6	Systemische Knochenerkrankungen, Infektionen und Tumoren	390	12.10	Erkrankungen des Lungenkreislaufs	579
9.7	Erkrankungen der Schleimbeutel, Bänder und Sehnen	400	12.11	Pleuraerkrankungen	580
9.8	Erkrankungen und Verletzungen der Muskulatur	403	12.12	Weitere Lungenerkrankungen	583
9.9	Erkrankungen und Verletzungen der Wirbelsäule	404	13	Verdauungstrakt	587
9.10	Erkrankungen und Verletzungen der Schulterregion	413	13.1	Ganzheitliche Aspekte	587
9.11	Erkrankungen und Verletzungen von Ellenbogengelenk und Unterarm	415	13.2	Anatomie und Physiologie	588
9.12	Erkrankungen und Verletzungen der Hand	417	13.3	Untersuchung und Diagnostik	600
9.13	Erkrankungen und Verletzungen von Beckengürtel und Oberschenkel	419	13.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	607
9.14	Erkrankungen und Verletzungen von Knie und Unterschenkel	422	13.5	Erkrankungen des Mundraums	621
9.15	Verletzungen und Erkrankungen von Sprunggelenk, Ferse, Fuß	424	13.6	Erkrankungen der Speiseröhre	623
9.16	Rheumatische Erkrankungen	426	13.7	Erkrankungen des Magens und Duodenums	627
9.17	Kollagenosen und Vaskulitiden	434	13.8	Erkrankungen von Dünndarm, Dickdarm und Bauchfell	635
10	Herz	441	13.9	Erkrankungen der Analregion	647
10.1	Ganzheitliche Aspekte	441	13.10	Hernien	650
10.2	Anatomie und Physiologie	442	14	Leber, Gallenwege und Bauchspeicheldrüse	655
10.3	Untersuchung und Diagnostik	450	14.1	Ganzheitliche Aspekte	655
10.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	456	14.2	Anatomie und Physiologie	656
10.5	Funktionelle Herzbeschwerden	459	4.3	Untersuchung und Diagnostik	663
10.6	Durchblutungsstörungen des Herzens	460	14.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	666
10.7	➤ Herzinsuffizienz	469	14.5	Erkrankungen der Leber	669
10.8	➤ Herzrhythmusstörungen	474	14.6	Erkrankungen der Gallenblase und Gallenwege	678
10.9	Entzündliche Herzerkrankungen	480	14.7	Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse	683
10.10	Kardiomyopathien	482	15	Stoffwechsel und Ernährung	689
10.11	Herzklappenfehler und weitere Herzfehler	484	15.1	Ganzheitliche Aspekte	689
11	Kreislauf und Blutgefäße	489	15.2	Physiologische Grundlagen	690
11.1	Ganzheitliche Aspekte	489	15.3	Untersuchung und Diagnostik	699
11.2	Anatomie und Physiologie	490	15.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	702
11.3	Untersuchung und Diagnostik	499	15.5	➤ Metabolisches Syndrom	706
11.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	505	15.6	➤ Diabetes mellitus	707
11.5	Blutdruckregulationsstörungen	510	15.7	➤ Fettstoffwechselstörungen	718
11.6	Erkrankungen der Arterien	520	15.8	➤ Hyperurikämie und Gicht	723
11.7	Erkrankungen der Venen	529	15.9	Mangel- und Überflusssyndrome	725
11.8	Gefäßverletzungen	535	15.10	Phenylketonurie	727
12	Atemwege	539	15.11	Porphyrien	728
12.1	Ganzheitliche Aspekte	539	16	Nieren und harnableitende Organe	731
12.2	Anatomie und Physiologie	540	16.1	Ganzheitliche Aspekte	731
12.3	Untersuchung und Diagnostik	549	16.2	Anatomie und Physiologie	732
12.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	555	16.3	Untersuchung und Diagnostik	744
12.5	Atemwegsinfektionen	559	16.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	751
12.6	➤ Chronische Bronchitis und chronisch-obstruktive Lungenerkrankung	569	16.5	Infektionen der Harnwege und Nieren	758
12.7	➤ Lungenemphysem	570	16.6	Glomeruläre Nierenerkrankungen	763
12.8	➤ Asthma bronchiale	572	16.7	Erkrankungen der Nierengefäße	765
12.9	Tumoren der Atemwege	576	16.8	Niereninsuffizienz	766
			16.9	➤ Nierensteinleiden	770
			16.10	Nierenbeteiligung bei anderen Grunderkrankungen	773
			16.11	Fehlbildungen und Tumoren der Nieren, Harnleitern und Harnblase	773

17	Geschlechtsorgane	777	21	Lymphatisches System	927
17.1	Ganzheitliche Aspekte	777	21.1	Ganzheitliche Aspekte	927
17.2	Anatomie und Physiologie der Geschlechtsorgane des Mannes	778	21.2	Anatomie und Physiologie	928
17.3	Anatomie und Physiologie der Geschlechtsorgane der Frau	781	21.3	Untersuchung und Diagnostik	933
17.4	Sexualität	786	21.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	935
17.5	Untersuchung und Diagnostik	788	21.5	Gutartige Erkrankungen des lymphatischen Systems ..	936
17.6	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	793	21.6	Bösartige Erkrankungen des lymphatischen Systems ..	943
17.7	Erkrankungen der Prostata	801	21.7	➤ Milzruptur	946
17.8	Erkrankungen der Hoden und Nebenhoden	804	22	Immunsystem und Immunologie	949
17.9	Erkrankungen des Penis	806	22.1	Ganzheitliche Aspekte	949
17.10	Erkrankungen der männlichen Brust	807	22.2	Bestandteile des Immunsystems	950
17.11	Erkrankungen der Ovarien und Tuben	807	22.3	➤ Unspezifisches und spezifisches Abwehrsystem ...	951
17.12	Erkrankungen der Gebärmutter	810	22.4	Abwehrstrategien des Immunsystems bei Infektionskrankheiten	956
17.13	Erkrankungen von Vulva und Vagina	814	22.5	➤ Impfungen	957
17.14	Erkrankungen der weiblichen Brust	815	22.6	Allergien	961
17.15	Klimakterisches Syndrom	821	22.7	Immundefekte	970
18	Haut und Hautanhangsgebilde	825	22.8	Autoimmunerkrankungen	972
18.1	Ganzheitliche Aspekte	825	23	Nervensystem	979
18.2	Anatomie und Physiologie	826	23.1	Ganzheitliche Aspekte	980
18.3	Untersuchung und Diagnostik	829	23.2	Anatomie und Physiologie	980
18.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	831	23.3	Untersuchung und Diagnostik	1004
18.5	Hautverletzungen	838	23.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	1014
18.6	Neurodermitis	840	23.5	Durchblutungsstörungen und Blutungen des ZNS ...	1025
18.7	Psoriasis	844	23.6	Epileptische Anfälle und Epilepsie	1031
18.8	Allergisch bedingte Hauterkrankungen und Urtikaria ..	847	23.7	Infektiöse und entzündliche Erkrankungen des ZNS ...	1035
18.9	Gutartige Fehlbildungen und Tumoren der Haut	851	23.8	Tumoren des Nervensystems	1037
18.10	Präkanzerosen der Haut	852	23.9	➤ Schädel-Hirn-Trauma	1039
18.11	Bösartige Hauttumoren	853	23.10	➤ Intrakranielle Druckerhöhung	1040
18.12	Weitere Hauterkrankungen	856	23.11	Fehlbildungen und Erkrankungen des Rückenmarks ..	1041
19	Hormonsystem	861	23.12	Erkrankungen des peripheren Nervensystems	1043
19.1	Ganzheitliche Aspekte	861	23.13	Degenerative und systemische Erkrankungen des Nervensystems	1046
19.2	Anatomie und Physiologie	862	23.14	Überblick über neurologische Syndrome	1052
19.3	Untersuchung und Diagnostik	872	23.15	Erkrankungen mit Kopf- und Gesichtsschmerz	1053
19.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	875	23.16	Schmerzen als neurologisches Phänomen	1061
19.5	Erkrankungen der Hypophyse	877	24	Sinnesorgane	1073
19.6	Erkrankungen der Schilddrüse	879	24.1	Ganzheitliche Aspekte	1073
19.7	Erkrankungen der Nebenschilddrüsen	885	24.2	Anatomie und Physiologie	1074
19.8	Erkrankungen der Nebennieren	886	24.3	Untersuchung und Diagnostik	1081
19.9	Apudome	891	24.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose (Augen)	1087
20	Blut	893	24.5	Erkrankungen der Augen	1089
20.1	Ganzheitliche Aspekte	893	24.6	Leitsymptome (Geruchs- und Geschmackssinn) und Erkrankungen der Nase	1097
20.2	Anatomie und Physiologie	894	24.7	Leitsymptome und Differenzialdiagnose (Ohren)	1100
20.3	Untersuchung und Diagnostik	903	24.8	Erkrankungen der Ohren	1102
20.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	907	25	Infektionskrankheiten	1109
20.5	Erkrankungen der Erythrozyten	912	25.1	Ganzheitliche Aspekte	1110
20.6	Erkrankungen der Leukozyten	917	25.2	➤ Grundlagen der Infektiologie und Epidemiologie ..	1111
20.7	Blutgerinnungsstörungen	921			
20.8	➤ Therapeutische Gerinnungshemmung	922			

25.3	Diagnostik bei Infektionskrankheiten	1116	28.7	Häufige Störungen im Kindesalter	1350
25.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	1119	28.8	Seltene Erkrankungen des Kindesalters	1356
25.5	Infektionen durch Bakterien	1122	28.9	➤ Plötzlicher Kindstod (SIDS)	1358
25.6	➤ Infektionen durch Viren	1130	28.10	➤ Gewalt gegen Kinder, Kindesmisshandlung	1359
25.7	Infektionen durch Protozoen	1133			
25.8	Infektionen durch Pilze (Mykosen)	1134	29	Alte Menschen	1363
25.9	Infektionen durch Würmer	1135	29.1	Ganzheitliche Aspekte	1363
25.10	Infektionen durch Gliederfüßer	1136	29.2	Physiologische Veränderungen im Alter	1364
25.11	Infektionen der Haut und Schleimhäute	1137	29.3	Umgang mit alten Patienten	1369
25.12	Infektionen der Atemwege	1153	29.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	1371
25.13	Infektionen der Leber	1161	29.5	Häufige Erkrankungen alter Menschen	1375
25.14	Infektionen des Verdauungstrakts	1165	29.6	Therapeutische Möglichkeiten beim alten Menschen	1376
25.15	Sexuell übertragbare Krankheiten	1178	29.7	Begleitung in der Endphase des Lebens	1378
25.16	Infektionen des Nervensystems	1183			
25.17	„Klassische Kinderkrankheiten“	1192	30	Notfälle	1381
25.18	Organsystemübergreifende bakterielle Infektionen	1201	30.1	➤ Was ist ein Notfall?	1381
25.19	Organsystemübergreifende virale Infektionen	1211	30.2	Rettung	1386
25.20	Organsystemübergreifende Protozoen- und Pilz-Infektionen	1222	30.3	➤ Basismaßnahmen zur Sicherung der Vitalfunktionen	1388
			30.4	➤ Wiederbelebung: kardiopulmonale Reanimation	1391
26	Psychiatrie und Psychotherapie	1229	30.5	Lagerungen	1396
26.1	Ganzheitliche Aspekte	1229	30.6	➤ Bewusstseinsstörungen	1399
26.2	Definitionen psychiatrischer und psychologischer Grundbegriffe	1230	30.7	➤ Schock	1399
26.3	Der Weg zur psychiatrischen Diagnose	1233	30.8	Sauerstoffgabe bei Schock oder Atemnot	1403
26.4	➤ Psychopathologischer Befund	1237	30.9	➤ Akute neurologische Symptome	1404
26.5	Erkrankungen des schizophrenen Formenkreises	1245	30.10	➤ Akute Brustschmerzen (> Tab. 30.10)	1407
26.6	➤ Affektive Störungen	1251	30.11	➤ Akute Atemnot	1408
26.7	➤ Neurotische Störungen	1261	30.12	➤ Akute Bauchschmerzen (akutes Abdomen)	1411
26.8	➤ Belastungs- und Anpassungsstörungen	1271	30.13	Unfälle und Verletzungen	1413
26.9	Somatoforme und psychosomatische Störungen	1272	30.14	➤ Vergiftungen und Rauschzustände	1419
26.10	Persönlichkeitsstörungen	1278	30.15	➤ Verätzungen	1423
26.11	➤ Essstörungen	1281	30.16	Hitze- und kältebedingte Notfälle	1424
26.12	Organisch bedingte psychische Störungen	1284	30.17	Nichttödliches Ertrinken	1429
26.13	➤ Missbrauch und Abhängigkeit	1287	30.18	➤ Geburtshilfe im Notfall	1429
26.14	➤ Suizidalität	1293	30.19	➤ Psychiatrische Notfälle	1431
26.15	➤ Akuthilfe bei psychischen Krisen	1295	30.20	Notfall-Schemata	1432
26.16	Behandlungsmethoden	1295			
			31	Labor	1435
27	Schwangerschaft, Geburt und Stillzeit	1303	31.1	Möglichkeiten der Labordiagnostik	1435
27.1	Ganzheitliche Aspekte	1303	31.2	Materialgewinnung und Transport	1438
27.2	Die Schwangerschaft	1304	31.3	Standard-Laboruntersuchungen des Blutes	1440
27.3	Die Geburt und das Wochenbett	1316	31.4	➤ Standardwerte (> Tab. 31.4)	1442
27.4	Schwangere und Stillende in der Praxis	1323			
			32	Anhang	1453
28	Kinder	1329	32.1	Terminologie	1453
28.1	Ganzheitliche Aspekte	1329	32.2	Maßeinheiten	1457
28.2	Wachstum und Entwicklung des gesunden Kindes	1330	32.3	Differenzialdiagnosen und Leitsymptome auf einen Blick	1458
28.3	Umgang mit kranken Kindern	1336	32.4	Abbildungsnachweis	1470
28.4	Medikamentöse Therapie bei Kindern	1338			
28.5	➤ Häufige Krankheitszeichen des Kindes	1339			
28.6	Häufige Erkrankungen im Kindesalter und ihre Leitsymptome	1344			
				Register	1473

Ellenbogen klagt, der Verdacht auf einen Tennisellenbogen, bei einem Taubenzüchter mit Husten der Verdacht auf eine Ornithose.

Da viele Erkrankungen erblich mitbedingt sind, ist meist auch eine **Familienanamnese** erforderlich. Fragen Sie insbesondere nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen, onkologischen Erkrankungen, Diabetes mellitus und psychischen Erkrankungen in der Verwandtschaft des Patienten.

Ebenfalls von Interesse sind aus naturheilkundlicher Sicht z. B. die durchgemachten Kinderkrankheiten, das Material des Zahnersatzes (mögliche Amalgambelastung?), Narben oder chronische Entzündungen als Störfelder und der Zustand der Zähne (Herdbelastung durch eiternde oder wurzeltote Zähne?).

Anamneseerhebung bei Kindern

Die Erhebung der aktuellen Beschwerden gestaltet sich bei der Anamnese von Kindern häufig schwierig. Bei Säuglingen und Kleinkindern können entsprechende Angaben nur von den Eltern oder anderen Begleitpersonen erfragt werden. Bei älteren Kindern können verschiedene Hilfsmittel sinnvoll sein, z. B.:

- Mit einer Puppe oder einem Teddy kann das Kind den Ort und die Ausdehnung von Schmerzen zeigen.

- Mithilfe einer Intensitätsskala (z. B. Faces Pain Scale) kann das Kind den Grad der Beschwerden ausdrücken.

Der Untersuchende fragt bei ihm bis dahin unbekanntem Kindern außerdem immer nach dem bisherigen Wachsen und Gedeihen und lässt sich das Kinder-Vorsorgeheft zeigen. Wichtige Informationsquellen sind auch Mutterpass, Vorsorgeheft und Impfausweis.

Gesprächsführung

- Lassen Sie den Patienten zuerst möglichst frei berichten. Stellen Sie dazu offene Fragen, die den Patienten in seinen Antwortmöglichkeiten nicht einschränken.
- Stellen Sie Fragen, die den Patienten zum Erzählen ermutigen, z. B.: „Wie haben die Beschwerden angefangen? Wie ging es dann weiter?“ (möglichst in chronologischer Reihenfolge).
- Präzisieren Sie den Patientenbericht, indem Sie z. B. auf Folgendes achten:
 - Hinterfragen Sie Generalisierungen: „Immer habe ich Kopfschmerzen.“ Präzisierende Zwischenfrage stellen: „Wirklich immer?“
 - Lassen Sie sich allgemeine (v. a. populärmedizinische) Begriffe erklären. Jeder versteht etwas anderes unter den Begriffen.

„Vor drei Monaten hatte ich einen Nervenzusammenbruch.“ Mögliche Rückfragen: „Wie äußerte sich der Nervenzusammenbruch? Welche Beschwerden hatten Sie dabei? Was meinen Sie mit Nervenzusammenbruch?“

- Begründen Sie Unterbrechungen des Redeflusses des Patienten, z. B. „Um mir ein besseres Bild zu machen ...“ oder „Habe ich Sie richtig verstanden, dass ...“
- Vermeiden Sie Suggestivfragen, z. B. „Dabei strahlte der Schmerz doch auch in die Arme aus, oder?“
- Stellen Sie keine Fragen, die dem Patienten das Gefühl geben, sich rechtfertigen zu müssen. Dies sind oft Fragen, die mit warum, weshalb, wieso beginnen. Zum Beispiel statt „Warum sind Sie so nervös?“ besser „Wie kommt es, dass Sie nervös sind?“
- Stellen Sie immer nur eine Frage, und lassen Sie dem Patienten ausreichend Zeit zur Beantwortung.
- Zum Abschluss des Gesprächs – also nach einer gewissen „Aufwärmphase“ – sollte eine Frage gestellt werden, die dem Patienten ermöglicht, Sorgen oder Wünsche mitzuteilen, die er bislang nicht zu äußern wagte, z. B. „Gibt es noch etwas, worüber Sie mit mir sprechen möchten?“

3.4 ➤ Untersuchungstechniken

Untersuchung von Nase und Ohren > 24.3.2

Untersuchung des Nervensystems > 23.3.2

An die Anamnese schließt sich die **körperliche Untersuchung** an. Sie umfasst eine Allgemeinuntersuchung, ggf. die Erhebung von Lokalbefunden, etwa einer Hautveränderung oder Untersuchungen z. B. der Nase und der Ohren (> 24.3.2) oder des Nervensystems (> 23.3.2).

Für eine gründliche Allgemeinuntersuchung sollten Sie und Ihr Patient ungestört sein. Der Raum muss so warm sein, dass der (teil-)entkleidete Patient nicht friert. Das Schamgefühl des Patienten wird z. B. durch einen Sichtschutz und durch das Abdecken nicht untersuchter Körperregionen gewahrt. Ängste und Unsicherheiten des Patienten sollten direkt angesprochen werden. Dies gilt auch für Kinder.

Die Anwesenheit von Bezugspersonen (bei Kindern die Eltern, bei desorientierten Patienten vertraute Personen) kann hilfreich sein. Auch wenn sich ein älterer Mensch unsicher fühlt, kann die Anwesenheit eines nahestehenden Menschen sinnvoll sein.

Jede systematische körperliche Untersuchung besteht aus **Inspektion** (> 3.4.1), **Palpation** (> 3.4.2), **Perkussion** (> 3.4.3), **Auskultation** (> 3.4.4) und **Funktionsprüfungen** (> 3.4.5). Sie wird am besten nach dem Grundsatz „von Kopf bis Fuß“ vorgenommen.

3.4.1 ➤ Inspektion

Inspektion (lat. inspectio = Durchsicht): Betrachten des Patienten; bezieht sich auf alles Sichtbare am Patienten (z. B. Haut, Körperform, Behaarung, Muskulatur, Verhalten).

Achten Sie dabei auf Form, Größe, Farbe und pathologische Abweichungen von der Norm. Die Betrachtung und Beobachtung des Patienten beginnt bereits bei der Begrüßung: Schon sein Händedruck und die Art seines Auftretens enthalten erste Informationen. Mit der Inspektion verschaffen Sie sich einen vorläufigen Gesamteindruck.

Wichtig für die Inspektion sind optimale Lichtverhältnisse, die die Farben unverfälscht wiedergeben, da z. B. eine leichte Gelbfärbung der Haut oder Skleren bei gelblichem Neonlicht übersehen werden kann. Beurteilt werden:

- Allgemein- und Ernährungszustand: z. B. Über-, Untergewicht, Auszehrung, Fettverteilungstyp (> 15.3.2)
- Körperhaltung: z. B. Schonhaltung bei Schmerzen, durch Krankheit veränderte Haltung
- Bewegungsablauf, Koordination, Gangbild
- Mimik
- Haut, Schleimhäute, Skleren
- Haare, Nägel

- Mundhöhle, Rachen: z. B. Beläge
 - Muskulatur: z. B. Atrophien (> 9.4.5)
 - Form von Brustkorb (z. B. Trichterbrust, eine Einsenkung der vorderen Wand des Brustkorbs), Brüsten (z. B. Einziehungen) und Bauchraum (z. B. Aszites)
 - Wirbelsäule, Extremitäten (z. B. Beinumfangsdifferenz, Gelenkdeformierungen)
- Bei allen Patienten, auch bei jungen, scheinbar gesunden Patienten mit z. B. einem leichten Unfall, werden stets folgende Organe **routinemäßig** untersucht:
- Mundhöhle und Rachen des Patienten werden betrachtet (> 3.5.5). Die Schilddrüse wird abgetastet (> 3.5.5).
 - Herz und Lungen werden abgehört (> 3.5.7, > 3.5.8).
 - Der Blutdruck wird an beiden Armen gemessen (> 11.3.2).
 - Alle Pulse werden beidseits getastet, bei älteren Patienten werden die großen Gefäße auskultiert, da bei Verengungen möglicherweise Stenosegeräusche hörbar sind (> 11.3.2).
 - Das Abdomen wird auf Druckschmerz oder Resistenzen abgetastet (> 3.5.9).
 - Bei den Bewegungen des Patienten achten Sie auf Form und Beweglichkeit von Wirbelsäule und Extremitäten (> 3.5.10).

- Die Prüfung des Nervensystems (> 3.5.11) erfolgt während der ganzen Untersuchung durch Beobachtung der Sprache, der Bewegungen sowie der Koordination des Patienten. Die Prüfung der wichtigsten Reflexe und der Pupillenreaktionen schließt die Untersuchung des Nervensystems ab.

3.4.2 ▶ Palpation

Palpation (lat. *palpare* = tasten): Abtasten oder Befühlen des Patienten; erlaubt die Beurteilung von Größe, Form, Lage, Konsistenz, Beweglichkeit, Druckschmerz, Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur der untersuchten Organe oder Strukturen.

Bei der Palpation wird mit einem oder mehreren Fingern einer oder beider Hände die Körperoberfläche (> Tab. 3.2) abgetastet oder befühlt. Es muss gefühlvoll und mit warmen Händen palpirt werden, ferner schonend, um keine unnötigen Schmerzen zu verursachen.

Hinweis

Achten Sie bei der Palpation auf warme Hände!

Der Tastsinn ist besonders ausgeprägt in den Fingerspitzen und Fingerbeeren, für den Temperatursinn ist der Handrücken, für den Vibrationssinn die distale (rumpferne) Handinnenfläche besser geeignet. Je nach untersuchter Struktur wird unterschiedlich palpirt: nur oberflächlich oder in die Tiefe mit entsprechendem Druck, mit einem oder mehreren Fingern, einer Hand oder beiden Händen.

3.4.3 ▶ Perkussion

Perkussion (lat. *percussio* = das Schlagen, Klopfen): Beklopfen der Körperoberfläche des Patienten für zwei diagnostische Aussagen: Die Perkussion

- ermöglicht durch den unterschiedlichen Schall Rückschlüsse auf die Dichte der darunterliegenden Gewebe oder Organe (> Tab. 3.3),

- sie dient auch der Provokation des sog. Klopfschmerzes und gibt dadurch Hinweise auf Krankheitsprozesse wie z. B. Entzündungen.

Im Wesentlichen wird der Charakter des Klopfschalls beeinflusst durch die Schwingungsfähigkeit des beklopften Körperbereichs und die Dämpfung der Perkussionsschwingungen durch luftfreies Gewebe oder Flüssigkeit. Die Perkussion kann direkt oder indirekt durchgeführt werden. Die Schläge sollen locker aus dem Handgelenk kommen.

- Die **direkte Perkussion** geschieht direkt auf die Haut mit den Fingern (z. B. Nasennebenhöhlen), der Handkante (z. B. Nierenlager) oder der ganzen zur Faust geballten Hand (z. B. Wirbelsäule).
- Die **indirekte Methode** wird in Form der Finger-Finger-Perkussion durchgeführt. Dabei wird vom linken Zeige- oder Mittelfinger das Fingerendglied oder der gesamte Finger auf das zu perkutierende Gewebe überstreckt gelegt. Dieser Finger wird nach einem kleinen medizinischen Hilfsgerät

Tab. 3.2 Die wichtigsten Palpationsstellen.

Wo wird palpirt	Was wird palpirt?	Worauf muss man achten?	Siehe auch
Kopf	Austrittspunkte des N. trigeminus	Schmerz	> Abb. 3.9
	Augapfel bei Verdacht auf erhöhten Augeninnendruck	Härte	> 24.3.2
	Tragus: bei V. a. Mittelohrentzündung	Schmerz	> 24.3.2
Hals	Lymphknoten	Schmerz, Größe, Verschieblichkeit, Beschaffenheit	> Abb. 3.19b und > Abb. 3.19c, > 21.3.2
	Schilddrüse	Größe, Schmerz	> Abb. 3.10 bis > Abb. 3.12, > 19.3.2
	Halsschlagader	Pulsfrequenz, -qualität	> Abb. 3.31, > 11.3.2
Thorax	Atmung, Thoraxbeweglichkeit	Seitengleichheit	> 3.5.7, > 12.3.2
	Stimmfremitus	Qualität (Abschwächung)	> 12.3.2, > Abb. 3.21
	Herzspitzenstoß	Lokalisation	> Abb. 3.28, > Abb. 10.13
	Mammae (weibliche Brust)	Knoten, Schmerz, Verhärtungen, Absonderungen	> 3.5.7, > 17.4.2
	Achsellymphknoten	Schmerz, Größe, Verschieblichkeit, Beschaffenheit	> Abb. 3.19e–h, > 21.3.2
Abdomen	vier Quadranten	Druckschmerz, Resistenzen	> Abb. 3.41a, > Abb. 3.41b, > 13.3.2
	Leber	Größe, Grenzen, Konsistenz, Schmerz	> Abb. 3.40, > 14.3.2
	Gallenblase	Schmerz	> 3.5.9, > 14.3.2
	Milz	Tastbarkeit (nur bei extrem schlanken Patienten tastbar; meist pathologisch vergrößert, wenn sie getastet werden kann)	> Abb. 3.41, > 21.3.2
	Nieren	Lage, Größe	> 16.3.2
	Leistenkanal	Hernien	> 13.10
	Leistenlymphknoten	Schmerz, Größe, Verschieblichkeit, Beschaffenheit	> 3.5.6, > 21.3.2
	Analkanal	Knoten, Tumoren, Prostata	> 3.5.9, > 13.3.2
	Gefäße	Puls	Frequenz, Qualität
	Tuberculum majus, Sulcus intertubercularis, Akromioklavikulargelenk	Schmerzen	> 9.3.2
	Ellenbogengelenk dorsal über Ulna	Rheumknötchen	> 9.3.2
	Kniegelenk	Reiben, tanzende Patella	> Abb. 9.58
	Payr-Zeichen	Schmerzen	> Abb. 9.59
	prätibial	Ödeme	> 11.4.2
	Unterschenkel im Seitenvergleich	Temperatur	> 11.3.2
	Dornfortsätze	Schmerz, Verlauf	> 3.5.10, > 9.3.2
	paravertebrale Muskulatur	Muskelhartspann	> 3.5.10, > 9.3.2

Tab. 3.3 Die wichtigsten Perkussionsstellen.

Körperregion	Wo wird perkutiert?	Worauf ist zu achten?	Siehe auch
Kopf	Schädelkalotte	Schmerz	> 3.5.5, > 23.3.2
	Warzenfortsatz (Mastoid)	Schmerz	> 24.3.2
	Nasennebenhöhlen	Schmerz	> Abb. 3.13, > Abb. 3.14
Thorax	Lunge	Grenzen, Qualität	> Abb. 3.22 bis > Abb. 3.24, > 12.3.2
	Herz	Grenzen	> 3.5.8, > Abb. 10.14
Abdomen	alle vier Quadranten	Flüssigkeits-(Aszites), Gasansammlung (Meteorismus)	> Abb. 3.42, > 13.3.2
	Blase	Füllungszustand	> Abb. 3.42
	Leber	Grenzen, Schmerz	> Abb. 3.43, > 14.3.2
	Milz	Grenzen, Schmerz	> Abb. 3.44, > 21.3.2
	Nieren, Nierenlager	Grenzen, Schmerz	> Abb. 3.45, > 16.3.2
Wirbelsäule	entlang der Dornfortsätze	Schmerz	> Abb. 3.50, > 9.3.2

Plessimeterfinger genannt. Der gebeugte Zeige- oder Mittelfinger der rechten Hand dient als Perkussionshammer. Die Perkussion erfolgt locker aus dem Handgelenk mit kurzem, schnell zurückfederndem Schlag (> Abb. 3.3).

Hinweis

Die **Perkussionstechnik** zu erlernen, braucht Geduld. Üben Sie daher oft an sich selbst oder anderen, um ein Ohr für die unterschiedlichen Klänge zu bekommen. Denken Sie auch daran, dass Gegenstände zum Üben beklopft werden können!



Abb. 3.3 Die indirekte Perkussion (Finger-Finger-Perkussion) erfolgt locker aus dem Handgelenk mit kurzem, schnell zurückfederndem Schlag. [K116]

Die Perkussion zur **Bestimmung der Klangqualität** wird insbesondere im Bereich von Brust und Bauch eingesetzt, um z. B. Organgrenzen zu bestimmen oder eine Lungenerkrankung zu erkennen. Der Perkussionsschall reicht jedoch nur ca. 5 bis 6 cm in die Tiefe, daher können mittels der Perkussion tiefer liegende pathologische Prozesse nicht erfasst werden. Bei adipösen Patienten ist die Aussagekraft aus diesem Grund stark eingeschränkt.

Folgende Qualitäten des Perkussionsschalls werden unterschieden:

- **sonor**: große Amplitude (Schwingungsweite), laut, anhaltend, tief (z. B. über dem gesunden Brustkorb)
- **hypersonor**: übergroße Amplitude, sehr lang anhaltend, ungewöhnlich laut (z. B. über der Lunge beim Lungenemphysem)
- **gedämpft (Schenkelschall)**: leise, dumpf (z. B. über dem Oberschenkel)
- **tympanitisch**: volltönend mit regelmäßigen Schwingungen (z. B. bei gasgeblähten Darmschlingen)
- **metallisch**: sehr hohe Obertöne, tiefer Grundton, langsam abklingend (z. B. beim mechanischen Darmverschluss)

Die Perkussion als **Untersuchung auf Klopf-schmerzhaftigkeit** wird z. B. durchgeführt auf der Region der Nasennebenhöhlen bei Verdacht auf Sinusitis (> 12.4.2), über den Nierenlagern bei Verdacht auf Nierenbeckenentzündung (> 16.5.3) oder – besonders vorsichtig – über den Wirbelkörpern bei Verdacht auf Osteoporose (> 9.6.1).

3.4.4 ➤ Auskultation

Auskultation (lat. auscultare = horchen): Abhören des Patienten; es werden die im Körper entstehenden Schallphänomene wahrgenommen (> Tab. 3.4).

Das Abhören erfolgt mit einem **Stethoskop**. Das Stethoskop besitzt meist einen Membranteil für hohe Frequenzen und einen offenen Aufnahmetrichter für tiefe Frequenzen. Mit bloßem Ohr sind häufig degenerative Veränderung an den Gelenken (z. B. Kniegelenke) zu hören.

Hinweis

Die richtige Auskultation gelingt, wenn Sie folgende Regeln beachten:

- Für die Auskultation von Herz, Lunge, Bauch und Gefäßen empfiehlt sich ein Gerät mit einem umstellbaren Doppelmembran-Bruststück, da hiermit hohe und tiefe Töne wahrnehmbar sind. Für die Blutdruckmessung (> 11.3.2) ist ein Gerät mit Flachmembran geeignet.
- Die Ohrstücke (Oliven) des Stethoskops sollten passen, ansonsten treten künstliche Geräusche auf.
- Beim Einlegen der Ohrstücke müssen die Olivenöffnungen in Richtung der Gehörgänge weisen, d. h. „in Richtung Nase“.
- Das Stethoskop muss an der Körperoberfläche (z. B. Thoraxwand) ganz aufliegen.
- Bei der Gefäßauskultation das Stethoskop nur locker auflegen, sonst entsteht ein künstliches Gefäßgeräusch.

Tab. 3.4 Die wichtigsten Auskultationsstellen.

Wo wird auskultiert	Was wird auskultiert?	Worauf muss man achten?	Siehe auch
Thorax	Lunge	Atemgeräuschqualität, pathologische Geräusche	> Abb. 3.25 bis > Abb. 3.27, > 12.3.2
	Herz	Herztöne, Geräusche, Rhythmus, Frequenz	> Abb. 3.29, > Abb. 3.30, > 10.3.2
Gefäße	große Arterien, z. B. Halsschlagader, Oberschenkelarterie, Aorta abdominalis (s. unten)	Länge (lang = pathologisch), Reibegeräusche (Stenose)	> Abb. 3.36, > Abb. 3.37, > 11.3.2
Abdomen	vier Quadranten	Darmgeräusche durch Bewegung von Flüssigkeit und Gas	> Abb. 3.41, > 13.3.2
	Aorta abdominalis	Strömungsgeräusch	> Abb. 3.38
	Leber (Kratzauskultation)	Veränderung der Klangqualität definiert Organgrenzen	> Abb. 3.40, > 14.3.2

Tab. 3.5 Die wichtigsten Funktionsprüfungen und Tests, die mit einfachen Mitteln in der Praxis durchgeführt werden können.

