

Notfallsanitäter

Lehrbuch für den Rettungsdienst

Bearbeitet von

Georg Baller, Michael Bsullak-Trepte, Matthias Glaese, Justin Große Feldhaus, Dr. Andreas Günther,
Frank Hansen, Michael Helms, Silvana Jöbges

1. Auflage 2014. Buch inkl. Online-Nutzung. 872 S. Hardcover

ISBN 978 3 06 451000 5

Format (B x L): 19,7 x 26,5 cm

[Weitere Fachgebiete > Medizin > Sonstige Medizinische Fachgebiete > Notfallmedizin
& Unfallmedizin \(und Notdienste\)](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](#) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



Inhaltsverzeichnis

1 Organisation des Rettungsdienstes

1.1	Geschichte des Rettungsdienstes	16		Gliederung und Führung von Einheiten	50
1.1.1	Eine kurze Geschichte der Medizin	16	1.3.3	Hilfsorganisationen	51
1.1.2	Erste Ansätze einer professionellen Verletztenversorgung	17		Interessen- und Standesvertretungen	53
1.1.3	Organisierte Krankentransporte	17	1.3.4	Notarztsysteme in Deutschland	53
1.1.4	Entwicklung des modernen Rettungsdienstes	18		Rettungsdienst in Europa	54
	Erste Anläufe zur Schaffung eines Berufsbildes	18		Großbritannien	54
	Der Rettungsmitarbeiter	19		Frankreich	55
	Der Rettungsassistent	19		Niederlande	55
	1996–2013: Entstehung des Notfallsanitäters	20		Österreich	56
1.2	Berufe im Rettungsdienst	21		Dänemark	56
1.2.1	Berufe im Rettungsdienst und andere rettungsdienstliche und rettungsdienstnahe Qualifikationen	21		Rettungsdienste der deutschen Nachbarstaaten	57
	Notfallsanitäter	21	1.3.5	Wirtschaftliche und ökologische Aspekte	58
	Rettungssanitäter (Rettsan oder RS)	21		Wirtschaftliche Aspekte	58
	Rettungshelfer (RH) oder Rettungsdiensthelfer (RDH)	22		Ökologisches Handeln im Rettungsdienst	58
	Rettungsassistent	23	1.4	Rettungsmittel und Transportarten	60
	Gesundheits- und Krankenpfleger	25	1.4.1	Arten von Rettungsmitteln und -fahrzeugen	60
	Notärzte	25		Kraftfahrzeuge und bodengebundene Rettungsmittel	60
1.2.2	Aus-, Fort- und Weiterbildung für Notfallsanitäter	26		Luftrettungsmittel	63
	Regelausbildung zum Notfallsanitäter	26		Weitere Rettungsmittel	65
	Weiterbildung für Notfallsanitäter	32	1.4.2	Verhalten im Zusammenhang mit Rettungsmitteln	65
1.2.3	Berufliches Selbstverständnis und berufliche Rolle	33		Fahren von bodengebundenen Rettungsfahrzeugen	65
	Berufliches Selbstverständnis des Notfallsanitäters	33		Verhalten im Zusammenhang mit Luftrettungsmitteln	68
	Sozialer Status und Rolle des Notfallsanitäters	34	1.4.3	Transportarten im Rettungsdienst	69
1.2.4	Lernen und Lerntechniken	35		Krankentransport	69
	Begriffsbestimmung	35		Transport bei Rettungseinsätzen	70
	Wahrnehmung und Gedächtnis	35		Infektionstransporte	70
	Lerntheorien	36		Sonstige Transporte	70
	Lernorte	37	1.4.4	Transport von Patienten	71
	Lerntypen	37	1.5	Technische Kommunikation, Navigation und EDV	78
	Lerntechniken	38	1.5.1	Technische Kommunikation: Physikalische Grundlagen des Funkverkehrs	78
1.3	Struktur und Bestandteile des Rettungsdienstes	43		Frequenz	78
1.3.1	Allgemeine Organisation	43		Wellenlänge	78
	Rettungsdienstliche Ablauforganisation	43	1.5.2	Funkverkehr von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)	79
	Rettungsdienstliche Aufbauorganisation	45		Rechtliche Grundlagen für den Funkverkehr der BOS	79
1.3.2	Einrichtungen des Rettungsdienstes	46		Rufnamen	80
	Rettungsleitstelle	46	1.5.3	Gesprächsabwicklung im BOS-Funkverkehr	81
	Rettungswache	47	1.5.4	Funkmeldesystem (FMS)	83
	Krankenhäuser	48	1.5.5	Digitaler BOS-Funk	84
	Personal im Rettungsdienst	48		Digitales Funknetz	84
	Rettungsmittel	49		Operativ-taktische Adresse (OPTA)	85
				Funkversorgung	87
				Netzstruktur im digitalen Tetra-Netz	88
				Sicherheit	88
				Verbindungsaufbau	89
				Möglichkeiten der Kommunikation im Digitalfunk	89
				Betriebsarten im Digitalfunk	90

1.5.6	Navigation	91
	Navigation im Rettungsdienst	91
	Navigation mit Straßenkarten	92
	Forstrettungspunkte	93
	Global Positioning System (GPS)	93
1.5.7	EDV	94
1.6	Einsatztaktik und Zusammenarbeit mit anderen Organisationen und Einrichtungen	95
1.6.1	Einsatztaktik	95
	Team	95
	Der Führungsvorgang	96
	Patientenwürde, Patientenrechte und Eigenschutz	98
	Struktur im Einsatzablauf	98
1.6.2	Zusammenarbeit mit anderen Organisationen und Einrichtungen	99
	Rettungsleitstelle	99
	Krankenhäuser	100
	Arztpraxen	101
	Ärztlicher Bereitschaftsdienst	102
	Freiheitsentziehende Einrichtungen	102
	Pflegedienste, betreutes Wohnen und Pflegeeinrichtungen	103
	Fremde Rettungsdienste	103
	Feuerwehr	104
	Polizei	105
	Bundespolizei	106
	Katastrophenschutz	106
	Technisches Hilfswerk	107
1.7	Gefahren an der Einsatzstelle	108
1.7.1	Überblick	108
1.7.2	AAAA-C-EEEE-Schema	109
	Atemgifte	109
	Angstreaktion	109
	Ausbreitung	110
	Atomare Gefahren	110
	Chemische Stoffe	111
	Erkrankung / Verletzung	111
	Explosion	112
	Einsturz	112
	Elektrizität	112
1.7.3	Weitere Gefahren	113
	Verkehr	113
	Wetter	113
	Wasser	113
1.7.4	Kennzeichnungen von Gefahren	114
	Warntafel	115
	Gefahrzettel	115
	Piktogramme des GHS	116
1.8	Persönliche Gesunderhaltung im Rettungsdienst	118
1.8.1	Arbeitsbelastungen im Rettungsdienst	118
	Formen beruflicher Belastungen	118
	Stress	120
	Trauma	121
	Burnout-Syndrom	123
	Sucht	124
1.8.2	Ansätze zur Gesunderhaltung und Bewältigung von Belastungen	125
	Körperliche Aktivität	126
	Stressbewältigung	128
	Suchtprävention	128
	Spezielle Beratungsangebote	129

2 Rahmenbedingungen des Rettungsdienstes

2.1	Qualitätsmanagement	132
2.1.1	Begriffsbestimmung	132
	Qualität	132
	Qualitätsmanagement (QM)	132
	Qualitätsdimensionen	132
	Präsentation und Erlebnisqualität	132
2.1.2	Bedeutung des QM im Rettungsdienst	133
2.1.3	Qualitätsziele	133
2.1.4	QM-Prozess	134
	Regelkreis	134
	QM-Beauftragter	134
	QM-Handbuch	134
	Zertifikat	135
	Fehler- und Beschwerdemanagement	135
2.1.5	Qualitätsmanagementsysteme	136
	DIN EN ISO 9001	136
	EFQM-Modell für Business-Excellence	137
	Leitbild	137
2.2	Handlungsvorschriften in der Notfallmedizin	138
2.2.1	Arten von Handlungsvorschriften im Rettungsdienst	138
	SOP	138
	Algorithmus	138
	Richtlinie	139
	Leitlinie	139
	Empfehlung	140
	Evidenzbasierte Medizin	141
	Dienstanweisung	142
2.2.2	Zusammenfassung	143
2.3	Staatliche Rahmenbedingungen	144
2.3.1	Aufbau des deutschen Staates	144
	Staatsvolk	144
	Staatsgebiet	144
	Staatsgewalt	144
	Staats- und Regierungsformen	144
	Staatlicher Föderalismus	145
	Staatshaushalt	145
	Grundsätze bundesstaatlicher Ordnung	146
	Horizontale und vertikale Gewaltenteilung	146
2.3.2	Recht und Gesetze der Bundesrepublik Deutschland	147
	Grundgesetz	147
	Gesetzgebung in der Bundesrepublik Deutschland	148
	Oberste Bundesorgane	149
	Wahlrecht und Wahlsysteme	152
2.3.3	Wirtschaftsordnung der Bundesrepublik Deutschland	152
2.3.4	Europäische Union	153
2.4	Das deutsche Sozial- und Gesundheitssystem	154
2.4.1	Grundprinzipien sozialer Sicherung	154
2.4.2	Teilsysteme der sozialen Sicherung	155
	Rentenversicherung	155
	Krankenversicherung	156
	Pflegeversicherung	157
	Unfallversicherung	157
	Arbeitslosenversicherung	158

2.4.3	Das deutsche Gesundheitssystem	160		Richtungen in der Ethik	201
	Grundstrukturen und Basisdaten	160	2.6.2	Menschenbilder in der Medizin	202
	Ambulante ärztliche Versorgung	161	2.6.3	Ethische Prinzipien in der Medizin	202
	Krankenhausversorgung	162		Würde	203
	Notfallversorgung	163		Autonomie	204
	Öffentlicher Gesundheitsdienst	164		Fürsorge	204
	Sozialpflegerische Dienste	164		Gerechtigkeit	205
	Freie Wohlfahrtspflege	165		Dialog	205
2.5	Rechtliche Grundlagen	166		Verantwortung	206
2.5.1	Allgemeine rechtliche Grundlagen	166	2.6.4	Rechte und Pflichten	207
	Recht und Gesetz	166	2.6.5	Berufsethische Kodizes	208
	Rechtsquellen und ihre Hierarchie	166	2.6.6	Ethische Reflexion und Einsatznach- besprechung	208
	Rechtsgebiete	167	2.6.7	Ethische Fragen am Ende des Lebens	209
	Organe der Rechtsprechung	167	2.7	Gesundheitsförderung, Prävention und Arbeitsschutz	210
	Der Bürger im Rechtsstaat	168	2.7.1	Definitionen, Ebenen und Modelle der Gesundheitsförderung	210
2.5.2	Haftungsrechtliche Grundlagen	168		Begriff der Krankheit und der Gesundheit	210
	Zivilrechtliche Haftung	169		Phasen im Umgang mit Krankheit	212
	Schadensersatz und Schmerzensgeld	171		Formen der Prävention	212
	Haftungspflicht des Arbeitgebers	172		Institutionen und Programme der Gesundheitsförderung	213
	Regressansprüche gegen Notfallsanitäter	172	2.7.2	Gesetzliche Unfallversicherung	213
2.5.3	Rechtliche Stellung des Notfallsanitäters	174		Gesundheitsschutz und Prävention im Rettungsdienst	215
	Haftungs- und arbeitsrechtliche Zusammenhänge	175		Innerbetriebliche Arbeitsschutzorganisation	215
	Delegation und Haftung	175		Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung	215
2.5.4	Strafrechtliche Haftung	176	2.7.3	Arbeitsschutz im Rettungsdienst	216
	Verschulden	176			
	Rechtswidrigkeit und Rechtfertigung	177			
	§ 34 StGB Rechtfertigender Notstand	178			
	Schuld, Strafmündigkeit und Schuldunfähigkeit	179			
	Strafverfahren	179			
	Rechtsfolgen einer Straftat	179			
	Rettungsdienstrelevante Straftatbestände	180			
	§ 223 ff. StGB Körperverletzung	180			
	§ 203 Verletzung von Privatgeheimnissen	181			
	§ 239 StGB Freiheitsberaubung	182			
	§ 323c StGB Unterlassene Hilfeleistung	182			
	§ 13 StGB Begehen durch Unterlassen (Garantenstellung)	183			
2.5.5	Arbeitsrechtliche Grundlagen	184			
	Arbeitsrecht	184			
	Ausbildungs- und Arbeitsvertrag	185			
2.5.6	Weitere rechtliche Zusammenhänge	186			
	Patientenrechte	186			
	Patientenverfügung	186			
	Sterbehilfe	187			
	Rechtliche Grundlagen der Reanimation	188			
	Elterliche Sorge	188			
	Betreuungsrecht	189			
	Psychischkrankengesetz (PsychKG)	190			
	Transportverweigerung	191			
	Landesrettungsdienstgesetze und Durchführungsverordnungen	192			
	Straßenverkehrsordnung (StVO)	192			
	Katastrophenschutzgesetz	194			
	Brandschutzgesetze	195			
	Infektionsschutzgesetz	195			
	Medizinprodukte – Medizinproduktegesetz	197			
2.6	Ethisches Handeln im Rettungsdienst	200			
2.6.1	Grundbegriffe und Richtungen der Ethik	200			
	Ethische Grundbegriffe	200			
	Perspektive Moral	200			
	Perspektive Ethik	200			
	Perspektive Recht	201			

3 Psychologie, Pädagogik und Soziologie

3.1	Theoretische Grundlagen für den Rettungsdienst	220
3.1.1	Bezugswissenschaften Pädagogik, Soziologie und Psychologie	220
3.1.2	Bedeutung für den Rettungsdienst	221
3.1.3	Modelle und Konzepte zur Unterstützung der Arbeit	222
	Konzept Macht	222
	Soziale Rolle und sozialer Status	226
	Professionalität	227
3.2	Kommunikation und Interaktion	228
3.2.1	Grundlagen der Kommunikation und Interaktion	228
3.2.2	Modelle und Theorien der Kommunikation	228
	Sender-Empfänger-Modell	228
	Kybernetisches Kommunikationsmodell	229
	Axiome nach Paul Watzlawick	230
	Eisberg-Modell nach Sigmund Freud	230
	Vier Seiten und vier Ohren einer Nachricht nach Schulz von Thun	231
3.2.3	ICH-Botschaften und das aktive Zuhören	232
	ICH-Botschaften	232
	Aktives Zuhören	233

3.2.4	Soziale Machtverhältnisse in der Interaktion.	234	4.1.3	Medizinische Grundbegriffe für den Rettungsdienst	303
	Symmetrische und asymmetrische Kommunikation	234		Medizinische Teildisziplinen.	303
	Fachsprache	235		Begriffe der Krankheitslehre (Pathologie)	304
	Kommunikationshemmende und -fördernde Faktoren.	237		Begriffe der Epidemiologie	304
3.2.5	Besonderheiten der Kommunikation und Interaktion im Rettungsdienst.	241		Verlauf einer Erkrankung oder Verletzung	306
	Patientenorientierte Kommunikation	241	4.1.4	Geschwülste (Tumoren)	308
	Kommunikation mit Angehörigen	242		Anatomische und physiologische Grundbegriffe	308
	Kommunikation mit Kollegen und Vorgesetzten	244		Organisationsebenen des menschlichen Körpers.	308
	Kommunikation mit anderen Berufsgruppen.	247		Zelle	309
	Konflikte	252		Gewebe	311
3.3	Mit Grenzsituationen umgehen	254	4.2	Strukturierte Patientenversorgung.	316
3.3.1	Angst und Aggression	254	4.2.1	Überblick über den Untersuchungs- und Behandlungsablauf	316
	Begriffsbestimmung.	254	4.2.2	Situationsbeurteilung und Ersteindruck des Patienten.	317
	Umgang mit existenziellen Ängsten im Rettungsdienst	256		SSS-Schema.	317
	Professioneller Umgang mit Angst	258		Ersteindruck.	318
	Umgang mit Aggression.	259	4.2.3	ABCDE-Schema	319
	Umgang mit Abwehr	262	4.2.4	SAMPLER- und OPQRST-Schema	321
3.3.2	Umgang mit traumatischen Situationen	264	4.2.5	Exkurs Schmerz	322
3.3.3	Umgang mit Schmerzen.	265		Definition	322
3.3.4	Umgang mit Sterben und Tod	266		Schmerzformen	322
	Abschied	266		Schmerzleitung	323
	Trauer.	267		Schmerzanamnese.	323
3.4	Umgang mit besonderen Patientengruppen	270	4.3	Körperliche Untersuchung mit eigenen Sinnen.	325
3.4.1	Patienten mit Behinderungen	270	4.3.1	Inspektion	325
3.4.2	Patienten mit geistigen Behinderungen	272	4.3.2	Auskultation.	327
3.4.3	Ältere Patienten.	274		Auskultation der Lunge	327
	Verständnis von Alter.	274		Auskultation des Herzens	328
	Körperliche und geistige Veränderungen im Alter	275		Auskultation des Bauches	328
3.4.4	Fremdsprachige Patienten und Menschen anderer Kulturen	277	4.3.3	Palpation und Perkussion	329
3.4.5	Kinder und Jugendliche als Patienten	279		Palpation	329
3.4.6	Übergewichtige Patienten.	281		Perkussion	330
3.4.7	Intoxikierte bzw. betrunkene Personen.	282	4.3.4	Pupillencheck.	330
3.4.8	Wohnsitzlose Personen	283	4.3.5	Weitere Untersuchungsmethoden.	330
3.5	Menschenführung im Rettungsdienst.	284	4.4	Diagnostik mit Hilfsmitteln	332
3.5.1	Führung und Führungsstile	284	4.4.1	Pulsoximetrie	332
3.5.2	Zusammenarbeit im Team	285		Aufbau und Funktion.	332
3.5.3	Anrede als Ausdruck hierarchischer Strukturen	286		Hinweise zur Durchführung	333
3.5.4	Delegation von Aufgaben	287	4.4.2	Kapnografie / Kapnometrie.	334
				Ziel.	334
				Funktionsprinzip	334
				Interpretation des Kapnogramms	334
			4.4.3	Blutzuckermessung	336
				Ziel.	336
				Durchführung	336
			4.4.4	Temperaturmessung	336
				Ziel.	336
				Durchführung	337
			4.4.5	Pulsmessung	337
				Ziel.	337
				Durchführung	337
			4.4.6	Blutdruckmessung	338
				Indirekte Blutdruckmessung	338
				Direkte Blutdruckmessung	339