Organ	Untersuchung	Aussage	Siehe auch
Tränenrüden	Schirmer-Test	Menge der Tränenproduktion	> 24.3.2
Augen	Pupillenreaktion auf Licht	direkter und indirekter Lichtreflex	> Tab. 23.13, > 3.5.5
	Lesen von Leseprobetafeln	Sehschärfe	> 24.3.4
	Blickbewegungen	Motilität	> 24.3.2
Ohren	Flüstersprache	Hörvermögen	> 24.3.4
	Weber-/Rinne-Versuch	Vergleich Knochen- und Luftleitung	> Abb. 24.17, > Abb. 24.18
Herz	EKG	Rhythmus, Lagetyp, Hypertrophie, Infarkt	> 10.3.4
Kreislauf	Lagerungsprobe nach Ratschow, Gehetest	Durchblutung der Beine	> 11.3.2
	Perthes-Test	Durchgängigkeit der tiefen Beinvenen Funktion der Venenklappen	> 11.3.2
	Trendelenburg-Versuch	Funktion der Klappen an Beinvenen	> Abb. 11.15
	Schellong-Test	Blutdruckregulation	> Abb. 11.14
	Allen-Test, Faustschlussprobe	Durchblutung der Hände	> 11.3.2
Lunge	Kleinspirometer-Test	Messung der Vitalkapazität	> 12.3.3
	Peak-Flow-Meter-Test	Höchstwert des Ausatemstroms bei forcierter Ausatmung	> Abb. 12.21
Appendix	McBurney-Punkt, Lanz-Punkt	Druckschmerz bei Appendizitis	> Abb. 13.19
	Blumberg-Zeichen	Erschütterungs-/Loslassschmerz bei Appendizitis	> Abb. 13.19, > 13.8.5
Abdomen	Abwehrspannung	V. a. Peritonitis, Entzündung von Bauchorganen	> 13.3.2
	Loslassschmerz	Peritonitis, evtl. Appendizitis	> 13.3.2
	Murphy-Zeichen	druckschmerzhafte Gallenblase	> 14.3.2
	Courvoisier-Zeichen	Vergrößerung der Gallenblase	> 14.3.2
Kniegelenk	Steinmann-Zeichen I/II, Böhler-Zeichen	Meniskusschaden	> Abb. 9.59, > 9.3.2
	Zohlen-Zeichen	Erkrankung des Kniegelenks	> 9.3.2
	Apley-Zeichen	Schaden des Kapsel-Band-Apparats bzw. des Meniskus	> Abb. 9.59
	Schubladenphänomen	Bänderschaden	> Abb. 9.59
	tanzende Patella	Kniegelenkerguss	> Abb. 9.58
Wirbelsäule	Schober-Zeichen, Ott-Zeichen, Mennell-Zeichen	Beweglichkeit der Wirbelsäule, Erkrankung von Iliosakral- bzw. Facettengelenk	> Abb. 9.56, > 9.3.2
	Milgram-Test	Lokalisation diffuser Rückenschmerzen	> 9.3.2
Nervensystem	Finger-Nase-Versuch, Knie-Hacken-Versuch	Ataxie	> 23.3.2
	Schraubbewegung Unterarm	Dysdiadochokinese	> 23.3.2
	Lasègue-Test, Kernig-Test, Brudzinski-Zeichen, Prüfung der Nackensteife	Schmerzhafte Dehnung von Rückenmark, Meningen, Nervenwurzeln	> Abb. 23.37, > 23.3.2
	Hirnnerventests	Funktion der 12 Hirnnerven	> Tab. 23.2
	Pyramidenbahnzeichen	Funktion der Pyramidenbahn	> Tab. 23.7
	Prüfung der Feinmotorik	Beweglichkeit der Hände, Füße, Beine	> 23.3.2
	Sensibilitätsprüfungen	Kontrolle der Körperempfindungen	> 23.3.2

3.4.5 ▶ Funktionsprüfungen und Tests

Im Rahmen der Funktionsdiagnostik (> 3.8.1) werden spezifische Leistungen eines Organs oder Organsystems geprüft (> Tab. 3.5).

Manchmal sind die Grenzen zwischen einer gründlichen Allgemeinuntersuchung und einer einfachen Funktionsprüfung fließend. Achten

Sie beispielsweise bei jeder Allgemeinuntersuchung auf Bewegungseinschränkungen des Patienten.

3.5 ▶ Stufenschema zur körperlichen Untersuchung

In diesem Kapitel werden Sie Schritt für Schritt den Ablauf einer normalen Erstuntersuchung verfolgen können. Der dargestellte Untersuchungsgang ist so gewählt, dass Sie sich damit einen Überblick über die wichtigsten Körperfunktionen verschaffen können. Bei bestimmten

Beschwerden ist es aber erforderlich, weiterführende Untersuchungstechniken anzuwenden, die Ihnen in den jeweiligen „Organkapiteln“ vorgestellt werden.

Es ist unerlässlich, dass Sie sich für die Untersuchung ein strenges schematisches Vorgehen

aneignen, um keine wesentlichen Befunde und Symptome zu übersehen. Die dargestellte Vorgehensweise ist lediglich **eine** Möglichkeit zu untersuchen, andere Untersuchungsabläufe können genauso richtig sein oder für Sie persönlich besser passen.

Hinweis

Es ist wichtig, dass Sie den Patienten Schritt für Schritt über Ihr Vorgehen informieren und ihm die einzelnen Untersuchungen erklären.

Für die Untersuchung sollten Sie eine Untersuchungsliege mit einer festen Unterlage und einem verstellbaren Kopfteil zur Verfügung haben. Verwenden Sie aus hygienischen Gründen Papierauflagen, die nach jedem Patienten gewechselt werden. Führen Sie entsprechend Ihres Hygieneplans (> 5.5) eine Flächendesinfektion durch. Achten Sie auf eine helle und neutrale Beleuchtung.

Legen Sie sich das Handwerkszeug, das Sie benötigen, vorher bereit: Maßband, Waage, Messlatte, Thermometer, Blutdruckmessgerät, Uhr mit Sekundenzeiger, Stethoskop, Stablampe, Holzspatel, Augenspiegel, Ohrenspiegel, Reflexhammer, Sicherheitsnadel, Stimmgabel, Gummihandschuhe, Fingerlinge, Vaseline, Watte, Papiertücher, ggf. weiteres Zubehör für spezielle Untersuchungen, Karteikarte zur Dokumentation, Schreibzeug.

Hinweis

Eine exakte körperliche Untersuchung kann nur vorgenommen werden, wenn der Patient entkleidet ist. Dabei sollten Sie die Scheu der meisten Patienten berücksichtigen und einfühlsam mit ihnen umgehen.

3.5.1 ► Wichtige Allgemeinzustand und Gesamteindruck

Beurteilt werden der physische und psychische Allgemeinzustand sowie der Ernährungszustand des Patienten. Dabei soll sich ein Allgemeineindruck aus wichtigen Leitsymptomen ergeben.

Bereits bei der Begrüßung (> Abb. 3.4), noch vor Anamnese und Untersuchung, gewinnen Sie einen ersten Eindruck vom Patienten. Auftreten (selbstsicher, unsicher, kontaktfreudig?), Hän-



Abb. 3.4 Bereits während der Begrüßung gewinnen Sie einen ersten Eindruck von dem Patienten. Sie können sein Auftreten, seine Körperhaltung, sein Gangbild sowie seinen Ernährungszustand grob beurteilen. [K116]

dedruck (feuchte, kalte oder warme Hände, fester Händedruck?), Ernährungszustand (Über-, Unter-, Normalgewicht?), Größe. Bewegung und Körperhaltung werden betrachtet: Bewegungsunruhe, Zittern (z. B. der Hände), Zwangsbewegungen, Gangbild (normal, hinkend, ataktisch, Fallneigung, spastisch-steif, breitbeinig, schlurfend, kleinschrittig?), regelrechte Koordination oder Koordinationsstörungen, Lähmungen oder Minderbewegung einer Extremität.

Während der Anamnese können Sie Ihren ersten Eindruck – unabhängig vom Gesprächsinhalt – erweitern: Sprache (normal, Aphasie, Stottern, Stammeln, Dysarthrie?), Stimme (Tonhöhe, Heiserkeit, Aphonie, nasale Stimme bei behinderter Nasenatmung?), Atmung (Unregelmäßigkeiten, Atemtyp wie Bauch- oder Brustatmung, Frequenz?), Husten, Mimik, Geruch, psychische Stimmung (Nervosität? Niedergeschlagenheit?), Bewusstsein und Bewusstseinsstörungen.

Hinweis

Kann der Patient bei der Anamnese keine genauen Angaben zu seiner Größe und seinem Gewicht machen oder scheinen diese unzuverlässig, müssen Sie ihn messen und wiegen.

3.5.2 ► Allgemeine Inspektion

- Schauen Sie sich zunächst den Patienten **von vorne** an. Beurteilen Sie Ernährungszustand, Körper-, Kopfhaltung, Schultersymmetrie, Muskelatrophien, auffällige Gelenkdeformitäten, Form des Brustkorbs, Bauchdecke (straff, Narben, Hernien?), Stellung der Beine (O- oder X-Beine?), Kniegelenk-, Fußdeformitäten, Muskelrelief der Beine, Beinumfangsdifferenz, auffällige Hautveränderungen.
- Setzen Sie die Untersuchung mit der Inspektion **von hinten** fort: Haltung, Stellung der Wirbelsäule, möglicher Rippenbuckel, Muskelrelief, Taillendreiecke, Hautauffälligkeiten, Beine (Stellung, Haut, Venenzeichnung?) und Füße (Stellung?).
- Überprüfen Sie die Rückenform, indem Sie einen Schritt zur Seite gehen und den Patienten von beiden Seiten betrachten.

Achten Sie auch auf den Behaarungstyp, die Nägel und die Haut: Farbe (Blässe, Zyanose, Rötze, Ikterus?), Pigmentierungen, generelle Veränderungen (Blasen, Erosionen, Erythematata, Exantheme, Papeln, Pusteln, Nodi, Maculae, Ulzera, Quaddeln, Schuppen, Narben?), Krampfadern und Ödeme.

3.5.3 ► Pulsmessung

Am besten wird der Puls an der A. radialis (Speichenarterie) gemessen. Beim Ertasten des Radialispulses legen Sie die Fingerkuppen (nie den Daumen!) leicht am äußeren Speichenende auf

der Hohlhandseite auf, der Daumen liegt gegenüber (> Abb. 3.5).

Während des Pulstastens hält der Patient sein Handgelenk ohne Anspannung in Mittelstellung. Um die Anzahl der Pulswellen pro Minute (Pulsfrequenz) zu ermitteln, benötigen Sie eine Uhr mit Sekundenzeiger oder eine Pulsuhr. Zählen Sie den Puls eine Minute lang, und tasten Sie den Puls an beiden Armen. Beurteilen Sie den Pulsrhythmus, die Pulsqualität und die Pulsamplitude.

3.5.4 ► Blutdruckmessung nach Riva Rocci

Körperliche Untersuchung von Kreislauf und Gefäßen > 11.3.2

Zur **Blutdruckmessung** (> Abb. 3.6) wählen Sie die geeignete Blutdruckmanschette aus. Es



Abb. 3.5 Tasten des Radialispulses. Tasten Sie den Puls nie mit dem Daumen. Es besteht die Gefahr, dass Sie den Puls des Patienten mit Ihrem eigenen verwechseln. [K116]



Abb. 3.6 Blutdruckmessung. Sind Sie nicht sicher, ob Sie den ersten Ton richtig gehört haben, legen Sie die luftleere Manschette vor erneuter Messung am anderen Arm neu an oder warten Sie 5 Minuten. Ansonsten könnte das Ergebnis verfälscht sein. [K116]

wird – insbesondere bei der Erstuntersuchung – an beiden Armen gemessen. Vor der Blutdruckmessung soll sich der Patient 15 Min. ausruhen, damit kein falsch hoher Blutdruck gemessen wird. Während der Blutdruckmessung sitzt oder liegt der Patient. Zur Durchführung > 11.3.2.

3.5.5 ▶ Untersuchung von Kopf, Gesicht und Hals

▶ Inspektion: Kopf, Gesicht und Hals

Beginnen Sie mit der Inspektion des Kopfes und Halses, und achten Sie dabei auf: Kopfform und Größe des Schädels (sehr seltene Abweichungen sind Mikro-, Makrozephalus, Akromegalie, Turmschädel, Hydrozephalus), Gesichtsausdruck, Gesichtssymmetrie, Farbe und Tönung (z. B. blass, gebräunt, gelblich, rötlich) des Gesichts, Hautveränderungen (z. B. Akne, rote Äderchen, dunkle Augenringe, Ödeme), Kopfbehaarung/-ekzem, Lippenveränderungen (Farbe, Rhagaden, Ulzera, Herpes?), Halsvenenstauung, Schiefhaltung des Halses und Struma.

▶ Inspektion: Mundhöhle und Rachen

Fordern Sie den Patienten auf, den Mund zu öffnen, und betrachten Sie die Mundhöhle (> Abb. 3.7): Schleimhaut (Aphthen, Enanthem, Mykosen?) und Zunge (Veränderungen, Belag, Beweglichkeit?).

Den Rachen (> Abb. 3.8) inspizieren Sie am besten mithilfe eines Holzspatels. Betrachten Sie: Gaumenbogen und -segel (Rötung, Abweichen des Zäpfchens?), Tonsillen (Vergrößerung,



Abb. 3.7 Inspektion der Mundhöhle. Bei manchen Patienten ist die Untersuchung mit dem Spatel nicht möglich, weil durch das Auflegen des Holzspatels der Würgereiz ausgelöst werden kann. [K116]

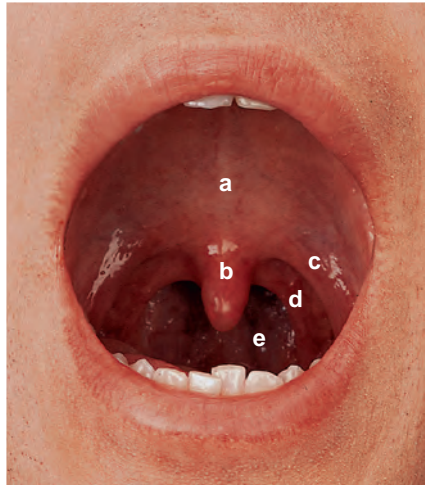


Abb. 3.8 Inspektion des Rachens. normaler Befund an a) hartem Gaumen, b) Gaumenzäpfchen (Uvula), c) vorderem Gaumenbogen, d) hinterem Gaumenbogen mit Mandeln und e) Rachenhinterwand. [K116]

Rötung, Beläge, Geschwüre, Zerklüftung?) und Rachenhinterwand (Rötung?).

▶ Palpation: Kopf

Legen Sie beide Hände auf die Schädeldecke, und palpieren Sie durch die Haare hindurch: Gibt es Schmerzpunkte, Vorwölbungen, ist die Kopfhaut glatt?

Mit leichtem Daumendruck auf die Foramina supraorbitale, infraorbitale und mentale (am oberen und unteren Rand der Augenhöhle und am Kinn) werden die Nervenaustrittspunkte des N. trigeminus palpiert (> Abb. 3.9).

Drücken Sie auch beidseits auf den Tragus (> 24.2.4). Bei entsprechenden Beschwerden schließen Sie eine Ohrenspiegelung (> 24.3.2) an.



Abb. 3.9 Untersuchung des Nervenaustrittspunkts des N. trigeminus am Foramen supraorbitale. Eingezeichnet sind außerdem die anatomischen Projektionen der Foramina infraorbitale und mentale, an denen ebenfalls Äste des N. trigeminus austreten. [K116]

▶ Palpation: Schilddrüse

Stellen Sie sich zur Palpation der Schilddrüse (> Abb. 3.10) hinter den Patienten. Suchen Sie den Ringknorpel (> Abb. 3.11) und unterhalb davon den Isthmus.

Versuchen Sie nun, seitlich davon die Schilddrüsenlappen zu tasten. In der Regel ist dies einfach, wenn Sie den Patienten schlucken lassen, da diese dann höher treten. Nun soll der Patient den Hals leicht nach vorn und rechts beugen (> Abb. 3.12). Sie verschieben mit den Fingern der linken Hand den Schildknorpel nach rechts und palpieren mit den rechten Fingerkuppen den rechten Schilddrüsenlappen, dabei drückt Ihr Daumen sanft von hinten gegen den M. sternocleidomastoideus. Zwischendurch soll der Patient schlucken. Zur Untersuchung des linken Schilddrüsenlappens verfahren Sie spiegelbildlich. Beurteilen Sie dabei die Kriterien Konsistenz, Verschieblichkeit, Schmerzhaftigkeit, Knoten und Vergrößerung.

Bei Vergrößerung der Schilddrüse hören Sie die Schilddrüse mit dem Stethoskop ab (Schwirren bei Hyperthyreose).

▶ Perkussion: Kopf

Anschließend setzen Sie die Untersuchung des Kopfes mit der Perkussion der Schädelkalotte (umschriebener, diffuser Klopfschmerz?), der Stirn- und Kieferhöhle (> Abb. 3.13, > Abb. 3.14) und des Warzenfortsatzes (*Mastoid*) fort. Dabei erkennen Sie, ob der Patient einen über die Erschütterung hinausgehenden Schmerz lokalisieren kann, der z. B. ein Hinweis auf eine Entzündung sein kann.

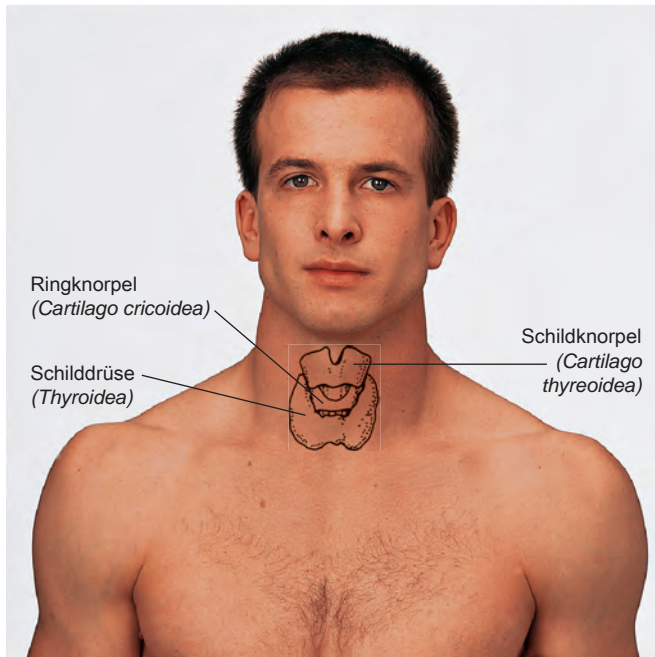


Abb. 3.10 Anatomische Projektion der Schilddrüse. Wenn man den Patienten schlucken lässt, tritt die Schilddrüse ein Stück höher und ist dadurch leichter zu tasten. [K116]

➤ Untersuchung: Augen

Gesichtsfeldprüfung > 24.3.2

Inspektion

Betrachten Sie beide Augen im Vergleich. Achten Sie auf: Größe der Augäpfel, Lage in der Augenhöhle (Ex-, Enophthalmus?), Lidschlag, Lidverschluss, Lidödeme, Herabhängen der Lider, Pupillenweite (Miosis, Mydriasis?), Iris (rund,

symmetrisch?), Tränen, Nystagmus, Schielen, Linsentrübung, jegliche Entzündungen und Schwellungen (> Abb. 3.15).

Zur Inspektion der Konjunktiven (Entzündungen?) und Skleren (Ikterus?) spreizen Sie die Augenlider weit (> Abb. 3.16, > Abb. 3.17).

Bei der Untersuchung der Konjunktiven der unteren Augenlider lassen Sie den Patienten nach oben blicken und ziehen das Unterlid nach unten (> Abb. 3.17). Für die Untersuchung am

oberen Augenlid lassen Sie den Patienten nach unten blicken und ziehen mit dem Daumen das Oberlid nach oben außen.

➤ Funktionsprüfung

Mit der Stablampe untersuchen Sie den **Pupillenreflex**, also die Reaktion der Pupillen auf Licht. Die Umgebungsbeleuchtung muss dafür gering sein, und der Patient soll ein entferntes Objekt fixieren. Legen Sie Ihre linke Hand mit der Handkante auf den Nasenrücken des Patienten. Leuchten Sie in das linke Auge. Beurteilen Sie dann die direkte Lichtreaktion bzw. Pupillenverengung am angeleuchteten linken Auge und gleichzeitig die indirekte (konsensuelle) Lichtreaktion bzw. Pupillenverengung am rechten Auge, das sich über eine zentrale Reflexbahn mit verengt. Anschließend leuchten Sie in das rechte Auge und beurteilen wieder direkte und indirekte Lichtreaktion.

Danach prüfen Sie die Augenmuskelfunktion. Dazu fordern Sie den Patienten auf, in die folgenden Richtungen zu blicken, ohne dabei den Kopf zu bewegen: nach lateral, medial, oben, unten, oben außen, unten innen, oben innen, unten außen (> Abb. 3.18a–h). Ist dies für den Patienten schwierig, lassen Sie ihn mit den Augen Ihrem Finger folgen.

Mit dieser Untersuchung prüfen Sie nicht nur die Augenmuskelfunktion, sondern zugleich die Funktion von drei Hirnnerven (> 23.3.2): N. oculomotorius = III (M. rectus superior, M. obliquus inferior, M. rectus medialis), N. trochlearis = IV (M. rectus inferior, M. obliquus superior), N. abducens = VI (M. rectus lateralis).



Abb. 3.11 Palpation der Schilddrüse. [K116]

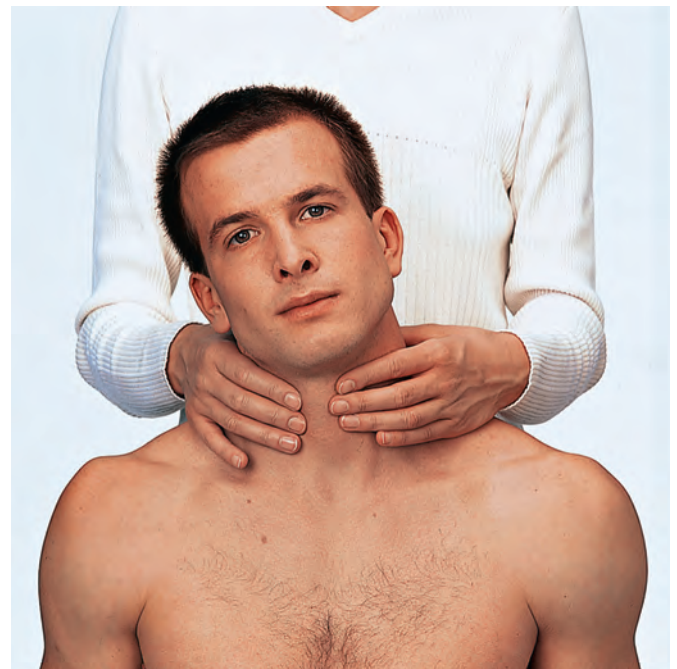


Abb. 3.12 Palpation des rechten Schilddrüsenlappens. [K116]

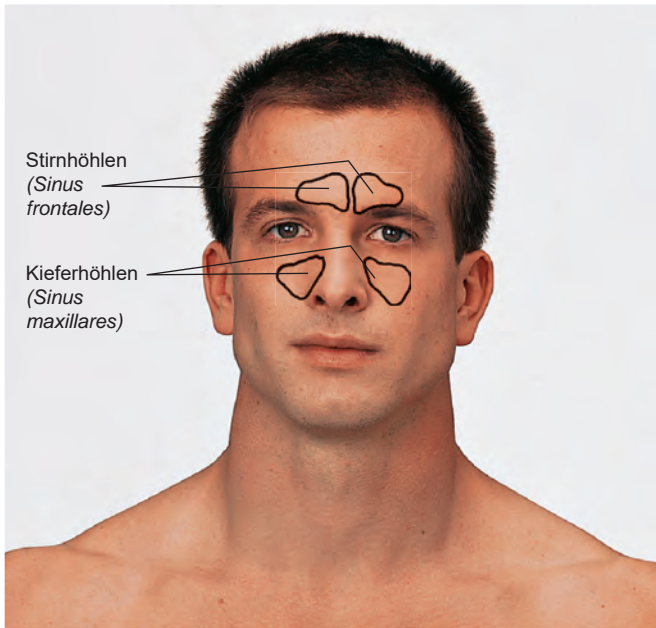


Abb. 3.13 Projektion der Stirnhöhlen (*Sinus frontales*) und Kieferhöhlen (*Sinus maxillares*). Von den Nasennebenhöhlen (Kieferhöhle, *Sinus maxillares*; Stirnhöhle, *Sinus frontales*; Siebbeinhöhle, *Sinus ethmoidalis*; Keilbeinhöhle, *Sinus sphenoidalis*) sind nur diese beiden der manuellen Untersuchung zugänglich. [K116]



Abb. 3.14 Perkussion der Nasennebenhöhlen. Klopfen Sie mit leichtem, federndem Schlag auf die Stirn bzw. die Maxilla. Klopfschmerzhaftigkeit kann ein Hinweis auf eine Entzündung sein. [K116]



Abb. 3.15 Orientierende Inspektion der Augen. Ist der Abstand zwischen Ober- und Unterlid an beiden Augen gleich? Besteht ein Exophthalmus? Kann der Patient die Augen vollständig schließen? Sind die Lidränder verdickt oder entzündet? [K116]



Abb. 3.16a Zur Inspektion der Sklera spreizen Sie die Lider weit in Richtung knöcherner Augenhöhle. Üben Sie dabei keinen Druck auf den Augapfel aus. [K116]

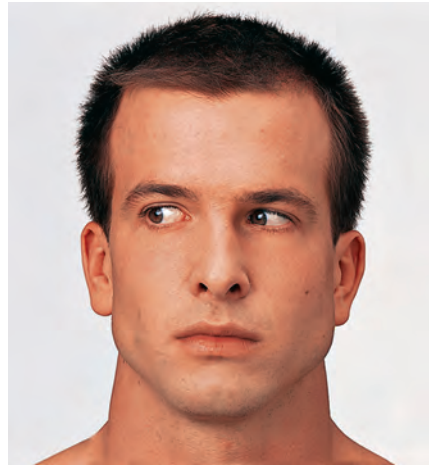


Abb. 3.16b Lassen Sie den Patienten dann weit nach links und rechts blicken, um die Sklera in allen Bereichen einsehen zu können. Achten Sie auf Entzündungen, Verdickungen und die Farbe (z. B. Gelbfärbung bei Gelbsucht, gelbe Fetteinlagerungen bei Hyperlipidämie). [K116]

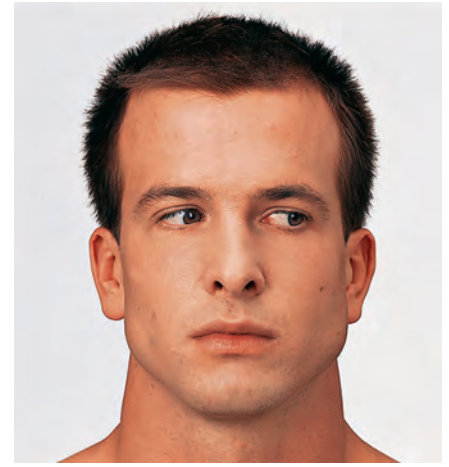


Abb. 3.17 Inspektion der Konjunktiven des Unterlids. Ziehen Sie das Unterlid weit nach unten, und lassen Sie den Patienten dann nach oben blicken. Beurteilen Sie die Farbe der Bindehaut (z. B. Blässe bei Anämie, Rötung bei Entzündung), und achten Sie auf etwaige Läsionen. Zur Beurteilung der Bindehaut des Oberlids ziehen Sie diese nach oben außen und lassen den Patienten nach unten blicken. [K116]

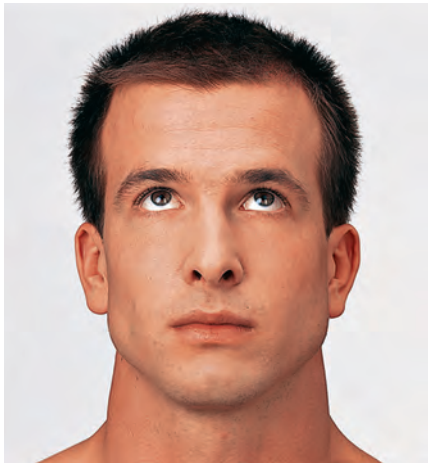
Abb. 3.18a–h Untersuchung der Augenmotilität. Zur Blickrichtung sind immer die beteiligten Augenmuskeln angegeben. [K116]



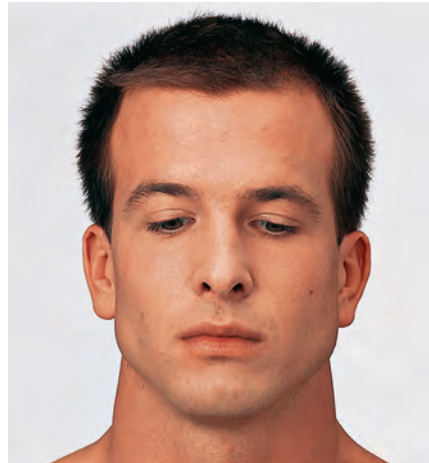
a) Blick nach rechts. Rechtes Auge. M. rectus lateralis. Linkes Auge. M. rectus medialis.



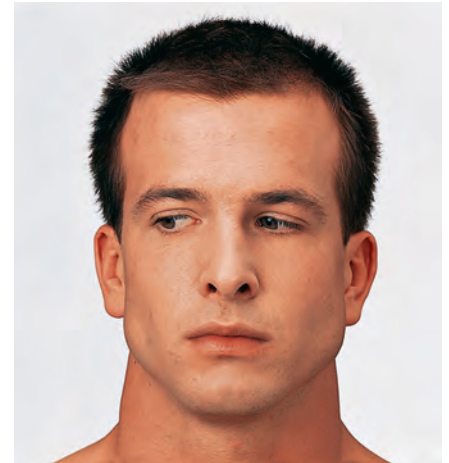
b) Blick nach links. Rechtes Auge. M. rectus medialis. Linkes Auge. M. rectus lateralis.



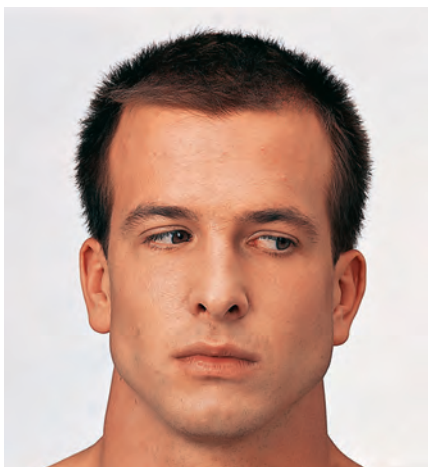
c) Blick nach oben. Mm. rectus superior und Mm. obliquus inferior.



d) Blick nach unten. Mm. rectus inferior und Mm. obliquus superior.



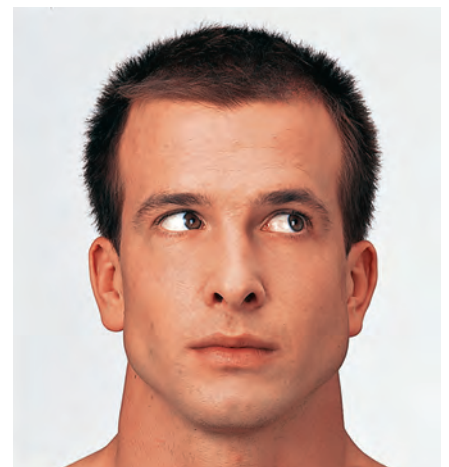
e) Blick nach rechts unten. Rechtes Auge. Mm. obliquus superior. Linkes Auge. M. rectus inferior.



f) Blick nach links unten. Rechtes Auge. M. rectus inferior. Linkes Auge. M. obliquus superior.



g) Blick nach rechts oben. Rechtes Auge. M. rectus superior. Linkes Auge. M. obliquus inferior.



h) Blick nach links oben. Rechtes Auge. M. obliquus inferior. Linkes Auge. M. rectus superior.

12.1	Ganzheitliche Aspekte	539	12.5	Atemwegsinfektionen	559
12.2	Anatomie und Physiologie	540	12.5.1	Rhinitis	559
12.2.1	➤ Atmungssystem	540	12.5.2	Sinusitis	561
12.2.2	Nase	540	12.5.3	Pharyngitis	563
12.2.3	Nasennebenhöhlen	541	12.5.4	Laryngitis	563
12.2.4	Rachen	541	12.5.5	Akute Bronchitis	564
12.2.5	Kehlkopf	542	12.5.6	➤ Pneumonie	567
12.2.6	Luftröhre	544	12.6	➤ Chronische Bronchitis und chronisch-obstruktive Lungenerkrankung	569
12.2.7	➤ Bronchien	544	12.7	➤ Lungenemphysem	570
12.2.8	➤ Lungen	545	12.8	➤ Asthma bronchiale	572
12.2.9	Pleura	545	12.9	Tumoren der Atemwege	576
12.2.10	➤ Atemmechanik	546	12.9.1	➤ Larynxkarzinom	577
12.2.11	➤ Gasaustausch	547	12.9.2	➤ Primäres Bronchialkarzinom	577
12.2.12	➤ Lungen- und Atemvolumina	548	12.9.3	Sekundäre Lungenmalignome	578
12.2.13	Steuerung der Atmung	549	12.10	Erkrankungen des Lungenkreislaufs	579
12.3	Untersuchung und Diagnostik	549	12.10.1	➤ Lungenembolie	579
12.3.1	➤ Anamnese	549	12.10.2	➤ Pulmonale Hypertonie und chronisches Cor pulmonale	580
12.3.2	➤ Körperliche Untersuchung	549	12.11	Pleuraerkrankungen	580
12.3.3	Naturheilkundliche Diagnostik	552	12.11.1	Pleuritis	580
12.3.4	Schulmedizinische Diagnostik	553	12.11.2	Pleuraerguss	581
12.4	Leitsymptome und Differenzialdiagnose	555	12.11.3	➤ Pneumothorax	581
12.4.1	Behinderte Nasenatmung	555	12.11.4	Pleuraesotheliom	582
12.4.2	➤ Heiserkeit	555	12.12	Weitere Lungenerkrankungen	583
12.4.3	➤ Husten	556	12.12.1	Interstitielle Lungenerkrankungen und Lungenfibrosen	583
12.4.4	➤ Auswurf	556	12.12.2	Mukoviszidose	584
12.4.5	Atemgeruch	556	12.12.3	Bronchiektasen	584
12.4.6	➤ Veränderung der Atmung	557	12.12.4	Schlafapnoe-Syndrom	585
12.4.7	➤ Atemnot	558	12.12.5	Akutes Lungenversagen, Schocklunge (ARDS)	585
12.4.8	Atemgeräusche	559			

12.1 Ganzheitliche Aspekte

Atem – Rhythmus des Lebens

Die Atmung ist die Grundlage allen Lebens. Sie begleitet uns von der ersten bis zur letzten Minute unseres Daseins. Nicht von ungefähr haben in vielen Kulturen die Worte Geist/Seele und Atmung denselben Wortstamm (z. B. lat. spirare = atmen, spiritus = Geist).

Atmung ist nicht nur Belüftung der Lungenalveolen, nicht nur Energieaustausch in den Zellen – Atmen ist Aktivität (Einatmung) und Passivität (Ausatmung), ist Zusammenziehen und Entfalten, ist Spannung und Entspannung, ist Geben und Empfangen. In der Atmung verschmelzen die Lebenspole zur Einheit. Somit kann die Atmung als fließende Bewegung zwi-

schen den polaren Lebensvorgängen gesehen werden. Johann Wolfgang Goethe (1749–1832) fasste es treffend zusammen: „*Im Atemholen sind zweierlei Gnaden, die Luft einziehen, sich ihrer entladen. Jenes bedrängt, dieses erfrischt. So wunderbar ist das Leben gemischt.*“

Atemtherapie – das richtige Atmen will gelernt sein

Durch die Atemtherapie und insbesondere durch die Atemtherapie nach Middendorf (> 4.2.7) können dieser Lebensfluss, die Urbewegung der Ein- und Ausatmung und der Moment, in dem der Atem vor der Einatmung stillsteht, erfahren werden. Den Atem lassen, zulas-

sen und sein lassen sind die Übungsqualitäten, die vermittelt werden, um gleichsam an die wesentlichen Prinzipien des Lebens zu erinnern. So wird „richtiges Atmen“ eingeübt, und gleichzeitig verändern sich die Einstellungen und Sichtweisen im seelischen Bereich.

Atem und Psyche

Der Atem verbindet uns, ob wir wollen oder nicht, unmittelbar mit der Umwelt. In vielen Redewendungen spiegelt sich dieser enge Zusammenhang zwischen dem Atem und dem augenblicklichen Erleben der Umwelt wider. Wir atmen dieselbe Luft wie Freund und „Feind“ und gönnen manchem „die Luft zum Atmen nicht“.

Es „bleibt vor Schreck die Luft weg“, wir finden etwas „atemberaubend“, es schnürt einem die Luft ab, es verschlägt einem den Atem, man kann endlich wieder „aufatmen“, man macht seiner Wut „Luft“ oder meint „in der Nähe des anderen ersticken zu müssen“. Macht man sich zudem klar, dass jeder halbe Liter Luft, den der Mensch einatmet, durchschnittlich ein Molekül enthält, das bereits vor Jahrhunderten eingeatmet worden ist, verbindet der Atem alles mit allem.

Auf der symbolischen Ebene werden die Atemwege als Kontaktorgan gesehen. Während das Organ Haut den direkten Kontakt repräsentiert, der willentlich beeinflusst und gestaltet werden kann, verbinden uns die Atemwege mit dem allgemeinen Lebensfluss.

Beziehung der Lunge zu anderen Organen

Nicht nur in der chinesischen Medizin (> 4.2.44) wird durch den Funktionskreis Lunge-Dickdarm eine Verbindung zwischen Lunge und Darm hergestellt. Auch in der westlichen Naturheilkunde ist bekannt, dass eine enge Beziehung zwischen Darm- und Bronchialschleimhaut besteht und Atemwegsinfekte oft Darmbeschwerden hervorrufen, wie auch um-

gekehrt chronische Darmstörungen häufig rezidivierende Atemwegsinfektionen verursachen.

Ebenso weiß die Naturheilkunde um die Wechselbeziehung zwischen Lunge und Haut: So bestätigt die Praxis immer wieder, dass z. B. durch das therapeutische Unterdrücken von Ekzemen (> 18.1), asthmatische Beschwerden hervorgerufen werden können. Es ist wichtig, diese Zusammenhänge in der naturheilkundlichen Diagnostik zu berücksichtigen und in das Behandlungskonzept einzubeziehen.

Bedeutung der Atemwegsschleimhaut

Erkältungen und Atemwegserkrankungen sind die am häufigsten auftretenden Erkrankungen bei Erwachsenen und Kindern – Tendenz steigend. Neben der zunehmenden Umweltbelastung begünstigen z. B. Fehlernährung, Schlaf- und Bewegungsmangel, Dauerstress und chronische Überforderung sowie fehlende Abhärtung die Entwicklung von Atemwegserkrankungen. Zudem schädigen vorausgegangene Antibiotikabehandlungen die schützende Schleimhautflora der Atemwege und des Darms. Da 90–95 % aller unspezifischen Atemwegsinfektionen durch Viren verursacht werden, ist der Einsatz von Antibiotika, die nur gegen Bakterien wirken, nicht

angezeigt. In den aktuellen Leitlinien für Ärzte wird eine zurückhaltende Verordnung von Antibiotika angemahnt, um die weitere Entstehung resistenter Erreger zu verhindern.

Naturheilkundliche Therapie

Die naturheilkundliche Therapie der Atemwege zielt darauf ab, die vitalen Vorgänge zu harmonisieren und die Schwingungsfähigkeit des Atemorgans anzuregen. Durch phytotherapeutische und physikalische Therapiemaßnahmen können Atemwegsinfektionen (z. B. Erkältungskrankheiten, Sinusitis, Bronchitis) deutlich gelindert und Rezidive durch eine Umstimmungstherapie erfolgreich behandelt werden.

Bei chronischen Atemwegserkrankungen ist als Basisbehandlung häufig eine mikrobiologische Therapie erforderlich. Ebenso sollten konstitutionell ausgerichtete Therapieverfahren (z. B. Akupunktur, Homöopathie) bevorzugt eingesetzt werden. Atem- und Entspannungsübungen sind als seelisch ausgleichendes Moment empfehlenswert. Eine psychologische Unterstützung des Patienten im Umgang mit unbewältigten Konflikten, Ängsten oder unterdrückten Aggressionen sollte zudem Bestandteil eines ganzheitlichen Therapiekonzepts sein.

12.2 Anatomie und Physiologie

12.2.1 ➤ Atmungssystem

Mithilfe des **Atmungssystems** (*respiratorisches System*) ist der Körper in der Lage zu atmen, d. h. Atemgase in Form von Sauerstoff und Kohlendioxid mit der Umgebung auszutauschen (**äußere Atmung**). In den einzelnen Körperzellen wird Sauerstoff bei den Verbrennungsvorgängen des Stoffwechsels zur Energiegewinnung verbraucht und Kohlendioxid als Abfallprodukt gebildet (**innere Atmung**). Die Lunge hat als zentrales Organ des respiratorischen Systems die Funktion, den benötigten Sauerstoff aus der Atemluft aufzunehmen und Kohlendioxid als Endprodukt des Körperstoffwechsels abzutransportieren.

Die Atemwege (> Abb. 12.1) werden unterteilt in:

- **obere Luftwege** (oberer Respirationstrakt): Nase, Nasennebenhöhlen und Rachenraum
- **untere Luftwege** (unterer Respirationstrakt): Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien sowie die Lunge selbst

12.2.2 Nase

Aufbau der Nase

Zu den sichtbaren äußeren Teilen der Nase gehören die Nasenlöcher, die Nasenscheidewand

und die Nasenflügel. Am Naseneingang verhindern mehr oder weniger lange, starre Haare das Eindringen größerer Fremdkörper. Wesentlich größer als der äußere Anteil der Nase ist der innere, die **Nasenhöhle** (> Abb. 12.2). Nach unten wird diese vom harten Gaumen begrenzt, nach oben vom Siebbein der Schädelbasis (> Abb. 12.2) und seitlich von den Oberkieferknochen. So stellt die Nasenhöhle einen annähernd dreieckigen Hohlraum dar, der durch die teils knöcherne, teils knorpelige **Nasenscheidewand** in eine rechte und linke Hälfte aufgeteilt wird. Den Übergang zum Rachenraum bilden die beiden **hinteren Nasenöffnungen** (*Choanen*).

An den Seitenwänden der Nasenhöhle finden sich beidseits je eine **untere, mittlere** und **obere Nasenmuschel** (*Conchae*). Durch diese wulstartigen Vorwölbungen wird die Schleimhautoberfläche wesentlich größer. Sie begrenzen entsprechend rechts und links jeweils einen unteren, einen mittleren und einen oberen Nasengang.

Merke

Anatomische Nachbarstrukturen der Nasenhöhlen sind:

- **unten:** harter Gaumen
- **oben:** Siebbein der Schädelbasis
- **seitlich:** Oberkieferknochen
- **hinten:** Übergang zum Rachenraum
- **vorne:** Naseneingang

Funktionen der Nase

Merke

Die Nasenhöhle hat im Wesentlichen drei Funktionen:

- Erwärmung, Vorreinigung und Anfeuchtung der Atemluft
- Beherrschung des Riechorgans (> 24.2.3)
- Resonanzraum für die Stimme

Erwärmung, Vorreinigung und Anfeuchtung der Atemluft

Diese Funktionen gewährleistet die Schleimhaut der Nasenhöhle, an deren Oberfläche sich ein **mehrschichtiges Flimmerepithel** befindet (> Abb. 12.3). Zwischen den Flimmerepithelzellen sind zahlreiche schleimproduzierende Becherzellen eingelagert. Die Flimmerhärchen bewegen rhythmisch auf der feuchten Schleimhaut die niedergegangenen Staubteilchen in Richtung des Nasen-Rachen-Raums.

Das Flimmerepithel reinigt nicht nur die Einatemluft, sondern feuchtet sie auch an, sodass die Wasserdampfättigung im Nasen-Rachen-Raum über 90 % beträgt. Gleichzeitig sorgt ein dichtes Geflecht feiner Blutgefäße für die Erwärmung der Atemluft. Je kälter sie ist, desto stärker werden die Schleimhaut durchblutet und die Atemluft erwärmt. Schleimhaut und Gefäße sind sehr empfindlich, sodass es schon bei kleineren Verletzungen, aber auch bei Entzündun-

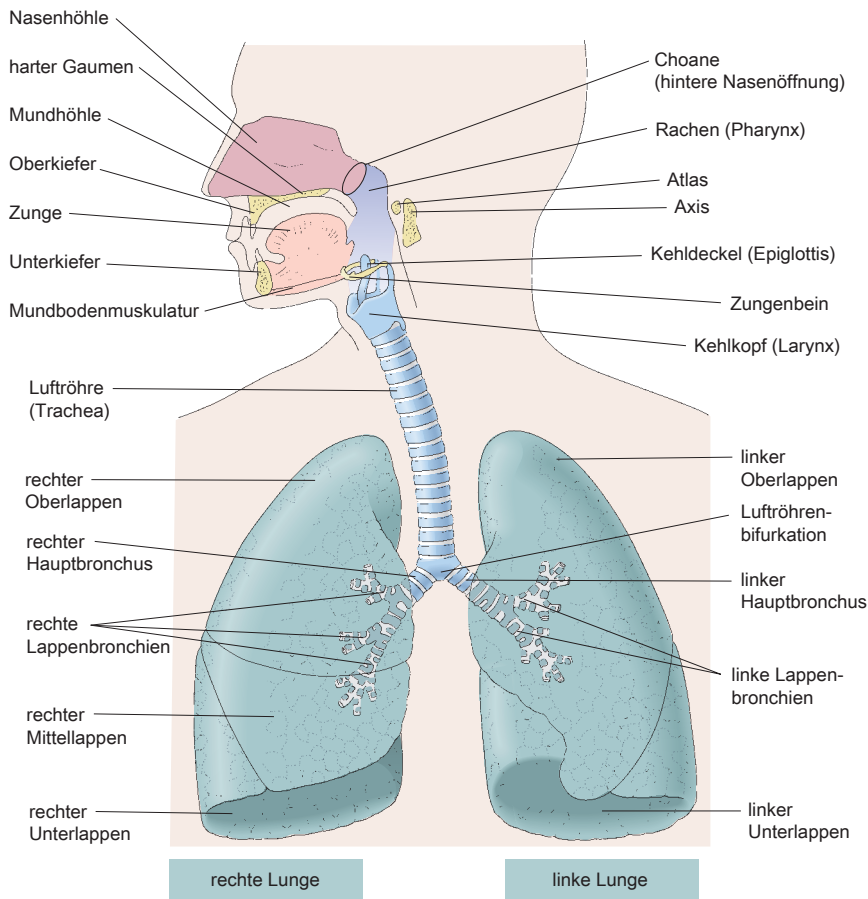


Abb. 12.1 Übersicht über das Atmungssystem. Die oberen Luftwege sind rosa gezeichnet, die unteren Luftwege hellblau. [L190]

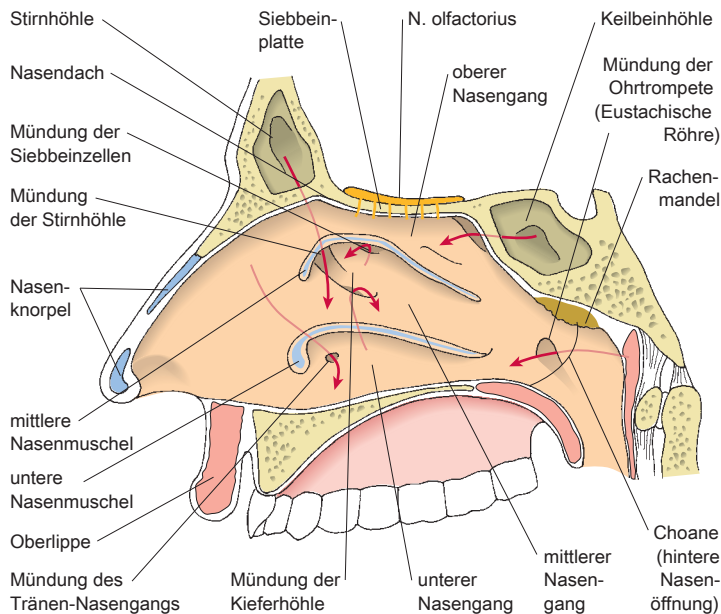


Abb. 12.2 Schnitt durch die Nasenhöhle. Die Nasenhöhle hat über Gangsysteme Verbindung zu verschiedenen Höhlen. In den oberen Nasengang mündet der Keilbeinhöhlegang, der mittlere Nasengang hat Verbindung zur Stirnhöhle, den Siebbeinzellen und der Kieferhöhle. In den unteren Nasengang mündet der Tränen-Nasengang. Am hinteren Ende des Nasengangs liegt die Mündung der Ohrtrumpete (Eustachio-Röhre). [L190]

gen und Infektionen, leicht zu **Nasenbluten** (*Epistaxis*) kommt.

Riechfunktion

Unter der Siebbeinplatte, dem Dach der Nasenhöhle, liegt die **Riechschleimhaut** mit den Riechzellen. Diese Riechzellen sind die Zellkörper des **Riechnervs** (**N. olfactorius** = I. Hirnnerv), der mit vielen feinen Fasern durch die Siebbeinplatte in die vordere Schädelgrube aufsteigt und den Geruch der Einatemluft an das **Riechhirn** meldet (> 23.2.3).

12.2.3 Nasennebenhöhlen

In die Nasenhöhle münden die klinisch bedeutsamen paarig angeordneten Nasennebenhöhlen.

Merke

- Die Nasennebenhöhlen bestehen aus:
- **Stirnhöhlen** (*Sinus frontales*)
 - **Kieferhöhlen** (*Sinus maxillares*)
 - **Siebbeinzellen** (*Cellulae ethmoidales*)
 - **Keilbeinhöhlen** (*Sinus sphenoidales*)

Die Nasennebenhöhlen vermindern das Gewicht des knöchernen Schädels, dienen der Oberflächenvergrößerung der Nasenschleimhaut und stellen zudem einen Resonanzraum für die Stimme dar. Sie stehen mit der Schädelbasis, den Augenhöhlen, den Ohrtrompeten (> 24.2.4) und dem Rachen in Verbindung (> Abb. 12.4). Diese Lagebeziehungen begründen mögliche Komplikationen einer Nebenhöhlenvereiterung, wie z. B. eine Meningitis, Sepsis sowie die Beteiligung der Nebenhöhlen bei entzündlichen Prozessen anderer Organe, z. B. einer Kieferhöhlenentzündung durch Zahnwurzelentzündung.

12.2.4 Rachen

Der **Rachen** (*Pharynx*) ist ein Schleimhaut-Muskelschlauch, der sich von der Schädelbasis bis zur Speiseröhre erstreckt. Er verbindet Mundhöhle und Speiseröhre (Funktion als Teil des Verdauungstrakts), aber auch Nase und Luftröhre (Funktion als Teil des Atemtrakts). Im Rachen kreuzen sich die Luft- und Speisewege und teilen sich am unteren Ende des Rachens (> Abb. 12.5).

Als Schaltstelle dieser „Kreuzung“ zwischen Luft- und Speiseweg dient der **Kehldeckel** (*Epiglottis*, Kehlkopfdeckel). Beim Ein- und Ausatmen steht der Kehldeckel gestreckt nach oben – die Atemluft kann aus den hinteren Nasenöffnungen nach unten in den Kehlkopf gelangen. Beim Schlucken aber verschließt sich der Kehlkopf, indem sich der Kehldeckel wie ein schützendes Dach über den Kehlkopfeingang legt (Schluckakt). Dadurch gelangt der Speisebrei vom Rachen in die Speiseröhre. Der Schluckakt

wird reflektorisch durch mechanische Reizung der Rachenschleimhaut und des Zungengrunds ausgelöst (Schluckreflex). Beim Verschlucken gelangt durch einen gestörten Schluckvorgang Speise in den Kehlkopf und weiter in die Luftröhre.

Aufbau

- Der **Nasenrachen** (*Nasopharynx*): oberes Drittel des Rachenraums. In ihn münden die hinteren Nasenöffnungen und die Ohrtrompeten (> 24.2.4). Im Nasenrachen liegt auch die **Rachenmandel** (*Tonsilla pharyngea* > 21.2.5).
- Der **Mundrachen** (*Oropharynx*): mittlerer Abschnitt des Rachenraums mit einer weiten Öffnung zur Mundhöhle. Er ist gemeinsamer Passageabschnitt für Luft sowie für flüssige und feste Nahrung. In ihm liegen seitlich die beiden **Gaumenmandeln** (*Tonsillae palatinae* > 21.2.5). Diese „Mandeln“ gehören – zusammen mit der Rachenmandel und den am Zungengrund gelegenen Zungenbälgen – zum lymphatischen System und dienen der Immunabwehr.
- Der **Kehlkopfrachen** (*Laryngopharynx*): unterer Abschnitt des Rachenraums; reicht vom Zungenbein bis zur Speiseröhre bzw. zum Kehlkopf. Hier findet der eigentliche Schluckakt statt.

Merke

Die drei Abschnitte des Rachens sind:

- **Nasenrachen** (*Nasopharynx*)
- **Mundrachen** (*Oropharynx*)
- **Kehlkopfrachen** (*Laryngopharynx*)

Schluckakt

Der Schluckakt ist sehr kompliziert und kann nur z. T. willkürlich gesteuert werden.

Nachdem die Nahrung genügend gekaut und mit Speichel vermischt wurde, formt die Zunge daraus einen schluckfähigen Bissen. Sie schiebt ihn nach hinten in den Rachen. Als Reflex hebt sich der weiche Gaumen, und die Rachenmuskulatur zieht sich zusammen. Dadurch wird der Nasen-Rachen-Raum abgedichtet. Der Kehlkopfdeckel (> Abb. 12.6) verschließt den Kehlkopf, damit keine Nahrung in die Luftröhre gelangt; es kommt zu einer kurzfristigen Atempause (> Abb. 12.7). Gleichzeitig zieht sich die Rachenmuskulatur zusammen und schiebt den Bissen in die Speiseröhre.

Beim „**Verschlucken**“ gelangen feste oder flüssige Stoffe in die Atemwege. Dadurch wird sofort ein massiver Hustenreiz ausgelöst, durch den es meist gelingt, die Atemwege wieder zu reinigen. Ist dies nicht der Fall, spricht man von einer **Aspiration**. Mögliche Folge ist die Verlegung der Atemwege mit Atemnot und Entstehung einer Lungenentzündung (Aspirationspneumonie > 12.5.6).

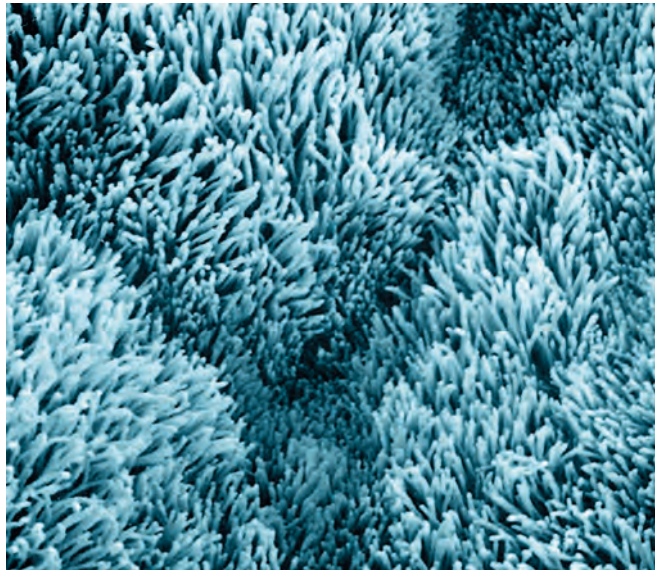


Abb. 12.3 Flimmerepithel der Luftröhre (*Trachea*) im Elektronenmikroskop. Die leicht wellenförmige Oberfläche der Luftröhre ist von einem dichten Flimmerepithel überwuchert. Da alle Oberflächenzellen vollständig mit Härchen bedeckt sind, kann man die Zellgrenzen nicht erkennen. [C160]

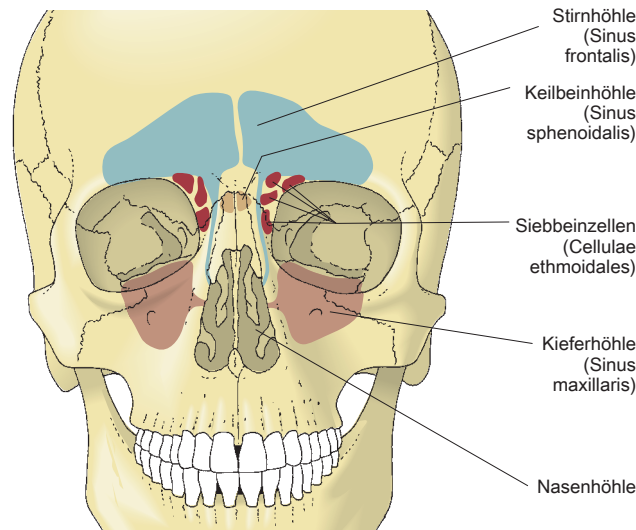


Abb. 12.4 Nasennebenhöhlen in Projektion auf die Schädeloberfläche. [L190]

Achtung

Bei Kindern kommt die **Fremdkörperaspiration** besonders häufig vor, bei alten (bettlägerigen) Patienten die **Aspiration von Speisen**. Bei Bewusstlosen oder Betrunknen besteht die Gefahr, dass sie ihr **Erbrochenes** aspirieren.

12.2.5 Kehlkopf

Der **Kehlkopf** (*Larynx*) hat zwei Funktionen:

- Er verschließt die unteren Luftwege (> Abb. 12.6) und regelt so ihre Belüftung.
- Er ist das Hauptorgan der Stimmbildung.

Aufbau des Kehlkopfs

Der Kehlkopf ist ein röhrenförmiges Knorpelgerüst, das sich vom Zungengrund bis hin zur Luftröhre erstreckt (> Abb. 12.7). Zu seinen

wichtigsten Strukturen zählen die **Stimmbänder** (> Abb. 12.8). Seine Festigkeit erhält er durch Knorpelstücke, die durch Bänder und Muskeln verbunden sind.

Der größte Knorpel ist der **Schildknorpel**, dessen scharfkantiger Vorsprung bei vielen Männern als „Adamsapfel“ auffällt und dem Kehlkopf seine dreieckige Form gibt.

Auf dem Oberrand des Schildknorpels sitzt der **Kehldeckel** (*Epiglottis*), der wie erwähnt beim Schluckakt eine große Rolle spielt.

Unterhalb des Schildknorpels liegt der siegelringförmige **Ringknorpel**, dessen Verdickung (das „Siegel“) nach hinten gerichtet ist. Schildknorpel und Ringknorpel sind durch Gelenke miteinander verbunden. Das Siegel des Ringknorpels bildet außerdem die Basis für zwei kleine **Stellknorpel**, die für die Stellung und Spannung der Stimmbänder verantwortlich sind.

Der gesamte Kehlkopf, mit Ausnahme des Kehldeckels und der Stimmbänder, ist von einer

gefäßreichen Schleimhaut ähnlich der Nasenschleimhaut bedeckt. Dadurch wird die Atemluft im Kehlkopfbereich weiter befeuchtet, von feinsten Staubteilchen befreit und angewärmt.

Merke

Die wichtigsten anatomischen Strukturen des Kehlkopfes von oben nach unten:

- Kehldeckel
- Schildknorpel
- zwei Stellknorpel mit den Stimmbändern
- Ringknorpel

Stimmbänder und Stimme

Die Kehlkopfschleimhaut bildet zwei waagrecht übereinanderliegende Faltenpaare: die unten gelegenen **Stimmfalten** und die darüber gelegenen **Taschenfalten**. Die freien, oberen Ränder der Stimmfalten in der Mitte des Kehlkopfinnen werden als **Stimmbänder** (*Ligamenta vocalia*, Stimmlippen) bezeichnet (> Abb. 12.8). Sie verlaufen von der Innenfläche des Schildknorpels nach hinten zu den beiden Stellknorpeln. An den Stellknorpeln setzen mehrere feine Muskeln an, die die Stimmbänder indirekt über eine Drehung der Stellknorpel bewegen können. Die Öffnung zwischen den beiden Stimmbändern wird als **Stimmritze** bezeichnet; die Weite dieser Öffnung kann über die Kehlkopfmuskeln verändert werden. Die Stimmbänder werden vom **N. recurrens** innerviert, einem Ast des **N. vagus** (> 23.2.12).

Bei der **Stimmbildung** (*Phonation*) werden die Stimmbänder durch die Ausatemluft in regelmäßige Schwingungen versetzt. Die Frequenz der Schwingungen und damit die Höhe des Grundtons hängen von der Spannung der Stimmbänder ab.

- Soll ein **hoher Ton** erzeugt werden, so werden die Stimmbänder durch Kontraktion von Kehlkopfmuskeln stärker gespannt (vergleichbar mit dem Höherstimmen einer Gitarrensaite durch das Nachspannen).
- Um einen **tiefen Ton** zu erzeugen, müssen die Stimmbänder entsprechend entspannt werden.

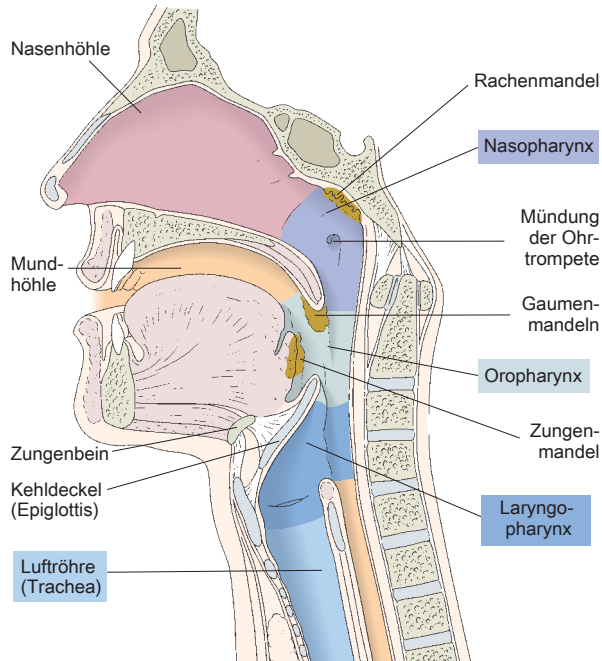


Abb. 12.5 Schnitt durch den Rachen. [L190]

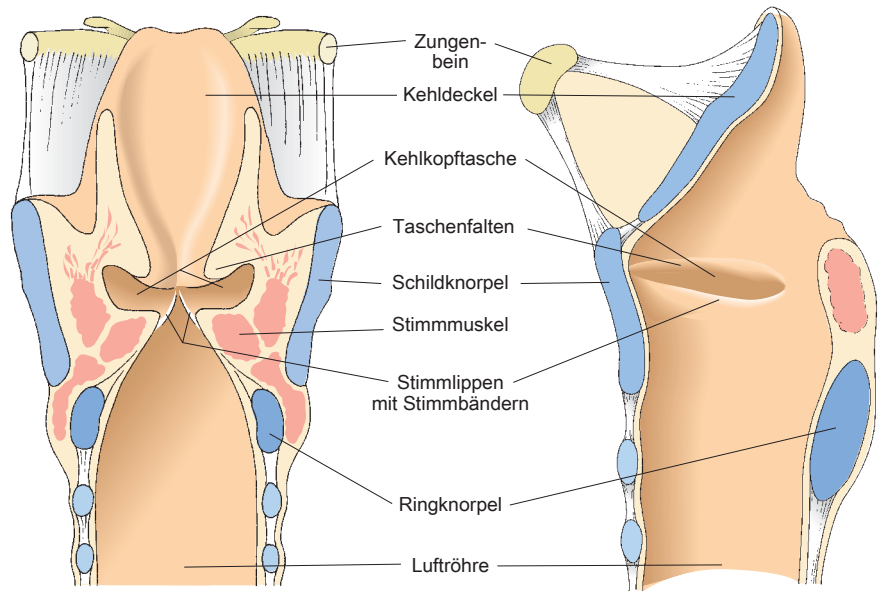
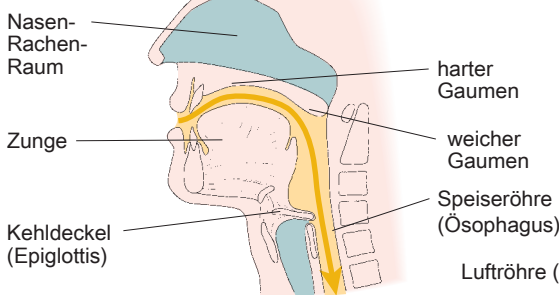


Abb. 12.6 Aufbau des Kehlkopfes. [L190]

Speiseweg



Atemweg

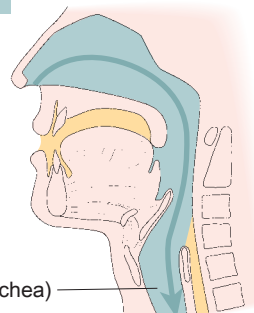


Abb. 12.7 Kreuzung von Atem- und Speiseweg im Rachen. Beim Schlucken wird der Nasen-Rachen-Raum durch Anheben des Gaumensegels und Anspannung der Rachenwand abgedichtet. Durch eine Aufwärtsbewegung des Kehlkopfes legt sich der Kehldeckel automatisch über den Kehlkopfeingang und verschließt so den Luftweg. [L190]

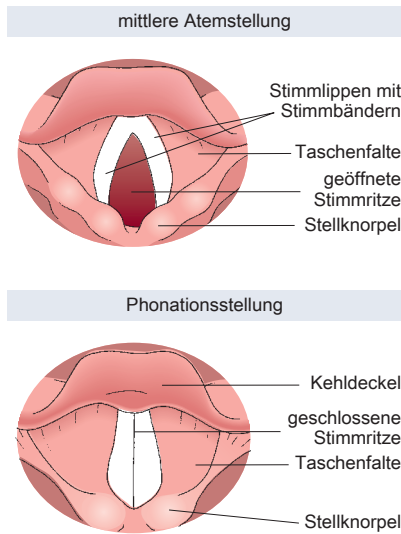


Abb. 12.8 Die Stimmritze in Phonationsstellung bzw. mittlerer Atemstellung. [L190]

Die Lautstärke hängt von der Stärke des Luftstroms ab. Fülle und Klangfarbe der Stimme schließlich werden durch den **Resonanzraum** (auch **Ansatzrohr** genannt) bestimmt, den Rachen, Mundhöhle, Nasen- und Nasennebenhöhle bilden.