4.4.7	Elektrokardiogramm (EKG)	340
	Grundlagen	340
	Ableitungsarten	342
	12-Kanal-EKG	346
	EKG-Filter	346
	EKG-Lineal und -Zirkel	346
	Schrittmacher-EKG und implantierter Cardioverter-Defibrillator (ICD)	347
4.5	Behandeln mit einfachen Mitteln	350
4.5.1	Lagerung/Positionierung	350
4.5.2	Verabreichen von Sauerstoff	351
	Verabreichungsformen	351
	Umgang mit Sauerstoff, Sauerstoffflaschen und Sauerstoffgeräten	352
4.5.3	Methoden des einfachen Atemwegs- managements	354
	Kopf überstrecken und Kinn anheben	354
	Esmarch-Handgriff	354
	Kreuzgriff	354
	Freimachen der Atemwege	355
	Beatmen mit einfachen Mitteln	357
	Freihalten der Atemwege mit Tuben	358
4.5.4	Verbände und Wundversorgung	359
	Verbandmaterial	360
	Anlage und Verbandarten	361
4.6	Patientenübergabe und Dokumentation	364
4.6.1	Patientenübergabe	364
	Inhalte und Methoden	364
	Ablauf und Struktur	365
	Verantwortlichkeiten	365
4.6.2	Dokumentation	366
	Anforderungen an die Dokumentation	366
	Datenschutz	367
	Dokumentation zur Abrechnung	367
	Weitere Dokumentation	370
	Elektronische Erfassungssysteme	370
	Kartenlesegeräte	371
4.7	Grundlagen der Hygiene und Mikrobiologie	372
	Bedeutung im Rettungsdienst	372
4.7.1	Begriffsklärung und Zuständigkeit	372
	Hygiene	372
	Nosokomiale Infektionen	372
	Gesetzliche Regelungen	372
	Organisation und Verantwortung im Rettungsdienst	373
4.7.2	Mikrobiologische Grundlagen	374
	Erreger	374
	Übertragungswege	375
	Multiresistenzen	376
4.7.3	Hygienische Maßnahmen im Rettungsdienst	378
	Risikokategorien bei übertragbaren Kolonisationen / Infektionen im Rettungsdienst	378
	Grundlagen der Desinfektion	378
	Personenbezogene Hygiene und Eigenschutz	380
	Maßnahmen an Medizinprodukten, Geräten und Fahrzeugen	384

5 Notfallmedizin

5.1	Internistische Notfälle	390
5.1.1	Herz-Kreislauf-System, Herz- und Kreislauf- Erkrankungen, kardiologische und angiologische Notfälle	390
	Herz	390
	Gefäßsystem	394
	Arteriosklerose	400
	Chronisch periphere arterielle Verschlusskrankheit	400
	Akuter Gefäßverschluss	401
	Aortenaneurysma und Aortendissektion	402
	Hypertonie und hypertensive Krise	402
	Hypotonie und Synkopen	403
	Koronare Herzkrankheit (KHK) und Akutes Koronarsyndrom (ACS)	404
	Angina pectoris (AP)	406
	Lungenembolie	408
	Entzündliche Herzerkrankungen	409
	Angeborene Herzfehler	410
	Erworbene Herzklappenfehler	410
	Herzrhythmusstörungen	411
	Herzinsuffizienz	419
	Schock	421
5.1.2	Blut und Bluterkrankungen	422
	Blut	422
	Bluterkrankungen	430
5.1.3	Atemsystem, Erkrankungen des Atemsystems und Notfälle	433
	Respirationstrakt	433
	Nase und Nasennebenhöhlen	433
	Geruchssinn (Nase)	434
	Pharynx	434
	Larynx	435
	Trachea	436
	Die Bronchien	436
	Lunge	437
	Atemphysiologie	439
	Pathologische Atemformen	444
	Leitsymptom Dyspnoe	446
	Obstruktive und restriktive Erkrankungen des Atemsystems im Überblick	447
	Verschluss der Atemwege durch Fremdkörper und Aspiration von Flüssigkeiten	447
	Asthma bronchiale	449
	Chronisch obstruktive Atemwegs- erkrankungen	450
	Restriktive Lungenerkrankungen	451
	Lungenödem	452
	Pneumonie	453
5.1.4	Verdauungssystem, gastroenterologische Erkrankungen und Notfälle	454
	Verdauungstrakt allgemein	454
	Mundhöhle (Cavum oris)	455
	Rachen (Pharynx)	456
	Speiseröhre (Ösophagus)	456
	Ösophagusvarizen	457
	Ösophagitis	457
	Magen (Gaster)	458
	Erbrechen (Emesis)	459
	Akutes Abdomen	460
	Magengeschwür (Ulcus ventriculi)	461
	Gastrointestinale Blutung	461

	Dünndarm (Intestinum tenue)	462		Infektionskrankheiten nach	
	Darmgeschwür	463		Patientenvorgeschichte	512
	Dickdarm (Kolon)	463		Infektionskrankheiten als Gefahren an der	
	Chronisch entzündliche Darmerkrankungen	464		Einsatzstelle	513
	Darmverschluss (Ileus)	464		Umgang mit Infektionskrankheiten nach	
	Hernie (Bruch)	465		notfallmedizinischer Dringlichkeit	514
	Appendizitis	466		Zusammenfassung	514
	Hämorrhoiden und untere gastrointestinale		5.3	Traumatologische und allgemeine	
	Blutungen (GIB)	466		chirurgische Notfälle	516
	Leber (Hepar) und Gallenblase (Vesica fellea)	467	5.3.1	Anatomie und Physiologie	516
	Ikterus und allgemeine Symptome einer			Passives Bewegungssystem	516
	Lebererkrankung	468		Aktives Bewegungssystem	522
	Hepatitis (Leberentzündung)	469		Einzelne Abschnitte des Bewegungssystems	525
	Leberzirrhose	470	5.3.2	Verletzungsmechanismen und	
	Gallensteine (Cholelithiasis) und			Rettenungsmaßnahmen	532
	Gallenblasenentzündung (Cholezystitis)	470		Faktoren des Traumas	532
	Bauchspeicheldrüse (Pankreas)	471		Verkehrsunfälle	532
	Akute / chronische Pankreatitis	472		Sport- und Freizeitunfälle	535
	Pankreaskarzinom	472		Stürze aus großen Höhen	535
	Bauchraum	472		Penetrierende Verletzungen	535
	Peritonitis	473		Einsatzmeldungen und Wahl des richtigen	
5.1.5	Stoffwechselerkrankungen, Endokrinologie und			Rettenungsmittels	536
	endokrinologische Notfälle	473		Eintreffen am Einsatzort – Betrachtung des	
	Hormone	473		Unfallmechanismus	537
	Hormondrüsen	474		Aufbau und Arbeitsabläufe an der	
	Wirkmechanismen von Hormonen	474		Einsatzstelle	538
	Hierarchie der Hormone	475	5.3.3	Grundlagen der Traumatologie und	
	Hypothalamus	475		Wundversorgung	541
	Hypophyse	476		Grundbegriffe der Traumatologie	541
	Erkrankungen der Adenohypophyse	477		Schwerverletztenversorgung	542
	Neurohypophyse	477		Wunden	544
	Nebennieren	478	5.3.4	Kopfverletzungen	547
	Erkrankungen der Nebennierenrinde	480		Schädel-Hirn-Trauma	547
	Erkrankungen des Nebennierenmarks	480		Hirnblutungen	549
	Schilddrüse (Glandula thyroidea)	480		Weitere Schädel- und Hirnverletzungen	551
	Erkrankungen der Schilddrüse	481	5.3.5	Thoraxtrauma	553
	Nebenschilddrüsen	481		Pathophysiologische Veränderungen	553
	Endokrines Pankreas	482		Untersuchung des Thoraxtraumas	554
	Diabetes mellitus	483		Atemwegsverlegung	555
	Metabolisches Syndrom	486		Pneumothorax	555
	Adipositas	486		Offener Pneumothorax	555
5.2	Allergologie, toxikologische Notfälle und			Spannungspneumothorax	556
	Infektionskrankheiten	488		Hämatothorax	557
5.2.1	Allergologie	488		Loses Thoraxwandfragment	557
	Abwehrmechanismen und Immunisierung	488		Herzbeutelamponade	559
	Mechanismen der unspezifischen Abwehr	488		Herzkontusion	559
	Mechanismen der spezifischen Abwehr	489		Traumatische Aortenruptur	560
	Lymphatisches System	490		Lungenkontusion	560
	Allergien	491		Zwerchfellruptur	560
	Pseudoallergie	495		Verletzungen des Tracheobronchialbaumes	560
	Autoimmunerkrankungen	495		Ösophagusverletzungen	560
5.2.2	Toxikologische Notfälle	496	5.3.6	Abdominaltrauma	561
	Unterstützung des Rettungsdienstes durch die			Untersuchung des Abdominaltraumas	561
	Giftberatung	496		Allgemeine Behandlung	562
	Strukturiertes Vorgehen bei Vergiftungen			Milzruptur	562
	(„Fünf-Finger-Regel“)	496		Leberruptur	563
	Erstmaßnahmen	496	5.3.7	Wirbelsäulen- und Beckentrauma	563
	Spezielle Toxikologie	500		Wirbelsäulentrauma	563
5.2.3	Infektionskrankheiten	506		Beckentrauma	565
	Grundlagen der Infektiologie	506	5.3.8	Verletzungen des Bewegungsapparates	567
	Infektionskrankheiten nach Erregern	508		Frakturen	567
	Infektionskrankheiten nach klinischen			Luxationen	569
	Erscheinungsbildern	511		Amputationsverletzungen	570
	Infektionskrankheiten nach Lokalisation	512		Spezielle Versorgungsmaßnahmen	571

5.4	Neurologische Notfälle	574	Vena-Cava-Kompressionssyndrom (VCCS)	637
5.4.1	Anatomie und Physiologie des Nervensystems	574	Gestationsdiabetes	637
	Aufbau und Funktion der Nervenzellen	574	Störungen der Plazenta, der Nabelschnur und der Eihäute	638
	Reizweiterleitung an Nervenfasern	575	Komplikationen während und nach der Geburt	639
	Aufbau des Nervensystems	583	Fehlgeburt	640
	Blutversorgung des Gehirns	592	Frühgeburt	640
	Schnittstelle zwischen Nerven- und Bewegungssystem	592	5.6.4 Gynäkologische Erkrankungen	641
	Bewusstsein und Schlaf	593	Neoplastische Erkrankungen der Gynäkologie	641
5.4.2	Erkrankungen des zentralen Nervensystems und die präklinische Versorgung	594	Entzündliche Erkrankungen des weiblichen Genitaltrakts	642
	Schlaganfall	596	5.6.5 Kohabitationsverletzungen und Vergewaltigung	643
	Hirndruckzeichen	599	5.7 Pädiatrie und pädiatrische Notfälle	644
	Zerebrale Krampfanfälle	600	5.7.1 Kinder in der Medizin – Anamnese und Anatomie	644
	Demenz, demenzielle Syndrome	603	Atemweg (Airway)	644
	Migräne	603	Belüftung (Breathing)	645
5.4.3	Erkrankungen des peripheren Nervensystems und die präklinische Versorgung	604	Kreislauf (Circulation)	645
	Myasthenia gravis	604	Neurologie (Disability)	646
	Bandscheibenvorfall (Diskusprolaps)	604	5.7.2 Kinder mit Atemnot	647
	Kompressionssyndrome	605	Fremdkörperaspiration	647
	Polyneuropathie	606	Pseudokrupp	648
5.4.4	Weitere Erkrankungen des Gehirns	607	Epiglottitis	649
	Meningitis	607	5.7.3 Kinder mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen	650
	Enzephalitis	608	Herzinsuffizienz	650
	Hirnabszess	609	Herzrhythmusstörungen	650
	Hirntumoren	609	Dehydratation und Schock	651
	Parkinson-Krankheit	610	Reanimation bei Kindern	652
	Multiple Sklerose	611	5.7.4 Kinder mit neurologischer Symptomatik	653
5.5	Psychiatrische Notfälle	612	5.7.5 Traumapatient Kind	655
5.5.1	Verwirrtheit / Bewusstseinstörung	612	5.7.6 Interventionsmöglichkeiten	657
	Verwirrtheit	612	Atemwegsmanagement	657
	Bewusstseinstörung	612	Kindliche Applikationswege	658
	Delirante Verwirrtheit	613	5.8 Weitere Notfälle	660
	Einfache Verwirrtheit	614	5.8.1 Urologische Notfälle	660
5.5.2	Denkstörung / Realitätsverlust (Halluzination und Wahn)	616	Nieren und ableitende Harnwege	660
	Denkstörungen	616	Wasser- und Elektrolythaushalt	666
	Halluzinationen	616	Säure-Basen-Haushalt	670
	Wahn	616	Männliche Geschlechtsorgane	673
	Psychosen mit Denkstörungen, Halluzinationen und Wahn	616	Urologische Notfälle	675
5.5.3	Erregung / psychomotorische Unruhe / Aggressivität	618	5.8.2 Augen-Notfälle und HNO-Notfälle	679
5.5.4	Depression / Verzweiflung / Suizidalität	620	Auge	679
	Depressionen	620	Augennotfälle (Ophtalmologische Notfälle)	683
	Suizidalität	620	Ohr	685
5.5.5	Angst	622	Gleichgewichtsorgan	687
5.5.6	Hemmung / Antriebslosigkeit / Stupor	623	Hals-Nasen-Ohren-Notfälle	688
5.6	Geburtshilfe und gynäkologische Notfälle	624	5.8.3 Thermische und ABC-Notfälle	692
5.6.1	Weibliche Geschlechtsorgane	624	Haut	692
	Äußere weibliche Geschlechtsorgane	624	Hautanhangsgebilde	694
	Innere weibliche Geschlechtsorgane	625	Wärmeregulation	694
	Menstruationszyklus	626	Hyperthermiebedingte Notfälle	698
5.6.2	Schwangerschaft und Geburt	628	Verbrennungen und Verbrühungen	700
	Schwangerschaft	628	Hypothermie (Unterkühlung)	705
	Geburt	630	Erfrierungen	707
	Das gesunde Neugeborene	632	Stromunfälle	708
5.6.3	Störungen und Erkrankungen im Zusammen- hang mit Schwangerschaft und Geburt	635	ABC-Notfälle	711
	Extrauterin gravidität (EUG)	635	5.8.4 Wassernotfälle	714
	Schwangerschaftsinduzierte Hypertonie (SIH)	635	Besonderheiten der Wasserrettung	714
	Präeklampsie	636	Ertrinkungsunfälle	715
	Eklampsie	636	Tauchunfälle	717
	HELLP-Syndrom	637	5.8.5 Rettung aus Höhen und Tiefen	722
			Höhen- und Tiefenrettung durch Fachdienste	722
			Besondere medizinische Aspekte der Bergrettung	723