Für die **Lautbildung** oder **Artikulation** muss sich der Resonanzraum in seiner Form ändern können. Dadurch bekommt die Luftsäule im Ansatzrohr unterschiedliche Eigenfrequenzen und charakteristische Resonanzen, wodurch die verschiedenen Klangbilder der Laute entstehen.

So ist bei der Bildung der Mitlaute (*Konsonanten*) das Ansatzrohr stärker verengt als bei den Selbstlauten (*Vokale*). Die einzelnen Mitlaute werden dagegen v.a. durch unterschiedliche Stellungen der Zahnreihen, der Lippen und Zunge sowie des Gaumens gebildet.

Merke

Für die Stimmbildung sind notwendig:

- Luftstrom
- Resonanzraum
- Stimmfalten mit den Stimmbändern
- Taschenfalten
- Kehlkopfmuskeln
- N. recurrens

Kinder haben einen kleineren Kehlkopf mit kürzeren Stimmbändern und damit eine höhere Stimme als Erwachsene. In der Pubertät kommt es zu einer Gewichts- und Längenzunahme von Kehlkopf und Stimmbändern – bei Jungen in stärkerem Maße als bei Mädchen. Die Folge ist der **Stimmbruch**. Hierunter versteht man den Wechsel von der Kinderstimme zur Erwachsenenstimme, wobei sich die Jungenstimme um etwa eine Oktave senkt.

12.2.6 Luftröhre

Unterhalb des Ringknorpels beginnt die Luftröhre (*Trachea*). Sie ist ein durchschnittlich 11 cm langer, muskulöser Schlauch, dessen Öffnung durch 16–20 C-förmige Knorpelspangen offengehalten wird. Diese verhindern, dass sich die Luftröhre durch den relativen Unterdruck, der dort aufgrund der wechselnden Druckverhältnisse bei der entsprechenden Atemphase herrscht, verschließt (> Abb. 12.9).

Zwischen den einzelnen Knorpelspangen liegt elastisches Bindegewebe, wodurch die Luftröhre auch in Längsrichtung elastisch ist. Diese Elastizität im Längsverlauf ist z. B. beim Schluckakt wichtig, bei dem die Luftröhre mit dem nach oben steigenden Kehlkopf in der Länge gedehnt wird.

Auch die Luftröhre ist von einer Schleimhaut mit Flimmerepithel und schleimbildenden Becherzellen überzogen. Durch den Flimmerschlag werden Fremdkörper zurück zum Rachen und Mund befördert. An ihrer Hinterwand berührt die Luftröhre die Speiseröhre.

12.2.7 Bronchien

Die Luftröhre teilt sich etwa in Höhe des fünften Brustwirbels in die beiden **Hauptbronchien**. Diese Gabelungsstelle nennt man **Bifurkation**. Der Wandaufbau der Hauptbronchien gleicht dem der Luftröhre. Der rechte Hauptbronchus ist weiter und verläuft steiler nach unten als der linke. Deswegen gelangen Fremdkörper häufiger in den rechten Hauptbronchus.

Lappen- und Segmentbronchien

Nach wenigen Zentimetern teilt sich jeder Hauptbronchus in **kleinere Bronchien** auf:

- **rechter Hauptbronchus:** teilt sich in drei Hauptäste für die drei Lappen der rechten Lunge
 - **linker Hauptbronchus:** teilt sich nur in zwei Hauptäste für die zwei Lappen der linken Lunge, da er sich dem Herzen anpassen muss
- Diese fünf Hauptäste, die **Lappenbronchien**, teilen sich dann wie das Geäst eines Baums weiter in **Segmentbronchien** auf, die sich wiederum in immer kleinere Äste verzweigen. Durch mehr als 20 Teilungsschritte entsteht so das weitverzweigte System (> Abb. 12.10) des **Bronchialbaums**.

Je kleiner die Bronchien werden, desto einfacher und dünnwandiger wird ihr innerer Aufbau. So finden sich in den Lappenbronchien anstatt großer Knorpelspangen nur noch kleine unregelmäßige Knorpelplättchen. In den kleinsten Verzweigungen der Bronchien, den Bronchiolen mit einem Innendurchmesser von weniger als 1 mm, fehlen die Knorpelspannen völlig. Dafür sind sie reichlich mit glatten Muskelfaserzügen (> 7.11.7) versehen, die den Zu- und Abstrom der Atemluft aktiv regulieren.

Alveolen

Die Bronchiolen verzweigen sich noch einmal und gehen in das eigentliche, „atmende“ Lungengewebe, die traubenförmig angeordneten **Lungenbläschen** (*Alveolen*) über. Hier sind Blut und Luft nur durch eine dünne Schicht aus Alveolarepithelzellen und Kapillarendothelzellen voneinander getrennt (> 7.11.1): Durch diese sog.

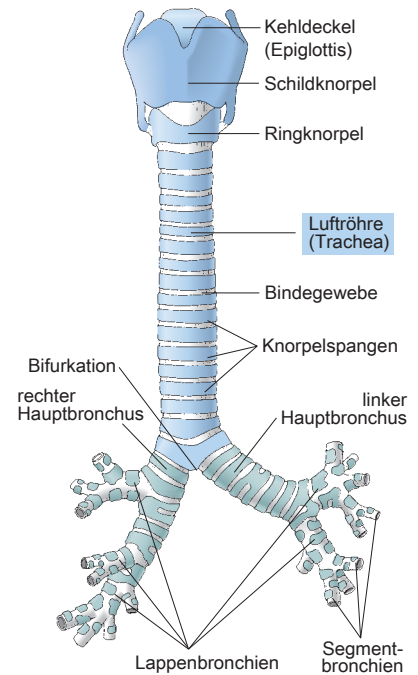


Abb. 12.9 Kehlkopf, Luftröhre und große Bronchien. [L190]

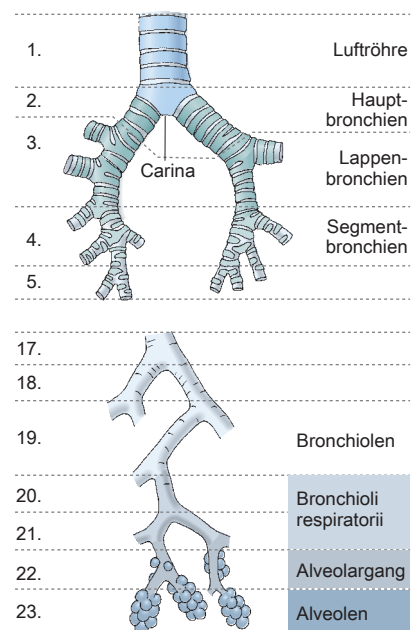


Abb. 12.10 Das Geäst des Bronchialbaums. [L190]

Blut-Luft-Schranke kann der Sauerstoff aus der Alveolarluft rasch ins Kapillarblut übertreten, das Kohlendioxid nimmt den umgekehrten Weg.

Damit die Lungenbläschen trotz der ständig bei der Atmung auftretenden Druckschwankungen nicht zusammenfallen oder platzen, ist ihre Innenfläche von einem stabilisierenden **Oberflächenfaktor** (*Surfactant*) überzogen. Dieser Oberflächenfaktor und die elastischen Fasern, die die Lungenbläschen netzartig umgeben, beeinflussen maßgeblich die Dehnbarkeit der Lunge.

Merke

Die eingeatmete **Atemluft** nimmt folgenden Weg:

- Nasenhöhle
- Rachen (*Pharynx*): Nasenrachen, Mundrachen, Kehlkopfrachen
- Kehlkopf (*Larynx*)
- Luftröhre (*Trachea*)
- Hauptbronchus
- Lappenbronchus
- Segmentbronchus
- Bronchiolus
- Lungenbläschen (*Alveole*)

12.2.8 ➤ Lungen

Die beiden **Lungenflügel** liegen in der Brusthöhle und werden nach außen von den Rippen und nach unten vom Zwerchfell begrenzt. Nach oben hin ragen sie mit ihren Spitzen geringfügig über die Schlüsselbeine hinaus. Zwischen dem linken und dem rechten Lungenflügel befindet sich in der Mitte des Brustraums das bindegewebige **Mediastinum** (Mittelfellraum > 7.3). Darin eingebettet liegt das Herz. Die großen Gefäße ebenso wie die Luft- und die Speiseröhre durchziehen das Mediastinum.

Aufbau der Lunge

Der Teil der Lunge, der dem Zwerchfell aufliegt, wird als **Lungenbasis** bezeichnet, der oberste Teil als **Lungenspitze** (*Apex*). Die Lungenbasis tritt bei der Einatmung ca. 3–4 cm tiefer, um bei der Ausatmung wieder nach oben zu steigen.

Durch die nach links verschobene Position des Herzens ist der linke Lungenflügel kleiner als der rechte. Die linke Lunge wird durch eine gut erkennbare, schräg verlaufende Spalte in einen oberen und unteren **Lungenlappen** (> Abb. 12.11) geteilt, während die rechte Lunge durch zwei Spalten in drei Lappen aufgeteilt ist: Ober-, Mittel- und Unterlappen. Die Lungenlappen werden wiederum in Lungensegmente unterteilt: Rechts sind es zehn, links neun Segmente:

- Auf der rechten Seite zweigt der Oberlappenbronchus (Segment 1–3) ab. Der verbleibende Bronchus teilt sich in den Mittellappen (Segment 4 und 5) und in den Unterlappen (Segment 6–10).

- Auf der linken Seite teilt sich der wegen der Lage des Herzens längere Hauptbronchus in den Oberlappen- und den Unterlappenbronchus. Von dem Oberlappenbronchus gehen die Segmente 4 und 5 ab, bevor der eigentliche Oberlappen erreicht wird. Im linken Unterlappen (Segment 6–10) ist im Gegensatz zum rechten Bronchialsystem das Segment 7 nicht angelegt, dieses wird bei der Zählung übersprungen.

Daher werden 55% der Vitalkapazität (> 12.2.12) von der rechten und 45% von der linken Lunge erbracht.

Im Gegensatz zu den Lappengrenzen sind die Segmentgrenzen jedoch äußerlich nicht sichtbar. Sie sind als sog. **bronchoarterielle Einheiten** angelegt; d.h., jedes Segment wird jeweils von einem Segmentbronchus und einem Ast der Lungenarterie durchzogen.

Merke

Anatomische Aufteilung der Lungen:

- rechter Lungenflügel mit drei Lungenlappen und insgesamt zehn Lungensegmenten
- linker Lungenflügel mit zwei Lungenlappen und insgesamt neun Lungensegmenten

Gefäße und Versorgung

Merke

- Am Lungenhilum treten ein: Hauptbronchus, Bronchialarterien, Lungenarterie, Nerven.

- Am Lungenhilum treten aus: Bronchialvenen, Lungenvene, Nerven, Lymphgefäße.

Die **Bronchialarterien** bringen sauerstoff- und nährstoffreiches Blut aus der Aorta in die Lunge, wo es ausschließlich der Ernährung des Lungengewebes dient. Solche der Eigenversorgung dienenden Gefäße werden auch als *Vasa privata* (lat. „Privatgefäße“) bezeichnet. Danach transportieren die **Bronchialvenen** das Blut in die obere Hohlvene und somit zurück zum Herzen (**Ernährungskreislauf**). Im Gegensatz dazu dienen die Lungenarterie und die Lungenvenen der Deckung des Sauerstoffbedarfs im Körper (**Funktionskreislauf**). Die Lungenarterie transportiert sauerstoffarmes, die Lungenvenen transportieren sauerstoffreiches Blut (kleiner Kreislauf oder **Lungenkreislauf** > 11.2.1).

In den **Lymphgefäßen** wandern weiße Blutkörperchen und ein spezieller Typ von Abwehrzellen (Alveolarmakrophagen) zu den Lymphknoten im Lungenhilumbereich. Diese spezialisierten Abwehrzellen transportieren Fremdkörper oder Gifte ab.

12.2.9 Pleura

Beide Lungenflügel sind von einer hauchdünnen, mit Gefäßen versorgten Hülle überzogen, dem **Lungenfell** (*Pleura visceralis*).

Das Lungenfell grenzt, nur durch einen flüssigkeitsgefüllten Spalt getrennt, an das **Rippenfell** (*Pleura parietalis*), das die Brustwand, das

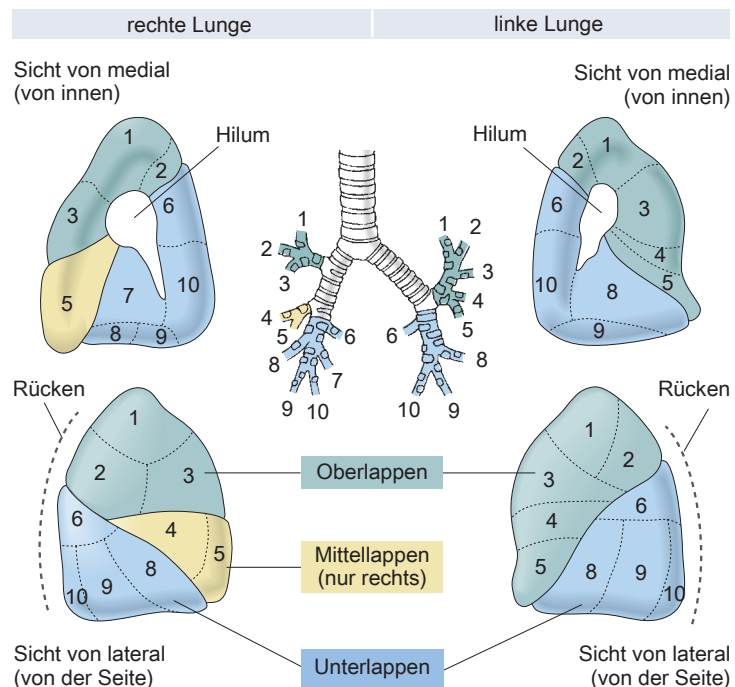


Abb. 12.11 Aufteilung der Lunge in Lappen und Segmente. Die oberen beiden Abbildungen zeigen die Ansicht vom Herzen aus, die unteren Abbildungen von der Seite. Der Rücken ist gestrichelt angedeutet. [L190]

Zwerchfell und das Mediastinum bedeckt und sensible, schmerzleitende Nerven enthält. Beide Pleurablätter werden zusammen als **Pleura** (Brustfell) bezeichnet. Am Lungenhilum gehen die beiden Pleurablätter ineinander über und bilden so einen geschlossenen Spaltraum (**Pleuraspalt**).

Damit die Lungenflügel bei der Atmung reibungsfrei im Brustraum gleiten können, sind beide Pleurablätter von einer Schicht flacher Deckzellen überzogen, die als Gleitmittel eine wässrige Flüssigkeit in den Pleuraspalt absondern. Die dünne Flüssigkeitsschicht sowie der im Pleuraspalt herrschende Unterdruck (intrapleurale Druck) bewirken, dass die Lungenoberfläche der Brustkorbinnenwand anhaftet und alle Brustkorbbewegungen auf die Lungen übertragen werden.

12.2.10 ➤ Atemmechanik

Bei der **Einatmung** (*Inspiration*) gelangt frische, sauerstoffreiche Atemluft in die Lungenbläschen. Bei der **Ausatmung** (*Expiration*) wird kohlendioxidreiche, sauerstoffarme Luft nach außen abgegeben.

Die Lunge selbst ist elastisch und nicht aktiv beweglich. Sie folgt bei den Atembewegungen passiv der Erweiterung und Verengung des Brustkorbs. So führt die Brustkorberweiterung bei der Einatmung zwangsläufig zu einer Ausdehnung des Lungengewebes. Durch die Brustkorbverengung bei der Ausatmung wird das Alveolar- und damit das Lungenvolumen verkleinert. Die Weite des Brustraums wird durch die Rippenstellung und durch den Stand des Zwerchfells bestimmt.

Die volle Kapazität der Lunge wird nur bei maximaler körperlicher Leistung beansprucht. Bei körperlicher Ruhe ist ein erheblicher Teil der Lungenbläschen nicht belüftet. Durch einen Reflexmechanismus werden diese in Reserve stehenden Alveolargruppen auch weniger durchblutet. Erst bei körperlicher Belastung oder bei hohem Fieber öffnen sich die Zugänge zu den Reservealveolen, und die Gasaustauschkapazität (> 12.2.11) der Lunge wird größer.

Während der Ein- und Ausatmung wechselt der transmurale Druck, also der auf die Wände der Luftwege wirkende Druck. Dadurch ändert sich je nach Atemphase der Durchmesser der Luftwege. Bestehen Verengungen (*Obstruktionen*) der oberen Luftwege, treten diese besonders bei der Inspiration in Erscheinung, Obstruktionen der unteren Atemwege hingegen eher bei der Expiration.

Zwerchfell

Das Zwerchfell (> 9.2.8) ist eine breite, kupfelförmig nach oben gewölbte Muskelplatte, die Brust- und Bauchhöhle voneinander trennt

(> Abb. 9.35). Die beiden Lungenflügel ruhen auf dem Zwerchfell. Das Herz, das zwischen den beiden Lungen liegt, ist über den Herzbeutel fest mit dem Zwerchfell verbunden. In der Mitte hat das Zwerchfell eine sehnige Platte, die den Zwerchfellmuskeln als Ansatz dient. Diese entspringen hinten an der Lendenwirbelsäule, vorne am Schwertfortsatz des Brustbeins und an den sechs unteren Rippen.

Einatmung

Spannt sich das Zwerchfell an, so senkt sich die Zwerchfellkuppel und dehnt die Lungenflügel, indem sie diese nach unten zieht (> Abb. 12.12). Unterstützend ziehen sich bei der Einatmung auch die zwischen den Rippen verspannten **äußeren Zwischenrippenmuskeln** (*Mm. intercostales externi* > 9.2.8) zusammen und erweitern den Brustkorb nach vorne und in geringerem Umfang auch zur Seite.

Bei verstärkter Atmung, z.B. bei Atemnot, wird dieser Mechanismus durch die sog. **Atem-**

hilfsmuskulatur (> Abb. 12.38) ergänzt. Als „Hilfseinatmer“ dienen folgende Muskeln:

- **großer und kleiner Brustmuskel** (*Mm. pectorales major und minor*)
- **hintere obere und untere Sägezahnmuskeln** (*M. serratus posterior superior und M. serratus posterior inferior*)
- **Treppmuskeln** an der Brustwand (*Mm. scaleni*)
- **Kopfwender** (*M. sternocleidomastoideus*)

Damit die Atemhilfsmuskeln optimal wirken können, muss eine besondere Körperstellung eingenommen werden: Typischerweise stützen sich Patienten mit Atemnot mit den Armen auf einer Unterlage ab und beugen sich weit nach vorne („**Kutschersitz**“ > Abb. 12.13).

Wenn die Einatmung vorwiegend durch Senkung des Zwerchfells mit Vorwölbung des Bauchs erfolgt, spricht man vom **Bauchatmungstyp**; erfolgt sie vorwiegend durch Hebung der Rippen, spricht man vom **Brustatmungstyp** (> 9.2.8).

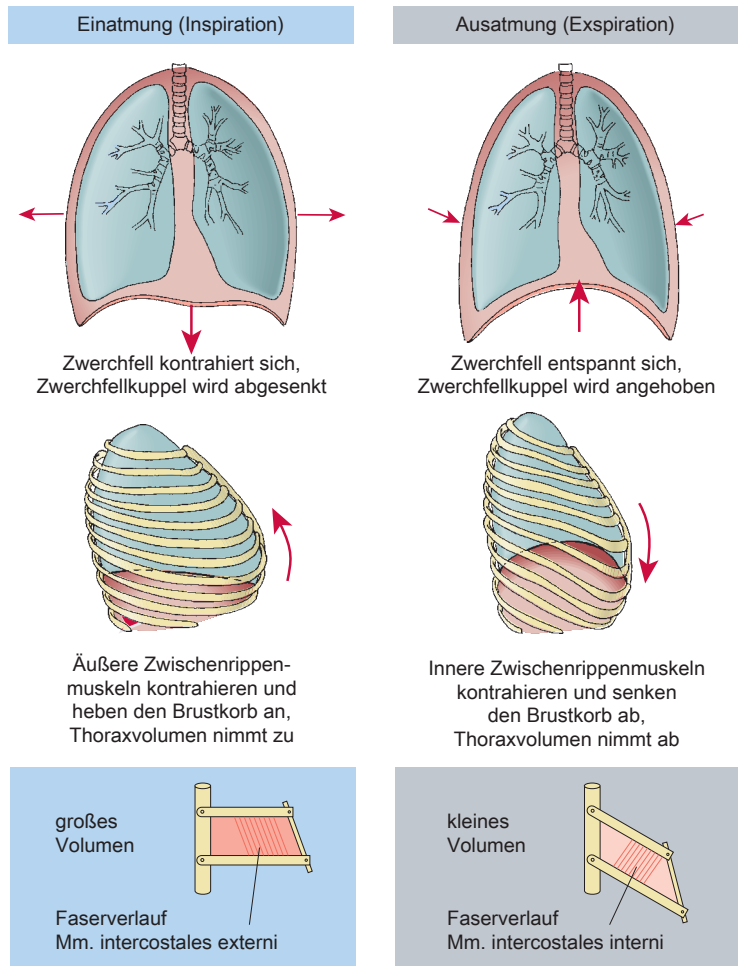


Abb. 12.12 Atemmechanik. Bei der Einatmung senkt sich die Zwerchfellkuppel, der Brustkorb hebt sich, und das Thoraxvolumen nimmt zu. Bei der Ausatmung hebt sich das Zwerchfell, der Brustkorb senkt sich und das Thoraxvolumen nimmt ab. [L190]



Abb. 12.13 Kutschersitz. Der Patient stützt sich mit den Armen auf den Oberschenkeln ab und beugt sich weit nach vorne; so können die Atemhilfsmuskeln optimal arbeiten. [L106]

Ausatmung

Während die Einatmung aktiv erfolgt, geschieht die Ausatmung überwiegend passiv. Die Ausatmung beginnt zunächst mit der Erschlaffung der äußeren Zwischenrippenmuskeln und des Zwerchfells, sodass es bereits aufgrund der Eigenelastizität von Lungengewebe und Brustkorb zu einer Verengung des Brustkorbs kommt. Unterstützend können sich bei der Ausatmung die **inneren Zwischenrippenmuskeln** (*Mm. intercostales interni*) zusammenziehen. Durch ihren Faserverlauf wird die jeweils obere Rippe der darunterliegenden angenähert und der Brustkorb gesenkt.

Als **Hilfsausatemsmuskulatur** können bei angestrenzter Atmung, aber auch beim Husten und Niesen die Bauchmuskeln eingesetzt werden. Diese ziehen die Rippen herab und drängen als **Bauchpresse** die Eingeweide mit dem Zwerchfell nach oben. Die Bauchpresse spielt zudem eine wichtige Rolle bei der Stuhlentleerung und bei den Presswehen der Geburt.

12.2.11 Gasaustausch

In den **Lungenbläschen** (*Alveolen*) findet der **Gasaustausch** statt. Diese werden außen von netzförmig angeordneten, kleinsten Blutgefäßen umspinnen, den Kapillaren des Lungenkreislaufs. Der zuführende Schenkel dieser Kapillaren enthält kohlendioxidreiches, sauerstoffarmes Blut, das aus der rechten Herzkammer über die Lungenschlagader in den Lungenkreislauf gepumpt wird (> 11.2.1).

Während der sehr kurzen Zeit, in der das Blut die Lungenkapillaren passiert, muss es Kohlendioxidmoleküle ins Lungenbläschen abgeben und sich gleichzeitig mit Sauerstoffmolekülen beladen. Dies geschieht passiv durch **Diffusion**

(d. h. ohne Energieverbrauch > 7.6.2) durch die **Blut-Luft-Schranke** (> 12.2.7). Dazu diffundiert Kohlendioxid (CO_2) durch die Wände der Kapillare und des Lungenbläschens in die Alveole und wird abgeatmet. Gleichzeitig diffundiert in entgegengesetzter Richtung aus dem Lungenbläschen Sauerstoff (O_2) in die Kapillare. Dieser Austausch von Kohlendioxid und Sauerstoff wird als **Gasaustausch** bezeichnet (> Abb. 12.14). Der ableitende Schenkel der Lungenkapillaren enthält nun sauerstoffreiches, kohlendioxidarmes Blut. Dieses fließt durch die Lunge über die Lungenvenen in den linken Vorhof des Herzens und wird dann von der linken Herzkammer in den Körperkreislauf gepumpt.

Der ebenfalls in der Atemluft enthaltene Stickstoff kann die Blut-Luft-Schranke nicht passieren. Die Atemluft ist ein Gemisch aus verschiedenen Gasen.

Merke

Einatemluft

Diese besteht aus etwa:

- 78 % Stickstoff
- 21 % Sauerstoff
- Spuren von Kohlendioxid, Wasserdampf und Edelgasen

Ausatemluft

Diese besteht aus etwa:

- 78 % Stickstoff
- 15 % Sauerstoff
- 4 % Kohlendioxid
- Wasserdampf
- Spuren von Edelgasen

Jedes dieser Gase hat einen spezifischen Druck, der von seinem jeweiligen Anteil am Gasgemisch abhängig ist. Der Druck jedes einzelnen Gases wird **Partialdruck** genannt und ist ein

Maß für die Konzentration des einzelnen Gases im Gemisch.

Der Gasaustausch folgt stets einem Konzentrationsgefälle, und zwar von Orten hoher Konzentration (= hohem Partialdruck) zu Orten niedriger Konzentration (= niedrigem Partialdruck). Die Blut-Luft-Schranke stellt dabei beim Gesunden kein nennenswertes Diffusionshindernis dar. Ist diese Diffusionsstrecke zwischen Lungenbläschen und Blutkapillare jedoch verlängert – wie z. B. bei einer Pneumonie (> 12.5.6) aufgrund der abgesonderten Sekrete –, ist der Gasaustausch erschwert, und es kann Atemnot auftreten.

Sauerstofftransport im Blut

Der über die Lunge ins Blut aufgenommene Sauerstoff diffundiert sofort in die roten Blutkörperchen und lagert sich an das Eisen des Hämoglobins (roter Blutfarbstoff) an. Steht nur wenig Hämoglobin zur Verfügung, wie etwa bei der Anämie (Blutarmut > 20.4.1), kann auch nur wenig Sauerstoff transportiert werden: Es treten Leistungsschwäche, Müdigkeit und Kurzatmigkeit auf.

Die Sauerstoffabgabe aus dem Blut an das Gewebe erfolgt wiederum durch Diffusion. Hierfür sorgt das Konzentrationsgefälle zwischen dem sauerstoffreichen Blut und dem sauerstoffarmen Gewebe.

Kohlendioxidtransport im Blut

Ähnlich wie in einer Mineralwasserflasche sind auch im Blut immerhin 10 % des abzutransportierenden Kohlendioxids (CO_2) physikalisch gelöst. 80 % des Kohlendioxids werden direkt nach der Aufnahme ins Blut chemisch umgewandelt und in Form von **Bikarbonat** (HCO_3^-) transportiert (> Abb. 12.15).

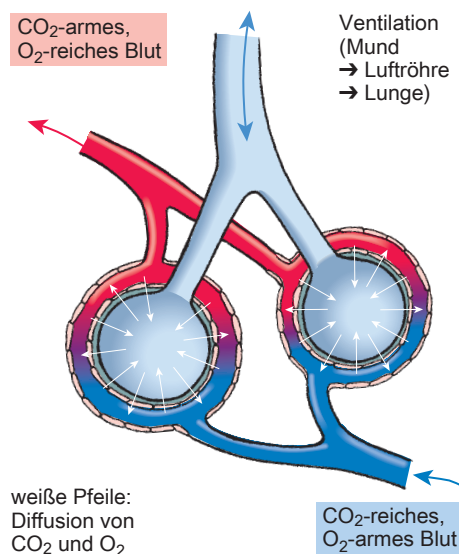


Abb. 12.14 Gasaustausch in den Lungenbläschen. Kohlendioxidreiches, sauerstoffarmes Kapillarblut umströmt die Lungenbläschen, und es kommt zum Gasaustausch. Der ableitende Kapillarschenkel enthält sauerstoffreiches, kohlendioxidarmes Blut. [L190]

Ein Teil des so gebildeten Bikarbonats befindet sich im Plasma, der Rest in den Erythrozyten. Weitere 10% des Kohlendioxids werden direkt an das Hämoglobinmolekül angelagert und in dieser Form von den Erythrozyten zur Lunge transportiert.

Alle beschriebenen Reaktionen der Kohlendioxidbindung im Blut, laufen bei der Kohlendioxidabgabe in der Lunge wieder in umgekehrter Form ab:

- Bikarbonat gelangt zurück in die Erythrozyten.
- Reaktion zu Kohlensäure, diese dissoziiert zu CO₂ und Wasser.
- Diffusion des CO₂ durch das Plasma in die Alveolen.

Bei der Lungenpassage werden jedoch nicht alle Kohlendioxid- bzw. Bikarbonatmoleküle aus dem Blut abgegeben, weil ein gewisser Kohlendioxidgehalt im Blut z.B. zur Aufrechterhaltung des physiologischen Blut-pH-Werts (> 7,38) und für die Steuerung der Atmung erforderlich ist.

12.2.12 Lungen- und Atemvolumina

Bei jedem Atemzug treten in Abhängigkeit von Körpergröße und Körperbau etwa 500 ml Luft in den Respirationstrakt ein (**Atemzugvolumen**). Davon gelangen jedoch nur 1/3 in die Lungenbläschen. Der Rest verbleibt in den größeren, dickwandigen Atemwegen wie Kehlkopf, Luftröhre und Bronchien. Die Luft in diesem sog. **Atemtotraum** kann somit nicht am Gasaustausch teilnehmen.

Bei 14–16 Atemzügen pro Min. zu je 500 ml atmet ein gesunder Erwachsener etwa 7,5 l Luft ein und wieder aus (**Atemminutenvolumen** oder **Atemzeitvolumen** > Abb. 12.16).

Durch verstärkte Einatmung (über die normale Einatmung hinaus) kann man bei einem einzelnen Atemzug über das normale Atemzugvolumen hinaus noch weitere 2–3,5 l Luft einatmen; dieses Volumen wird als **inspiratorisches Reservevolumen** bezeichnet.

Durch verstärkte Ausatmung (über die normale Ausatmung hinaus) kann über das normale Atemvolumen hinaus eine weitere Luftmenge von ca. 1 l ausgeatmet werden (**expiratorisches Reservevolumen**). Addiert man dazu das Atemzugvolumen und das inspiratorische Reservevolumen, so erhält man die **Vitalkapazität**, die dem maximalen ein- und ausatmbaren Luftvolumen entspricht.

Aber auch nach stärkster Ausatmung bleibt noch Luft in den Lungen zurück. Diese Restluft wird **Residualvolumen** genannt.

Die Summe aus Vitalkapazität und Residualvolumen ergibt die **Totalkapazität**. Sie ist das max. mögliche Luftvolumen, das die Lunge aufnehmen kann. Expiratorisches Reservevolumen und Residualvolumen ergeben zusammen die **funktionelle Residualkapazität**.

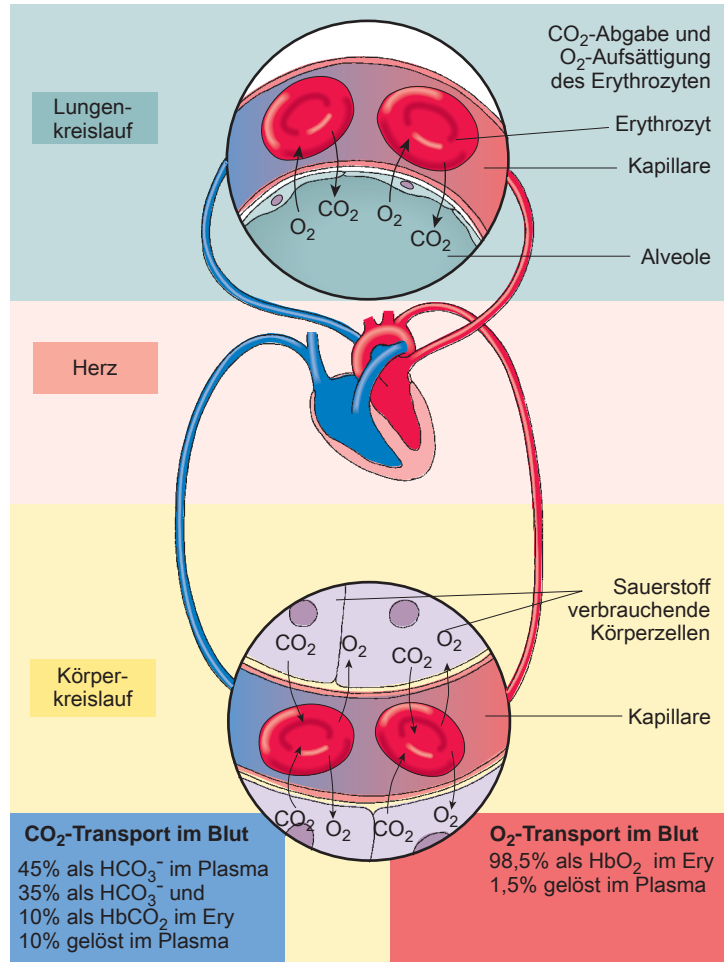


Abb. 12.15 Sauerstoff- und Kohlendioxidtransport im Blut. [L190]

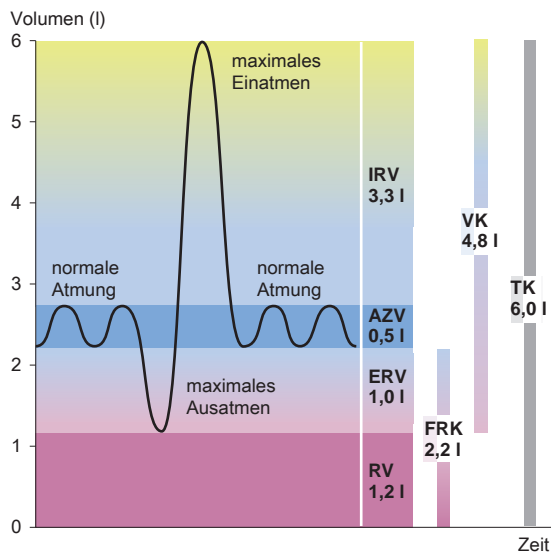


Abb. 12.16 Lungenvolumina. Die geatmeten Volumina werden mit einem Spirometer gemessen und mittels einer Kurve angezeigt. AZV = Atemzugvolumen, IRV = inspiratorisches Reservevolumen, ERV = expiratorisches Reservevolumen, VK = Vitalkapazität, RV = Residualvolumen, FRK = funktionelle Residualkapazität, TK = Totalkapazität. [L190]

ßeres Blatt liegt dem Wirbelkanal innen an und bildet im Prinzip die innere Knochenhaut (*Periost*). Ihr inneres Blatt umgibt als derber bindegewebiger Schlauch das Rückenmark und die Wurzeln der Rückenmarksnerven. Zwischen beiden Blättern liegt der **Epiduralraum**, der Fett- und Bindegewebe enthält. Dieses Polster schützt das Rückenmark bei Bewegungen der Wirbelsäule. Die Dura reicht im Wirbelkanal tiefer hinab als das Rückenmark, nämlich bis zum zweiten Kreuzbeinwirbel.

Im **Schädelraum** sind beide Durablätter größtenteils fest zu einer Haut verwachsen, die dem Schädelknochen als innere Knochenhaut anliegt (> Abb. 23.12). Außerdem bildet die Dura im Schädelraum feste, bindegewebige Trennwände (**Durasepten**) zwischen den großen Hirnabschnitten. Durch diese Verstreibungen werden die Hirnteile bei Kopfbewegungen in ihrer Position gehalten.

Die **Großhirnsichel** (*Falx cerebri*) trennt als senkrechte Wand beide Großhirnhemisphären (> Abb. 23.31). Sie geht in der hinteren Schädelgrube in die **Kleinhirnsichel** (*Falx cerebelli*) über, die entsprechend die Kleinhirnhemisphären trennt. Zwischen dem Großhirn und dem Kleinhirn überspannt das **Kleinhirnzelt** (*Tentorium cerebelli*) horizontal das Kleinhirn. An manchen Stellen sind die ansonsten fest verwachsenen Durablätter jedoch voneinander getrennt. Dadurch entstehen starrwandige Kanäle, die **Sinus**, die das Venenblut aus dem gesamten Schädelraum aufnehmen und über die Vena jugularis interna in die obere Hohlvene ableiten.

Arachnoidea

Die mittlere Hirnhaut heißt wegen ihres spinnwebartigen Aussehens **Spinnwebhaut** oder Arachnoidea. Sie ist fast gefäßlos und liegt der harten Hirnhaut innen an. Zwischen Dura mater und Arachnoidea liegt der **Subduralraum**. Im Bereich des Sinus (> Abb. 23.30, > Abb. 23.31) stülpen sich knopfförmige Wucherungen der Arachnoidea in den venösen Raum vor, die **Arachnoidalzotten** (> Abb. 23.13). Aus diesen Zotten wird die klare Flüssigkeit in den Hohlräumen von Rückenmark und Gehirn, der **Liquor**, in das Venensystem abgeleitet.

Im Schädelraum überbrücken Arachnoidea und Dura mater zusammen die Spalten und Furchen des Hirngewebes, während die Pia mater dem Gehirn dicht anliegt, sodass größere Hohlräume, die **Zisternen**, entstehen.

Pia mater

Die zarte **innere Hirnhaut** – Pia mater (lat. = „fromme Mutter“) – enthält zahlreiche Blutgefäße und bedeckt unmittelbar die Oberfläche des Hirngewebes, auch bis in alle Vertiefungen hinein (> Abb. 23.13). Im Wirbelkanal endet die Pia mater wie das Rückenmark auf der Höhe des zweiten LWK.

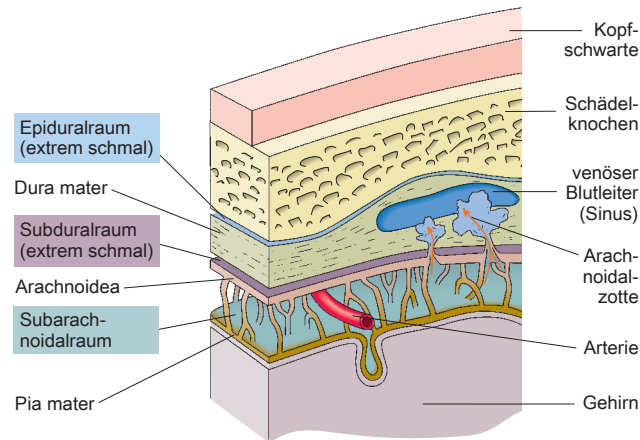


Abb. 23.13 Schnitt durch Schädelknochen und Hirnhautregion. Die roten Pfeile beschreiben den Abfluss des Liquors aus dem Subarachnoidalraum über die Arachnoidalzotten in das venöse Blut. [L190]

Die beiden inneren Häute – Arachnoidea und Pia mater – werden auch **weiche Hirnhäute** genannt. Zwischen ihnen liegt der **Subarachnoidalraum**. Wie alle Hohlräume im ZNS, außer dem Sinus, ist er mit Liquor gefüllt.

23.2.6 ▶ Liquor und Liquorräume

Der **Liquor cerebrospinalis** (kurz **Liquor**) ist eine klare, farblose Flüssigkeit, die die Hohlräume im Gehirn sowie den Subarachnoidalraum ausfüllt. Die zirkulierende Liquormenge macht etwa 150 ml aus. Sie enthält außer Ionen nur geringe Mengen an Eiweiß (12–50 mg/dl), Glukose (40–80 mg/dl), Harnstoff und weiße Blutkörperchen (bis zu 4/μl).

Der Liquor wird in zottenartigen Kapillargeflechten, den **Plexus choroidei**, im Bereich der **Ventrikel** (Ventrikel = Hohlraum des Gehirns) aus Blutplasma filtriert. Von der täglich produzierten Liquormenge (500–700 ml) muss ein Großteil des Liquors über einen bestimmten Weg aus den Liquorräumen abfließen. Er durchströmt die Ventrikel und gelangt schließlich in den Subarachnoidalraum im Bereich der Hirnkonvexität. Von dort wird er von den Arachnoidalzotten in das Venensystem abgeleitet. Ein Teil des Liquors gelangt auch über die Spinalnervenscheiden in das Blutsystem zurück.

Der Liquor stützt das Nervengewebe und schützt dieses wie ein Wasserkissen vor der Schwerkraft, vor schädigender Stoßeinwirkung, Reibung oder Druck. Daneben hat der Liquor

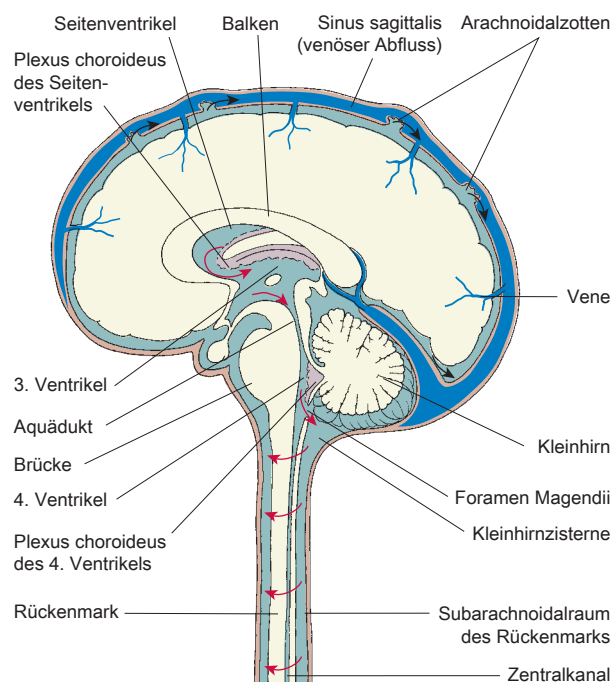


Abb. 23.14 Sagittalschnitt durch das Gehirn und das Rückenmark mit Blick in die inneren und äußeren Liquorräume. Der Liquor wird in den Plexus choroidei des 1., 2. und 4. Ventrikels gebildet. Er umspült das gesamte Gehirn und das Rückenmark. Die Pfeile geben die Flussrichtung an. Über die Arachnoidalzotten tritt der Liquor in das venöse System über. [L190]

wichtige Funktionen beim Stoffaustausch zwischen Blut und Nervengewebe: Er erhält Nährstoffe aus dem Blut, versorgt damit das Hirn und transportiert Stoffwechselprodukte aus dem Nervengewebe ab.

Man unterscheidet anatomisch zwei Liquorräume im ZNS (> Abb. 23.14):

- **äußere Liquorräume;** gebildet vom Subarachnoidalraum und den Zisternen, die das Gehirn und das Rückenmark umschließen
- **innere Liquorräume;** hierzu rechnet man das Ventrikelsystem des Gehirns und den Zentralkanal im Rückenmark

Liquorgefüllte Hohlräume

Es gibt vier **Ventrikel** (lat. ventriculus = kleine Kammer > Abb. 23.15). Die beiden **Seitenventrikel**, auch als **1. und 2. Ventrikel** bezeichnet, sind lang gestreckte, bogenförmig verlaufende

Hohlräume in den Großhirnhemisphären. Sie stehen über die beiden **Zwischenkammerlöcher** (*Foramina interventricularia*) mit dem **3. Ventrikel** in Verbindung, welcher spaltförmig im Zwischenhirn liegt und über den **Aquädukt** (lat. aquaeductus = Wasserleitung), einen schmalen Verbindungskanal im Mittelhirn, in den **4. Ventrikel** übergeht. Dieser setzt sich in den Zentralkanal des Rückenmarks fort, der bei Erwachsenen fast immer verschlossen ist. Der 4. Ventrikel hat zwei kleine seitliche Öffnungen (*Foramina Luschkae*) und eine mittlere Öffnung (*Foramen Magendii*) zum Subarachnoidalraum. Durch sie sind die inneren Liquorräume mit den äußeren verbunden.

Die Pia mater stülpt sich in zottenartigen Kapillargeflechten in die Ventrikel vor. Diese Kapillargeflechte heißen **Plexus choroidei**. In ihnen wird durch Filtrations- und Sekretionsvorgänge aus Blutplasma der Liquor gebildet.

Der Liquor fließt aus den Ventrikeln in die äußeren Liquorräume, wo er von den Arachnoidalzotten absorbiert und in die venösen Gefäße, die Sinus (> Abb. 23.16), abgegeben wird.

Der Liquor verlässt das Gehirn nicht nur über die Venen, sondern auch über das Lymphsystem und entlang von Nervenbahnen – vor allem entlang des Seh- und des Riechnervs.

Blut-Liquor-Schranke

Damit dabei keine schädlichen Stoffe aus dem Liquor zum Nervengewebe gelangen, besteht im Bereich des Plexus choroidei eine der Blut-Hirn-Schranke (> 7.11.8) entsprechende Barriere, die **Blut-Liquor-Schranke**. Sie hat große klinische Bedeutung, da sie nur von wenigen liquorgängigen Medikamenten passiert werden kann.

Im Rahmen verschiedener Erkrankungen des zentralen Nervensystems kann die Blut-Liquor-Schranke aber durchlässig werden, z. B. bei Entzündungen oder Blutungen, wodurch sich die Zusammensetzung des Liquors ändert. Diese Veränderungen sind z. T. sehr spezifisch und liefern wichtige differenzialdiagnostische Hinweise. Aus diesem Grund hat die Liquoruntersuchung bei zahlreichen neurologischen Symptomen einen hohen Stellenwert. Den Liquor gewinnt man, indem man im unteren LWS-Bereich mit einer Kanüle den Subarachnoidalraum punktiert und wenige Milliliter entnimmt.

Merke

Im Gehirn gibt es **vier** liquorgefüllte Hohlräume, die **Ventrikel**:

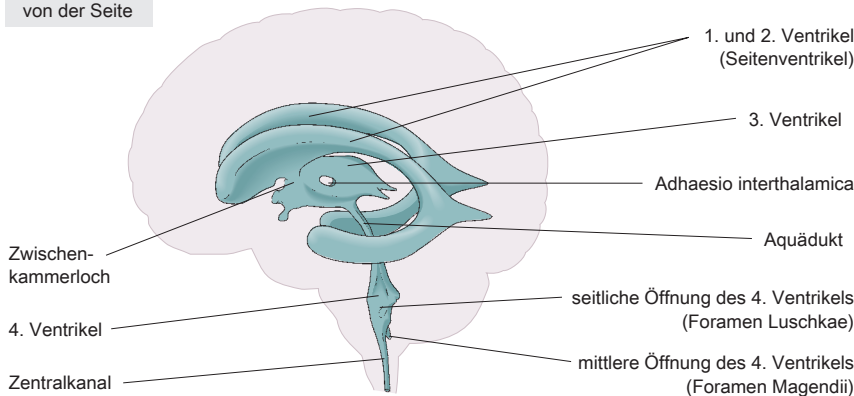
- 1. und 2. Ventrikel (auch als Seitenventrikel bezeichnet) stehen über die Zwischenkammerlöcher mit dem
- 3. Ventrikel in Verbindung, der über den Aquädukt in den
- 4. Ventrikel übergeht, welcher über die beiden Foramina Luschkae und das Foramen Magendii mit dem Subarachnoidalraum verbunden ist.

23.2.7 > Rückenmark

Das Rückenmark (*Medulla spinalis*) bildet die große „Autobahn“ zwischen dem Gehirn und den Rückenmarksnerven (**Spinalnerven**). Es leitet mit teils sehr hoher Geschwindigkeit Nervenimpulse vom Gehirn zur Peripherie und umgekehrt. Dies geschieht über große auf- und absteigende Leitungsbahnen, die die weiße Substanz des Rückenmarks ausmachen.

Das Rückenmark ist aber nicht nur der mächtigste Nervenleitungsstrang, sondern mit seiner grauen Substanz auch Schaltzentrum. Die Schaltstellen steigern die Effizienz der Rückenmarksfunktionen, indem z. B. besonders schnell erforderliche motorische Reaktionen sofort durch die **Rückenmarkreflexe** ausgelöst werden; das Rückenmark fungiert also auch als Reflexzentrum.

von der Seite



von oben

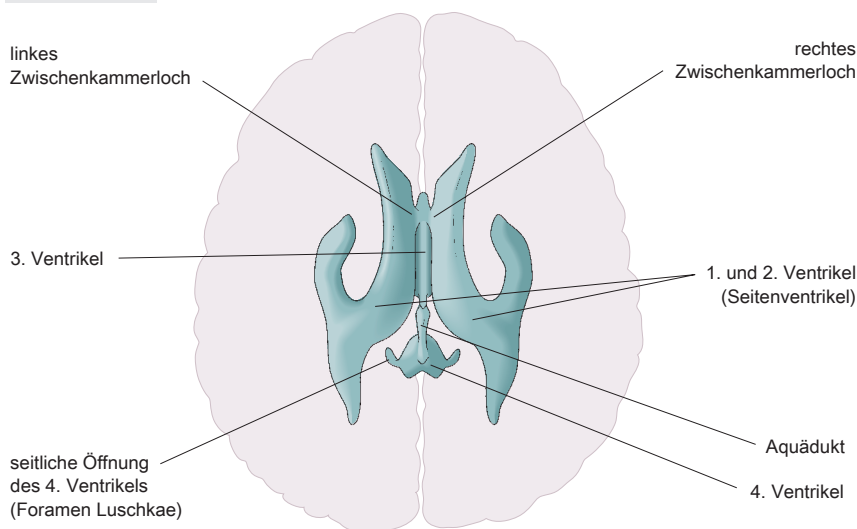


Abb. 23.15 Das Ventrikelsystem des Gehirns. Die beiden Seitenventrikel sind über die Zwischenkammerlöcher mit dem 3. Ventrikel verbunden. Der dünne Aquädukt verbindet den 3. mit dem 4. Ventrikel. Von dort aus bestehen zwei seitliche und eine mittlere Öffnung zum Subarachnoidalraum (Foramina Luschkae und Foramen Magendii). [L190]

Aufbau

Das Nervengewebe des Rückenmarks hat beim Erwachsenen eine Länge von etwa 45 cm. Es geht in Höhe des großen Hinterhauptslochs als zentimeterdicker Strang aus dem verlängerten Mark hervor und zieht im Wirbelkanal bis zur Höhe des zweiten Lendenwirbelkörpers hinab. Über seine gesamte Länge entspringen beidseits in regelmäßigen Abständen insgesamt 31 Paare von **Nervenwurzeln**, bestehend aus vorderer und hinterer Nervenwurzel, die sich jeweils zu den Spinalnerven vereinigen. Die **Radix ventralis** (lat. = Wurzel) ist die vordere motorische Wurzel des Spinalnervs, die **Radix dorsalis** bildet die hintere sensible Wurzel. Durch diese Nervenwurzelabgänge wird das Rückenmark in 31 **Rückenmarksegmente** unterteilt. Da der erste Halsnerv oberhalb des ersten Halswirbelkörpers austritt, gibt es insgesamt acht Halssegmente, also eines mehr, als es Halswirbelkörper gibt. Jedes Rückenmarksegment enthält dabei eigene Reflex- und Verschaltungszentren.

Das Rückenmark ist nicht überall gleich dick. Im Hals- und im Lendenbereich ist es keulenförmig verdickt, da hier eine größere Masse von Neuronen und Nervenfasern zur Versorgung der oberen bzw. unteren Extremitäten vorhanden ist.

Merke

Wirbelsäulensegmente

- **8 Halssegmente** (*zervikal*) C 1–C 8: versorgen Atemmuskulatur und Arme; es gibt 8 Halssegmente bei nur 7 Halswirbelkörpern, da oberhalb vom 1. und unterhalb vom 7. Wirbelkörper Nerven austreten
- **12 Brustsegmente** (*thorakal*) Th 1–Th 12: innervieren den Rumpf
- **5 Lendensegmente** (*lumbal*) L 1–L 5: versorgen Beine, äußeres Genitale und Anus
- **5 Kreuzbeinsegmente** (*sakral*) S 1–S 5: versorgen ebenfalls Beine, äußeres Genitale und Anus
- **1–3 Steißbeinsegmente**: innervieren den Hautbereich über dem Steißbein

Spinalnerven

Aus jedem Rückenmarksegment gehen links und rechts je eine **vordere** und eine **hintere Nervenwurzel** hervor (➤ Abb. 23.17). Beide Wurzeln schließen sich nach wenigen Millimetern zu einem **Spinalnerv** zusammen. Die Spinalnerven – als Teil des peripheren Nervensystems – verlassen den Wirbelkanal der Wirbelsäule seitlich durch die Zwischenwirbellocher, d. h. durch Öffnungen zwischen jeweils zwei benachbarten Wirbeln.

Da in der Kindheit (und auch vor der Geburt) die Wirbelsäule schneller wächst als das Rückenmark, endet das Rückenmark beim Erwachsenen schon auf der Höhe des zweiten Lendenwirbelkörpers. Die Spinalnerven bleiben jedoch an ihre Austrittsstellen gebunden.

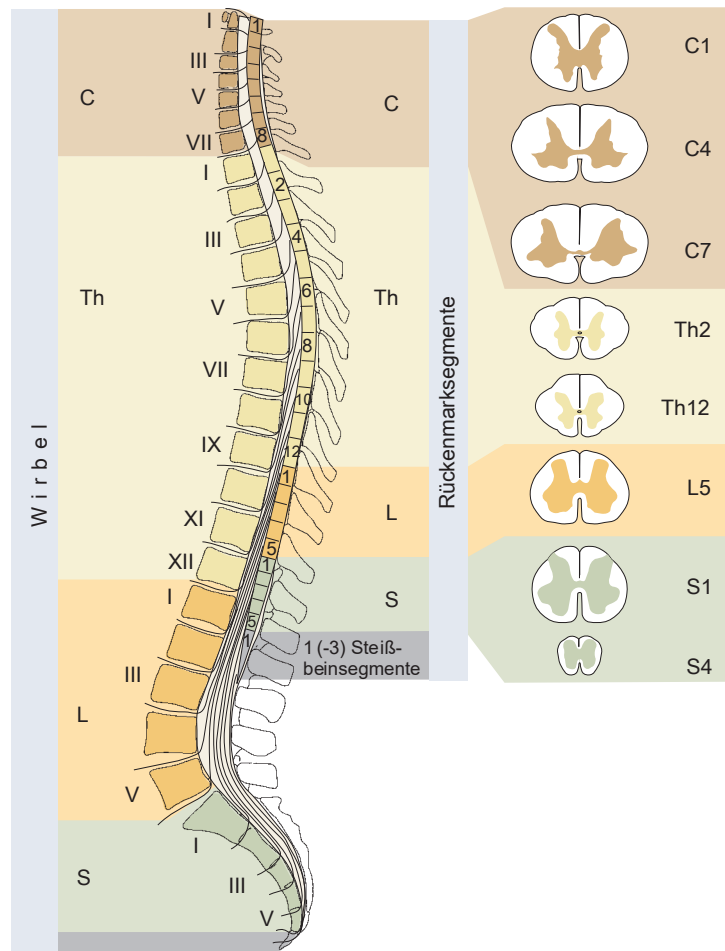


Abb. 23.16 Das Rückenmark und die Spinalnerven in der Seitenansicht. Das Rückenmark erstreckt sich im Wirbelkanal vom 1. Halswirbel bis zur Höhe des 2. Lendenwirbels. Darunter findet man die *Cauda equina* – ein Bündel von Spinalnerven, die zu ihrem jeweiligen Zwischenwirbelloch ziehen. Da das Rückenmark auf Höhe des 2. Lendenwirbels endet, sind alle Rückenmarksegmente gegenüber den zugehörigen Wirbelkörpern nach oben versetzt. Beispiel: Bei einer Wirbelsäulenverletzung des 9. Brustwirbels ist nicht das 9. Brustwirbelsegment, sondern das auf dieser Höhe liegende 1. Lendenwirbelsegment gefährdet. [L190]

Das hat folgende Konsequenz: Während in den oberen Abschnitten der Wirbelsäule die Zwischenwirbellocher mit ihren Spinalnerven auf derselben Höhe wie die entsprechenden Rückenmarksegmente liegen, müssen die Nervenwurzeln aus den unteren Abschnitten des Rückenmarks, um zu ihren Zwischenwirbellochern zu gelangen, im Wirbelkanal schräg nach unten ziehen. Dieses nach unten verlaufende Nervenfaserbündel erinnert an ein Haarbüschel und wird deshalb „Pferdeschweif“ (lat. = *Cauda equina* ➤ Abb. 23.16) genannt.

Graue und weiße Substanz des Rückenmarks

Betrachtet man das Rückenmark im Querschnitt, wie es ➤ Abb. 23.17 zeigt, so erkennt man im Zentrum die schmetterlingsförmige **graue Substanz**. Wie in allen anderen Abschnitten des ZNS befinden sich in der grauen Substanz die Nervenzellkörper, während um den

„Schmetterling“ herum auf- und absteigende Fasersysteme als weiße Substanz gruppiert sind.

Graue Substanz

Die äußeren Anteile der grauen Substanz werden „Hörner“ genannt und nach ihrer Lage in ein **Vorderhorn**, ein **Seitenhorn** und ein **Hinterhorn** unterteilt (➤ Abb. 23.18).

- **Vorderhorn:** Hier liegen **motorische** Nervenzellen. Die Axone (Fortsätze der Nervenzellen) dieser **Vorderhornzellen** bilden die Vorderwurzel eines Rückenmarksnervs und ziehen im Spinalnerv bzw. seinen Ästen zur quer gestreiften Muskulatur.
- **Hinterhorn:** Zum Hinterhorn ziehen **sensible** Nervenfasern. Sie leiten Nervenimpulse aus der Peripherie über den Spinalnerv und die Hinterwurzel zum Rückenmark. Die zugehörigen Zellkörper zu diesen Nervenfasern befinden sich im sog. Spinalganglion (*Ganglion spinale*). Dieses liegt innerhalb des Foramen intervertebrale (➤ 9.2.3).

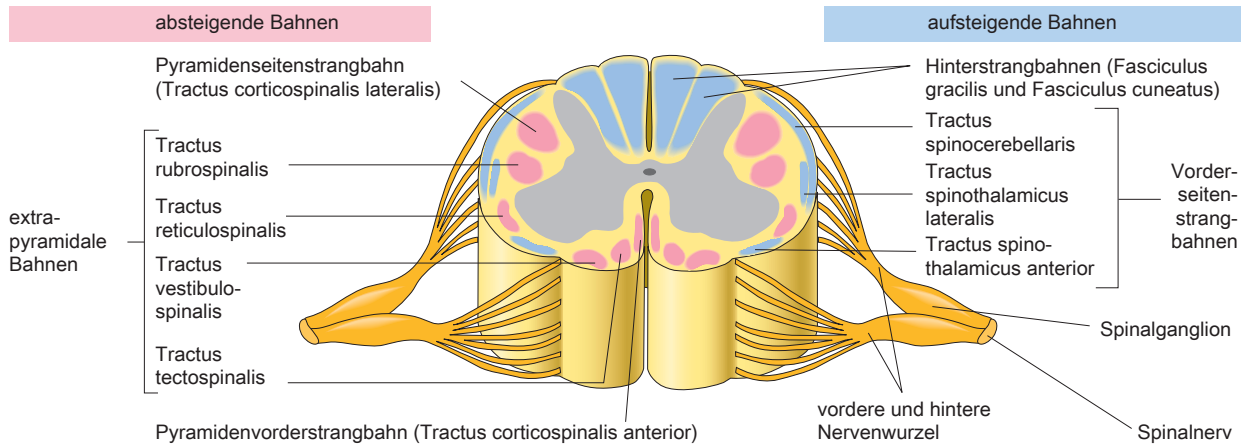


Abb. 23.17 Querschnitt durch die Funktionsfelder des Rückenmarks. In der weißen Substanz unterscheidet man aufsteigende (sensible) und absteigende (motorische) Bahnen. Zu den aufsteigenden Bahnen (blau) gehören die Hinterstrangbahnen und die Vorderstrangbahnen. Die absteigenden Bahnen (rot) unterteilen sich in die Pyramidenbahnen (Pyramidenseitenstrangbahn und Pyramidenvorderstrangbahn) und die extrapyramidalen Bahnen. [L190]

- **Seitenhorn:** Es beherbergt **effere** (wegführende) und **afferente** (zuführende) Nervenzellen des **vegetativen Nervensystems**. Die Axone der efferenten Zellen verlassen das Rückenmark wie die motorischen Nervenfasern über die vordere Wurzel und trennen sich vom Spinalnerv kurz nach dem Austritt aus dem Wirbelkanal, um Anschluss an die Grenzstrangganglien zu finden.

Merke

Graue Substanz des Rückenmarks

- Im Vorderhorn liegen motorische Nervenzellen.
- Zum Hinterhorn verlaufen sensible Nervenfasern, deren Zellkörper im Spinalganglion liegen.
- Im Seitenhorn liegen afferente und efferente Nervenzellen des vegetativen Nervensystems.

Weißer Substanz

Eine tiefe vordere und eine flache hintere Spalte unterteilen die **weiße Substanz** in zwei Hälften. Durch den Austritt von vorderen und hinteren Nervenwurzeln wird jede Hälfte wiederum in drei Stränge (*Funiculi*, lat. funiculus = Strang) unterteilt.

Sie werden nach ihrer Lage **Vorderstrang**, **Seitenstrang** und **Hinterstrang** genannt. **Vorder- und Seitenstrang** werden meist zum **Vorderseitenstrang** zusammengefasst (> Abb. 23.19). Jeder Strang enthält entsprechend der Richtung der Signalleitung aufsteigende und/oder absteigende Bahnen. Dabei verlaufen Bahnen, die Impulse zu den gleichen Orten leiten, in Bündeln (*Tractus*) zusammen.

Aufsteigende Rückenmarksbahnen

Die aufsteigenden (*afferenten*) sensiblen Rückenmarksbahnen (> Abb. 23.19) übermitteln

ständig Informationen aus dem Körper und der Außenwelt an das Gehirn. Die Nervenimpulse gelangen dabei über die hintere Wurzel der Spinalnerven zum Rückenmark. Von dort aus gibt es drei mögliche Leitungswege, den sog. **Eigenapparat**, die **Hinterstrangbahnen** und die **Vorderseitenstrangbahn**.

- Die Fasern des **Eigenapparats** enden in demselben oder einem benachbarten Segment und können direkt, ohne Weiterleitung zum Gehirn, auf ein fortführendes, motorisches Neuron umgeschaltet werden. Auf diese Weise entstehen **Reflexe** (> 23.2.16).
- Bei den Fasern der **Hinterstrangbahnen** handelt es sich um Axone von Spinalganglienzellen. Sie ziehen ohne Umschaltung hinauf zum verlängerten Mark des Gehirns. Dort kreuzen die Fasern auf die Gegenseite, ihre Impulse werden auf ein zweites sensibles Neuron umgeschaltet und über den Thalamus an verschiedene Hirnzentren übermittelt. Die übergeordneten Hirnzentren erhalten über diese Bahnen Informationen aus Rezeptoren von Haut, Muskeln, Sehnen und Gelenken.
- Der Erregungsimpuls der **Vorderseitenstrangbahn** wird auf der Ebene seines Eintritts in das Rückenmark auf Neurone im Hinterhorn umgeschaltet. Die Axone dieser Neurone kreuzen noch auf der gleichen Rückenmarksebene zur Gegenseite (also von der rechten Rückenmarkshälfte zur linken bzw. umgekehrt), um dann zum Thalamus aufzusteigen. Diese Leitung erfolgt im Wesentlichen über zwei Bahnen (*Tractus spinothalamicus anterior* und *lateralis*). Beide Stränge übertragen Informationen über groben Druck, Schmerz und Temperatur.

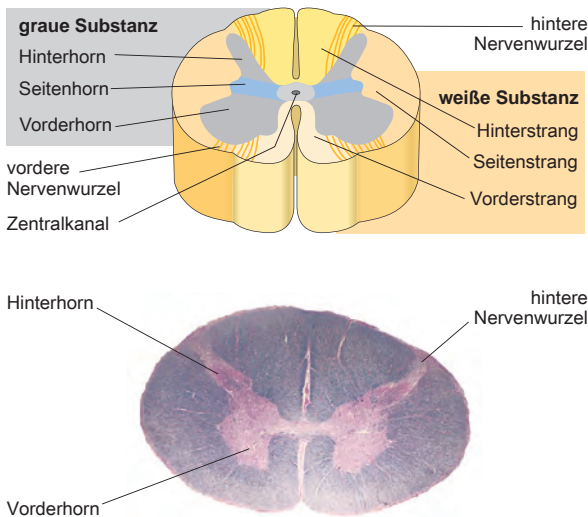


Abb. 23.18 Weiße und graue Substanz des Rückenmarks im Querschnitt (Vorder- und Hinterwurzel abgetrennt). Die schmetterlingsförmige graue Substanz besteht aus einem Vorderhorn, einem Seitenhorn und einem Hinterhorn. In der Mitte des Rückenmarksquerschnitts erkennt man ein Loch, den Zentralkanal. Er durchzieht das gesamte Rückenmark und ist mit den Liquorräumen des Gehirns verbunden (> Abb. 23.15). [L190, R170-3]

Absteigende Rückenmarksbahnen

Bei den absteigenden (*efferenten*) motorischen Bahnen werden zwei große Systeme unterschieden: die Pyramidenbahn und das extrapyramidale System (> Abb. 23.18). Bei beiden Systemen muss der Impuls über absteigende Bahnsysteme im Rückenmark zu den motorischen Nervenzellen der Vorderhörner übermittelt werden, deren Nervenfasern über die Spinalnerven und ihre Äste zu den Skelettmuskeln gelangen.

Merke

Aufsteigende und absteigende Bahnen des Rückenmarks

- **aufsteigende sensible Rückenmarksbahnen:** Eigenapparat (wichtig für die Reflexentstehung), Hinterstrangbahnen, Vorderseitenstrangbahnen
- **absteigende motorische Rückenmarksbahnen:** Pyramidenbahnen, extrapyramidales System

23.2.8 ➤ Hirnnerven

Zusammen mit den Spinalnerven (> 23.2.8) und deren Verzweigungen gehören die Hirnnerven zum peripheren Nervensystem. Die Hirnnerven umfassen alle Nervenfaserbündel, die oberhalb des Rückenmarks das ZNS verlassen. Sie versorgen den Kopf- und Halsbereich sowie einen Großteil der inneren Organe und verbinden alle Sinnesorgane mit dem Gehirn.

Es gibt **zwölf Paare** von Hirnnerven (> Abb. 23.19, > Abb. 23.20, > Tab. 23.2). Da ihre vollen Namen recht lang und umständlich sind, werden sie meist nur nach der Reihenfolge ihres Austritts aus dem Schädelraum von oben nach unten mit römischen Ziffern von N. (*Nervus*) I bis N. XII benannt. Der erste Hirnnerv zieht ins Großhirn, der zweite ins Zwischenhirn (genau genommen gehören beide zum Gehirn). Die übrigen zehn entspringen im (bzw. ziehen in den) Hirnstamm. Alle Hirnnerven verlassen das Gehirn durch kleine Öffnungen im knöchernen Schädelraum.