6 Rettungsdienstliche Techniken II

6.1 Pharmakologie	728	Blutgasanalyse (BGA)	782
6.1.1 Arzneimittelgesetz	728	6.2.4 Thoraxpunktion	785
Begriffsbestimmung	728	6.2.5 Thoraxdrainage	786
Herstellen und Inverkehrbringen von Arzneimitteln	728	6.2.6 Koniotomie (Cricothyroidotomie)	788
Kennzeichnung von Arzneimitteln	729	6.2.7 Tracheotomie und Wechsel der Trachealkanüle	789
Betäubungsmittelgesetz	730	6.2.8 Endotracheales Absaugen	790
Betäubungsmittel-Verschreibungsverordnung (BtMVV)	730	6.2.9 Intravenöse Zugänge	791
6.1.2 Arzneimittel und ihre Wirkung	731	Periphere Venenkatheter	791
Arzneimittelformen	731	Zentrale Venenpunktion	793
Arzneimittelgruppen	731	6.2.10 Intraossäre Zugänge	793
Pharmakokinetik	732	Indikationsstellung	793
Pharmakodynamik	733	Material und Vorgehen	794
6.1.3 Umgang mit Arzneimitteln	734	Komplikationen	795
Verabreichungsformen von Arzneimitteln	734	6.2.11 Injektionen	795
Arzneimittelgabe	734	Injektionen vorbereiten: Aufziehen von Medikamenten	795
Aufbewahrung und Lagerung von Arzneimitteln	736	Subkutane Injektion	796
6.1.4 Arzneimittelgruppen	737	Intramuskuläre Injektion	796
Analgetika	737	6.2.12 Schrittmacher und Kardioverter	797
Antiarrhythmika	741	Externes Pacing	797
Antidiabetika	745	Kardioversion	798
Antidote	747	6.3 Herz-Lungen-Wiederbelebung (Reanimation)	800
Antiemetika	749	6.3.1 Indikationsstellung zur Reanimation	800
Antihistaminika	750	Auffinden einer bewusstlosen Person	800
Antihypertonika	751	Auffinden einer Person mit Herz- Kreislauf-Stillstand	801
Antikoagulanzen	752	6.3.2 Ablauf einer Standardreanimation bei Erwachsenen	802
Benzodiazepine	755	Herzdruckmassage (HDM)	802
Bronchodilatoren	756	Defibrillation	803
Diuretika	758	Beatmung bei Reanimation	808
Glukokortikoide	759	Medikamentengabe während der Reanimation	809
Glukose	760	6.3.3 Besondere Reanimationssituationen	809
Infusionslösungen	761	Behandlung reversibler Ursachen des Kreislaufstillstandes	809
Katecholamine / Inotropika	762	Reanimation von Kindern und Säuglingen	811
Lokalanästhetika	763	Reanimation von Neugeborenen	814
Muskelrelaxanzien	763	Besondere Reanimationssituationen	816
Muskelrelaxans-Antagonisten	765	6.3.4 Postreanimationsphase	818
Narkotika	765	6.3.5 Abbruch von Reanimationsmaßnahmen	819
Neuroleptika	767	6.4 Massenansturm verletzter Personen	821
Vorlastsenker	768	6.4.1 Begrifflichkeiten	821
6.2 Invasive und unterstützende Maßnahmen der Kreislauf- und Atemsicherheit	770	6.4.2 Strategie zur Bewältigung eines MANV	822
6.2.1 Supraglottische Atemweghilfen	770	6.4.3 Einsatztaktik zur Bewältigung eines MANV	822
Larynx-tubus (LT)	770	Priorisieren von Patienten	822
Larynxmaske (LMA)	771	Vorsichtsalgorithmen und Zeitbedarf	823
6.2.2 Endotracheale Intubation	772	Ticketsystem	826
Material	772	Konzentrierte Erstversorgung als Folge der Priorisierung	826
Ablauf	773	Durchführung notwendiger Soforttransporte	827
Nachweis der korrekten Tubuslage	774	Transport aller weiteren Patienten	827
Rapid sequence induction	775	6.4.4 Allgemeine Regeln für ersteintreffende Einsatzkräfte	827
Komplikationen der endotrachealen Intubation	776	Erkundung	828
6.2.3 Maschinelle Beatmung	777	Qualifizierte Rückmeldung	828
Indikation	777	Raumordnung	829
Prinzip	777	Lebensrettende Maßnahmen	829
Nicht-invasive maschinelle Beatmung (NIV)	778	Einbindung Dritter	829
Invasive maschinelle Beatmung	779		
Beatmungsmodi	780		
Beatmungstypen	780		

<p>6.4.5 Werkzeuge zur Bewältigung eines MANV . . . 829 Patientenablage 829 Transportorganisation 830 Rettungsmittelhalteplatz und Bereitstellungsraum 831 Behandlungsplatz 831 Vorgeplante überörtliche Einsatzkontingente. 832</p> <p>6.4.6 Raumordnung an der Einsatzstelle 834</p>	<p>6.4.7 Führungsorganisation an der Einsatzstelle . . . 835 Einsatzleiter 835 Einsatzabschnittsleiter 836 Leitender Notarzt und Organisatorischer Leiter Rettungsdienst 837 Kennzeichnung von Führungskräften 838 Eingliederung des Rettungsdienstes in die Führungsorganisation 838</p>
--	--



4 Rettungsdienstliche Techniken I

4.1 Medizinisch-naturwissenschaftliche und terminologische Grundlagen

- 4.1.1 Terminologie
- 4.1.2 Naturwissenschaftliche Grundbegriffe für den Rettungsdienst
- 4.1.3 Medizinische Grundbegriffe für den Rettungsdienst
- 4.1.4 Anatomische und physiologische Grundbegriffe

4.2 Strukturierte Patientenversorgung

- 4.2.1 Überblick über den Untersuchungs- und Behandlungsablauf
- 4.2.2 Situationsbeurteilung und Ersteindruck des Patienten
- 4.2.3 ABCDE-Schema
- 4.2.4 SAMPLER- und OPQRST-Schema
- 4.2.5 Exkurs Schmerz

4.3 Körperliche Untersuchung mit eigenen Sinnen

- 4.3.1 Inspektion
- 4.3.2 Auskultation
- 4.3.3 Palpation und Perkussion
- 4.3.4 Pupillencheck
- 4.3.5 Weitere Untersuchungsmethoden



4.4 Diagnostik mit Hilfsmitteln

- 4.4.1 Pulsoximetrie
- 4.4.2 Kapnografie / Kapnometrie
- 4.4.3 Blutzuckermessung
- 4.4.4 Temperaturmessung
- 4.4.5 Pulsmessung
- 4.4.6 Blutdruckmessung
- 4.4.7 Elektrokardiogramm (EKG)

4.5 Behandeln mit einfachen Mitteln

- 4.5.1 Lagerung/Positionierung
- 4.5.2 Verabreichen von Sauerstoff
- 4.5.3 Methoden des einfachen Atemwegsmanagements
- 4.5.4 Verbände und Wundversorgung

4.6 Patientenübergabe und Dokumentation

- 4.6.1 Patientenübergabe
- 4.6.2 Dokumentation

4.7 Grundlagen der Hygiene und Mikrobiologie

- 4.7.1 Begriffsklärung und Zuständigkeit
- 4.7.2 Mikrobiologische Grundlagen
- 4.7.3 Hygienische Maßnahmen im Rettungsdienst

4.1 Medizinisch-naturwissenschaftliche und terminologische Grundlagen



Abb. 1: Neben Fach- und Lehrbüchern unentbehrlich beim Erlernen der medizinischen Fachsprache: Klinisches Wörterbuch

Der Rettungsdienst ist der Teil der Gefahrenabwehr, der sich vorwiegend medizinischer Maßnahmen bedient, um akute Gefahren für Leben und Gesundheit von Menschen abzuwenden. Die Ursachen der zu bekämpfenden Gefahren auf der einen Seite, aber auch die Wirksamkeit der medizinischen Maßnahmen auf der anderen Seite, beruhen auf Naturvorgängen. Daher ist für Mediziner allgemein und insbesondere für Rettungsdienstmitarbeiter ein naturwissenschaftliches Grundverständnis unverzichtbar.

4.1.1 Terminologie

Sowohl die Medizin als auch die Naturwissenschaften haben über viele Jahrhunderte eine umfangreiche Fachsprache entwickelt, welche die Kommunikation zwischen den Fachleuten erleichtert und Missverständnisse vermeidet. Als Fachbegriffe werden oftmals Fremdwörter gebraucht, die Anfängern und Außenstehenden das Verständnis erschweren und daher eine vertiefte Beschäftigung mit der **Terminologie** erforderlich machen.

Die Verwendung einer Fachsprache birgt einige entscheidende Vorteile: Aussagen, die mit Begriffen der Umgangssprache gemacht werden, können missverständlich sein. Durch die Verwendung von Fremdwörtern als Fachbegriffe kann **Eindeutigkeit** erreicht werden.

Terminologie

lat. terminus = Begriff
Wortschatz, der durch Angehörige einer bestimmten Wissenschaftsdisziplin oder Berufsgruppe gestaltet und verwendet wird

Lage- und Richtungsbezeichnungen · S. 293

BEISPIEL



Am menschlichen Körper befindet sich „oben“ der Kopf. Diese umgangssprachliche Aussage gilt jedoch nur, solange der betreffende Mensch steht oder sitzt. Beim auf der Trage liegenden Patienten befinden sich „oben“ Augen, Nase, Brust, Bauch, Knie und Zehen usw., in Bauchlage jedoch Wirbelsäule, Gesäß usw. An Armen und Beinen wäre „oben“ abhängig von der Haltung der Extremität, z. B. herabhängend, waagrecht liegend oder angehoben.

Verwendet man hingegen geeignete Fachbegriffe für die **Lage- und Richtungsbezeichnungen**, können eindeutige Aussagen über die Lage der genannten Körperteile gemacht werden: Die Augen und Nase befinden sich ventral, Wirbelsäule und Gesäß dorsal am Körper, der Bizeps proximal und die Hand distal am Arm.

Fachsprachliche Begriffe erlauben auch, die Bedeutung, die ein Begriff für die Allgemeinbevölkerung hat, von derjenigen für die Fachleute abzugrenzen und so die missverständliche Übernahme der Bedeutung aus der **Umgangssprache** zu vermeiden.

BEISPIEL



Der Begriff „Schock“ hat verschiedene Bedeutungen: In der Umgangssprache wird er für ein psychisches Ereignis, nämlich einen großen Schreck, in der Medizin jedoch für eine lebensbedrohliche Kreislaufstörung verwendet.

Fachsprachliche Begriffe erleichtern auch die **internationale Verständigung**, insbesondere wenn sie sich nicht aus einer „lebenden“ Sprache ableiten, sondern aus den alten Sprachen wie Latein und Griechisch oder von Eigennamen. Diese Fremdwörter sind dann oft in unterschiedlichen Landessprachen sehr ähnlich.

BEISPIEL



Der deutsche Fachbegriff für einen erhöhten Blutzuckerspiegel lautet Hyperglykämie, im Englischen hyperglycaemia und im Französischen hyperglycémie.

Sprachlicher Ursprung von Fachbegriffen

Bei der Einführung eines Fachbegriffs orientiert sich die Wortwahl meist an der zum Zeitpunkt der Entdeckung oder erstmaligen wissenschaftlichen Beschreibung vorherrschenden Wissenschaftssprache.

Häufige Ursprungssprachen von Fachbegriffen sind: Latein, Griechisch, Englisch und Französisch. Daher können für ein und denselben Sachverhalt auch mehrere gleichbedeutende Fachbegriffe bzw. Wortstämme existieren.

Wortstämme › S. 292

Als Wissenschaftssprache hat sich heute nicht nur in der Medizin die englische Sprache durchgesetzt; es finden sich daher zunehmend englische Bezeichnungen in den unterschiedlichen Aufgabenbereichen des Rettungsdienstes.

Unabhängig von einer einzelnen Sprache sind Fachbegriffe, die von Entdeckern (z. B. Kußmaul-Atmung), Erfindern oder anderen Persönlichkeiten (z. B. Achillessehne, Kaiserschnitt) abgeleitet sind.

Aussprache und Betonung

Bei Fachbegriffen fremdsprachlicher Herkunft ergeben sich einige Besonderheiten hinsichtlich der **Aussprache** und ihrer Schreibweise. In der lateinischen Schriftsprache existiert beispielsweise der Buchstabe k nicht; stattdessen wird das c verwendet. Daher kann in Wörtern lateinischer Herkunft das c wie ein k, aber auch wie ein z ausgesprochen werden.

HINWEIS



Das c wird in lateinischen Ausdrücken vor dunklen Vokalen (a, o, u) wie ein k ausgesprochen, vor hellen Vokallauten (e, i, ä/ae, ö/oe, y) wie ein z.

Diese Ausspracheregeln spiegeln sich auch in der Schreibweise der eingedeutschten Form der Wörter wider.

Wo im Deutschen die Umlaute ä, ö bzw. ü gesprochen werden, steht bei Fremdwörtern in der Regel ae, oe bzw. y.

Die **Betonung** in lateinischen und griechischen Wörtern kann unterschiedlich sein und zwischen dem fremdsprachigen Ursprungswort und dem medizinischen Fachbegriff abweichen. Hilfestellungen zur Betonung und Aussprache bietet hier die Lautschrift in Nachschlagewerken.

Pluralbildung

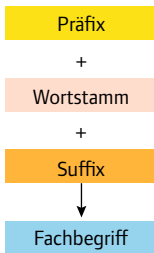
Die Beugung von Wörtern zur Bildung der höheren Fälle (Genitiv, Dativ, Akkusativ) oder der Mehrzahlform (Plural) erfolgt oft nicht nach den deutschen Regeln, sondern nach denen der Ursprungssprache.

Terminus	Aussprache und eingedeutschte Schreibweise
Colon	Kolon
Cyanid	Zyanid (y gesprochen wie ü)
Calcium	Kalzium
Caecum	Zäkum

Tab. 1: Beispiele für die Aussprache von lateinischen Fachbegriffen

Wortendungen		Beispiele	
Singular	Plural	Singular	Plural
-us	-i	nervus	nervi
-a	-ae	arteria	arteriae
-um / -on	-a	Analgetikum	Analgetika
-is	-es	carotis	carotides
-or	-ores	anterior	anteriores

Tab. 2: Pluralbildung bei häufigen Wortendungen griechisch-lateinischer Fremdwörter



Analyse des Aufbaus von Fachbegriffen

Viele Fachbegriffe sind aus mehreren Wortbestandteilen zusammengesetzt, von denen jeder einzelne einen bestimmten Ursprung und eine exakte Bedeutung besitzt.

BEISPIEL

Der Begriff Endokarditis hat drei Bestandteile: Den Wortvorsatz (**Präfix**) endo-, den **Wortstamm** -kard- und die Wortendung (**Suffix**) -itis.

Die Bedeutung eines unbekanntes Fachwortes kann daher ermittelt werden, indem es in seine Bestandteile zerlegt wird. Die Bedeutung der einzelnen Bestandteile ist oft aus anderen Zusammenhängen bereits bekannt.

BEISPIEL

Das Präfix endo- bedeutet innen, wie z. B. in Endoskop. Der Wortstamm -kard- steht für das Herz, wie z. B. in Myokard und kardiogen. Das Endokard ist demnach die Herzinnenwand. Das Suffix -itis bezeichnet eine Entzündung, wie z. B. in Bronchitis oder Hepatitis. Der Terminus Endokarditis steht also für eine Entzündung der Herzinnenwand.

HINWEIS

Als Ausnahme fehlt bei der Bezeichnung für die Lungenentzündung, der Pneumonie, das Suffix -itis.

ZUM WEITERDENKEN

Wortstämme, Prä- und Suffixe treten nicht immer in exakt derselben Form auf, sondern passen sich sprachlich an die ihnen folgenden Wortbestandteile an (sog. **Assimilation**). Der Wortstamm mit der Bedeutung Blut tritt z. B. je nach Wortzusammensetzung in leicht abgewandelter Form auf: **Hämoglobin**, **Hämatothorax**, **Hämagglutination**.

Präfix	Bedeutung	Begriffsbeispiel
a-/an-	nicht, ohne	Apnoe
ab-	von, weg	Abduktion
ad-	an, hin zu	Adduktion
anti-	gegen	Antidot
auto-	selbst	Autoimmunerkrankung
bi-/di-	zwei, doppelt	Dioxid
brady-	langsam	Bradykardie
com-/con-/co-	zusammen	Kompression
contra-	gegen	kontralateral
des-	ent-, nicht	desorientiert
dys-	fehlerhaft	Dysfunktion
eu-	gut, richtig	Eustress
e-/ex-	heraus	Extubation
endo-	innen	Endokard
epi-	auf, über	Epidermis
extra-	außerhalb	extrazellulär

Präfix	Bedeutung	Begriffsbeispiel
hemi-	halb	Hemiparese
hyper-	zu viel	Hyperglykämie
hypo-	zu wenig	Hypoglykämie
in-	hinein	Injektion
in-	nicht, un-	Insuffizienz
inter-	zwischen	Interkostalmuskulatur
intra-	innerhalb	intrazellulär
para-	neben, darüber hinaus	paravenös
per-	durch	perkutan
poly-	mehr, oft	polymorph
post-	nach, hinter	Postreanimationsphase
prä-	vor	Präoxygenierung
re-	wieder, zurück	Reanimation
sub-	unter	Subduralraum
tachy-	schnell	Tachykardie
trans-	hindurch	Transfusion

Tab. 1: Häufige Wortanfänge und ihre Bedeutung

Wortstamm (griech./lat.)	Bedeutung	Begriffsbeispiel
angio / vas	Gefäß	Angiografie, intravasal
chol / bilis	Galle	Cholezystitis, Bilirubin
dermato / cutis	Haut	Dermatologie, Subkutis
encephalo / cerebrum	Gehirn	Enzephalopathie, intracerebral
entero	Darm	parenteral
hämato / (sanguis)	Blut	Hämatothorax
hepato / hepar	Leber	Hepatitis
kardio / cor	Herz	Kardiologie, präkordial
meningo / mater	Hirnhaut	Meningitis, Dura mater
nepbro / ren	Niere	Nephrologie, Renin
neuro / nervus	Nerv	Neurologie
pädo / infans	Kind	Pädiatrie, infantil
phlebo / vena	Vene	Thrombophlebitis

Tab. 1: Ausgewählte Wortstämme und ihre Bedeutung

Suffix	Bedeutung	Begriffsbeispiel
-gramm	Schriftstück, Aufzeichnung	Elektrokardiogramm
-grafie	Aufzeichnungsverfahren	Elektrokardiografie
-iater	Arzt	Psychiater
-itis	Entzündung	Meningitis
-logie	Lehre	Neurologie
-om	Geschwulst	Karzinom
-ose	Erkrankung	Arteriosklerose
-pathie	krankhafte Störung	Osteopathie
-skop	Betrachtungsgerät	Laryngoskop
-tomie	Schnitt	Thorakotomie

Tab. 2: Häufige Wortendungen und ihre Bedeutung

Lage- und Richtungsbezeichnungen am Körper

Die **Anatomie** beschreibt den Aufbau des Körpers. Aus Gründen der Eindeutigkeit werden die Lage am und im Körper, die Richtung von Bewegungen sowie die Achsen und Ebenen des Körpers mit lateinischen bzw. griechisch-lateinischen Fachbegriffen bezeichnet.

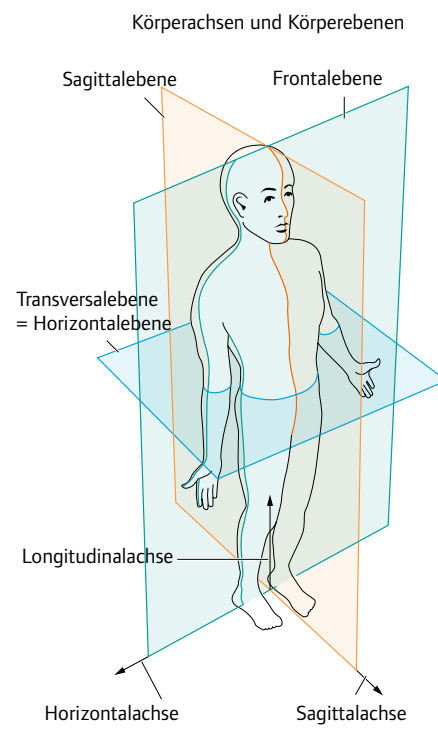


Abb. 1: Körperachsen und Körperebenen

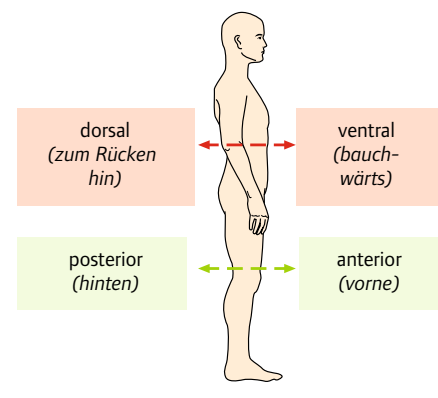


Abb. 2: Lage- und Richtungsbezeichnungen am menschlichen Körper

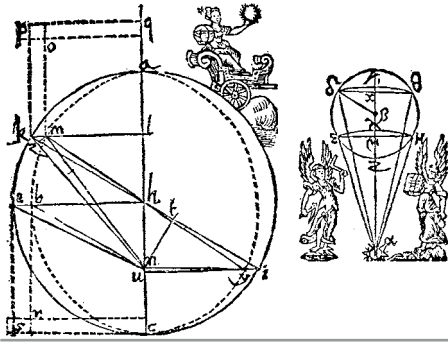


Abb.1: In seinem Werk *Mysterium Cosmographicum* versuchte Johannes Kepler 1596 die Abstandverhältnisse der damals bekannten Planeten zur Sonne darzustellen.

4.1.2 Naturwissenschaftliche Grundbegriffe für den Rettungsdienst

Physik

Der Begriff Physik leitet sich von dem griechischen Wort *physis* ab, welches nichts anderes bedeutet als „Natur“. So war im Altertum die Physik die alles umfassende Naturwissenschaft, während sich Chemie und Biologie als eigene wissenschaftliche Disziplinen erst in den letzten Jahrhunderten herausgebildet haben.

Heute ist die Physik jener Teil der Naturwissenschaften, der sich mit der Messung und mathematischen Beschreibung von Vorgängen und Zuständen beschäftigt. Im Rettungsdienst zeigen sich daher physikalische Begriffe immer dann, wenn ein Wert gemessen, berechnet oder an einem Gerät eingestellt werden muss.

Der wichtigste Grundbegriff der Physik ist jener der **physikalischen Größe**.

HINWEIS



Eine physikalische Größe hat, auch wenn sie in chemischen, biologischen oder medizinischen Zusammenhängen verwendet wird, immer zwei Bestandteile: einen **Zahlenwert** und eine **Maßeinheit**.

Es darf also nicht allein ein Zahlenwert angegeben werden, z. B. Länge = 50. Diese Angabe würde offenlassen, ob es sich um eine Länge von 50 cm, 50 m oder sogar 50 km handelt.

BEISPIEL



Bei der Messung der Blutzuckerkonzentration im Rettungsdienst wird das Ergebnis häufig in mg/dl (Milligramm pro Deziliter) angegeben. In manchen Bereichen werden jedoch auch Geräte eingesetzt, welche die Maßeinheit mmol/l (Millimol pro Liter) verwenden. Eine Blutzuckerkonzentration von 20 (ohne Maßeinheit) ist also missverständlich: 20 mg/dl wäre ein deutlich zu niedriger, 20 mmol/l aber ein viel zu hoher Blutzuckerwert!

Seit dem Jahr 1760 existiert ein international gültiges Einheitensystem, das sogenannte **SI-Einheitensystem** (*Système international d'unités*). Vorteil dieses Systems ist neben seiner weltweiten Einheitlichkeit die Tatsache, dass sich alle Maßeinheiten ohne komplizierte Umrechnungsfaktoren aus wenigen sogenannten Basiseinheiten errechnen lassen.

Größe	Einheit	Symbol	Festlegung
Länge	Meter	m	historisch: Ur-Meter (in Paris aufbewahrt) aktuell: Weg des Lichts in 1/299.792.458 Sekunden
Masse	Kilogramm	kg	Ur-Kilogramm (in Paris aufbewahrt)
Zeit	Sekunde	s	9.192.631.770 Schwingungsdauern einer Strahlung des Cäsiumatoms
Stromstärke	Ampere	A	Anziehungskraft von zwei stromdurchflossenen Drähten von 1 Meter Länge
Temperatur	Kelvin	K	orientiert am absoluten Temperaturnullpunkt (-273,16 °C)
Lichtstärke	Candela	Cd	Lichtleistung einer Strahlung bestimmter Wellenlänge (555 nm)
Stoffmenge	Mol	mol	Anzahl der Atome in 12 g Kohlenstoff (= $6,023 \times 10^{23}$)

Tab. 1: Die Basiseinheiten im SI-System

Vielfache und Bruchteile

Ist eine Messgröße sehr klein oder sehr groß, sodass mit der Grundeinheit unhandliche Zahlenwerte entstehen, verwendet man Vielfache oder Bruchteile von Maßeinheiten. Sie tragen vor dem Einheitennamen ein Präfix, das den Größenfaktor repräsentiert.

Präfix	Abkürzung	Faktor	
		Bruchschreibweise	Potenzschreibweise
Nano-	n	1/1.000.000.000	10 ⁻⁹
Mikro-	μ	1/1.000.000	10 ⁻⁶
Milli-	m	1/1.000	10 ⁻³
Dezi-	d	1/10	10 ⁻¹

Tab. 1: Bruchteile von Maßeinheiten

Präfix	Abkürzung	Faktor	
		Bruchschreibweise	Potenzschreibweise
Hekto-	h	100	10 ²
Kilo-	k	1.000	10 ³
Mega-	M	1.000.000	10 ⁶
Giga-	G	1.000.000.000	10 ⁹

Tab. 2: Vielfache von Maßeinheiten

BEISPIEL



Bei der Angabe der Blutzuckerkonzentration (in mg/dl) wird die Einheit Deziliter (dl) verwendet. Ein Deziliter ist ein Zehntel eines Liters, also 0,1 Liter oder 100 Milliliter.

Konzentration

Die Größe Konzentration gibt an, welche Menge eines Stoffes in einem Volumenteil, z. B. einer Flüssigkeit oder einem Gas, enthalten ist. Dabei wird die Menge durch das Volumen geteilt; man erhält einen Quotienten.

Als Maß für die Menge gilt die **Masse** des Stoffes, gemessen z. B. in Gramm (g) oder Milligramm (mg). Teilweise wird auch anstelle der Masse die sogenannte **Stoffmenge**, gemessen in der Einheit Mol (mol) oder Millimol (mmol), genannt. Aus diesem Grund werden in der Medizin – wie im obigen Beispiel – verschiedene Konzentrationseinheiten wie mg/dl (z. B. bei der Angabe des Blutzuckerspiegels) und mmol/l (z. B. für Elektrolytkonzentrationen im Blut) verwendet.

Der jeweilige Umrechnungsfaktor ist abhängig von dem betrachteten Stoff bzw. dessen **Molmasse**. Bei Glukose gilt z. B.: 1 mg/dl = 0,055 mmol/l bzw. 1 mmol/l = 18 mg/dl.

Kraft

Einige Naturvorgänge deuten auf das Wirken einer Kraft hin: Ein Körper kann beschleunigt, fest- bzw. hochgehalten oder verformt werden. Anhand dieser Veränderungen ist es möglich, eine Kraft auf verschiedene Arten zu messen und mathematisch zu beschreiben.

HINWEIS



Kraft wird in der Einheit Newton (N) gemessen. 1 N entspricht auf der Erde der Kraft, die erforderlich ist, um einen Gegenstand mit einer Masse von 98,1 g (also ca. 100 g) anzuheben.

HINWEIS



Konzentration =
Menge ÷ Volumen

Molmasse

Masse von 1 mol
(= 6,023 × 10²³) Teilchen
eines Stoffes



Abb. 1: Bei Gasflaschen ist der Druck in bar auf der Druckskala ablesbar.

Partialdrücke · S. 442

Druck

Überall dort, wo Kräfte nicht nur an einem Punkt, sondern auf eine ganze Fläche wirken (z. B. bei Gasen in Druckflaschen, die Kräfte auf die Behälterwände ausüben), verwendet man die Größe Druck.

Der Druck (p) berechnet sich aus der Kraft (F), die auf eine Fläche (A) einwirkt:

HINWEIS

$$p = F \div A$$

Die SI-Einheit des Drucks ist das **Pascal** (Pa). Es gilt: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

In der Technik wird meist die Einheit bar verwendet. 1 bar entspricht einer Kraft von 10 N (also der Gewichtskraft einer Masse von ca. 1 kg) auf einer Fläche von 1 cm^2 . In der Medizin wird oftmals die Einheit „Millimeter Quecksilbersäule“ (mmHg) verwendet, z. B. bei der Messung des Blutdrucks oder der Partialdrücke von Sauerstoff und Kohlendioxid.

	= Pa	= mbar	= mmHg
1 Pa	1	0,01	0,0075
1 mbar	100 000	1	0,75
1 mmHg	133,3	1,333	1

Tab. 1: Umrechnung häufig verwendeter Druckeinheiten

ZUM WEITERDENKEN

Die im Rettungsdienst verwendeten Sauerstoffdruckflaschen werden mit einem Fülldruck von 200 bar ausgeliefert. Das bedeutet, dass auf das Flaschenventil (Querschnitt ca. 6 cm^2) eine Kraft wirkt, die einem Gewicht von 1,2 Tonnen entspricht. Welche Gefahren drohen, wenn eine solche Flasche nicht ordnungsgemäß gesichert wird, zu Boden fällt und dabei das Ventil abreißt, kann man sich anhand dieser Zahlen vorstellen.

Arbeit und Energie

Die Begriffe Arbeit und Energie stehen für ein und dieselbe Erscheinung: die Möglichkeit eines Systems, Prozesse ablaufen zu lassen. Sie definieren sich wechselseitig:

HINWEIS

Arbeit (W) wird geleistet, wenn eine Energieform in eine andere umgewandelt wird. **Energie** (E) ist die in einem System gespeicherte Fähigkeit, Arbeit zu leisten.

BEISPIEL

Im Muskel wird beim Anheben eines Gewichts die durch Nährstoffe bereitgestellte chemische Energie in mechanische Energie umgewandelt.

Arbeit und Energie werden in den gleichen Einheiten gemessen. Die wichtigste Einheit ist das **Joule** (J), eine andere die **Kalorie** (cal). Je nachdem, welche Energieform betrachtet wird, errechnet sich die Energie aus unterschiedlichen anderen Größen:

BEISPIEL

mechanische Energie = Kraft \times Weg
elektrische Energie = Spannung \times Stromstärke \times Zeit

HINWEIS

4,2 J entsprechen 1 cal.

Folgende Vergleiche veranschaulichen die Einheit der Energie und die Größenverhältnisse unterschiedlicher Erscheinungsformen von Energie:

BEISPIEL

Die Energie von 1 Joule kann beispielsweise

- ein Gewicht von ca. 100 g einen Meter anheben.
- eine Billardkugel (160 g) auf 13 km/h beschleunigen.
- 1 ml Wasser um 0,24 °C erwärmen.

Die Einheit Joule begegnet Notfallsanitätern z. B. bei der Verwendung eines Defibrillators. Hier ist die an den Körper des Patienten abgegebene Energie in Joule angegeben.

ZUM WEITERDENKEN

Die bei der Defibrillation eines Erwachsenen eingesetzte Energie von 360 J ist nach dem genannten Vergleich in der Lage, einen Milliliter Wasser um ca. 85 °C zu erwärmen. Daher ist es bei der Defibrillation wichtig, einen guten Elektrodenkontakt herzustellen, damit die Energie an den gesamten Brustkorb abgegeben wird. Bei schlechtem Kontakt konzentriert sich die Energieabgabe auf einen kleinen Bereich der Haut und erwärmt diese stark, was zu Verbrennungen führt.

Leistung

Bei technischen Anwendungen ist meist von Interesse, wie schnell Arbeit geleistet bzw. Energie übertragen wird. Dies beschreibt die physikalische Größe Leistung (P).

Leistung beschreibt die geleistete Arbeit pro Zeiteinheit und errechnet sich daher als Quotient aus Energie (E) und benötigter Zeit (t).

Die Einheit der Leistung ist das **Watt** (W):

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Joule} \div \text{Sekunde} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Diese Einheit wird häufig bei elektrischen Geräten angegeben: Eine Lampe mit der Leistungsangabe 60 W braucht pro Sekunde eine elektrische Energie von 60 J. Eine ältere Einheit, die bei Motoren auch heute noch genannt wird, ist die Pferdestärke (PS).

Eine nützliche Formel für die Leistung ist der Zusammenhang beim elektrischen Strom.

Mithilfe dieser Formel (siehe Hinweiskasten) kann beispielsweise ausgerechnet werden, wie viele Geräte an eine Steckdose, deren Sicherung für eine bestimmte maximale Stromstärke ausgelegt ist, angeschlossen werden dürfen. Im Haushalt sind dies meist 16 A, im RTW wegen der niedrigeren Spannung bis zu 40 A.

Frequenz

Bei sich periodisch wiederholenden Vorgängen, z. B. Schwingungen, Herzschläge oder Atemzüge, wird die Schnelligkeit der Wiederholung durch die Frequenz beschrieben. Die Frequenz gibt an, wie viele Ereignisse oder Vorgänge in einer gewissen Zeit auftreten:

HINWEIS

Frequenz = Anzahl der Vorgänge ÷ benötigte Zeit

Die Einheit der Frequenz kann 1/s, 1/min, 1/h usw. sein. Für schnell ablaufende Prozesse, z. B. Schwingungen des Schalls, verwendet man die Einheit Hertz (Hz): 1 Hz = 1/s.

HINWEIS

$$P = \frac{E}{t}$$



Abb. 1: Auf dem Typenschild elektrischer Geräte ist u. a. die Leistungsangabe in Watt aufgedruckt.

HINWEIS

Leistung (P) =
Spannung (U) × Strom-
stärke (I)

Schwingungen des Schalles › S. 78, 687

Frequenzen im Funkverkehr › S. 78

HINWEIS

Stoffe können in den Aggregatzuständen fest, flüssig oder gasförmig vorliegen.