Die Hirnnerven werden nach ihrer Funktion, wie folgt, eingeteilt (> Tab. 23.2):

- **sensorische Hirnnerven:** leiten Empfindungen aus den Sinnesorganen zum Gehirn: N. olfactorius (N. I), N. opticus (N. II), N. vestibulocochlearis (N. VIII)
- **überwiegend motorische Hirnnerven:** N. oculomotorius (N. III), N. trochlearis (N. IV), N. abducens (N. VI), N. accessorius (N. XI), N. hypoglossus (N. XII)
- **gemischte Hirnnerven,** die sich aus motorischen, sensorischen und parasympathischen Fasern zusammensetzen: N. trigeminus (N. V), N. facialis (N. VII), N. glossopharyngeus (N. IX), N. vagus (N. X)

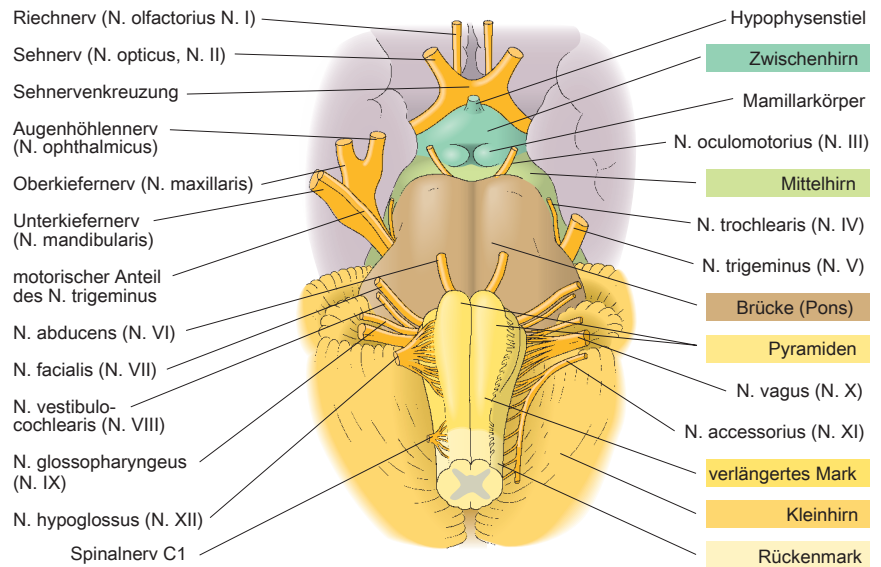


Abb. 23.19 Hirnstamm und Hirnnerven. Der I. Hirnnerv ist nicht zu sehen; als Riechnerv verläuft er an der Unterseite des Gehirns. Unterhalb der Brücke erkennt man die Pyramiden, in denen die Pyramidenbahnen hinab zum Rückenmark verlaufen. [L190]

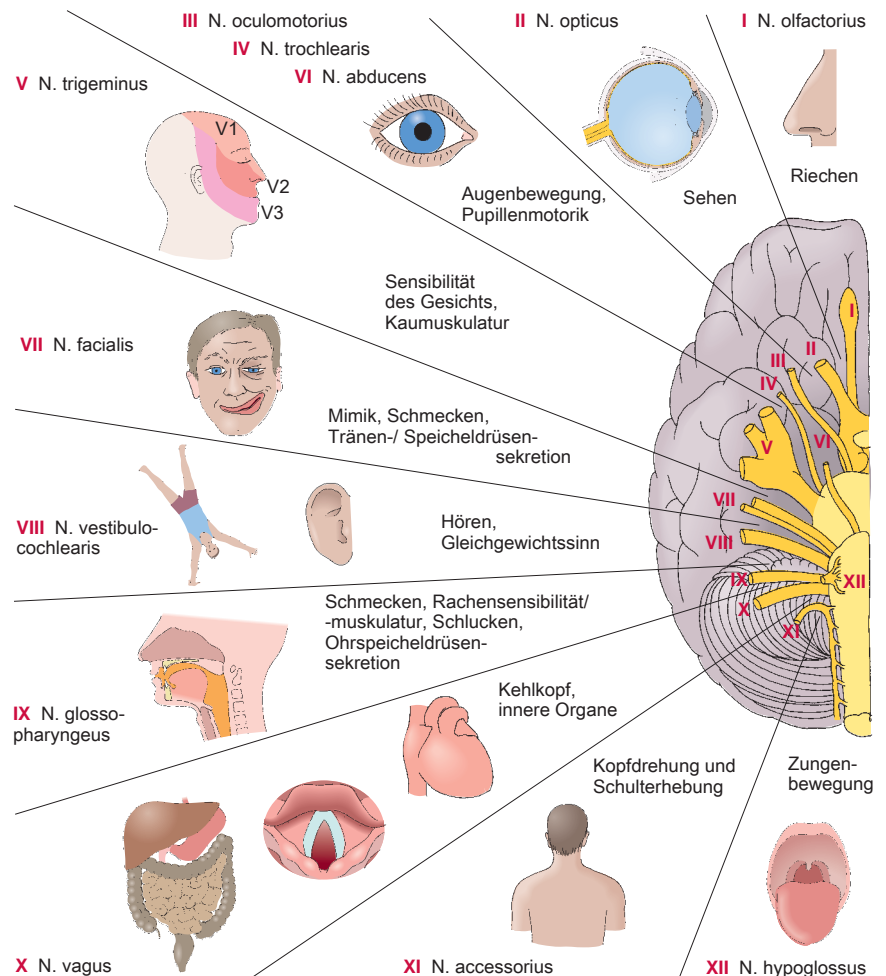


Abb. 23.20 Übersicht über die zwölf Hirnnerven und ihre Funktionen. Die Hirnnerven versorgen hauptsächlich die Kopf- und Halsregion. Nur der N. vagus verlässt diese Region und zieht hinunter in den Bauchraum zu zahlreichen inneren Organen. [L190]

Tab. 23.2 Die zwölf Hirnnerven.

Nummer des Hirnnervs	Lateinischer Name	Deutscher Name	Faserart	Funktion/Besonderheiten
N. I	N. olfactorius	Riechnerv	rein sensorisch	übermittelt Geruchsempfindungen; beginnt mit Rezeptoren in der Nasenschleimhaut und zieht zum Riechkolben (<i>Bulbus olfactorius</i> > 24.2.3); von dort werden die Signale zum Riechhirn (> Abb. 23.9) geleitet
N. II	N. opticus	Sehnerv	rein sensorisch	übermittelt Sehempfindungen; beginnt in der Netzhaut der Augen und kreuzt teilweise im Chiasma opticum (Sehnervenkreuzung), das vor der Hypophyse liegt; nach Umschaltung werden die Signale zur primären Sehrinde im Hinterhauptslappen des Großhirns geleitet
N. III	N. oculomotorius	Augenmuskelnerv	vorwiegend motorisch mit parasympathischen Anteilen	versorgt den Lidhebermuskel und vier der sechs quer gestreiften (äußeren) Augenmuskeln (> 24.2.1)
N. IV	N. trochlearis	Augenmuskelnerv	motorisch	innerviert den oberen schrägen Augenmuskel (> 24.2.1)
N. V	N. trigeminus: • Ast V1: N. ophthalmicus • Ast V2: N. maxillaris • Ast V3: N. mandibularis	Drillingsnerv: • Ast V1: Augenhöhlennerv • Ast V2: Oberkiefernerv • Ast V3: Unterkiefernerv	je nach Ast: • V1 sensibel • V2 sensibel • V3 sensibel und motorisch	teilt sich nach dem Austritt aus der Schädelhöhle in 3 große Äste: • V1 versorgt Augenhöhle und Stirn • V2 versorgt in dem unterhalb der Augenhöhle liegenden Bereich die Gesichtshaut, die Schleimhaut der Nase, die Oberlippe und die Zähne des Oberkiefers • V3 versorgt sensibel den Unterkieferbereich (Unterlippe, Zahnfleisch und Zähne) und motorisch alle Kau- und Mundbodenmuskeln
N. VI	N. abducens	Augenmuskelnerv	motorisch	versorgt den äußeren geraden Augenmuskel
N. VII	N. facialis	Gesichtsnerv	gemischt	• motorische Fasern versorgen mimische Muskulatur des Gesichts • parasympathische Fasern ziehen zur Tränendüse (> 24.2.1) und zur Unterkiefer- und Unterzungendrüse (> 13.2.8) • sensorische Fasern leiten Geschmacksempfindungen von den Rezeptoren in den vorderen zwei Dritteln der Zunge zum Hirnstamm, von wo aus sie an die Großhirnrinde übermittelt werden (> 24.2.3)
N. VIII	N. vestibulocochlearis	Hör- und Gleichgewichtsnerv	rein sensorisch	leitet die Erregungen aus dem Gleichgewichtsorgan (Vestibularorgan) und dem Hörorgan im Innenohr (Schnecke) zum Thalamus; von dort werden sie an die Großhirnrinde und an weitere Hirngebiete übermittelt
N. IX	N. glossopharyngeus	Zungen-Rachennerv	gemischt	• parasympathische Fasern ziehen zur Ohrspeicheldrüse (> 13.2.8) • motorische Fasern versorgen die Rachenmuskeln • sensible Fasern innervieren die Schleimhaut des Rachens und übermitteln Geschmacksempfindungen aus dem hinteren Zungendrittel
N. X	N. vagus	Eingeweidennerv, „umher-schweifender“ Nerv	gemischt; überwiegend parasympathisch, wenige sensible und motorische Fasern	• innerviert als Hauptnerv des parasympathischen Systems einen Teil der Halsorgane, die Brust und einen großen Teil der Baucheingeweide • nur wenige Fasern versorgen motorisch und sensibel den Kehlkopfbereich (N. laryngeus recurrens) • leitet sowohl sensible Impulse von Organen zum ZNS als auch efferente Impulse für die Motorik glatter Muskeln und für die Sekretion zu den inneren Organen; Gegenspieler bei der Innervation innerer Organe ist der Sympathikus (> 23.2.12)
N. XI	N. accessorius	Begleitnerv	motorisch	innerviert Muskeln des Halses, z. B. M. sternocleidomastoideus (Kopfwender-Muskel) und den M. trapezius (Kapuzenmuskel)
N. XII	N. hypoglossus	Zungennerv	überwiegend motorisch	versorgt die Muskulatur der Zunge

23.2.9 Spinalnerven und ihre Äste

Muskeln und Nerven > 9.2.14

Unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Zwischenwirbelloch teilt sich jeder Spinalnerv in verschiedene Äste auf:

- Die **hinteren Äste** versorgen die Haut und die tiefen Muskeln vom Hals bis zur Kreuzbeinregion.
- Die **vorderen Äste** der Spinalnerven haben jeweils unterschiedliche Funktionen und Verläufe:
 - Aus dem 2.–11. Brustsegment versorgen sie als **Zwischenrippen-Nerven** (*Nn. intercostales*) die Haut und die Muskeln im Bereich des Brustkorbs und des Bauchs.

- Die vorderen Äste der übrigen Spinalnerven bilden zunächst Nervengeflechte, **Spinalnervenplexus** genannt, bevor sie durch erneute Aufteilung einzelne **periphere Nerven** bilden, die die Extremitäten (Arme und Beine) versorgen.

23.2.10 Spinalnervenplexus und wichtige periphere Nerven

Die Plexus der Spinalnerven (> Abb. 23.21) werden nach dem Abschnitt, aus dem sie entspringen, benannt (> Tab. 23.3).

Jeder periphere Nerv führt motorische Nervenimpulse (*Efferenzen*) zur Peripherie und leitet sensible Informationen (*Afferenzen*) von der Peripherie zum ZNS.

Plexus cervicalis

Das **Halsgeflecht** (*Plexus cervicalis*) aus den Halssegmenten von C 1–C 4 versorgt Haut und Muskeln in der Hals- und Schulterregion und dazu mit dem N. phrenicus das Zwerchfell. Dieser spielt also eine wichtige Rolle für die Atmung (> 12.2.10).

Plexus brachialis

Aus dem **Armgeflecht** (*Plexus brachialis*, C 5–Th 1) entspringen neben kleineren Ästen zum Nacken und zur Schulter die drei großen Armnerven:

- Der **Speichennerv** (*N. radialis*) zieht an der Streckseite des Arms zum Unterarm. Er versorgt motorisch die Strecker des Ober- und



a) Kopffixierung und Öffnen des Visiers



c) Greifen von Kinn und Nacken und Übernahme der Kopfhaltung



b) Öffnen des Kinnriemens



d) Vorsichtiges Abnehmen des Helms durch Helfer 1

Abb. 30.4a–d Abnehmen des Helms. Es sind zwei Helfer erforderlich, je nach Helmtyp sind verschiedene Vorgehensweisen nötig. Deshalb kann es notwendig sein, anders als hier abgebildet, die Hände seitlich am Hals zu positionieren. Grundsätzlich muss immer ein Helfer Kopf und Hals unter leichtem Zug stützen, während der andere den Helm vorsichtig abzieht. [J747]

30.3 ➤ Basismaßnahmen zur Sicherung der Vitalfunktionen

Die Sicherung der Vitalfunktionen erfolgt nach den Richtlinien des **European Resuscitation Council (ERC)**. Wenn Sie einen Menschen in einem bedrohlichen Zustand vorfinden (z. B. in Ihrer Praxis oder auf der Straße) oder zu einem Unfallgeschehen dazu kommen, müssen Sie sich einen Überblick verschaffen über die lebenswichtigen Körperfunktionen des Patienten.

- Sorgen Sie für Ihre persönliche und die Sicherheit des Patienten.
- Kontrollieren Sie das Bewusstsein durch laute Ansprache und Rütteln an den Schultern (> 30.3.1).
- Wenn er reagiert und keine Gefahr besteht, lassen Sie ihn vorerst in der Lage, in der Sie ihn vorgefunden haben. Versuchen Sie herauszufinden, was geschehen ist. Fordern Sie Hilfe an. Verliert er (wieder) das Bewusstsein, bringen Sie ihn in die stabile Seitenlage.
- Erfolgt keine Reaktion, **legen Sie den Betroffenen auf den Rücken** und prüfen Sie die Atmung (> 30.3.2). Zunächst werden die

Atemwege freigemacht, indem der Kopf des Betroffenen sanft nackenwärts gebeugt und das Kinn etwas angehoben wird. Die nachfolgende Atemprüfung – Schauen auf Brustkorbbeugungen, Hören auf Atemgeräusche, Fühlen von Luftbewegungen – sollte nicht länger als zehn Sekunden dauern.

- **Reagiert der Betroffene nicht oder atmet er nicht normal**, setzen Sie den Notruf ab bzw. beauftragen Sie einen Helfer.
- Atmet der Patient normal, bringen Sie ihn in die stabile Seitenlage. Im Notfall müssen alle Vitalfunktionen, insbesondere die Atmung, alle zwei Minuten kontrolliert werden.
- Bei bewusstlosen Erwachsenen ohne „normale“ Atmung (Röcheln, Schnappatmung, fehlende Atmung), wegen des Verdachts auf Kammerflimmern, **sofort** den Rettungsdienst alarmieren (**phone first**), erst dann reanimieren (s. u.). Bei anderen Ursachen, wie z. B. Trauma, Vergiftung, Ertrinkungsunfall kann ggf. eine andere Reihenfolge

(Durchführung eines Reanimationszyklus von fünfmal 30:2, dann Notruf) sinnvoll sein, ebenso das Prüfen der Kreislaufsituation (> 30.3.3).

- Verlassen Sie den Patienten nur, wenn Sie als Helfer alleine sind und es keine andere Möglichkeit gibt.
- Haben Sie hingegen ein Handy dabei, schalten Sie auf „Freisprechen“, um leichter mit dem Disponenten der Rettungsleitstelle kommunizieren bzw. seine Anweisungen leichter umsetzen zu können.
- Beginnen Sie schnellstmöglich mit der Herzdruckmassage (> 30.4.1).
- Nach **30 Thoraxkompressionen** werden **zwei Atemspenden gegeben**. Wenn die Atemspenden zu keiner sichtbaren Hebung des Brustkorbs führen, muss der Mundraum untersucht und ggf. ausgeräumt (Gebiss, Erbrochenes) werden.
- Die Wiederbelebung durch jeweils 30 Thoraxkompressionen und zwei Atemspenden

wird so lange fortgesetzt, bis der Rettungsdienst eintrifft und die Herz-Lungen-Wiederbelebung übernimmt.

Zu den Maßnahmen bei Kindern > 30.4.8

30.3.1 ▶ Prüfung des Bewusstseins

Bewusstlosigkeit: schwere Bewusstseinsstörung, bei der der Mensch nicht ansprechbar ist, d. h., er hat die Fähigkeit der räumlichen und zeitlichen Orientierung verloren und reagiert weder auf Fragen zur Person (z. B. nach dem Namen) noch auf Berührungen.

Ein bewusstlos erscheinender Patient wird als Erstes kurz angesprochen („Hallo! Alles in Ordnung? Wie heißen Sie?“). Reagiert er nicht, so ist eine Berührung angezeigt (z. B. Rütteln an der Schulter), da Schwerhörigkeit eine Bewusstseinsstörung vortäuschen kann. Erfolgt auch hierauf keine Reaktion, so ist der Patient bewusstlos. Damit liegt ein schwerwiegender Notfall vor. Reagiert der Patient auf Ansprache oder Anfassen, so wird er zunächst in der vorgefundenen Position belassen und der Notruf getätigt.

Die Ursache der Bewusstlosigkeit ist in der Regel zunächst unklar. Einer Bewusstlosigkeit können zahlreiche Störungen innerhalb des Zentralnervensystems zugrunde liegen.

- Durchblutungsstörungen oder Blutungen des Gehirns (etwa beim Schlaganfall > 23.5.1)
- Entzündungen des Gehirns oder der Hirnhäute (Enzephalitis oder Meningitis)
- Schädel-Hirn-Verletzungen in Folge eines Sturzes
- Hirntumoren und -metastasen
- epileptische Krampfanfälle

Aber auch Störungen, die primär nicht im Gehirn liegen, können zu Bewusstlosigkeit führen, z. B.:

- Vergiftungen (etwa mit Alkohol oder Schlaf-tabletten)
- Stoffwechsellentgleisungen, z. B. durch Funktionsstörungen der Leber, der Nieren, der Schilddrüse und beim Diabetes mellitus
- Schock, z. B. bei zuvor nicht erkanntem „stummem“ Herzinfarkt (> 10.6.2)

Hinweis

Reagiert ein angesprochener, ruhig daliegender Verletzter oder Erkrankter nicht, sollte er direkt, z. B. an den Schultern, angefasst werden. Erfolgt auch bei kräftigem Anfassen keine Reaktion, so ist er bewusstlos. Vorgehensweise:

- Patienten laut ansprechen („Hallo, hören Sie mich?“).
- Berührungsreize setzen (z. B. Rütteln an den Schultern).
- Schmerzreize setzen (Kneifen in einen Nasenflügel oder die Oberarminnenseite), dabei das Gesicht be-

obachten – wenn der Patient reagiert, besteht keine Bewusstlosigkeit. Diese Maßnahme wird in der Praxis oft angewendet, ist jedoch nicht in den ERC-Leitlinien enthalten.

Der Bewusstseinslevel (Wachheitsstatus) kann relativ schnell anhand des **WASB-Schemas** (> 30.20) oder englisch **AVPU-Schema** (alert, voice, pain, unresponsive) eingestuft werden.

Jede Einstufung unterhalb des „W“ (wach und ansprechbar) macht eine neurologische Untersuchung erforderlich. Ist der Betroffene eingetrübt, können Sie im Verlauf noch den **Glasgow Coma Score – GCS** > Tab. 30.2) erheben.

30.3.2 ▶ Prüfung der Atmung

Zur Prüfung der Atmung (> Abb. 30.5) bringen Sie zunächst den Kopf des Bewusstlosen oder Bewusstseinsgetrübten in eine Position, die das Atmen ermöglicht. Manchmal reicht schon diese Maßnahme, damit der Patient wieder atmen kann, i. d. R. muss der Patient jedoch in Rückenlage gebracht werden.

Freimachen der Atemwege

Dieses Freimachen der Atemwege ist deshalb sinnvoll, weil bei Bewusstlosen die Muskulatur häufig erschlafft ist, sodass die Zunge zurückfallen und die Atemwege verlegen kann. Hierfür gibt es zwei Methoden:

- **HTCL-Manöver** (> Abb. 30.6): Der Helfer kniet seitlich neben dem Kopf des Patienten, eine Hand liegt auf der Stirn und die andere unter dem Kinn des Patienten. Der Kopf des Patienten wird nach hinten geneigt, indem die Stirn vorsichtig nach unten gedrückt und das Kinn gleichzeitig angehoben wird (**Head Tilt – Chin Lift**). Dies ist die heute üblicherweise empfohlene Methode, auch für kleine Kinder.
- **Esmarch-Handgriff** (> Abb. 30.7): Der Helfer kniet hinter dem Kopf des Patienten. Seine Daumen umfassen dessen Unterkiefer, seine Zeigefinger liegen am Kieferwinkel. Dann erfolgt der Dreifach-Handgriff, bei dem gleichzeitig der Kopf überstreckt, der Mund geöffnet und der Unterkiefer vorgezogen wird. Beim kleinen Kind wird der Nacken nicht überstreckt.

Achtung

- Die Prüfung der Atmung darf nicht mehr als zehn Sekunden in Anspruch nehmen.
- In der Erste Hilfe-Ausbildung von Laien wird der Esmarch-Handgriff nicht mehr gelehrt, weil seine Anwendung durch Unkundige zur Zeitverzögerung führen und eine Verletzung der Halswirbelsäule verschlimmern kann.
- Besteht der Verdacht auf eine Verletzung der HWS, heißt die Regel „Esmarch vor HTCL“. Dann wird der



Abb. 30.5 Prüfung der Atemfunktion durch Sehen, Hören und Fühlen. [L190]

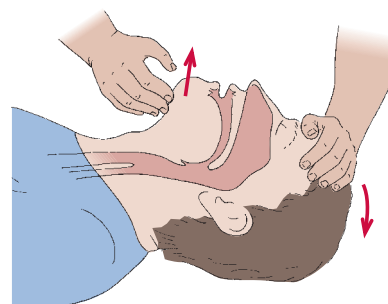


Abb. 30.6 Überstrecken des Kopfes nackenwärts und zusätzliches Anheben des Unterkiefers zur Schaffung freier Atemwege (HTCL-Manöver). [L190]

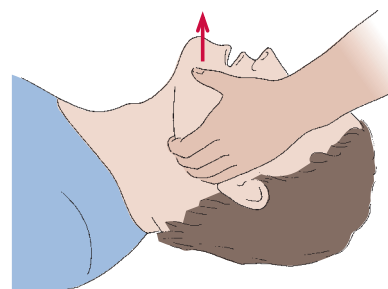


Abb. 30.7 Esmarch-Handgriff: Beide Hände fassen das Kinn des Bewusstlosen und schieben den Unterkiefer so nach vorne, dass die untere Zahnreihe vor die obere kommt; gleichzeitig muss der Hals des Patienten maximal überstreckt sein. [L190]

Handgriff ohne die Bewegung der Halswirbelsäule ausgeführt (modifizierter Esmarch-Handgriff), um zwar den Atemweg des Patienten einigermaßen zu sichern, eine eventuelle Schädigung des Rückenmarks aber zu vermeiden.

Der Ersthelfer beugt nun seine Wange über Mund und Nase des Patienten und blickt gleichzeitig zu dessen Brustkorb (> Abb. 30.5). Atmet der Betroffene, so kann der Helfer dies sehen (atemsynchrone Thoraxexkursion), hören (Atemgeräusche) und fühlen (Luftbewegung an seiner Wange).

Die Atmung gilt als ausreichend, wenn der Patient in fünf Sekunden mindestens einmal atmet und keine Schnappatmung aufweist. Atmet der Patient normal, wird er in die stabile Seitenlage gebracht. Bei einem Notfall muss die Atmung alle zwei Min. kontrolliert werden.

Hinweis

Während der ersten Minuten nach einem Kreislaufstillstand ist es möglich, dass ein Bewusstloser schwach atmet oder vereinzelte, langsame und geräuschvolle Atemzüge macht. Wenn der Patient nach Luft schnappt, liegt oft ein Herzstillstand vor. Beim geringsten Zweifel, ob die Atmung normal ist, beginnen Sie mit der kardiopulmonalen Reanimation.

30.3.3 Notruf

Der Notruf kann über Telefon, über die Funknetze von Linienbussen oder Taxen, über die Notruftelefone an Fernstraßen sowie an Polizei- und Feuerwehrrufsäulen getätigt werden. Hinweise auf Meldeeinrichtungen sind an den Leitpfosten der Autobahnen sowie auf speziellen Hinweisschildern angebracht. Europaweit gilt als **einheitliche Notrufnummer die 112**. In Österreich und in der Schweiz kann der Rettungsdienst auch unter 144 erreicht werden.

Grundsätzlich soll der Notruf so schnell wie möglich abgesetzt werden – dies kann in verschiedenen Fällen etwas anderes bedeuten:

- Bei einem Unfall, z. B. auf der Landstraße, ist die Reihenfolge: Warnblinkanlage einschalten, Anhalten, Warnweste noch im Fahrzeug anlegen, Unfallstelle mit einem Warndreieck absichern, falls möglich bzw. notwendig Unfallopfer aus der Gefahrenzone bringen, Notruf absetzen, lebensrettende Sofortmaßnahmen durchführen, weitere Hilfe leisten (z. B. Wundverband anlegen).
- **Phone first:** Bei nicht normaler, d. h. z. B. schnappender Atmung wird der Notruf als allererstes abgesetzt („zuerst anrufen“). Erst dann erfolgen die weiteren Rettungsmaßnahmen (> 30.4). Auch wenn bei einem Erwachsenen wahrscheinlich eine kardiale Ursache vorliegt, wird zuerst der Notruf abgesetzt, dann die kardiopulmonale Reanimation (CRP) begonnen.
- **Phone fast:** Diese Regel („schnell anrufen“) gilt bei fehlender Atmung (z. B. durch Ertrinken, Ersticken, Intoxikation, Trauma) oder bei Bewusstlosigkeit eines Kindes (hier liegt meist ein Atemungsproblem vor > 30.3.2) – zuerst wird für ca. eine Minute die CRP durchgeführt, dann wird der Notruf abgesetzt.

Zwar gilt die Priorität des Notrufs vor allen weiteren Maßnahmen grundsätzlich auch, wenn nur ein Ersthelfer anwesend ist und der Patient eine Zeit lang alleingelassen werden muss. Je nach Situation kann es jedoch notwendig sein,

diese Regel zu brechen und z. B. für 1–2 Min. zu beatmen, um dann rasch Hilfe zu holen.

Hinweis

In der Erste Hilfe-Ausbildung von Laien gelten oft andere Regeln als für medizinische Berufe. Für Laien wird „Phone fast“ nur für Säuglinge und Kleinkinder empfohlen.

Trotz hervorragender Notfallversorgung in Deutschland und obwohl fast jeder ein Telefon bei sich hat, gibt es auch immer wieder Situationen, in denen das Absetzen des Notrufs schwierig ist und man Hilfe braucht, um Hilfe zu bekommen.

- Es hat sich gezeigt, dass die Bereitschaft von Mitbürgern, zu helfen bzw. Hilfe anzufordern größer ist und man schneller Reaktionen erzielt, wenn man „Feuer!“ ruft.
- Wenn Sie Helfer brauchen, fordern Sie diese konkret auf: Rufen Sie z. B. „Sie mit der grünen Jacke! Rufen Sie sofort den Notarzt! Wählen Sie 112!“ Dies wirkt schneller als ein ungezielter Hilferuf.

Hinweis

Beim Absetzen des Notrufes sollten Sie der Rettungsleitstelle Auskunft geben nach der Faustregel „5 x W“. Ihr Gesprächspartner wird Sie alles Notwendige fragen, um Ihnen möglichst schnell Hilfe zu schicken:

- **Was** ist passiert? z. B. „Patient mit schwerster Atemnot und Zyanose“ oder bei Unfällen kurze Schilderung des Hergangs, z. B. „Radfahrer gegen Pkw geprallt“
- **Wo** ist es passiert? Genaue Beschreibung des Notfallorts, evtl. Stockwerksangabe, Klingel, Wegbeschreibung in der freien Natur (markante Punkte nennen: „Waldrand“, „Flusslauf“, „Aussichtsturm“)
- **Wie viele** Verletzte?
- **Welche** Art von Verletzung/Erkrankung liegt vor?
 - Keine genauen Diagnosen! Einfache Beschreibung ist wichtiger! („Bewusstlose Person mit stark blutender Kopfverletzung“, „Patient erbricht hellrotes Blut“)
 - Angaben über die Notwendigkeit technischer Hilfe (Feuerwehr) bei eingeklemmten oder schwer zugänglichen Patienten
- **Wer** meldet den Notfall? Eigene Namen nennen und Telefonnummer, von der aus angerufen wird, für evtl. Rückfragen. Gespräch erst nach Aufforderung beenden!

Die Freisprechfunktion des Telefons kann – insbesondere wenn man alleine mit dem Patienten ist – sehr hilfreich sein, um gleichzeitig Hilfsmaßnahmen durchführen zu können.

Achtung

Für **jede** Notfallmeldung gilt:

- Ruhe bewahren.
- Keine Spekulationen, sondern konkrete Angaben.

- Auf Rückfragen der Rettungsleitstelle warten.
- Über das geeignete Rettungsmittel entscheidet die Rettungsleitstelle nach vorliegenden medizinischen und einsatztaktischen Gesichtspunkten.

30.3.4 Maßnahmen bei nicht erforderlicher Reanimation

Ist die Atmung normal, muss nicht reanimiert werden. Stattdessen sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- So rasch wie möglich Notruf tätigen (phone fast).
- Dem Patienten gegenüber beruhigend und sicher auftreten.
- Patienten mit erhaltenem Bewusstsein je nach zugrunde liegender Notfallsituation lagern, z. B. bei Herzinsuffizienz und Atemnot mit erhöhtem Oberkörper, Bewusstlosen mit ausreichender Atmung in stabile Seitenlage bringen, um zu verhindern, dass infolge abnehmender Schutzreflexe Mageninhalt oder Blut in die Atemwege gelangt.
- Patienten möglichst nicht alleine lassen, psychisch betreuen (> 30.1.4).
- Eventuell erforderliche notfalltherapeutische Maßnahmen einleiten oder durchführen (z. B. Blutzucker messen, Glukose-Gel geben, Antiallergikum verabreichen, Infusion anlegen, Wunde versorgen).
- Regelmäßig **Vitalzeichen** kontrollieren: Bewusstsein, Atmung, ggf. Karotispuls einseitig tasten (mindestens alle fünf Minuten bis Hilfe kommt).

30.3.5 Medikamentöse Schmerztherapie

Die medikamentöse Therapie mit Analgetika erfolgt i. d. R. durch den Notarzt. Seit dem 27.07.2023 ist es auch Notfallsanitätern erlaubt, ohne vorherige ärztliche Anordnung im Rahmen einer heilkundlichen Maßnahme, bestimmte Betäubungsmittel zu verabreichen.

Sofern sich das Eintreffen des Notarztes verzögert und Maßnahmen wie eine schmerzlindernde Lagerung oder die Unterstützung einer vom Patienten eingenommenen Schonhaltung nicht ausreichen, kann vom Heilpraktiker bei **bewusstseinsklaren Patienten** bei Bedarf auch ein verschreibungsfreies Schmerzmittel gegeben werden.

Die gelegentlich noch vertretene Meinung einer **präklinischen Analgesie** verschleierte die Symptomatik, gilt heute als veraltet. Bei Bauchkrämpfen wird z. B. Buscopan[®], bei Kindern mit Fieberkrampf Paracetamol empfohlen.

Im Notfall besonders gut geeignet sind **Arzneimittel**, die **ohne** oder nur mit **wenig Wasser** eingenommen werden können (Kau- oder Schmelztabletten, Granulate, Tropfen, Säfte). Schmerztabletten, die geschluckt werden müs-

sen, wirken laut einer Studie zehnmal schneller, wenn der Patient dabei auf der rechten Seite liegt (Wirkeintritt nach ca. 10 Minuten). Wenn man auf der rechten Seite liegt, ist der Winkel steiler, in dem das Medikament durch den Magen rutscht und kann dadurch – unterstützt von

Schwerkraft, Magenkontraktionen und Magensaftströmungen – umso schneller wirken.

Beim **Herzinfarkt** gilt der Satz „Zeit ist Muskel“ („time is muscle“). Deshalb rät z. B. der European Resuscitation Council (ERC), dass jeder Patient mit Verdacht auf Akutes Koronar-

syndrom ($> 10.6.1$) 150–300 mg ASS oral erhält.

Wichtig ist, dass Sie sich vor der Verabreichung von Medikamenten bestens mit den jeweiligen Indikationen, Kontraindikationen und Wechselwirkungen vertraut gemacht haben.

30.4 ➤ Wiederbelebung: kardiopulmonale Reanimation

Kardiopulmonale Reanimation (*cardiopulmonale reanimation, CPR, Herz-Lungen-Wiederbelebung*): Maßnahme zur Wiederbelebung, die immer dann beginnt, wenn die Prüfung der Vitalfunktionen eine Lebensbedrohung des Betroffenen ergibt (keine Reaktion, nicht vorhandene oder schnappende Atmung).

In den meisten Gemeinden liegt die durchschnittliche Zeitspanne zwischen dem Notruf und dem Eintreffen des Rettungsdienstes bei 5–8 Min. bzw. – wenn ein Herz-Kreislaufstillstand vorliegt – bei 8–11 Min. bis zum ersten Defibrillationsschlag, im ländlichen Raum oft bis zu zehn Min. länger. Während dieser Zeit hängt das Überleben des Patienten von der kardiopulmonalen Reanimation des Ersthelfers bzw. des Heilpraktikers ab.