Atom

griech. atomos = unteilbar
kleinstes Teilchen eines chemischen Elements

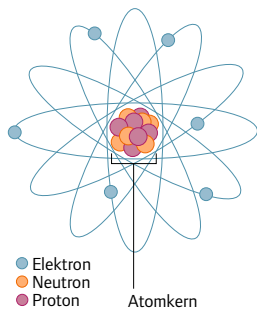


Abb. 1: Atommodell nach Rutherford.
Der Atomkern enthält Neutronen und Protonen, die Elektronen „kreisen“ in der Atomhülle.

Chemie

Die Chemie ist der Teil der Naturwissenschaft, der sich mit den Stoffen, ihren Eigenschaften und Umwandlungen befasst. In einer **chemischen Reaktion** entstehen aus Ausgangsstoffen (Edukte) neue Stoffe (Produkte). Diese können sich in ihren Eigenschaften deutlich von den Ausgangsstoffen unterscheiden.

Ein für die Funktionen des menschlichen Körpers besonders wichtiger Reaktionstyp ist die Säure-Base-Reaktion.

Abhängig von den physikalisch-chemischen Stoffeigenschaften sind auch die passiven Transportprozesse Diffusion und Osmose, die das Passieren von Stoffen durch Zellmembranen und Gefäßwände ermöglichen.

Atombau und chemische Bindung

Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen, den **Atomen**. Die Bausteine der Atome sind positiv geladene Protonen, ungeladene Neutronen und negativ geladene Elektronen.

Die Bindung zwischen Atomen kann auf zwei unterschiedlichen Mechanismen beruhen:

- Bei der **kovalenten Bindung** (Elektronenpaarbindung) überlappen sich die Hüllen zweier Atome und teilen sich auf diese Weise ein Elektronenpaar. Diese Art der Bindung ist sehr stabil und kann nur unter größerem Energieaufwand gespalten werden. Durch die Verbindung mehrerer Atome entsteht ein **Molekül**, die kleinste Einheit einer chemischen Verbindung.

BEISPIEL

Zucker ist eine Verbindung aus Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatomen, die über kovalente Bindungen verbunden sind. Wird Zucker (durch Energiezufuhr) stark erhitzt, zersetzt sich die Verbindung und es entstehen Wasserdampf und Kohle (Kohlenstoff).

- Bei der **Ionenbindung** gibt ein Atom Elektronen an ein anderes Atom ab. Auf diese Weise entstehen zwei elektrisch geladene Teilchen, die Ionen. Das positiv geladene **Kation** und das negativ geladene **Anion** ziehen sich gegenseitig an und verbinden sich in Form eines Kristallgitters. Diese Art der Bindung kann bei vielen **Salzen** bereits mit geringem Energieaufwand getrennt werden, was z.B. beim Auflösen des Salzes in Wasser beobachtet werden kann.

BEISPIEL

Das Natriumatom gibt bei der Reaktion mit Chlor ein Elektron an das Chloratom ab. Dabei bilden sich ein Natrium-Ion (Na^+ , ein Kation) und ein Chlorid-Ion (Cl^- , ein Anion), die sich in Form des kristallinen Natriumchlorids verbinden. Natriumchlorid (Kochsalz) ist sehr gut in Wasser löslich.

Das Periodensystem der Elemente

Jedes chemische Element ist durch eine bestimmte Anzahl von Protonen im Atomkern gekennzeichnet. Da Atome, die mehr als 82 Protonen im Kern enthalten, mit zunehmender Größe instabil werden, können bislang nur 118 Elemente in der Natur gefunden bzw. in Kernreaktoren hergestellt werden.

Eine zusammenfassende Darstellung aller bislang bekannten Elemente ist das Periodensystem der Elemente, in dem die Elemente nach steigender Protonenzahl sortiert sind. Da gewisse Eigenschaften der Elemente periodisch wiederkehren, bilden die Spalten des Periodensystems **Gruppen**, deren Elemente sich chemisch ähnlich verhalten. So bilden die **Alkalimetalle** die erste Hauptgruppe des Periodensystems, die ebenso wie die Elemente der siebten Hauptgruppe (**Halogene**) sehr reaktionsfähig sind. Die achte Hauptgruppe enthält dagegen Elemente, die alle gasförmig sind und nahezu keine chemischen Reaktionen eingehen, weshalb sie als **Edelgase** bezeichnet werden.



Abb. 1: Periodensystem der Elemente

Brown-Bewegung

Alle Teilchen (Atome, Moleküle) sind ständig in Bewegung, und zwar umso stärker, je höher die Temperatur ist. Daher können sich Lösungen und Gasgemische auch ohne äußeres Zutun durchmischen.

Diffusion

Diffusion ist der Vorgang selbsttätiger Durchmischung von Stoffen, der sich an zwei Beispielen aus dem Alltag veranschaulichen lässt: Gerüche verteilen sich auch bei absoluter Windstille nach einiger Zeit im ganzen Raum und Zucker löst sich auch ohne Umrühren nach langem Warten im Kaffee oder Tee. Die Erklärung für dieses Phänomen liegt in der sogenannten **Brown-Bewegung**.

Den Gesetzen der Statistik folgend, stellt sich immer nach einer ausreichend langen Zeit ein Zustand ein, in dem die Stoffe gleichmäßig (homogen) in einem Raum verteilt sind, also die Konzentration an jedem Ort gleich ist. Man kann daher als vereinfachende Regel sagen:

HINWEIS

Stoffe haben das Bestreben, unterschiedliche Konzentrationen in Lösungen und Gasgemischen auszugleichen.

Gibt man beispielsweise zwei Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen in ein Gefäß, in dem sich eine durchlässige Membran befindet, die das direkte Vermischen der Lösungen verhindert, aber so große Poren besitzt, dass sowohl Wasser- als auch Salzteilchen hindurchpassen, so wird der unten dargestellte Diffusionsprozess ablaufen.

Die Teilchen des gelösten Stoffes wandern vom Ort der höheren Konzentration zum Ort der niedrigeren Konzentration, bis der Konzentrationsunterschied ausgeglichen ist.

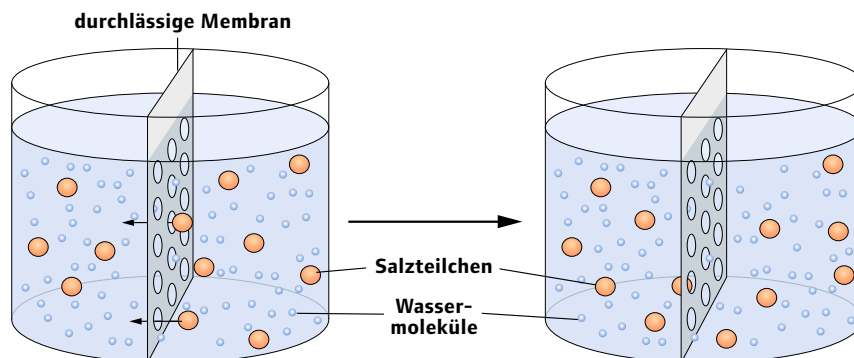


Abb. 1: Konzentrationsausgleich durch Wanderung des gelösten Stoffes bei der Diffusion

Osmose

Zahlreiche Membranen im menschlichen Körper sind nur halbdurchlässig (**semipermeabel**); sie lassen nur sehr kleine Moleküle (z. B. Wasser) durch. Größere Teilchen wie Salz-, Zucker- oder Eiweißmoleküle können die semipermeable Membran nicht durchdringen.

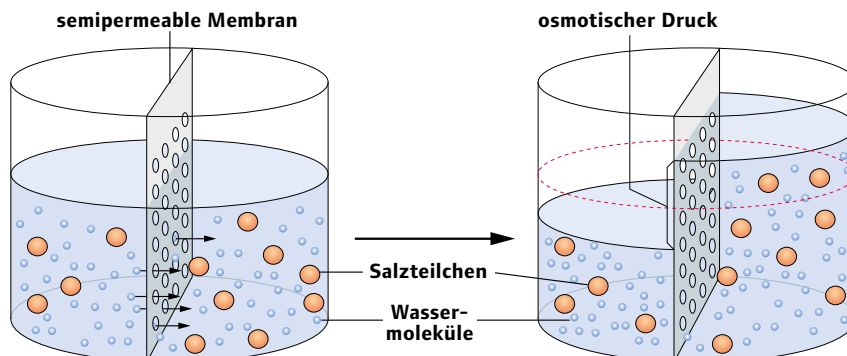


Abb. 2: Konzentrationsausgleich durch Wanderung des Wassers bei der Osmose

Treffen an einer solchen Membran Lösungen unterschiedlicher Stoffkonzentrationen aufeinander, so besteht zwischen beiden Seiten der Membran – genau wie bei der Diffusion – ein Bestreben, die Konzentrationsunterschiede auszugleichen. Wenn aber der gelöste Stoff nicht durch die Membran hindurchpasst, wandern nun Teilchen des Lösungsmittels (Wassermoleküle) in Richtung der höheren Stoffkonzentration.

In der Abbildung 1 (S. 300) bewegen sich Wassermoleküle von der rechten auf die linke Seite des Gefäßes. Dadurch nimmt das Volumen auf der Seite mit der höheren Stoffkonzentration zu und es baut sich ein Druck – der **osmotische Druck** – auf.

HINWEIS



Im menschlichen Körper finden Diffusion und Osmose in wässrigen Lösungen statt.

Diffusion: Es wandert vorwiegend der **gelöste Stoff** hin zu Orten mit niedriger Konzentration.

Osmose: Es wandert das **Wasser** hin zu Orten mit höherer Konzentration. Osmose tritt auf, wenn eine semipermeable Membran die unterschiedlichen Konzentrationen voneinander trennt; die Folge ist eine Volumenverschiebung, wodurch ein osmotischer Druck entsteht.

Diffusion und Osmose sind **passive Transportvorgänge**, da sie ohne den Verbrauch von Stoffwechselenergie ablaufen. Treibende Kraft ist in beiden Fällen ein **Konzentrationsunterschied**, der ausgeglichen werden soll.

BEISPIEL



Eine Osmose, bei der auch die Entstehung eines osmotischen Drucks deutlich wird, tritt bei roten Blutkörperchen auf, wenn die Salzkonzentration in der sie umgebenden Flüssigkeit zu gering ist (z. B. in reinem Wasser): Die Zellmembran des Blutkörperchens ist semipermeabel, sodass keine gelösten Teilchen heraus-, wohl aber Wassermoleküle hineinwandern können. Dadurch nimmt das Volumen im Innern zu und es baut sich ein Druck auf. Das Blutkörperchen füllt sich und nimmt eine kugelfunde Form an. Steigt der Druck noch weiter, so kann es sogar zum Zerplatzen der Zellen (Hämolyse) kommen.

Säuren und Basen

Stoffwechselvorgänge im menschlichen Körper laufen in ständiger Anwesenheit von Wasser ab. Hier können Säuren und Basen gelöst sein.

HINWEIS



Säuren sind Stoffe, die in der Lage sind, Wasserstoffionen abzugeben. Ihre wässrige Lösung reagiert sauer.

Basen sind Stoffe, die in der Lage sind, Wasserstoffionen aufzunehmen. Ihre wässrigen Lösungen reagieren alkalisch und werden **Laugen** genannt.

Ob eine wässrige Lösung sauer oder alkalisch (basisch) reagiert, wird durch den **pH-Wert** ausgedrückt. Dieser einheitenlose Wert errechnet sich aus der Konzentration von **Wasserstoffionen** (Protonen, Formelzeichen H^+) in der Lösung.

Die pH-Skala reicht von pH 0 (stark **sauer**) bis pH 14 (stark **alkalisch**). Bei einem pH-Wert von 7 ist die Lösung weder sauer noch alkalisch, sondern **neutral**.

pH-Wert

lat. potentia hydrogenii,
Stärke des Wasserstoffs

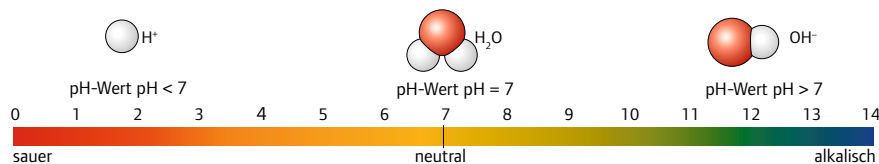
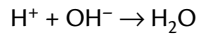


Abb. 1: Die pH-Wert-Skala

In sauren Lösungen liegt eine hohe Konzentration von H^+ -Ionen vor, in alkalischen Lösungen eine niedrige. In Laugen liegt stattdessen eine hohe Konzentration von Hydroxidionen (OH^-) vor.

Werden eine Säure und eine Lauge gemischt, so reagieren sie miteinander und neutralisieren sich gegenseitig:



Bei einer solchen **Neutralisation** entstehen immer Wasser (H_2O) und ein (gelöstes) Salz.

BEISPIEL



Salzsäure und **Natronlauge** (beides stark ätzend wirkende Chemikalien) neutralisieren sich gegenseitig unter Bildung von Wasser und Kochsalz (Natriumchlorid, $NaCl$).

Puffersysteme › S. 443

Stoffe, die in der Lage sind, den pH-Wert konstant zu halten, werden als **Puffer** bezeichnet. Das menschliche Blut verfügt über mehrere Puffersysteme, die dafür sorgen, dass der pH-Wert in einem sehr schmalen Bereich (ca. 7,35 bis 7,45) bleibt.

Biologie

Die Biologie ist der Teil der Naturwissenschaft, der sich mit der belebten Natur beschäftigt. Die zentrale Frage der Biologie ist daher: Was ist Leben? Wann bezeichnet man ein Ding als Lebewesen?

Alle Lebewesen zeichnen sich durch Merkmale aus, die sie von nicht lebendigen Strukturen unterscheiden. Die grundlegenden sind:

- Sie bestehen aus einer oder vielen **Zellen**.
- Sie betreiben **Stoffwechsel**.
- Sie können sich selbst **vermehren**.



Abb. 1: Die Systematik der Lebewesen

ZUM WEITERDENKEN



Eine wichtige biologische Erscheinung sind Viren. Diese greifen in die Lebensprozesse von Zellen ein, betreiben aber selbst keinen Stoffwechsel und benötigen zu ihrer Vermehrung stets die Mitwirkung einer lebenden Zelle. Viren zählen daher nicht zu den Lebewesen.

4.1.3 Medizinische Grundbegriffe für den Rettungsdienst

Medizinische Teildisziplinen

Die traditionellen Teilgebiete der Medizin sind die Innere Medizin und die Chirurgie. Die **Innere Medizin** behandelt Krankheiten, deren Ursache im Inneren des Körpers lokalisiert wird, durch **konservative Therapie**, vor allem durch die Anwendung von Arzneimitteln. Die **Chirurgie** behandelt Verletzungen und Erkrankungen des Körpers durch physikalische Eingriffe, vor allem Operationen (schneidende Eingriffe).

Die meisten der über 30 Teildisziplinen der Medizin sind Teilgebiete der Inneren Medizin, der Chirurgie oder lassen sich einem der beiden zuordnen. Einige geschichtlich jüngere Disziplinen haben in keiner traditionellen Fachrichtung ihren Ursprung.

konservative Therapie

lat. conservare = erhalten, bewahren
Behandlung ohne einen operativen Eingriff

Chirurgie

griech. cheir = Hand, ergon = Werk, Arbeit

Fachgebiet	Gegenstand
chirurgisch geprägte Disziplinen	
Allgemein- und Viszeralchirurgie	innere Organe, Bauchorgane
Augenheilkunde	Auge und Anhangsgebilde
Gynäkologie und Geburtshilfe	weibliche Sexualorgane, Schwangerschaft und Geburt
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde	Mund, Nase, Rachenraum, Kehlkopf
Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie	Mundhöhle, Kiefer, Zähne, Gesicht
Neurochirurgie	Gehirn, Rückenmark, Nervenbahnen
Orthopädie	Stütz- und Bewegungsapparat
Unfallchirurgie/Traumatologie	Verletzungen, insbesondere des Stütz- und Bewegungsapparates
Urologie	harnableitendes Systems und männliche Geschlechtsorgane
internistisch geprägte Disziplinen	
Allgemeinmedizin	medizinische Grundversorgung aller Patienten (hausärztliche Versorgung)
Arbeitsmedizin	Gesunderhaltung des arbeitenden Menschen
Gastroenterologie	Magen-Darm-Trakt, Speiseröhre, Leber, Bauchspeicheldrüse
Geriatric	Erkrankungen des alternden Menschen
Kardiologie	Herz und Blutkreislauf
Klinische Toxikologie	Behandlung von Vergiftungen
Nephrologie	Nieren
Neurologie	Nervensystem
weitere Disziplinen	
Anästhesiologie	Schmerztherapie, Narkose, Wiederbelebung
Intensivmedizin	akut lebensbedrohliche Zustände
Radiologie	diagnostischer Einsatz von elektromagnetischer Strahlung
Nuklearmedizin und Strahlentherapie	diagnostischer und therapeutischer Einsatz von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung
Rechtsmedizin (forensische Medizin)	medizinische Begutachtung für juristische Zwecke (z. B. Todesursachenfeststellung)
Psychiatrie	seelische Störungen

Tab. 1: Ausgewählte medizinische Disziplinen

Begriffe der Krankheitslehre (Pathologie)

Die Krankheitslehre beschreibt die Bedingungen von normaler Körperfunktion, also Gesundheit, und gestörter Körperfunktion, nämlich Krankheit.