Die kardiopulmonale Reanimation wird unterteilt in:

- **Basismaßnahmen der Reanimation** (*Basisreanimation, Basis-CPR, basic life support, BLS*)
 - Kontrolle der Vitalzeichen (Bewusstsein, Atmung $> 30.3.1$, $> 30.3.2$), evtl. gleichzeitig Karotispuls tasten (nicht länger als zehn Sekunden)
 - Herzdruckmassage ($> 30.4.1$)
 - Atemspende ($> 30.4.2$)
- die von medizinischem Fachpersonal anzuwendenden **erweiterten Maßnahmen der Reanimation** (*advanced life support, ALS*)
- Defibrillation ($> 30.4.4$), die teilweise auch im Rahmen der Laienhilfe angewendet wird
- Drugs = Medikamente ($> 30.1.6$)

Da man von Ihnen als Heilpraktiker(-anwärter) mehr als von einem Laien erwarten kann, sollten Sie, bevor Sie mit der Atemspende beginnen, darauf achten, dass die Atemwege des Patienten frei sind, d. h. durch z. B. Erbrochenes, Fremdkörper verlegte Atemwege müssen als Erstes freigemacht werden. Die maximale Überstreckung des Kopfes ($> \text{Abb. } 30.6$) sollte am besten schon bei der Prüfung der Atmung ($> 30.3.2$) mit dem HTCL-Manöver ($> 30.3.2$) durchgeführt werden. Reicht diese Maßnahme nicht aus, um eine Spontanatmung in Gang zu setzen, so wird der Unterkiefer durch einen speziellen Griff weit nach vorn geschoben (**Esmarch-Handgriff** $> \text{Abb. } 30.7$).

Bei Erststichungsgefahr durch Fremdkörper kann der sogenannte **Heimlich-Handgriff** hilfreich sein ($> \text{Abb. } 30.19$), der nur bei vitaler In-

dikation und wenn keine sofortige Intubationsmöglichkeit besteht, angewendet werden sollte.

Das sind die Kernaussagen zu den Basismaßnahmen für die Wiederbelebung Erwachsener (European Resuscitation Council – Stand 2021 $> \text{Abb. } 30.8$):

- Prüfen Sie das Bewusstsein und die Atmung.
- Rufen: Alarmieren Sie den Rettungsdienst.
- Drücken: Beginnen Sie mit Thoraxkompressionen.
- Lassen Sie einen Automatischen externen Defibrillator (AED) holen.

Hinweis

Lernen und üben Sie, wie eine Wiederbelebung durchgeführt werden muss.

30.4.1 ➤ Herzdruckmassage

Sobald feststeht, dass der Patient bewusstlos ist und nicht ausreichend atmet, beginnen die Ersthelfer mit der Herzdruckmassage (kurz: Herzmassage bzw. Thoraxkompression). Da die Herzdruckmassage **immer gleichzeitig** mit der

Atemspende ablaufen sollte, spricht man auch von kardiopulmonaler Reanimation (Herz-Lungen-Wiederbelebung).

Achtung

Führen Sie, wo immer möglich, die Thoraxkompressionen auf einem harten Untergrund durch, da die Kompressionsbewegungen des Helfers sonst „verpuffen“. Deshalb sollte z. B. ein Bettlägeriger ggf. mit dem Rautek-Griff ($> 30.4.1$) auf den Boden gelegt werden. Übergewichtige Patienten, die im Bett liegen, müssen laut den ECR-Leitlinien, jedoch nicht unbedingt auf den Boden gezogen werden.

Auffinden des Druckpunkts

Zur Durchführung der Herzdruckmassage muss der Brustkorb zügig freigemacht werden. Der Druckpunkt befindet sich beim Erwachsenen „mitten auf der Brust“.

- Der Druckpunkt befindet sich auf der unteren Hälfte des Sternums.
- Ballen einer Hand auf den Druckpunkt legen, Handballen der anderen Hand über den ersten legen und Finger verschränken.
- Beide Ellenbogen durchstrecken.

BASISMASSNAHMEN ZUR WIEDERBELEBUNG ERWACHSENER

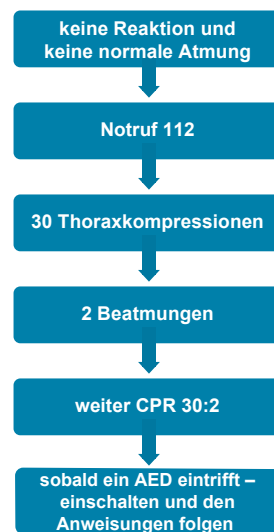


Abb. 30.8 Basismaßnahmen der Reanimation bei Erwachsenen (Basic life support, BLS). CPR = kardiopulmonale Reanimation, AED = Defibrillator. (*Österreich/Schweiz Rettungsdienst auch 144). [F781-034]

Tab. 30.2 Vorgehen bei der kardiopulmonalen Reanimation im Überblick.

Maßnahmen	Ersthelfer, in diesem Fall der Heilpraktiker	Arzt
Vitalzeichen prüfen	<ul style="list-style-type: none"> • Ansprechen, ggf. Schütteln an der Schulter • Atemwege freimachen und Atemtätigkeit überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> • fortlaufende, umfassende Kontrolle der Vitalparameter, meist apparativ assistiert • Absaugen mit Gerät • endotrachealer Tubus
Herzdruckmassage	Thoraxkompressionen: Arbeitsfrequenz 100–120/Min.	Thoraxkompression nur übergangsweise, schnellstmöglich Defibrillation und Medikation
Atemspende	<ul style="list-style-type: none"> • Mund-zu-Nase-Beatmung oder Mund-zu-Mund-Beatmung (> 30.4.3) • je nach Situation ggf. Atemwege freimachen, Hand-Absaugpumpe einsetzen, Beutelbeatmung, Endotrachealtubus legen (siehe Atemspende) 	<ul style="list-style-type: none"> • Beutelbeatmung mit Maske oder über Endotrachealtubus • maschinelle Beatmung
Defibrillation	falls ein automatischer externer Defibrillator (AED) vorhanden ist	<ul style="list-style-type: none"> • Defibrillation • Schrittmachertherapie
Drugs (Medikamente)	–	<ul style="list-style-type: none"> • Adrenalin • evtl. Amiodaron, Lidocain

Durchführen der Herzdruckmassage

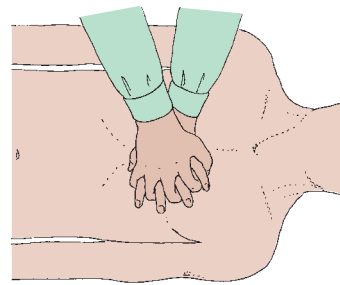
Für eine erfolgreiche Herzdruckmassage bei einem Erwachsenen muss 100- bis 120-mal pro Minute „gedrückt“ (> Tab. 30.1, > Tab. 30.2) werden. (Der Rhythmus entspricht dem von Popsongs wie z.B. „Stayin’ alive“, „Atemlos“ oder „Highway to Hell“.) Der Helfer muss dabei das Brustbein mindestens 5 cm, max. 6 cm tief eindrücken (was einige Kraft erfordert > Abb. 30.9). Ebenso wesentlich ist es, dass er den Druck danach vollkommen lockert – allerdings ohne den Kontakt zum Körper zu verlieren! –, damit das Herz sich wieder mit Blut füllen kann.

Herzdruckmassage und Atemspende müssen immer im rhythmischen Wechsel erfolgen. Die Helfer beginnen beim Erwachsenen grundsätzlich mit der Herzdruckmassage. Das empfohlene Verhältnis von Herzkompression (> Abb. 30.9, > Abb. 30.10) zu Atemspende beträgt 30:2; d.h. auf 30 Kompressionen des Brustkorbs folgen zwei Atemspenden.

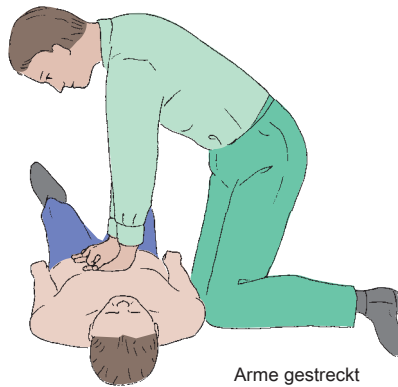
Viele Laien trauen sich eine Atemspende nicht zu. Sie sollten auf jeden Fall die Herzdruckmassage ununterbrochen durchführen. Ungeübte Laien unterbrechen zudem die Herzdruckmassage für die Beatmung oft weitaus länger als die empfohlenen fünf Sekunden, sodass der Kreislauf immer wieder zum Stillstand kommt, was den Erfolg der Wiederbelebung in Frage stellt. Für geübte Helfer – und als Heilpraktiker sollten Sie das sein – bleibt die Wiederbelebung durch Herzdruckmassage und Atemspende die bevorzugte Methode. Sind Sie jedoch aus irgendeinem Grund nicht in der Lage zu beatmen oder besteht eine Kontraindikation (bei Mund-zu-Mund: Verätzung/Toxine), führen Sie die Thoraxkompressionen kontinuierlich durch.

Ein-Helfer-Methode

Steht nur ein Helfer zur Verfügung, beginnt er die Reanimation mit 30 Brustkorbkompressionen und führt anschließend zwei Atemspenden durch (Verhältnis 30:2 > Tab. 30.10). Dieser Rhythmus wird beibehalten. Da die Ein-Helfer-



Finger verschränkt



Arme gestreckt

Abb. 30.9 Herzdruckmassage: Aufsuchen des Druckpunkts und Durchführung der Massage. Der Ersthelfer spart Kraft, wenn er seine Arme zur Massage gestreckt hält, die Bewegungen aus der Hüfte entwickelt. Der Thorax muss nach jeder Kompression entlastet werden. Nicht auf die Brust lehnen, aber aus dem ganzen Körper heraus agieren. [L190]

Methode sehr anstrengend ist, sollte möglichst schnell ein zweiter Helfer gefunden werden (z. B. durch Rufe). Gemeinsam gehen sie ohne Zeitverzug zur Zwei-Helfer-Methode über.

Zwei-Helfer-Methode

Bei der Zwei-Helfer-Methode beatmet der eine Helfer, während der andere die Herzdruckmassage durchführt. Die beiden Helfer stimmen sich dabei so ab, dass auf jeweils 30 Herzkompressio-

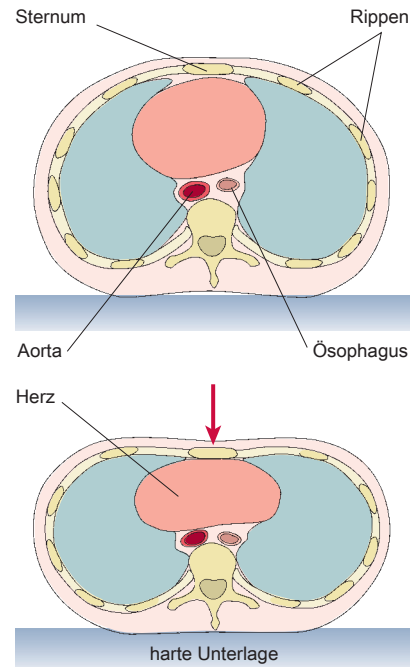


Abb. 30.10 Wirkung der Herzdruckmassage: Schnitt durch den Brustkorb. Mit gestreckten Armen wird das Brustbein mindestens 5 cm, maximal 6 cm tief eingedrückt und dann vollständig entlastet. Der Auflagepunkt des Handballens wird immer beibehalten. [L190]

nen zwei Atemspenden folgen (Verhältnis 30:2). Da die Herzdruckmassage über längere Zeit sehr anstrengend ist, sollten sich die beiden Helfer im Abstand von 1–2 Minuten abwechseln. Zur Effektivitätskontrolle kann der beatmende Helfer während der Herzdruckmassage die erzeugte Pulsweite an der A. carotis fühlen.

Merke

Nach aktuellen Zahlen des Deutschen Reanimationsregisters (Stand 2021) erleiden in Deutschland rund 60.000 Menschen jährlich außerhalb eines Krankenhauses einen Herz-Kreislauf-Stillstand. Nur etwa 10 % der Patienten überleben. Würden mehr Menschen unverzüglich Wiederbelebensmaßnahmen einleiten, könnten sich die Überlebenschancen der Betroffenen verdoppeln bis verdreifachen.

Obwohl es – anders als in Filmen dargestellt – im echten Leben unwahrscheinlich ist, dass jemand nur mittels Thoraxkompression und Atemspende wiederbelebt wird, kann die Herz-Lungen-Wiederbelebung helfen, eine Minimalzirkulation aufrecht zu erhalten. Dadurch soll das Gehirn mit Restsauerstoff versorgt werden und zwar bis eine Defibrillation gestartet werden kann. Eine geglückte Wiederbelebung würde der Helfer u.a. daran erkennen, dass die Atmung wieder einsetzt und für Geübte der Karotispuls ggf. tastbar wird.

30.4.2 ➤ Atemspende

Nach den 30 Thoraxkompressionen erfolgen sofort zwei Atemspenden als Mund-zu-Nase- oder Mund-zu-Mund-Beatmung. Als Hilfsmittel können Beatmungsmasken oder -tücher eingesetzt werden. Diese reduzieren das Kontaminationsrisiko und helfen eine evtl. Hemmschwelle zu überwinden. Baldmöglichst sollte jedoch eine Beutel-Masken-Beatmung, z. B. Ambu®-Beutel, durchgeführt werden. Letztere birgt eine geringere Infektionsgefahr und ist v. a. effektiver.

So früh wie möglich sollte eine Intubation (> 30.4.3) – in den meisten Fällen durch den Notarzt – erfolgen. Unter Intubation versteht man das Einführen eines Atmungsrohrs (Tubus) in die Atemwege. Diese sogenannte Intubationsbeatmung beugt zusätzlich der Aspiration vor, kann sie jedoch nicht ganz ausschließen (sog. stille Aspiration ist auch bei Intubation möglich). Alternativen sind supraglottische Atemhilfen; v. a. der Larynxstübchen ist vergleichsweise leicht zu platzieren, und die Herzdruckmassage muss nicht unterbrochen werden.

Zuvor werden die Atemwege freigemacht, indem Schleim, Sputum oder Blut abgesaugt werden. Das Rettungspersonal hat hierfür elektrische Geräte, für den Notfallkoffer gibt es kleine Hand-Absaugpumpen mit Absaugkatheter.

Mund-zu-Nase- und Mund-zu-Mund-Beatmung

- Als erstes überstreckt der Helfer den Kopf des Patienten.
- Der Helfer verschließt den Mund durch Druck des Daumens auf die Unterlippe in Richtung Oberlippe (> Abb. 30.11). Ist der Mund nicht richtig verschlossen, kann die in die Nase eingeblassene Luft wieder entweichen! Bei der **Mund-zu-Mund-Beatmung** wird die Nase mit Daumen und Zeigefinger der auf der Stirn liegenden Hand durch Zusammendrücken der Nasenflügel verschlossen. Gleichzeitig wird das Kinn nach oben gezogen.
- Der Helfer atmet normal ein und bläst seine Ausatemluft vorsichtig in die Nase bzw. den Mund des Patienten ein. Das anschließende Luftholen erfolgt am besten zur Seite hin.
- Beobachten des Brustkorbs: Bei richtiger Beatmungstechnik hebt und senkt sich der Brustkorb. Ist dies nicht der Fall, sind evtl. die Atemwege verlegt. Oberste Priorität hat dann die Thoraxkompression.
- Danach atmet er erneut normal ein und bläst wiederum seine Ausatemluft in Nase oder Mund des Patienten, um zwei effektive Beatmungen zu erzielen.
- Die Luft sollte behutsam und gleichmäßig über 1 Sekunde abgegeben und dem Patienten zwischen den Beatmungen 1- bis 2 Sekunden Zeit für die Ausatmung gelassen werden.

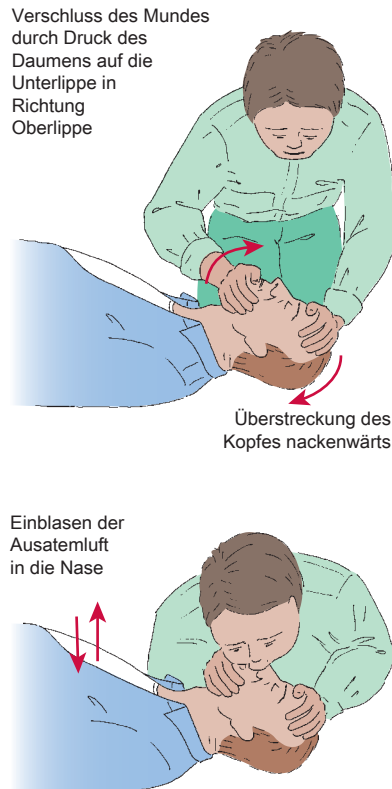


Abb. 30.11 Mund-zu-Nase-Beatmung. Das leichte Anheben des Brustkorbs ist ein sicheres Zeichen dafür, dass die eingeblassene Luft auch die Lunge erreicht. [L190]

- Für zwei Beatmungen darf die Herzdruckmassage nicht länger als zehn Sekunden unterbrochen werden. Deshalb muss diese bei der Ein-Helfer-Methode nun unverzüglich wieder einsetzen. Der Rhythmus 30:2 ist bei zwei Helfern einfacher in der optimalen Zeit durchzuführen.
- Pro Atemspende werden ungefähr 500 ml Luft gegeben.

Beutel-Masken-Beatmung

Bei dieser Form der Beatmung wird die Atemluft aus einem Beutel über ein Atemventil in die Atemwege des Patienten gepresst. Eine luftdicht abschließende Maske verhindert ein Entweichen der Luft. An den Beatmungsbeutel kann eine Sauerstoffflasche angeschlossen werden.

Bei der Beatmung wird der Patient – sofern kein Verdacht auf eine Verletzung der HWS besteht – mit leicht überstrecktem Kopf auf einem Kopfkissen („Schnüffelstellung“) gelagert. Dies gilt auch für Kinder ≥ 1 Jahr; bei Säuglingen wird der Kopf neutral gelagert (Kinn nur leicht anheben), hier erfolgt die Schnüffelstellung **ohne** Überstreckung. Mit dem Esmarch-Handgriff (> Abb. 30.7) wird der Unterkiefer vorgezogen. Anschließend wird der Kiefer des Patienten mit dem III.–V. Finger und die Maske mit dem Zeigefinger und Daumen fixiert („C-Griff“ > Abb. 30.12). Die künstliche Beatmung be-

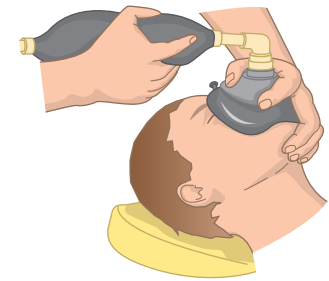


Abb. 30.12 Beutel-Masken-Beatmung mit „C-Griff“ (= Fixieren der Maske mit Zeigefinger und Daumen). [L138]

ginnt durch Kompression des Beatmungsbeutels.

Ein Teil der eingeblasenen Luft gerät zwangsläufig über die Speiseröhre in den Magen und bläht diesen auf. Dies geschieht besonders bei unübten Helfern, die den Beutel zu schnell und mit zu hohem Druck zusammenpressen. Durch die ballonartige Magenfüllung wird zum einen das Zwerchfell nach oben gedrückt, was die Lungenausdehnung und damit die Atemfunktion behindert. Zum anderen wird der Mageninhalt in die Speiseröhre gepresst, was eine Aspiration begünstigt. Viele moderne Beatmungsbeutel verfügen deshalb über Druckventile, die einen zu hohen Beatmungsdruck verhindern.

Beenden der Beatmung

Die Beatmung muss so lange fortgeführt werden, bis sie entweder erfolgreich ist, d. h., der Patient wieder selber atmet, ein professioneller Helfer die CPR übernimmt oder der Notarzt eintrifft und den Abbruch wegen Aussichtslosigkeit entscheidet. Sie als Heilpraktiker können diese Entscheidung nicht treffen (Arztvorbehalt!) und dürfen die Reanimationsmaßnahmen nicht abbrechen, denn die vitalen Funktionen können in einer Notfallsituation unter Umständen so sehr eingeschränkt sein, dass sie durch einfache Untersuchungen nicht mehr feststellbar sind. Ein unabgestimmter Abbruch kann ungewollt zum Tod des Patienten führen.

30.4.3 Weitere Maßnahmen zur Sicherung der Atmung

Um die Atmung sicherzustellen, gibt es drei verschiedene notfalltherapeutische Eingriffe, die jedoch eine entsprechende Ausbildung und regelmäßiges Training erfordern. Sie werden deshalb üblicherweise vom Notarzt durchgeführt. Dies sind die Intubation, die *Koniotomie* und die Thoraxdrainage.

Die Rechtssituation (> 30.1.5) lässt eine Durchführung durch den Heilpraktiker zu, wenn er hierzu Kenntnisse und Fähigkeiten hat, ohne ihn dazu zu verpflichten. Die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer solchen Maßnahme ist immer eine Einzelfallentscheidung, die der Heilpraktiker unter Zeitdruck selbst treffen und verantworten muss.

- tigung), Vitamine (Folsäure, Vit. B₁, Vit. B₆, Vit. B₁₂, Vit. D), evtl. spezielle Hämoglobinuntersuchungen
- **Lymphozytenstatus:** T-Zellen, B-Zellen, bei speziellen Fragestellungen auch T-4(Helfer)-Zellen, T-8(Suppressor)-Zellen, T4/T8-Quotient
 - **Gerinnungsdiagnostik:** P-aPTT, P-TPZ (Quick), Thrombinzeit, Fibrinogen, Antithrombin, D-Dimer, Protein C, Protein S

Organspezifische Blutuntersuchungen

- **Schilddrüse:** TSH, fT₃, fT₄, Thyreoglobulin, Thyreoglobulin-Ak (TAK), Thyreoperoxidase-Ak (TPO), TSH-Rezeptor-Ak (TRAK), S-Calcitonin
- **Hormone:** allgemein T3, T4, TSH, ACTH, Cortisol, Geschlechtshormone: Testosteron, FSH, Östradiol, Progesteron, Prolaktin, β-HCG
- **Herz:** herzspezifische Proteine wie Troponin I T-hs, P-BNP, NT-proBNP; ergänzend auch CK-MB, AS(A)T, AL(A)T, LDH

- **Leber:** Bilirubin gesamt, Bilirubin direkt, γ-GT, AS(A)T, AL(A)T, AP, GLDH, LDH, CHE, AMA, ANA, auch Kupfer, Ammoniak
- **Pankreas:** Pankreas-Amylase, α-Amylase, Lipase, Elastase 1
- **Nieren:** Harnstoff, Kreatinin, Kreatininclearance, ggf. auch Harnsäure, Bluteiweiße

Untersuchungen des Stoffwechsels

- **Harnsäure**
- **Lipidstoffwechsel:** Triglyzeride, Cholesterin, LDL-Cholesterin, HDL-Cholesterin, spezieller Apolipoprotein A I, Apolipoprotein B, Apo AI/ Apo B-Quotient
- **Glukosestoffwechsel:** Glukose nüchtern, OGTT, CB-Glukose, HbA_{1c}; nur sehr selten Insulin und IGF-I
- **Porphyrie:** Porphyrine gesamt, spezielle Diagnostik D-Aminovulinsäure, Porphobilinogen

Systemstatus und Untersuchung auf systemische Erkrankungen

- **Entzündungsparameter:** BSG (ESR), C-reaktives Protein, Interleukin 6, Procalcitonin
- **Serumsmolalität und Säure-Basen-Status** (Laktat, spezielle Werte aus arteriellem Blut)
- **Serumproteine:** Proteine gesamt, Albumin, α₁-Globuline, α₂-Globuline, β-Globuline, γ-Globuline, auch Coeruloplasmin, Transferin, Haptoglobin
- **Serumproteine immunologisch:** IgA, IgE, IgG, IgM, auch spezieller C₃-Komplement, C₄-Komplement, Makro- und Mikroglobulin
- **Serumelektrolyte:** Kalium, Natrium, Kalzium, Magnesium, Chlorid, Phosphat
- **Rheumaserologische Untersuchungen:** Rheumafaktor, auch Antistreptolysin O, ANA, CCP, Rheumafaktor Latex, Rheumawaalear-Rose, spezieller MCV-Ak, AntidsDNA
- **Tumormarker:** allgemein α₁-Fetoprotein (AFP), β-HCG und CEA; spezieller z. B. CA 19-9, CA72-4, PSA, CA 15-3, CA 125, SCC, TG, NSE, Cyfra 21-1 (> 8.9.7)

31.4 ➤ Standardwerte (> Tab. 31.4)

Hinweis

Beim Lernen für Ihre Überprüfung merken Sie sich die ungefähre Messgröße, also ob der Referenzbereich

beispielsweise zwischen 10 und 15 oder zwischen 100 und 150 oder gar zwischen 1000 und 1500 liegt. Meist wird nach Laborwerten in den schriftlichen Über-

prüfungen per Multiple Choice-Verfahren gefragt. Wenn Sie die Größenordnungen der Referenzbereiche kennen, können Sie die richtige Zahl zuordnen.

Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
ACTH (Adrenokortikotropes Hormon)	Hypophysenvorderlappen-Hormon mit Wirkung auf die Nebennierenrinde	<ul style="list-style-type: none"> • methoden- und tageszeitabhängig: <ul style="list-style-type: none"> – 7:00–10:00 Uhr: 9–52 pg/ml – 20:00–22:00 Uhr: < 30 pg/ml • 2–3 ml EDTA-Blut (eisgekühlt) sofort ins Labor 	Hypothalamus- oder Hypophysenvorderlappeninsuffizienz, Cushing-Syndrom bei autonomem Nebennierenrinden-Tumor	ACTH-produzierendes Adenom (Morbus Cushing), primäre Nebennierenrinden-Insuffizienz, selten paraneoplastisch bei ACTH-produzierendem Tumor (z. B. Bronchialkarzinom)
AFP (Alpha-Fetoprotein (α-Fetoprotein))	Protein im fetalen Stoffwechsel	Serum: ≤ 8,5 U/ml	–	<ul style="list-style-type: none"> • Tumormarker für das primäre Leberzellkarzinom und für (Keimzell-)Tumoren von Hoden und Ovar, auch bei 20 • bei Schwangeren bei deutlicher Erhöhung möglicher Hinweis auf Fehlbildung des Kindes • geringe Erhöhung bei anderen Lebertumoren, Leberzirrhose, gutartigen Lebererkrankungen und Schwangeren
Albumin	mengenmäßig bedeutendstes Bluteiweiß, erzeugt 80 % des kolloidosmotischen Drucks im Gefäßsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Serum (methodenabhängig): 54–65 % des Serumeiweißes bzw. 35–52 g/l 	stark ↓: Hypoproteinämie (s. auch Gesamteiweiß), ausgedehnte Verbrennungen	stark ↑: Hyperproteinämie (s. auch Gesamteiweiß)

Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3 (Forts.)

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
ALT (Alaninaminotransferase); auch: GPT (Glutamat-Pyruvat-Transaminase)	wichtiges lebertypisches Enzym im Aminosäurestoffwechsel	Serum: • Frauen < 10–35 U/l • Männer 10–50 U/l (mit Pp = Pyridoxalphosphat) • Frauen: < 31 U/l • Männer: < 41 U/l (ohne Pp = Pyridoxalphosphat)	–	akute und chronisch-aggressive Hepatitis, Schub einer Leberzirrhose, Verschlussikterus, toxische Leberschäden
Alkalische Phosphatase (AP)	Enzym für Reaktionen mit organischen Phosphaten, besonders wichtig für Knochen, Leber und Gallenwege sowie Dünndarmschleimhaut	• Serum: F: 35–105 U/l, M: 0–130 U/l	Hypothyreose (Schilddrüsenunterfunktion), Hypophosphatasie (erblicher AP-Mangel mit Skelettstörungen)	Cholestase (Gallestauung > 14.4.1) jeder Ursache (z. B. Hepatitis), Knochenkrankungen (z. B. Knochenmetastasen, -tumoren, -brüche), Osteomalazie (Knochenweichung), Niereninsuffizienz, adipöse Frauen
AMA (Antimitochondriale Antikörper)	Autoantikörper	Serum: 1: < 40	–	positiv bei: fast 100 % der Fälle von primärer biliärer Zirrhose, Syphilis im Stadium II, Lupus erythematoses
α-Amylase (Alpha-Amylase)	Stärke spaltendes Enzym, das in Mund- und Bauchspeicheldrüse vorkommt	Serum: < 110 U/l (stark methodenabhängig)	–	akuter Schub einer Pankreatitis, Pankreasgangverschluss, alle Ursachen eines akuten Abdomens (z. B. Magenulkus mit Penetration), Speicheldrüsenerkrankungen, paraneoplastisch bei Tumoren
ANA (antinukleäre Antikörper)	Autoantikörper gegen Zellkernbestandteile	Titer: ≤ 1:80 (bis ≤ 1:160)	–	positiv bei: Lupus erythematoses, Sklerodermie, rheumatische Erkrankungen wie chronische Polyarthritis, autoimmune chronisch-aggressive Hepatitis, primäre biliäre Zirrhose, andere (chronische) Lebererkrankungen
Antithrombin III (AT III)	natürliche gerinnungshemmende Substanz, die Thrombin inaktiviert	• 70–120 % der Norm = 0,14–0,39 g/l • Bestimmung in Zitratblut	familiärer AT-III-Mangel, Leberzirrhose, Sepsis, nephrotisches Syndrom, Leberparenchymschäden, exsudative Gastroenteropathie, nach großer OP oder Trauma, „Pille“ Achtung: erhöhtes Thromboserisiko!	Cumarintherapie, Cholestase (Gallestauung), Vit.-K-Mangel, Niereninsuffizienz
AST (Aspartataminotransferase); auch: GOT (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase)	wichtiges Enzym im Aminosäure- und Kohlenhydratstoffwechsel	Serum: • Frauen < 10–35 U/l • Männer 10–50 U/l (mit Pp = Pyridoxalphosphat) • Frauen < 32 U/l • Männer < 38 U/l (ohne Pp = Pyridoxalphosphat)	–	frischer Herzinfarkt, Hepatitis, Leberzirrhose, Verschlussikterus, toxische Leberschäden
Bence-Jones-Protein	immer pathologischer, niedermolekularer Eiweißkörper	(Morgen-)Urin: negativ	–	Plasmozytom
Bilirubin im Blut	<ul style="list-style-type: none"> • direktes Bilirubin (= konjugiertes Bilirubin): durch Umwandlung (Konjugation) in der Leber wasserlösliches Abbauprodukt des Hb, wird mit der Galle in den Darm ausgeschieden • indirektes Bilirubin (= unkonjugiertes Bilirubin): wasserlösliches Abbauprodukt des Hb, liegt im Blut an Albumin gebunden vor, bevor es in der Leber konjugiert wird 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamt-Bilirubin (= direktes Bilirubin + indirektes Bilirubin) < 1,1 mg/dl = < 19 μmol/l • direktes Bilirubin < 0,3 mg/dl = < 5,0 μmol/l • indirektes Bilirubin = Gesamt-Bilirubin – direktes Bilirubin 	–	<ul style="list-style-type: none"> • hämolytische Ursachen: hämolytische Anämie, Blutergussresorption • hepatozelluläre (leberzellbedingte) Ursachen: Hepatitis, Zirrhose, toxische Schädigung, schwere Infektion, Rechtssherzinsuffizienz • cholestatische (durch Gallestauung bedingte) Ursachen: Fettleber, Leberabszess, Lebertumoren, Verschlussikterus • Schwangerschaft • idiopathisch (ohne erkennbare Krankheitsursache) • medikamentös: z. B. Östrogene, Glukokortikoide, Röntgen-Kontrastmittel
Bilirubin im Urin	Hinweis: im Urin nachweisbares Bilirubin ist immer direktes (konjugiertes) Bilirubin, da indirektes Bilirubin nicht nieren-gängig ist	(Sammel-)Urin: unter der Nachweisgrenze	–	positiv bei Erkrankungen mit erhöhtem (direktem) Serum-Bilirubin (s. Bilirubin im Blut), also bei hepatozellulären, cholestatischen und medikamentösen Ursachen
Blut im Urin	diagnostische Funktion: Nachweis von Erythrozyten oder Hämoglobin	<ul style="list-style-type: none"> • nicht nachweisbar mit Teststreifen • Test nicht während der Menstruation durchführen 	–	positiv bei Hämaturie, z. B. durch Tumoren, Entzündungen oder Steine im Bereich der Nieren oder den ableitenden Harnwege

Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3 (Forts.)

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
Blutgasanalyse (BGA)	diagnostische Funktion: Bestimmung von Sauerstoffpartialdruck (p_aO_2), Kohlendioxidpartialdruck (p_aCO_2) und der Pufferkapazität (Bikarbonat) im arteriellen Blut zur Klärung, ob Störungen der Lungen-, Nieren- und Stoffwechsellösungen vorliegen	<ul style="list-style-type: none"> pH: 7,36–7,44 p_aO_2: (altersabhängig) 72–107 mmHg p_aCO_2: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: 32–43 mmHg Männer: 35–46 mmHg Bikarbonat (HCO_3^-): 22–26 mmol/l BE (Base excess, Basenüberschuss): -2 bis +2 mmol/l/Blutabnahme aus Arterie, spezielles Entnahmeröhrchen, Probe muss eisgekühlt innerhalb 1 Std. im Labor sein! 	<ul style="list-style-type: none"> pH: dekompensierte respiratorische oder metabolische Azidose p_aO_2: Lungenerkrankungen wie z. B. Asthma bronchiale, Emphysem, Lungenembolie; zirkulatorische Ursachen wie z. B. Schock, Kreislaufkollaps, Herzinsuffizienz; behinderte Atemexkursion z. B. durch Rippenfraktur, Pleuraerguss, Pneumothorax; O_2-Mangel der Atemluft p_aCO_2: respiratorische Alkalose, Hyperventilation, kompensatorisch bei metabolischer Azidose Bikarbonat: metabolische Azidose, respiratorische Alkalose BE: metabolische Azidose, respiratorische Alkalose 	<ul style="list-style-type: none"> pH: dekompensierte respiratorische oder metabolische Alkalose p_aCO_2: respiratorische Azidose, kompensatorisch bei metabolischer Alkalose, alveoläre Hypoventilation (z. B. bei Pneumonie) Bikarbonat: metabolische Alkalose, respiratorische Azidose BE: metabolische Alkalose, respiratorische Azidose
B-natriuretisches Peptid (BNP)	<ul style="list-style-type: none"> Eiweiß, das bei einem insuffizienten, überdehten Herzen (BNP, NT-pro BNP) bzw. bei Schäden durch Infarkt (Troponin) vermehrt aus den Herzmuskelzellen freigesetzt werden Streifen-testuntersuchung zur schnellen Bestimmung in der Praxis möglich 	<ul style="list-style-type: none"> BNP < 100 pg/ml oder NT-pro BNP < 300 pg/ml bei Patient mit schweren Symptomen = Insuffizienz wenig wahrscheinlich, bei mildem Verlauf BNP < 35 pg/ml bzw. NT-pro BNP < 125 pg/ml Insuffizienz wenig wahrscheinlich. Die Werte sind stark alters- und methodenabhängig, deshalb zur Verlaufskontrolle immer das gleiche Labor wählen. 	<ul style="list-style-type: none"> BNP-Werte sind unter Therapie mit Angiotensin-Rezeptor-Nepri-lysin-Inhibitor (ARNI) nicht mehr eindeutig interpretierbar, NT-proBNP bleibt auch unter ARNI ein geeigneter Biomarker 	BNP, NT-pro BNP = Hinweis auf und Verlaufskontrolle der Herzinsuffizienz
BSG (Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, auch: BKS, Erythrozytensedimentationsrate, ESR)	diagnostische Funktion: Messung der Sedimentationsgeschwindigkeit von Erythrozyten. Erlaubt keine spezifische Aussage, sondern ist Basisdiagnostik zur Abklärung, ob z. B. eine Entzündung im Körper vorliegt	<ul style="list-style-type: none"> < 50 Jahre: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: ≤ 20 mm/h (= nach 1. Std.) Männer: ≤ 15 mm/h > 50 Jahre: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: < 30 mm/h Männer: < 20 mm/h Verwendung von Zitratblut 	Polyzythämie und Polyglobulie, Herzinsuffizienz, Allergien	<ul style="list-style-type: none"> stark ↑ (sog. Sturzsenkung): Plasmozytom, Niereninsuffizienz, metastasierende Tumoren, rheumatische Erkrankungen, Entzündungen, (bakterielle) Infektionen außerdem: Nekrosen (Gewebeuntergang), Schock, nach OP, Anämie, Tumoren, Schwangerschaft, Stress
Chlorid (Cl⁻)	Mengenelement, häufiges Anion im Extrazellulärraum; entscheidend für die Aufrechterhaltung der Wasserbilanz zwischen den Zellen. Veränderungen meist gleichsinnig mit Natrium	<ul style="list-style-type: none"> Serum: 97–108 mmol/l (Sammel-)Urin: 110–260 mmol/24 Std., u. a. abhängig von Serumelektrolyten 	Hyponatriämie (s. Natrium)	alle Ursachen der Hypernatriämie (s. Natrium)
Cholesterin	eines der Hauptblutfette v. a. als HDL-Cholesterin und LDL-Cholesterin vorkommend	Serum: < 200 mg/dl = < 5,2 mmol/l (Normgrenze altersabhängig von < 200–< 240 mg/dl)	schwere konsumierende Erkrankungen wie z. B. Malignome, Hyperthyreose (Schilddrüsenüberfunktion), Leberinsuffizienz	primäre Fettstoffwechselstörungen, falsche Ernährung, Hypothyreose (Schilddrüsenunterfunktion), Diabetes mellitus, nephrotisches Syndrom
Cholesterin – HDL-Cholesterin	„guter“ Cholesterin-Anteil (etwa 25 % des Gesamt-Cholesterins), der von Proteinen mit hoher Dichte (high density lipoproteins) transportiert wird	Serum: <ul style="list-style-type: none"> Frauen > 1,17 mmol/l (45 mg/dl) Männer > 0,9 mmol/l (35 mg/dl) 	<ul style="list-style-type: none"> familiär bedingt, Fehlernährung, Bewegungsmangel, Stress, Adipositas über BMI 25 Anorexia nervosa, Diabetes mellitus, Anabolika, Betablocker, Lebererkrankungen (Hepatitis, Leberzirrhose, Cholestase) 	<ul style="list-style-type: none"> hoher HDL-Cholesterin-Anteil schützt vor Arterioskleroseentwicklung! pathologische Erhöhung durch Alkoholabusus, Östrogeneinnahme
Cholesterin – LDL-Cholesterin	Cholesterin-Anteil, der von Proteinen mit niedriger Dichte (low density lipoproteins) transportiert wird; Großteil des Gesamt-Cholesterins.; beschleunigt Arteriosklerosebildung	Die Zielwerte sind stark abhängig vom kardiovaskulären Risiko. <ul style="list-style-type: none"> normal: ≤ 3,4 mmol/l bzw. 130 mg/dl erhöht: ≥ 3,4 mmol/l Patient nüchtern bei Blutabnahme 	–	<ul style="list-style-type: none"> mäßiges Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen: 3,4–4,1 mmol/l (130–160 mg/dl) hohes Risiko: > 4,1 mmol/l (> 160 mg/dl) Ursachen s. Cholesterin ↑
CK (Kreatinphosphokinase, Kreatinkinase)	wichtiges Enzym im Muskelstoffwechsel, mehrere Isoenzyme mit den Untereinheiten „M“ und „B“: CK-MM (M = muscle; v. a. im Muskel vorkommend); CK-BB (B = brain, v. a. im Gehirn); CK-MB (v. a. im Herzmuskel)	<ul style="list-style-type: none"> CK im Serum: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: ≤ 145 U/l Männer: ≤ 170 U/l CK-MB < 25 U/l, bis 6 % des Gesamt-CK für CK-MB-Bestimmung Streifen-testuntersuchung zur schnellen Bestimmung in der Praxis möglich 	–	<ul style="list-style-type: none"> Herz: Infarkt (Anstieg nach 48 Std., Anteil Isoenzym CK-MB an Gesamt-CK 6–25 %), entzündliche Herzerkrankungen, Herz-OP Muskulatur: i. m.-Injektion, schwere körperliche Anstrengung, OP und Verletzungen, Muskelkrämpfe, Muskelentzündungen, toxische Muskelschädigungen, Hypothyreose (Schilddrüsenunterfunktion)

Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3 (Forts.)

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
CRP (C-reaktives Protein)	<ul style="list-style-type: none"> sog. „Akute-Phasen-Protein“ bei Entzündungen, korreliert oft mit BSG, ist aber weniger störanfällig diagnostische Funktion: Verlaufskontrolle entzündlicher Erkrankungen (z. B. Kollagenosen, Infektionen) normaler CRP-Wert schließt systemische bakterielle Infektion praktisch aus 	<ul style="list-style-type: none"> Serum: < 5 mg/l Streifentestuntersuchung zur schnellen Bestimmung in der Praxis möglich 	–	viele systemische Entzündungen, v. a. (bakterielle) Infektionen
Drogenscreening	–	Urinuntersuchung, auch mittels Streifen-Schnelltest	–	<ul style="list-style-type: none"> Amphetamine und Metamphetamine Barbiturate Benzodiazepin Kokain-Metaboliten LSD Methadon Opiate Tetrahydrocannabinol
Eisen (Fe²⁺)	wichtiger O ₂ -bindender Bestandteil des Hb im Erythrozyten	Serum: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: 50–150 µg/dl (8,9–26,8 µmol/l) Männer: 50–160 µg/dl (8,9–28,6 µmol/l) 	meist chronischer Blutverlust; seltener chronische Entzündungen, Karzinome, erhöhter Bedarf (z. B. Pubertät, Schwangerschaft) oder erniedrigte Aufnahme (z. B. Fehlernährung, Resorptionsstörung)	Hepatitis, Leberzirrhose, Hämochromatose (seltene chronische Eisenspeicherkrankheit), Infektion, Bluttransfusionen, verschiedene Bluterkrankungen
Erythrozyten (Erys)	O ₂ -transportierende Blutzellen	<ul style="list-style-type: none"> Frauen: 4,0–5,4 Mill./µl Männer: 4,3–5,6 Mill./µl Bestimmung in EDTA-Blut	sechs Std. nach akuter Blutung, alle Ursachen der Anämie	Dehydratation, chronische respiratorische Insuffizienz, Polyglobulie (z. B. bei Aufenthalt in großen Höhen) und Polyzythämie
Erythrozyten-Indizes	diagnostische Funktion: errechnete Größen zur morphologischen Klassifizierung von Anämien	<ul style="list-style-type: none"> MCV = mittleres korpuskuläres Volumen: 85–98 fl MCH = mittleres korpuskuläres Hb (HbE): 28–34 pg MCHC = mittlere Hb-Konzentration des Erythrozyten: 31–37 g/dl Ery 	<ul style="list-style-type: none"> MCV und MCH normal, aber Erythrozytenzahl ↓: normozytäre und normochrome Anämie z. B. bei Blutverlust und Hämolyse MCV und MCH ↓: mikrozytäre und hypochrome Anämie 	MCV und MCH ↑: makrozytäre und hyperchrome Anämie
Ferritin	eisenspeicherndes Protein	Serum: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: 6–120 µg/dl Männer: 10–400 µg/dl (Werte stark methoden- und altersabhängig)	Eisenmangel, Eiweißverlust, nach akuter Blutung, Schwangerschaft	bei erhöhtem oder normalem Serum-eisen: Eisenspeicherkrankheiten, Bluttransfusionen Trotz Serum-eisenmangel: Tumoren, chronische Entzündung
Fibrinogen	Eiweißstoff, wird in der Gerinnungsreaktion durch Thrombin zu Fibrin umgewandelt	Plasma: 160–400 mg/dl = 4,8–12,0 µmol/l; stark methodenabhängig Bestimmung im Zitratblut	schwere Lebererkrankungen (verminderte Fibrinogensynthese), Verbrauchskoagulopathie (erhöhter Verbrauch), fibrinolytische Therapie (erhöhter Abbau)	z. B. nach OP, nach Trauma, Akute Phasen-Protein, vergleichbar mit CRP
Gesamteiweiß	Gesamtmenge der Proteine im Serum/Plasma; Funktion Albumin, α-, β- und γ-Globuline	Serum/Plasma: 66–83 g/l	Mangelernährung, Malabsorption, schwere Lebererkrankung, Nierenerkrankung (z. B. nephrotisches Syndrom), Colitis ulcerosa, Morbus Crohn, starke Blutungen, großflächige Verbrennungen	chronisch-entzündliche Erkrankungen, Sarkoidose, Paraproteinämien, Dehydratation (durch Bluteindickung)
GFR	glomeruläre Filtrationsrate, berechnet nach MDRD	errechneter Wert: ca. 125 ml/Min, Referenzbereich 90–140 ml/Min; die Normwerte sind alters- und geschlechtsabhängig und jeweils auf eine Körperoberfläche von 1,73 m ² bezogen	–	Niereninsuffizienz
α-Globuline	gemischte Eiweißfraktion; enthält u. a. Akute-Phasen-Proteine	<ul style="list-style-type: none"> α₁-Globulin: 2,0–5,0 % des Gesamteiweißes im Serum α₂-Globulin: 7,0–13,0 % des Gesamteiweißes 	α ₁ ↓: Hypoproteinämie α ₁ -Antitrypsin-Mangel α ₂ ↓: Hypoproteinämie	akute Entzündung, nach OP oder Trauma, Herzinfarkt, manche Tumoren, Gallenwegverschluss, nephrotisches Syndrom
β-Globuline	gemischte Eiweißfraktion; enthält u. a. Transportproteine, Anti-Akute-Phasen-Proteine, Proteine mit Wirkung auf die Blutgerinnung	8,0–15,0 % des Gesamteiweißes im Serum	chronische Lebererkrankung, Hypoproteinämie	Paraproteinämien, nephrotisches Syndrom, Hyperlipidämie, Verschlussikterus, Eisenmangelanämie

Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3 (Forts.)

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
γ-Globuline	V. a. Antikörper (IgG, IgM) enthaltende Eiweißfraktion im Serum	11–22 % des Gesamteiweißes im Serum	Hypoproteinämie (z. B. bei nephrotischem Syndrom), angeborene oder erworbene Antikörpermangelsyndrome (Immundefekt)	Paraproteinämien, chronisch-entzündliche Erkrankungen, Tumoren, bestimmte Lebererkrankungen
Glukose im Blut	wichtigster Energieträger des Körpers	<ul style="list-style-type: none"> Nüchternwert im Venenblut: 55–100 mg/dl = 3,1–5,6 mmol/l Bestimmung auch im Kapillarblut, z. B. als Streifentestuntersuchung zur schnellen Bestimmung in der Praxis möglich < 126 mg/dl (< 6,9 mmol/l) Diabetes mellitus 	Hunger, Malabsorption, große Tumoren, Alkoholabusus, Überdosierung oraler Antidiabetika, insulinproduzierender Tumor der Bauchspeicheldrüse	Diabetes mellitus, Cushing-Syndrom, Akromegalie, Phäochromozytom, Herzinfarkt, Medikamente (z. B. Diuretika, Glukokortikoide, „Pille“)
Glukose im Urin	diagnostische Funktion: Diagnose und Therapiekontrolle des Diabetes mellitus, Selbstkontrolle des Diabetikers	< 15 mg/dl = < 0,84 mmol/l	–	<ul style="list-style-type: none"> bei gleichzeitig erhöhtem BZ: Diabetes mellitus und andere Hyperglykämien, wenn die Nierenschwelle (ca. 180 mg/dl) überschritten wird bei normalem BZ: Nierenerkrankungen (z. B. der Nierenkörperchen), Schwangerschaft (kann physiologisch und pathologisch sein)
GOT (Glutamat-Oxalazetat-Transaminase) > AST (Aspartataminotransferase)				
GPT (Glutamat-Pyruvat-Transaminase) > ALT = Alaninaminotransferase)				
Granulozyten, basophile	Leukozytenuntergruppe, die rasch die Blutbahn verlässt und sich im Gewebe als Mastzellen (enthalten große Mengen Histamin) ansiedelt	<ul style="list-style-type: none"> 20–80/μl bzw. ≤ 0–2 % der Leukozyten Bestimmung in EDTA-Blut 	–	nephrotisches Syndrom, Colitis ulcerosa, Hypothyreose (Schilddrüsenunterfunktion), chronisch hämolytische Anämie, Leukämie, Stress, Schwangerschaft, nach Splenektomie (Milzentfernung), Fremdeiweißinjektion, „Pille“
Granulozyten, eosinophile	zur Phagozytose befähigte Untergruppe der Leukozyten, die an der Parasitenbekämpfung, chronischen Infektionen und Autoimmunerkrankungen beteiligt sind	<ul style="list-style-type: none"> 80–360/μl bzw. 0–6 % der Leukos Bestimmung in EDTA-Blut 	Typhus, Masern, Cushing-Syndrom, Glukokortikoidtherapie	allergische Erkrankungen, Parasitenbefall, abklingende Infektionen (sog. „Morgenröte der Genesung“), Scharlach, akute Sarkoidose, Addison-Krankheit, Morbus Hodgkin
Granulozyten, neutrophile > Leukozyten				
γ-GT (γ-Glutamyl-Transferase)	wichtiges Enzym im Aminosäurestoffwechsel	Serum: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: < 40 U/l Männer: < 60 U/l 	–	Leitenzym bei Cholestase (Gallestauung) und chronischem Alkoholabusus! Mäßige Erhöhung z. B. bei Hepatitis, Leberzirrhose und Lebermetastasen
Hämatokrit (Hkt)	Anteil der festen Bestandteile (Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten) im Blut	<ul style="list-style-type: none"> Frauen: 38–44 % (7,4–9,9 mmol/l) Männer: 42–50 % (8,1–10,5 mmol/l) Bestimmung in EDTA-Blut	Anämien, Hyperhydratation (Überwässerung)	Dehydratation, Polyglobulie und Polyzythämie
Hämoglobin (Hb)	O ₂ -bindendes und -transportierendes Protein im Erythrozyten	<ul style="list-style-type: none"> Frauen: 12–16 g/dl Männer: 13–17 g/dl Bestimmung in EDTA-Blut	Anämien, Hyperhydratation (Überwässerung)	Dehydratation, Polyglobulie und Polyzythämie
HbA_{1c} (glykosyliertes Hämoglobin)	diagnostische Funktion: Maß für die Blutglukosekonzentration der letzten 4–8 Wochen	<ul style="list-style-type: none"> < 5,7 % (< 39 mmol/mol Hb) Nicht-Diabetiker > 6,5 % (> 48 mmol/mol Hb) Diabetiker Bestimmung in EDTA-Blut	–	Diabetes mellitus und alle anderen Hyperglykämien; falsch hoher Wert (methodenabhängig) bei Niereninsuffizienz und erhöhten Blutfetten
Harnsäure	Endprodukt des Purinstoffwechsels	Serum: <ul style="list-style-type: none"> Frauen: < 6 mg/dl = < 357 μmol/l Männer: < 7 mg/dl = < 416 μmol/l 	idiopathisch, seltener Schwangerschaft, schwere Lebererkrankungen, Tubulusdefekte der Niere, Morbus Wilson	kann durch erhöhte Aufnahme, ungenügende Ausscheidung oder erhöhten Zerfall körpereigener Zellen ansteigen, z. B. bei Gicht, Leukämien, Niereninsuffizienz, Diabetes mellitus, Fasten, Alkohol, diverse Medikamente
Harnstoff (Urea)	harnpflichtiges Endprodukt des Eiweißstoffwechsels	Serum: 12–50 mg/dl = 2,0–8,3 mmol/l	–	alle Ursachen der Kreatinin-Erhöhung (s. Kreatinin), erhöhter Eiweißabbau
HBDH (Hydroxybutyratdehydrogenase LDH₁)	s. LDH	Serum: 72–182 U/l	–	frischer Herzinfarkt (Normalisierung nach ca. zwei Wochen), Myokarditis (Herzmuskelerkrankung), akute hämolytische Anämie, Lungenembolie, Lebererkrankungen

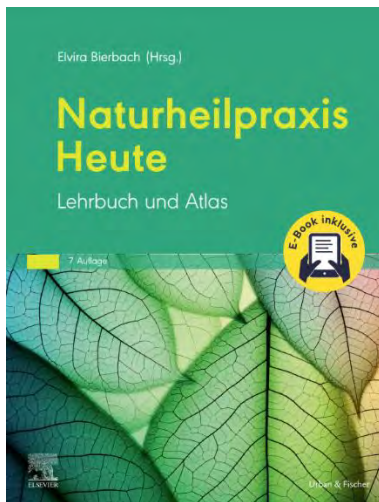
Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3 (Forts.)

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
INR (International Normalized Ratio)	wird anhand der Thromboplastinzeit bestimmt und ersetzt zunehmend den Quick-Wert, da dessen Normwerte und Messergebnisse sehr uneinheitlich sind. Die INR verhält sich zum Quick-Wert umgekehrt proportional: Mit abnehmendem Quick-Wert wird die INR größer	<ul style="list-style-type: none"> • Normwert untherapiert: um 1,0 (ca. 0,8 – 1,15) • bei Antikoagulationstherapie zwischen 2,0–3,0 bzw. 3,5 bei einfachem Risiko • bei erhöhtem Risiko bis 4,0, ab dann gesteigerte Blutungsgefahr 	<ul style="list-style-type: none"> • Medikamente (Antibiotika, Antikonvulsiva) • mit zunehmendem Quick-Wert wird INR niedriger 	<ul style="list-style-type: none"> • Antikoagulationstherapie, Vit.-K-Mangel, schwere Lebererkrankungen, Zöliakie, Medikamente (Acetylsalicylsäure, Barbiturate) • Mit abnehmendem Quick-Wert wird die INR größer
Kalium (K⁺)	häufigstes Mengenelement in den Zellen; wichtigstes Ion bei der Entstehung von Ruhe- und Aktionspotenzialen in Nervenzellen, entscheidend bei der Insulinaufnahme in die Zelle	<ul style="list-style-type: none"> • Serum: 3,6–5,0 mmol/l • bei Blutabnahme unbedingt Hämolyse vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Verluste über die Niere: Diuretika, Glukokortikoide, Cushing-Syndrom, Hyperaldosteronismus • Verluste über den Verdauungstrakt: Diarrhö, Erbrechen, Darmfisteln, Laxanzien • Verteilungsstörungen: Alkalose 	<ul style="list-style-type: none"> • verminderte Nierenausscheidung: Niereninsuffizienz, kaliumsparende Diuretika, Nebennierenrinden-Insuffizienz • Verteilungsstörung: Azidose, massive Hämolyse, Zellzerfall z. B. bei Tumoren
Kalzitronin (HCT)	Blut-Kalziumspiegelsenkendes Hormon	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 9,5 pg/ml • (Frauen ≤ 4,6, Männer ≤ 11,5 pg/ml) Serum tieffrieren oder Patienten direkt ins Labor schicken	–	Schilddrüsen-(C-Zell-)Karzinom, leicht erhöhter Spiegel bei Bronchial- und Mammakarzinom möglich
Kalzium (Ca²⁺)	<ul style="list-style-type: none"> • wichtiges Mengenelement, entscheidendes Kation beim Zahn- und Knochenaufbau • Schlüsselstellung bei der neuromuskulären Erregungsübertragung 	<ul style="list-style-type: none"> • Serum: 2,2–2,6 mmol/l, ionisiert = 1,1–1,3 mmol/l • Urin: 0,1–0,4 g/24 h (≤ 3,8 mmol/24 h)(kostabhängig!) 	Hypoparathyreoidismus, nephrotisches Syndrom, Leberzirrhose, akute schwer verlaufende Pankreatitis, verschiedene Diuretika	primärer Hyperparathyreoidismus, Immobilisierung (z. B. bei längerer Bettlägerigkeit), Sarkoidose, Vit.-D- oder Vit.-A-Überdosierung, Tumoren
Ketone im Urin	Ketone wie Aceton entstehen beim Fettabbau, wenn bei Glukosemangel in den Zellen Fettdspots eingeschmolzen werden	Streifenschnelltest: negativ	–	Ketoazidose, z. B. bei entgleistem Diabetes mellitus; auch bei Gesunden nach längerem Fasten oder bei kohlenhydratfreier Ernährung
Kreatinin (Krea)	harnpflichtiges Endprodukt des Muskelstoffwechsels	Serum: <ul style="list-style-type: none"> • Frauen < 0,9 mg/dl (44–80 μmol/l) • Männer < 1,1 mg/dl (44–97 μmol/l) methodenabhängig	–	chronische Niereninsuffizienz (jedoch erst ab 50-prozentiger Reduktion der Nierenleistung), akutes Nierenversagen, akuter Muskelzerfall (Trauma, Verbrennung)
Kreatinin-Clearance	diagnostische Funktion: Nierenfunktionstest zur annähernden Bestimmung der glomerulären Filtrationsrate, v. a. zur Erfassung beginnender Nierenfunktionsstörungen	<ul style="list-style-type: none"> • Frauen: > 95 ml/Min. • Männer: > 110 ml/Min. • alters-, größen-, gewichts- und metho- denabhängig, diese Werte gelten bei 1,73 m² Körperoberfläche (entsprechend ca. 75 kg KG) sowie bis 30 J., danach minus zehn pro weiterem Lebensjahrzehnt • zur Bestimmung werden benötigt: 1–2 ml Serum/Plasma und 5 ml Sammelurin (24-Std.-Urinmenge, Gewicht und Größe des Patienten dem Labor mitteilen) 	Minderung der glomerulären Filtrationsrate z. B. bei Niereninsuffizienz im Stadium der kompensierten Retention; auch dann, wenn Serum-Kreatinin noch normal ist. Bei Serum-Kreatinin > 3 mg/dl (> 260 μmol/l) wenig aussagekräftig	–
Kreatin(phospho)kinase CK				
Laktat (Milchsäure)	Anreicherung bei Sauerstoffmangel im Gewebe	<ul style="list-style-type: none"> • 0,6–2,4 mmol/l • Probengewinnung: 2 ml Vollblut (venös oder arteriell) in ein zwei Tropfen Heparin enthaltendes Röhrchen geben und gekühlt ins Labor senden 	–	Sauerstoffmangel, z. B. beim Schock, Laktaterhöhung ohne Azidose (Übersäuerung des Blutes) z. B. auch nach körperlicher Anstrengung
LDH (Laktatdehydrogenase)	wichtiges Enzym der Glykolyse (Energiegewinnung durch Abbau von Glukose). Mehrere Isoenzyme: LDH ₁ (= HBDH) und LDH ₂ v. a. in Herzmuskel und Erythrozyten, LDH ₃ v. a. in Leber und Skelettmuskulatur vorkommend	Serum: < 250 U/l	–	Herzinfarkt (spezifischer: Erhöhung von LDH ₁ = HBDH), Myokarditis (Herzmuskelerkrankung), weitere Muskelerkrankungen, kardiale Leberstauung, Hepatitis, toxische Leberschäden, Tumoren, Lungeninfarkt, perniziöse und hämolytische Anämien

Tab. 31.4 Normbereich für Erwachsene (bei Kindern oft deutlich andere Werte), Funktion und mögliche krankhafte Veränderung von Standardlaborwerten (Achtung: Normwerte sind laborabhängig und können je nach Quelle leicht variieren!) ↑ = erhöhte Werte, ↓ = erniedrigte Werte. Zu den Maßeinheiten > 31.1.3 (Forts.)

Laborwert	Funktion	Referenzbereich, Besonderheiten bei Probengewinnung oder -transport	Ursachen erniedrigter Werte	Ursachen erhöhter Werte
Leukozyten (Leukos) und neutrophile Granulozyten	Funktion der neutrophilen Granulozyten: v. a. Phagozytose und Vernichtung von Mikroorganismen und Fremddantigenen, wahrscheinlich auch von entarteten körpereigenen Zellen. Veränderung der Gesamtleukozyten- und der neutrophilen Granulozytenzahl i. d. R. gleichsinnig	<ul style="list-style-type: none"> • (Gesamt-)Leukozyten: 3.800–10.500/μl • stabkernige Leukozyten: 0–5 % • neutrophile Granulozyten: 1.830–7.250/μl = ca. 60 % der Gesamtleukozyten • Bestimmung in EDTA-Blut 	Neutrophile ↓: Virusinfektionen, einige bakterielle Infektionen (z. B. Typhus), bestimmte Medikamente, Knochenmarkschädigung (z. B. Tumorminfiltration, Tumorthherapie mit Zytostatika oder Strahlen)	Neutrophile ↑: Mehrzahl der (bakteriellen) Infektionen, Sepsis, nichtinfektiöse entzündliche Erkrankungen (z. B. rheumatische Erkrankungen), diabetisches Koma, Leberkoma, Urämie, Vergiftungen, bestimmte Leukämien, Glukokortikoidtherapie
Leukozyten im Urin	im Normalfall nur wenige Leukozyten im Urin enthalten (< 10/mm ³)	Streifenschnelltest: negativ	–	bakterielle Harnwegsinfekte, Tuberkulose
Lipase	Triglyzeride (Neutralfette) spaltendes Enzym des Pankreas (Bauchspeicheldrüse)	Serum: < 13–60 U/l methodenabhängig	–	Pankreatitis, Niereninsuffizienz
Lymphozyten	zweitgrößte Fraktion der Leukozyten mit Schlüsselstellung bei der spezifischen Abwehr	<ul style="list-style-type: none"> • 1.500–4.000/μl bzw. 15–50 % der Leukozyten • Bestimmung in EDTA-Blut 	Tumoren, HIV-Infektion, Strahlen-, Zytostatika-, Glukokortikoidtherapie	bestimmte Infektionskrankheiten, z. B. Tuberkulose, Keuchhusten, Virushepatitis, bestimmte Leukämien
Magnesium (Mg²⁺)	wichtiges Mengenelement, beteiligt an muskulärer Erregungsübertragung	Serum: 0,75–1,05 mmol/l	Alkoholabusus, Diarrhö, Erbrechen, Verluste über die Nieren (z. B. bei Diuretikatherapie), Hyperaldosteronismus	Niereninsuffizienz, Überdosierung mancher Medikamente (magnesiumhaltige Antazida oder „Substitutionspräparate“ v. a. bei Niereninsuffizienz)
MCH (= HbE), MCHC, MCV > Erythrozyten-Indizes				
Monozyten	phagozytosefähige Teilfraktion der Leukozyten (Phagozytose), verlassen Blutbahn und siedeln in verschiedenen Organen (und heißen dann Gewebsmakrophagen)	<ul style="list-style-type: none"> • 90–600/μl bzw. 1–12 % der Leukos • Bestimmung im EDTA-Blut 	–	infektiöse Mononukleose, Sarkoidose, Tuberkulose, bakterielle Endokarditis (Herzklappenentzündung), abklingende Infektion, Malaria, Colitis ulcerosa, Morbus Crohn, bestimmte Leukämien, bestimmte Formen des Lupus erythematoses
Natrium (Na⁺)	häufigstes Mengenelement im Extrazellulärraum, entscheidendes Kation für den dort herrschenden osmotischen Druck	Serum: 135–145 mmol/l	Erbrechen, Durchfall, Herzinsuffizienz, Leberzirrhose, Niereninsuffizienz, Nebennierenrindenerunterfunktion, Medikamente (z. B. bestimmte Diuretika)	Diarrhö, Fieber oder Schwitzen bei zu geringer Zufuhr, bestimmte Medikamente
Nitrit im Urin	wird von einigen Erregern von Harnwegsinfekten gebildet, fehlender Nitritnachweis schließt Harnwegsinfekt jedoch nicht aus!	Streifenschnelltest: negativ	–	bakterielle Harnwegsinfekte
PAP (= PSP, Prostataspezifische Saure Phosphatase)	Tumormarker des Prostatakarzinoms, spezifischer ist jedoch PSA (s. PSA)	<ul style="list-style-type: none"> • Serum < 2 μg/l • Werte über 3,5 μg/l sind pathologisch 	–	Prostatakarzinom, Prostataadenom (meist < 8 μg/l)
Partielle Thromboplastinzeit > PTT				
Phosphat (anorganisch)	Mengenelement, Baustein von ATP (Adenosintriphosphat), Zellmembran und Knochen, wichtiges pH-stabilisierendes Puffersystem im Blut	Serum: 2,6–4,5 mg/dl = 0,84–1,45 mmol/l	Rachitis, Malabsorption, Erkrankungen der Nierentubuli, Hyperparathyreoidismus	Niereninsuffizienz, Hypoparathyreoidismus, Akromegalie, Knochentumoren, Metastasen
Prostataspezifische saure Phosphatase > PAP				
Protein im Urin	Nachweis von Eiweißverlusten über die Niere	<ul style="list-style-type: none"> • methodenabhängig • < 150(– max. 300) mg/24 Std. • Bestimmung im 24-Std.-Sammelurin 	–	Nierenerkrankungen: z. B. Glomerulonephritis (Entzündung der Nierenkörperchen), Pyelonephritis (Nierenbeckenentzündung), nephrotisches Syndrom, Erkrankung der Harnwege Andere Ursachen: Schwangerschaft, Rechtsherzinsuffizienz, Fieber, Eiweißerhöhung im Blut (z. B. beim Plasmozytom)
PSA (prostataspezifisches Antigen)	diagnostische Funktion: Tumormarker des Prostatakarzinoms	Serum: <ul style="list-style-type: none"> • < 2 (2,5) ng/ml bis 49 J. • < 3,0 (3,5) ng/ml 50–59 J. • < 0,01 nach Prostatektomie • altersabhängig 	–	Prostatakarzinom, Prostataadenom (meist < 10 μg/l)

Erhältlich in Ihrer Buchhandlung oder im Elsevier-Webshop



Die idealen
Ergänzungen zum
Lehrbuch/Atlas →



Vom ersten Unterrichtstag bis zur amtsärztlichen Überprüfung und darüber hinaus – Naturheilpraxis heute ist das Standardwerk für alle Heilpraktiker*innen.

Anatomie, Physiologie und alle wichtigen Krankheitsbilder sind übersichtlich dargestellt. Merke-Kästen, Übersichtstabellen zu klinischen Informationen, Leitsymptomen und Differenzialdiagnosen sorgen für optimalen Lernerfolg.

Ob Gesetzeskunde, Infektionsschutzgesetz oder Pharma-Infos zu schulmedizinischen Medikamentengruppen, alle prüfungsrelevanten Themen sind farblich hervorgehoben, ideal zum schnellen Orientieren.

- Kombination von schulmedizinischen und naturheilkundlichen Diagnose- und Therapiemethoden
- Zahlreichen Tabellen und Abbildungen
- Kompaktes Nachschlagewerk auch für die Praxis

Neu in der 7. Auflage

- E-Book inklusive – so können Sie lernen, wann und wo Sie wollen
- Berufskunde: Berufsbezeichnung, Meldepflichten, Medizinprodukte-Durchführungsgesetz
- Aktualisierung der Erstmaßnahmen und Notfälle sowie Hygienemaßnahmen
- Infektionskrankheiten, z.B. COVID-19, RSV-Infektion
- Ausführliche und vertiefende Darstellung der Pharma-Infos zu allen Arzneimittelgruppen
- Index zusätzlich zum Download

Naturheilpraxis Heute

7. Aufl. 2024. 1.496 S., 1.320 farb. Abb., geb.

ISBN: 978-3-437-55029-4 | € [D] 100,- / € [A] 102,80



ELSEVIER

elsevier.de

Empowering Knowledge

ELSEVIER