HINWEIS



Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO):

Gesundheit ist der Zustand vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens (engl. „well-being“).

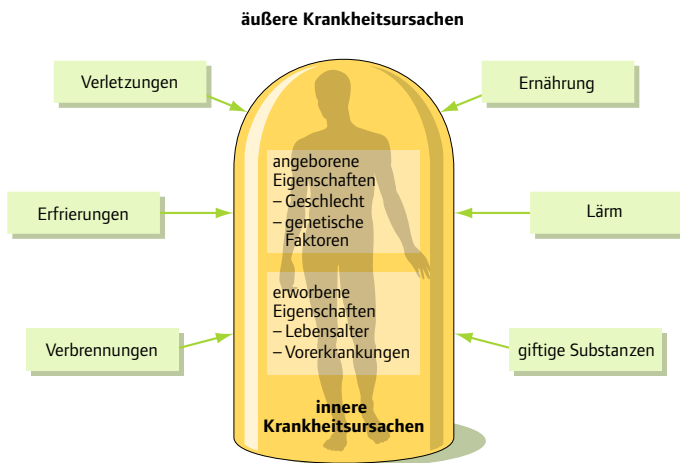


Abb. 1: Krankheitsursachen

Diagnose

Zuordnung von festgestellten Symptomen zu einem Krankheitsbegriff

Mit der systematischen Beschreibung und Einordnung von Krankheiten und deren theoretischer Interpretation befasst sich die **Nosologie**.

Krankheit äußert sich in Veränderungen des Körpers oder des menschlichen Verhaltens. Solche Anzeichen einer Krankheit werden **Symptome** genannt. Eine Kombination von Symptomen, die bei einer bestimmten Krankheit typischerweise gemeinsam auftreten, wird als **Syndrom** bezeichnet.

Bestimmte Symptome einer Erkrankung oder Verletzung, die besonders auffällig oder charakteristisch und damit wegweisend bei der Suche nach der korrekten **Diagnose** sind, nennt man **Leitsymptome** oder **Kardinalsymptome**.

Die **Ätiologie** ist die Lehre von den (belebten und unbelebten) Ursachen einer Erkrankung, die entweder von außen auf den Körper einwirken können oder in einer inneren **Disposition** des Menschen bestehen.

Die Entstehungsgeschichte einer Krankheit, also die Frage, wie sich aus den Ursachen ein bestimmtes Krankheitsbild entwickelt, wird als **Pathogenese** bezeichnet.

Die **Pathophysiologie** beschreibt – im Gegensatz zur Physiologie, der Lehre der ungestörten Körperfunktion – die Prozesse, die einer Erkrankung zugrunde liegen.

Für die medizinische Behandlung von großer Bedeutung ist auch der Blick auf den voraussichtlichen weiteren Verlauf einer Erkrankung. Diese **Prognose** wird – je nachdem, wie hoch die Wahrscheinlichkeit einer Heilung ist – als gut, schlecht oder ungewiss eingeschätzt. Ist das Ausmaß einer Erkrankung oder Verletzung so weit fortgeschritten, dass praktisch keine Aussicht auf Heilung mehr besteht, spricht man von „infauster Prognose“.

Begriffe der Epidemiologie

Die Epidemiologie untersucht die Entstehung und Verbreitung von Krankheiten in der Bevölkerung und beschreibt diese in Form von statistischen Kennzahlen. Die Häufigkeit von Krankheiten in der Bevölkerung, die sogenannte Morbidität, wird durch die Kenngrößen Inzidenz und Prävalenz beschrieben.

Die Anzahl der Personen aus einer definierten Gruppe, die in einem definierten Zeitraum an einer bestimmten Krankheit neu erkrankt, wird als **Inzidenz** bezeichnet. Um die Inzidenz in unterschiedlichen Gruppen, z. B. der Bevölkerung verschiedener Länder, vergleichen zu können, wird sie meist bezogen auf eine bestimmte Anzahl von beobachteten Personen, z. B. pro 100 000 Einwohner, angegeben (sog. **Inzidenzrate**).

BEISPIEL

In Deutschland erleiden jährlich ca. 50 000 Menschen einen Herzinfarkt. Die Inzidenz des Herzinfarkts beträgt somit in Deutschland ca. 50 000 Fälle pro Jahr. Bezogen auf die Einwohnerzahl von ca. 82 Millionen beträgt die Inzidenzrate ca. 61 Fälle pro 100 000 Einwohner pro Jahr.

Die Gesamtzahl von Personen aus einer definierten Gruppe, die zu einem Zeitpunkt an einer bestimmten Krankheit erkrankt sind, wird als **Prävalenz** bezeichnet, bezogen auf die Anzahl beobachteter Personen als **Prävalenzrate**.

BEISPIEL

In Deutschland waren im Jahr 2012 9,3 % der Menschen im Alter von 18–79 Jahren an Diabetes mellitus erkrankt. Die Prävalenzrate in der betreffenden Gruppe beträgt 9300 Erkrankte pro 100 000 Personen.

Treten in der Bevölkerung eines bestimmten Gebietes sehr viele Neuerkrankungen auf, d. h. steigt die Inzidenzrate stark an, spricht man von einer **Epidemie**. Breitet sich eine Epidemie über das Gebiet einzelner Länder hinaus auf ganze Kontinente oder weltweit aus, wird sie als **Pandemie** bezeichnet.

BEISPIEL

In zahlreichen Ländern Afrikas und Asiens kommt es im Abstand einiger Jahre immer wieder zu Epidemien von Tropenkrankheiten, wie z. B. dem Ebola- oder Dengue-Fieber. Im 20. Jahrhundert kam es zu mehreren Pandemien der Influenza (echte Virusgrippe). Die Immunschwächekrankheit Aids breitete sich seit den 1980er Jahren weltweit aus. Der noch immer andauernden Aids-Pandemie sind bis 2009 über 37 Millionen Menschen zum Opfer gefallen.

Das andauernd gehäufte Vorliegen einer Erkrankung in einer Bevölkerung wird als **Endemie** bezeichnet. Bei endemischem Auftreten einer Krankheit ist die Prävalenzrate in der Bevölkerung des betroffenen Gebietes dauerhaft hoch.

BEISPIEL

In Zentralafrika und Indonesien bzw. Papua-Neuguinea ist die Prävalenzrate der Tropenkrankheit Malaria dauerhaft sehr hoch. Diese Regionen werden daher als Malaria-Endemiegebiete bezeichnet.

Das Ausmaß der Schädlichkeit von Krankheiten für die Bevölkerung als Ganzes oder die einzelnen Erkrankten wird durch die Größen Mortalität und Letalität ausgedrückt:

Die Anzahl von Personen aus einer definierten Gruppe, die in einem bestimmten Zeitraum an einer bestimmten Krankheit versterben, heißt **Mortalität**, bezogen auf die Anzahl beobachteter Personen **Mortalitätsrate**.

Unter **Letalität** versteht man hingegen den Anteil der Fälle einer Erkrankung, die in einem bestimmten Zeitraum zum Tode führen.

BEISPIEL

In Deutschland sind im Jahr 2012 228 639 Menschen mit Herzinfarkt in ein Krankenhaus eingeliefert worden; 20 351 davon sind innerhalb von 28 Tagen verstorben. Die 28-Tage-Letalität des Herzinfarkts beträgt demnach 8,9%. Beim kardiogenen Schock verstirbt innerhalb von 28 Tagen etwa jeder zweite Patient. Dieses Krankheitsbild hat demnach eine vergleichsweise hohe Letalität von ca. 50%.

Verlauf einer Erkrankung oder Verletzung

Wenn ein Mensch erkrankt, kann die Krankheit unterschiedliche Verläufe nehmen.

akut

lat. acutus = scharf, spitz
plötzlich, schnell, intensiv

Nekrose

Zelltod

Ischämie

Verminderung oder Unterbrechung der arteriellen Blutzufuhr eines Gewebes

Mumifikation

persisch mum = Wachs
Austrocknung abgestorbener Gewebeteile

Treten Erkrankungssymptome plötzlich auf oder verläuft eine Krankheit schnell oder unter sehr heftigen Symptomen, so wird sie als **akute** Erkrankung bezeichnet.

Werden durch eine Erkrankung oder Verletzung Körperzellen so stark geschädigt, dass ihre Abwehrmechanismen versagen, kommt es zum Zelluntergang (**Nekrose**).

Eine Sonderform der Nekrose, die beim Absterben von Gewebe durch mangelnde Blutversorgung (**Ischämie**) auftritt, ist die **Gangrän**. Man unterscheidet die trockene Gangrän, die eine **Mumifikation** darstellt, und die feuchte Gangrän, die durch Bakterienbefall charakterisiert ist.

Heilung bedeutet die vollständige Wiederherstellung des körperlichen Zustandes, wie er vor Beginn der Krankheit war. Dies setzt voraus, dass die Krankheit vollständig überwunden ist.

Bei einer **Defektheilung** ist die Krankheit überwunden, es bleiben jedoch Einbußen zurück. Dies kann eine Vernarbung nach einer ausgedehnten Verletzung sein, aber auch eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit des Herzens nach einem Herzinfarkt.

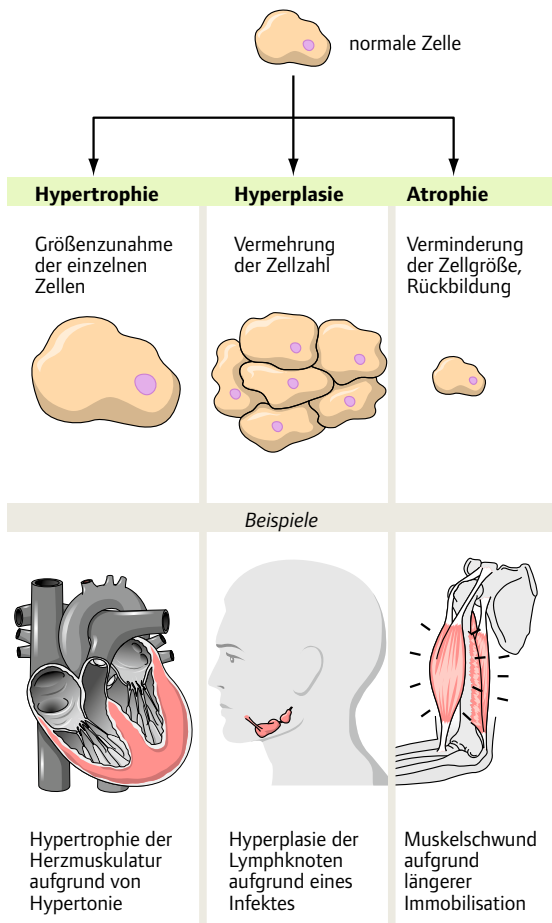


Abb. 1: Anpassungsvorgänge des Körpers

Körpergewebe können auf krankhafte Prozesse genauso wie auf physiologische Belastungen mit Anpassungsvorgängen reagieren.

Als **Hypertrophie** wird die Größenzunahme eines Gewebes oder Organs durch eine Vergrößerung der einzelnen Zellen bezeichnet. Das bekannteste Beispiel ist das physiologische Wachstum der Muskulatur beim Training. Krankhaft ist beispielsweise die Hypertrophie des Herzmuskels, wenn dieser bei einer arteriellen Hypertonie gegen den erhöhten Gefäßwiderstand im Körper anpumpen muss.

Beruhet eine Gewebe- bzw. Organvergrößerung auf einer zahlenmäßigen Vermehrung der Zellen, wird sie als **Hyperplasie** bezeichnet.

Der der Hypertrophie und Hyperplasie entgegengesetzte Vorgang ist die **Atrophie** (Gewebsschwund). Hierbei kommt es durch ein Ungleichgewicht zwischen Auf- und Abbauprozessen zu einer Verminderung von Zellgröße und -anzahl.

Wenn eine Krankheit nach einem beschwerdefreien Intervall wieder zurückkehrt, handelt es sich um ein **Rezidiv** (Rückfall). Die Ursache des Rezidivs ist, dass die Erkrankung nicht geheilt werden konnte, sondern nur symptomfrei im Körper „schlief“. Rezidive treten häufig bei Krebserkrankungen auf, wenn lange nach Entfernen eines Primärtumors Metastasen erscheinen. Ein anderes Beispiel ist das Rezidiv einer Lungenentzündung bei einer vorgeschädigten Lunge, deren Veränderungen nicht heilbar sind.

Manche Erkrankungen nehmen einen langsam schleichen Verlauf: Wenn eine Erkrankung nicht geheilt werden kann, aber auch nicht in absehbarer Zeit zum Tod des Patienten führt, spricht man von **Chronifizierung**. **Chronisch kontinuierliche** Erkrankungen bleiben auf einem bestimmten

Krankheitsniveau stehen. **Chronisch rezidivierende** Erkrankungen heilen nicht aus, sondern zeigen nur zwischenzeitlich eine Besserung der Symptomatik und führen dann erneut zu Symptomen.

Eine chronische Erkrankung kann auch allmählich zunehmende Symptome entwickeln. Das Fortschreiten der Erkrankung wird als chronische **Progredienz** bezeichnet. Diese Verlaufsform ist typisch für viele Autoimmunkrankheiten, z. B. die Polyarthrit oder die multiple Sklerose.

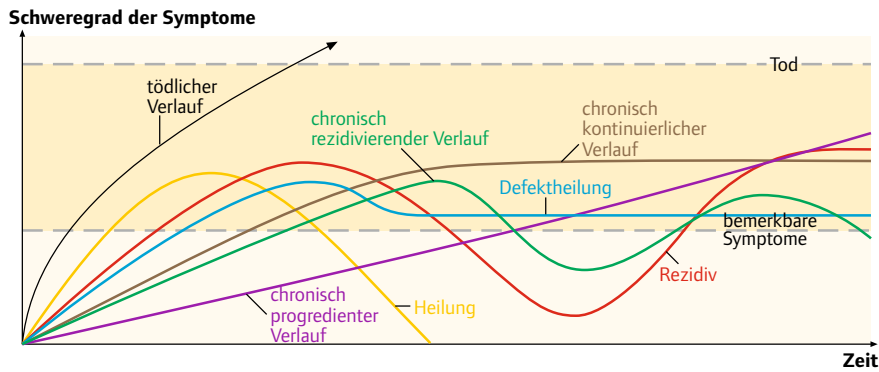


Abb. 1: Krankheitsverläufe

Dekompensation bezeichnet den Zeitpunkt, zu welchem die Ausgleichsmechanismen, die einen krankhaften Zustand überbrücken, versagen. Viele chronische Krankheiten verlaufen lange Zeit kompensiert, d. h., die allgemeine Funktionsfähigkeit des Körpers bleibt erhalten. So zeigt eine kompensierte Herzinsuffizienz lange Zeit nur bei starker körperlicher Belastung Symptome. Wenn eine Krankheit dekomponiert, treten auch unter Ruhe- und Normalbedingungen Symptome auf. Eine dekomponierte Herzinsuffizienz führt auch in Ruhe zu Luftnot und Ödemen.

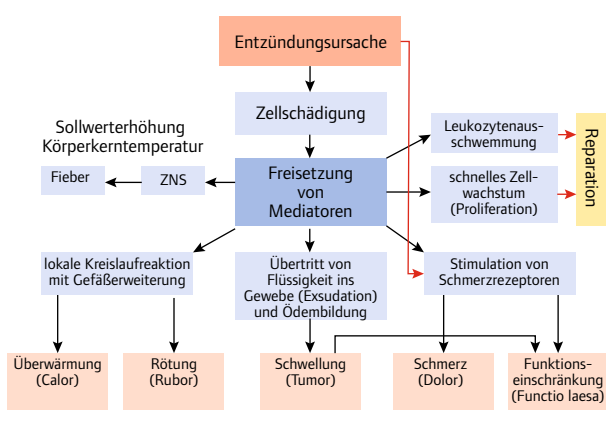
dekompensierte Herzinsuffizienz › S. 419

Entzündungsreaktionen

Bei einer Entzündung handelt es sich um eine universelle Reaktion des Körpers auf Zell- und Gewebeschäden. Die häufigsten Ursachen sind Verletzungen von Körpergewebe und das Eindringen von Krankheitserregern.

Die Entzündungsreaktion zielt auf die Bekämpfung der schädigenden Ursache und die Reparatur eingetretener Gewebeschäden. Sie wird durch Botenstoffe (Mediatoren) ausgelöst, die im geschädigten Gebiet freigesetzt werden. Wichtigster Entzündungsmediator ist das Histamin. Die dabei in Gang gesetzten Prozesse führen zu einem Syndrom aus fünf Kardinalsymptomen.

Histamin › S. 492



HINWEIS

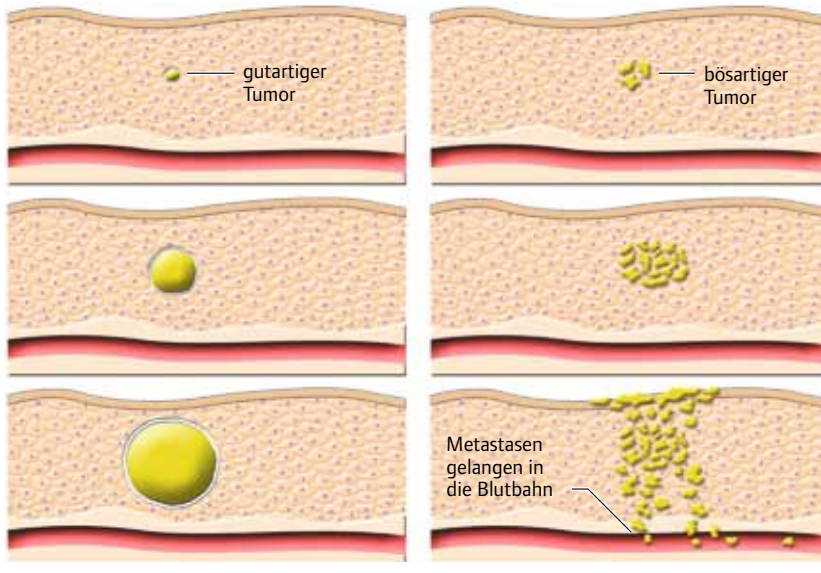
Akute Lebensgefahr besteht, wenn eine Entzündungsreaktion sehr heftig und im ganzen Körper abläuft. Beispiele sind die Anaphylaxie und die Sepsis, die zu einem septischen Schock führen kann.

Anaphylaxie › S. 492

Sepsis › S. 507

Schock › S. 421

Abb. 2: Ablauf einer Entzündungsreaktion und Entstehung der Kardinalsymptome



Geschwülste (Tumoren)

Eine Schwellung (Tumor) kann durch unterschiedliche Ursachen entstehen. Häufig wird mit dem Begriff **Tumor** eine Gewebsneubildung (Neoplasie) bezeichnet. Neubildungen werden in gutartige (**benigne**) und bösartige (**maligne**) unterschieden.

Maligne Tumoren (Malignome) wachsen zerstörend in gesundes Gewebe ein (**Infiltration**) und können sich über die Blut- oder Lymphbahnen im Körper ausbreiten. In anderen Organen bilden sich dann bösartige Tochtergeschwülste (**Metastasen**). Das Krankheitsbild beim Wachstum eines malignen Tumors wird umgangssprachlich Krebs genannt.

Abb. 1: Verdrängendes Wachstum eines gutartigen und infiltratives Wachstum eines bösartigen Tumors

Geschwülste, die Zeichen eines bösartigen Tumors aufweisen, aber keine Metastasen bilden, werden als **semimaligne** Tumoren bezeichnet.

4.1.4 Anatomische und physiologische Grundbegriffe

Organisationsebenen des menschlichen Körpers

Die anatomische Betrachtung des menschlichen Körpers erfolgt in verschiedenen Größenbereichen. Der Körper als Gesamtorganismus ist auf unterschiedlichen Ebenen zu Strukturen organisiert.

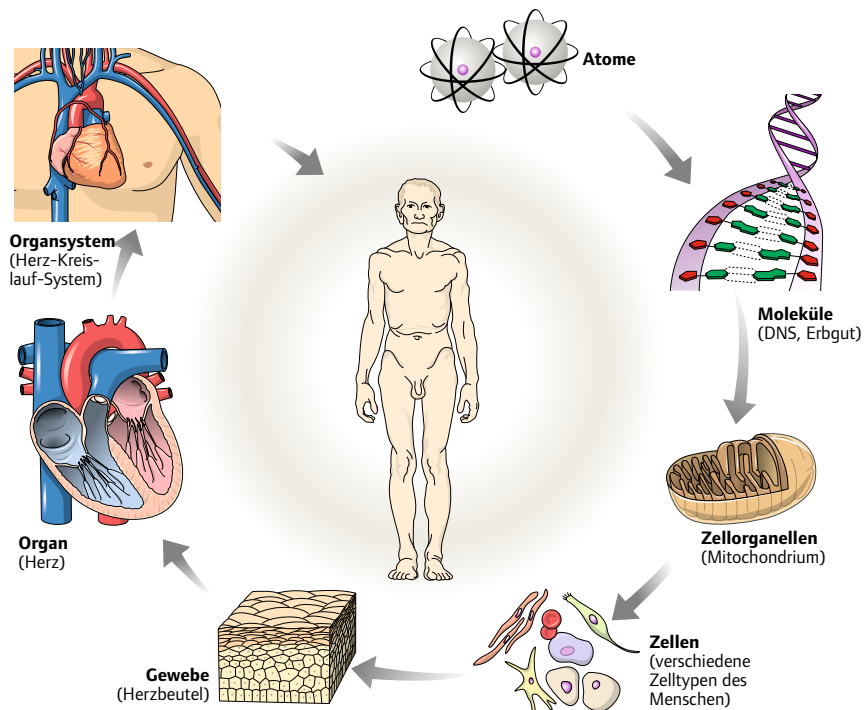


Abb. 2: Die Organisationsebenen des Körpers vom Atom zum Organismus

Zelle

Zellen sind die Bausteine aller Lebewesen. Entsprechend der Vielfalt an Aufgaben, welche die Zellen des menschlichen Körpers erfüllen, gibt es zahlreiche Arten und Formen. Allen gemeinsam ist jedoch der grobe Aufbau aus verschiedenen wichtigen Strukturen.

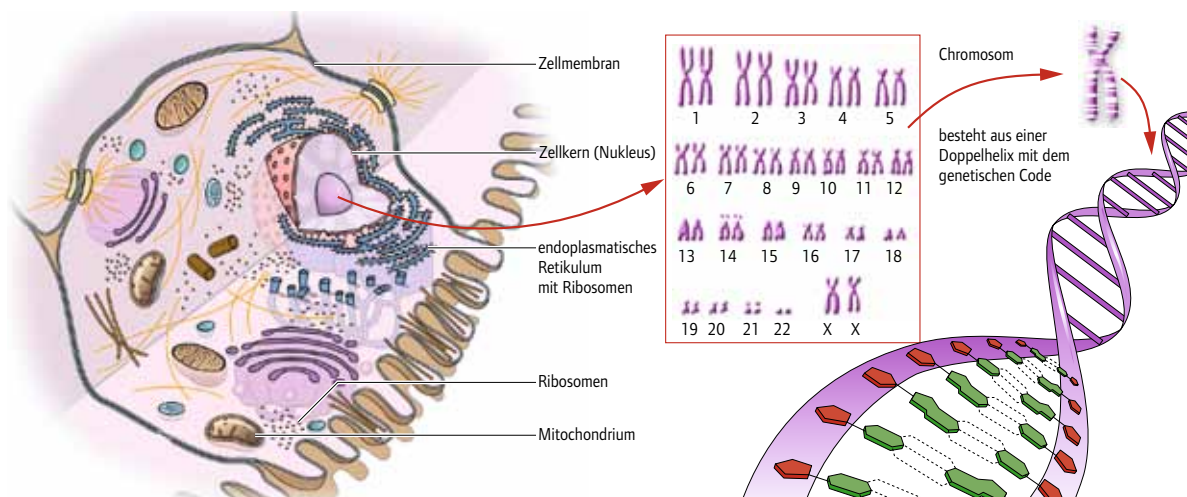


Abb. 1: Schematischer Aufbau einer Zelle: vom Chromosom zur DNS

Jede Zelle besitzt eine **Zellmembran**, die sie wie eine Haut umschließt. Im Innern befindet sich das Zell- oder **Zytoplasma**, eine Flüssigkeit, die zum größten Teil aus Wasser mit darin gelösten Elektrolyten, insbesondere Kaliumionen, und Eiweißen (Proteinen) besteht. Im Zellplasma befinden sich die Zellorganellen – quasi die „Organe“ der Zelle.

Zu den wichtigsten Zellorganellen zählen der Zellkern und die Mitochondrien.

Der **Zellkern** stellt das Steuerzentrum der Zelle dar. Er beinhaltet die **DNS**, die gleichzeitig den Zellstoffwechsel steuert und Träger der **Erbinformation** (Gene) ist.

ZUM WEITERDENKEN



Der Mensch hat in jedem seiner Zellkerne 23 unterschiedliche, in Spiralen gerollte DNS-Pakete, die sogenannten Chromosomen. 22 dieser Chromosomen liegen als identische Paare vor. Das 23. Paar bestimmt das Geschlecht: Frauen haben zwei identische X-Chromosomen, bei Männern besteht das 23. Paar aus einem X- und einem Y-Chromosom.

Die **Mitochondrien** sind die Kraftwerke der Zelle. In ihnen findet die Energiegewinnung aus den Nährstoffen, Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen statt.

In den Mitochondrien wird der energiereiche Stoff **Adenosintriphosphat** (ATP) durch die chemische Reaktion von Nährstoffen mit Sauerstoff gebildet. Diese Form der Energiegewinnung wird daher **aerob** genannt.

Besteht ein Sauerstoffmangel, stellt die Zelle auf **anaerobe** Energiegewinnung um: ATP wird dann ohne Sauerstoffzufuhr durch den Abbau von Glukose zu Lactat (Milchsäure) erzeugt. Dieser Prozess ist jedoch um einen Faktor 15 weniger effektiv als der aerobe und es kommt auf Dauer zu einer Übersäuerung (Azidose).

DNS

Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure, den Träger der Erbinformation. Aufgrund der englischen Bezeichnung (engl. acid = Säure) auch als DNA bezeichnet

aerob

lat. aer = Luft
Sauerstoff benütigend

Enzyme

Biokatalysatoren; körpereigene Proteine, die durch Beschleunigung den Ablauf von chemischen Reaktionen bei Körpertemperatur ermöglichen

NADH

Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Hydrogenium

FADH₂

Flavin-Adenin-Dinucleotid

Koenzyme in der Atmungskette

Die Energiegewinnung durch Umwandlung von Glukose und Sauerstoff in Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) findet unter Beteiligung zahlreicher Enzyme in einem äußerst komplexen biochemischen Vorgang aus mehreren Teilprozessen statt (Abb. 1).

- **Erster Schritt:** Im ersten Teilprozess, der **Glykolyse**, wird aus Glukose in mehreren Schritten das Zwischenprodukt Pyruvat (Brenztraubensäure) erzeugt. Hierbei wird nur wenig Energie gewonnen (zwei Moleküle ATP), allerdings wird dafür noch kein Sauerstoff benötigt, sodass die Glykolyse auch bei Sauerstoffmangel (anaerob) weiterarbeiten kann.
- **Zweiter Schritt:** Dieser dient der Produktion von **Acetyl-Coenzym A**. Steht genügend Sauerstoff zur Verfügung, wird das Pyruvat aus der Glykolyse zu Acetyl-Coenzym A weiterverarbeitet, wobei außerdem der Energielieferant **NADH** entsteht. Bei diesem Zwischenprozess wird kein ATP erzeugt.
- **Dritter Schritt:** Der folgende **Zitratzyklus** (Zitronensäurezyklus) ist ein Kreislaufprozess, in dem aus dem Acetyl-Coenzym A, aber auch aus anderen Stoffwechselprodukten, ATP und die Energielieferanten **NADH** und **FADH₂** gebildet werden. Da nicht nur der Glukoseabbau, sondern auch die Wege der meisten anderen Stoffwechselfvorgänge über den Zitratzyklus laufen, wird er als Drehscheibe des Stoffwechsels bezeichnet.
- **Vierter Schritt:** Die **Atmungskette**. In den ersten drei Teilprozessen wurden Elektronen an die Koenzyme gebunden. Im letzten Prozess werden diese Elektronen schrittweise an den über die Atmung aufgenommenen Sauerstoff übertragen, weshalb die Atmungskette auch Elektronentransportkette genannt wird. Bei diesem Vorgang wird eine große Menge Energie frei, die in Form von je 32 Molekülen ATP für Körpervorgänge zur Verfügung gestellt wird.

ZUM WEITERDENKEN

Am Elektronentransport in der Atmungskette sind zahlreiche Enzyme beteiligt. Ein bekanntes Beispiel ist die Cytochrom-Oxidase. Dieses Enzym wird bei einer **Blausäurevergiftung** blockiert, was schlagartig zu einem lebensbedrohlichen Stillstand der Zellatmung führt.

Blausäurevergiftung

› S. 505

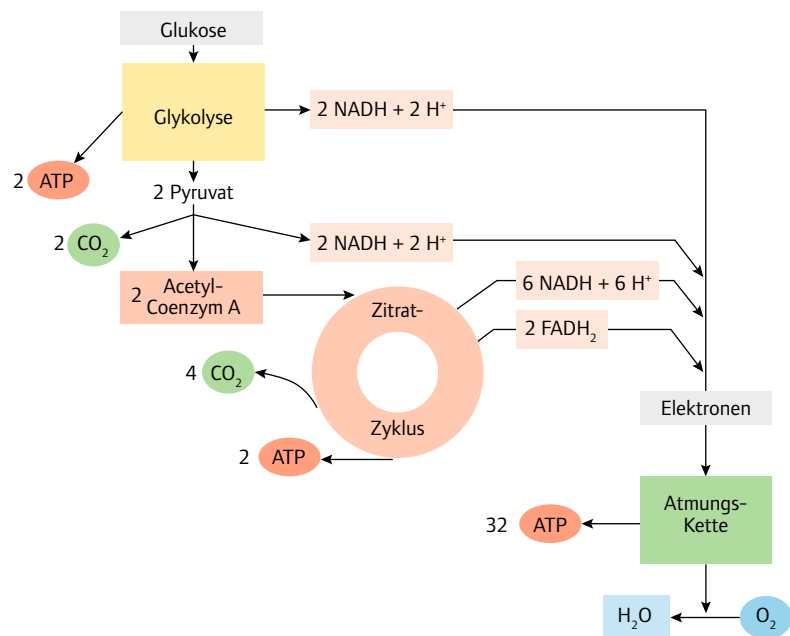


Abb. 1: Ablauf der Energiegewinnung aus Glukose

Gewebe

Gewebe sind Zellverbände von ähnlicher Bauart und Funktion, die sich für eine gemeinsame Funktion gleichartig differenziert haben. Dabei werden vier Grundgewebearten unterschieden:

- Binde- und Stützgewebe
- Muskelgewebe
- Epithel- und Drüsengewebe
- Nervengewebe

Auch das Blut und das blutbildende System mit dem dazugehörigen lymphatischen System stellen eine eigene Art von Gewebe dar.

Blut › S. 422

lymphatisches System

› S. 490

Binde- und Stützgewebe

Binde- und Stützgewebe haben je nach ihrer Erscheinungsform folgende Aufgaben:

- **Lockeres Bindegewebe** verbindet die Haut mit den darunterliegenden Geweben.
- **Straffes Bindegewebe** (Sehnen und Bänder) verbindet Muskeln und Knochen und schützt die Gelenke.
- **Fettgewebe** speichert Energie (Speicherfett) und formt und polstert die Körperoberfläche (Bauchfett).
- **Knochen** geben dem Körper Form und Beweglichkeit.
- **Knorpel** halten die Gelenke beweglich.

Muskelgewebe

Muskeln können sich aufgrund ihrer besonderen Struktur kontrahieren, d.h. zusammenziehen. Dies ist die Grundlage für die Fähigkeit zur Fortbewegung. Auch die Funktion innerer Organe wie des Darms und des Herzens basiert auf der Kontraktionsfähigkeit der Muskulatur. Bei der Kontraktion werden die Muskeln kürzer und dicker. Dies kann beim Beugen des Armes am Bizeps beobachtet werden. Bei seiner Kontraktion übt der Muskel eine Kraft aus.

Muskelkontraktion

› S. 523

Es gibt beim Menschen drei Arten von Muskelgewebe:

- quer gestreiftes Muskelgewebe
- quer gestreiftes Herzmuskelgewebe
- glattes Muskelgewebe

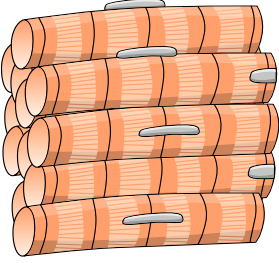
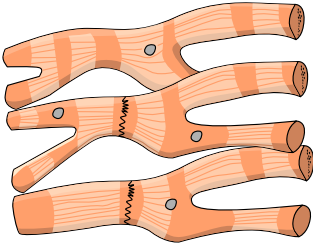
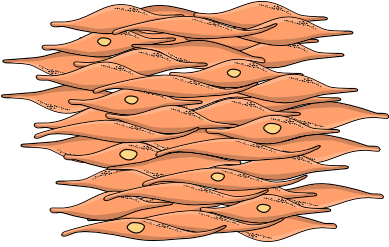
		
<p>quer gestreifte Skelettmuskulatur</p> <ul style="list-style-type: none"> – quer gestreift – viele Zellkerne am Rand – arbeitet rasch, leistungsstark – unterliegt Willen und Bewusstsein 	<p>quer gestreifte Herzmuskulatur</p> <ul style="list-style-type: none"> – quer gestreift, netzartig – Zellkerne mittig – arbeitet ständig und ausdauernd – unterliegt nicht Willen und Bewusstsein – hat ein eigenes Reizleitungssystem 	<p>glatte Muskulatur</p> <ul style="list-style-type: none"> – glatt, spindelförmige Zellen – Zellkerne mittig – arbeitet langsam und stetig – unterliegt nicht Willen und Bewusstsein – befindet sich u. a. in Darm, Harnwegen, Luftwegen, Blutgefäßen

Abb. 1: Die drei Muskelarten des Menschen

Die **quer gestreifte Skelettmuskulatur** dient dem Menschen zur Bewegung und Fortbewegung des Körpers. Sie ist dem Willen unterworfen, sodass bewusst gesteuerte Bewegungen ausgeführt werden können.

Reizleitungssystem

› S. 393

vegetatives Nervensystem

› S. 588

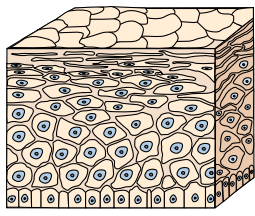


Abb. 1: Oberflächenepithel

Auge › S. 677**Nase** › S. 433**Innenohr** › S. 685**Haut** › S. 692**zentrales Nervensystem**

› S. 583

peripheres Nervensystem

› S. 590

Die **Herzmuskulatur** ist ähnlich wie der Skelettmuskel aufgebaut, unterliegt aber nicht dem Einfluss des Willens. Da das Herz das ganze Leben lang ohne Pause arbeitet, muss die Herzmuskulatur besonders leistungsfähig sein. Es finden sich zusätzlich Muskelanteile, die der elektrischen Leitung dienen. Dieses spezielle **Reizleitungssystem** sorgt dafür, dass die verschiedenen Anteile des Herzens rhythmisch zusammenarbeiten.

Die **glatte Muskulatur** kommt in den Wänden aller Hohlorgane vor. Durch die Fähigkeit zur Kontraktion können Organe wie der Darm ihren Inhalt durchmischen oder Blutgefäße den Blutdruck und die Stärke der Durchblutung beeinflussen. Die Tätigkeit der glatten Muskulatur wird vom **vegetativen Nervensystem** gesteuert, das nicht dem Willen unterliegt.

Epithel- und Drüsengewebe

Epithelien sind schichtartige Gewebe, welche die innere und äußere Oberfläche des Körpers bedecken.

Spezialisierte Epithelien sind die **Drüsen**, die Stoffe auf die Körperoberfläche oder in das Blut abgeben. **Exokrine Drüsen** geben ein **Sekret** auf eine äußere Körperoberfläche wie z. B. die Haut oder auf eine innere Körperoberfläche wie die Darmwand oder Bronchialschleimhaut ab. **Endokrine Drüsen** geben **Hormone** in das Blut ab.

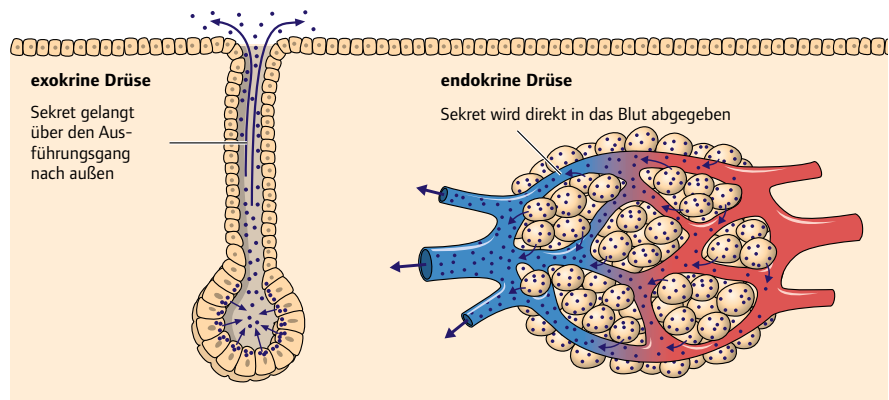


Abb. 2: Exokrine und endokrine Drüse

Eine weitere spezialisierte Form von Epithelgewebe sind die **Sinnesepithelien**. In diese Oberflächengewebe der Sinnesorgane sind Sinneszellen, sogenannte **Rezeptoren**, eingestreut. Rezeptoren sind spezialisierte Zellen, die auf bestimmte Reize reagieren und diese an das Nervensystem weiterleiten. Beispiele für Sinnesepithelien sind die Netzhaut des **Auges**, die Rienschleimhaut der **Nase**, das Cortiorgan im **Innenohr** und die äußere **Haut** mit ihren verschiedenen Tastrezeptoren.

Nervengewebe

Das Nervensystem steuert viele Vorgänge im Körper. Es arbeitet dabei mit dem Hormonsystem eng zusammen. Die Schaltzentrale ist das **zentrale Nervensystem (ZNS)**. Es besteht aus Gehirn und Rückenmark. Die Nervenleitungen in den Körper bilden das **periphere Nervensystem**.

Diese Nervenleitungen bestehen aus Nervenzellen (**Neuronen**). Um Befehle über weite Strecken an alle Körperteile zu senden, sind die Zellfortsätze (**Axone**) der Nervenzellen bis zu einem Meter lang oder es liegen hierfür viele Nervenzellen hintereinander. In die gleiche Richtung ziehende Nervenzellen liegen als Bündel (**Nerv**) vor.

Als Schaltzentrale ist das ZNS sowohl Empfänger als auch Sender von Informationen. Zum ZNS hin leiten Nerven Wahrnehmungen von Sinnesorganen, Empfindungen aus der Haut und den Gliedmaßen sowie Rückmeldungen über die Funktion innerer Organe. Dies wird als **Afferenz** bezeichnet. Vom ZNS weg leiten Nerven Bewegungsbefehle an Muskeln, Funktionsbefehle an innere Organe und Haut sowie regulierende Hinweise an Hormondrüsen. Dies wird als **Efferenz** bezeichnet.

Neurone sind speziell für die Aufnahme und Weiterleitung von Informationen (Reizen) ausgerüstet. Die Reizweiterleitung erfolgt elektrisch (innerhalb des Neurons) und chemisch (von einem Neuron zum nächsten). Die Reizleitung verläuft immer gleich: Der **Dendrit**, der baumartige Zellfortsatz, nimmt den ankommenden Reiz auf. Die Zellmembran leitet ihn weiter zum Zellkörper. Von dort läuft der Reiz nahtlos das Axon entlang bis zur **Synapse**. Die Synapse ist die Verbindung zwischen zwei Neuronen. Die beiden Neuronen stoßen dabei nicht mit ihren Membranen aneinander; zwischen ihnen liegt der schmale, flüssigkeitsgefüllte synaptische Spalt. Da dieser Spalt nicht vom elektrischen Strom übersprungen werden kann, bewirkt jeder am Nervenende ankommende Stromreiz eine Ausschüttung chemischer Botenstoffe, der sogenannten **Neurotransmitter**, in den Spalt. Diese sind im abgebenden Teil der Synapse in **Vesikeln** gespeichert. Die annehmende Nervenzelle hat am Dendriten **Rezeptoren**, die den ausgeschütteten Botenstoff aufnehmen und seine Information in einen Stromreiz umwandeln. Dieser wird weitergeleitet.

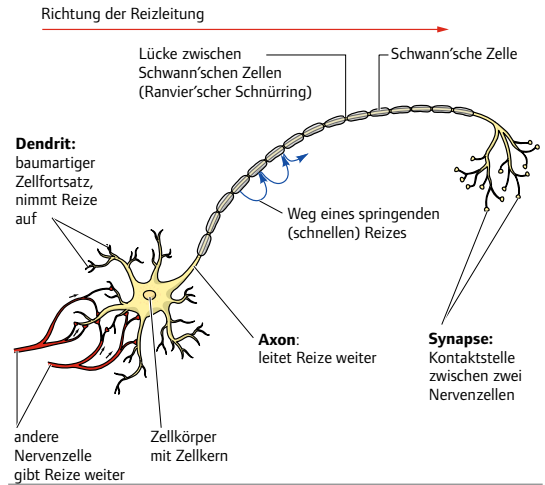


Abb. 1: Aufbau eines Neurons

HINWEIS

Für dringende Informationen ist die Leitung über die Membran des Axons zu langsam: Stattdessen springen die Reize bei bestimmten Axonen über isolierende Zellen hinweg. Diese Isolierzellen heißen **Schwann'sche Zellen**. Da die Reize nicht unter ihnen hindurch den üblichen Weg entlang der Membran gehen können, müssen sie von Lücke zu Lücke springen und sparen dabei Zeit. Diesen Vorgang nennt man **saltatorische Erregungsleitung**.

Vesikel
Bläschen

Erregungsleitung , S. 579

	<p>Das Neuron nimmt einen Reiz auf und leitet ihn über das Axon weiter bis zur Synapse. Jedes Neuron besitzt an der Synapse ein sogenanntes Endknöpfchen.</p>
	<p>Durch den vom Axon kommenden elektrischen Reiz werden Botenstoffe aus den Vesikeln des Endknöpfchens in den synaptischen Spalt ausgeschüttet. Die Botenstoffe lagern sich an die Rezeptoren des empfangenden Neurons an: Der Reiz ist von Neuron zu Neuron übertragen worden.</p>
	<p>Der Kontakt des Botenstoffs mit dem Rezeptor löst in der empfangenden Zelle einen Stromreiz aus. Die Botenstoffe lösen sich anschließend vom Rezeptor und werden wieder in die Vesikel aufgenommen.</p>

Tab. 1: Reizweiterleitung im Nervensystem: Erregungsübertragung an der Synapse

ABCDE-Schema › S. 319

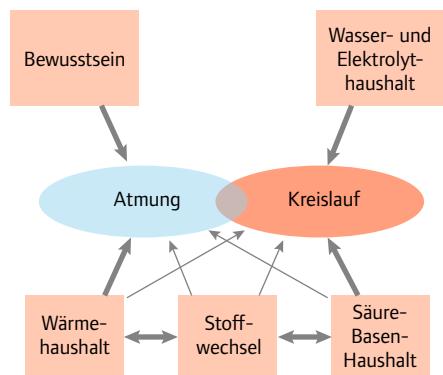


Abb. 1: Funktionskreise des menschlichen Körpers und ihre Wechselwirkung

Vitalfunktionen

Die Lebensvorgänge im menschlichen Körper werden durch komplexe, miteinander wechselwirkende Funktionskreise aufrechterhalten. Von diesen Funktionskreisen haben die Atmung und der Blutkreislauf eine besondere Stellung, denn bei Ausfall dieser Funktionen besteht bereits innerhalb weniger Sekunden akute Lebensgefahr. **Atmung** und **Kreislauf** werden daher als **Vitalfunktionen** bezeichnet und stehen bei der Versorgung von Notfallpatienten (ABCDE-Schema) an erster Stelle.

Fünf weitere Funktionskreise nehmen auf diese Vitalfunktionen Einfluss und stellen deren normale Funktionsfähigkeit sicher.

Bewusstsein › S. 593

Schutzreflexe › S. 800

Wasser-Elektrolyt-Haushalt › S. 666

Dehydratation › S. 651

Wärmeregulation › S. 694

Säure-Basen-Haushalt › S. 670

pH-Wert › S. 671

- Bewusstsein:**
 Das Bewusstsein ermöglicht dem Körper gezielte **Reaktionen auf Reize und Gefahren** und setzt eine ordnungsgemäße Funktion des Nervensystems, insbesondere des Gehirns, voraus. Ist das Bewusstsein gestört, kann z. B. bei Patienten in Rückenlage durch den Ausfall der **Schutzreflexe** unmittelbare Lebensgefahr drohen, weshalb das Bewusstsein im weiteren Sinne auch zu den Vitalfunktionen gezählt werden kann.
- Wasser-Elektrolyt-Haushalt:**
 Der menschliche Körper besteht zu etwa zwei Dritteln aus **Wasser**. Alle biochemischen Körpervorgänge laufen daher in wässriger Lösung ab, in der stets auch eine ausreichende Konzentration bestimmter lebensnotwendiger Salze, der **Elektrolyte**, enthalten sein muss. Die Aufnahme von Wasser und Salzen und deren Ausscheidung müssen vom Körper durch Regulierung von Verdauung und Stoffwechsel, Nieren- und Atemtätigkeit und Schweißproduktion im Gleichgewicht gehalten werden. Verliert der Körper mehr Wasser (und auch Salze), als durch Nahrungsaufnahme ersetzt werden kann, treten Symptome einer **Dehydratation** auf.
- Wärmehaushalt:**
 Die chemischen Prozesse im menschlichen Körper sind so beschaffen, dass sie nur in einem schmalen **Temperaturbereich** von wenigen Grad Celsius ober- und unterhalb des Normalwerts von ca. 37°C optimal funktionieren. Der Stoffwechsel und der Kreislauf verfügen daher über verschiedene Mechanismen der **Wärmeregulation**, um allzu starke Abweichungen der Körperkerntemperatur nach unten (Unterkühlung) oder nach oben (Hitzschlag) zu verhindern.
- Säure-Basen-Haushalt:**
 Neben einem ausreichenden Wasser- und Salzgehalt und der richtigen Temperatur benötigen die biochemischen Prozesse des Körpers ein angemessenes Gleichgewicht von Säuren und Basen. Dieses wird durch den **pH-Wert** ausgedrückt, der durch Regulierungsvorgänge von Atmung, Nieren und Stoffwechsel ebenfalls in einem schmalen Bereich konstant gehalten werden muss. Anderenfalls drohen Übersäuerung (Azidose) oder Säuredefizit (Alkalose) des Blutes.
- Stoffwechsel:**
 Grundlage aller Vorgänge im menschlichen Körper sind (bio-)chemische Reaktionen, d. h. es werden Stoffe unter Freisetzung oder Verbrauch von Energie in andere Stoffe umgewandelt. Die Gesamtheit der Prozesse zur Umwandlung von Ausgangsstoffen (Nährstoffe) in Endprodukte (Körpereiwieße oder Abfallstoffe) heißt **Stoffwechsel** und stellt den Motor aller Lebensvorgänge dar.

AUFGABEN



1. Beschreiben Sie die Bedeutung folgender Fachtermini, indem Sie die Wörter in ihre Bestandteile zerlegen:
 - a Elektroenzephalogramm
 - b Bronchospasmolytikum
 - c Meningoenzephalitis
 - d Koronarangiografie

2. Vervollständigen Sie folgende Sätze mit den anatomischen Lagebezeichnungen:
 - a Der Hals liegt ___ des Kopfes und ___ des Thorax.
 - b Das Herz liegt ___ der Wirbelsäule und ___ der Rippen.

3. Eine Infusionslösung trägt die Aufschrift: „100 ml Lösung enthalten 0,9 g Natriumchlorid.“ Geben Sie die NaCl-Konzentration der Lösung an.

4. Auf einer Ampulle ist zu lesen: „250 mg Wirkstoff in 10 ml“. Sie sollen 100 mg des Wirkstoffs in eine Spritze aufziehen und auf 10 ml verdünnen. Geben Sie an, wie viele Milliliter Sie aus der Ampulle entnehmen und welche Konzentration des Wirkstoffs sich nach dem Verdünnen in der Spritze befindet.

5. Sie fühlen den Puls eines Menschen. Dabei zählen Sie innerhalb von 15 Sekunden 21 Pulsschläge. Geben Sie die Pulsfrequenz in der Einheit 1/min („pro Minute“) an.

6. Im Zwölffingerdarm vermischen sich Mageninhalt (pH = 2) und Bauchspeichel (pH = 8,5). Beschreiben Sie die ablaufende Reaktion.

7. Erläutern Sie den Begriff „osmotischer Druck“.

8. Ein Patient hat eine kleine Wunde an der Hand. Erklären Sie ihm, an welchen Symptomen er eine später aufgetretene infektionsbedingte Entzündung erkennen kann, die ärztlich behandelt werden sollte.

9. Nennen Sie drei besondere Eigenschaften des Herzmuskelgewebes.

10. Erläutern Sie die Vorgänge bei der Übertragung eines Reizes von einer Nervenzelle auf eine andere.

11. Nennen Sie drei Funktionskreise im menschlichen Körper und beschreiben Sie, wie diese auf die Vitalfunktionen einwirken.

4.2 Strukturierte Patientenversorgung

4.2.1 Überblick über den Untersuchungs- und Behandlungsablauf



Abb. 1: Notfallsanitäter im Einsatz

BEISPIEL



Mit dem Einsatzstichwort „schlechter Allgemeinzustand“ wird der RTW, besetzt mit zwei Notfallsanitätern, Mike Cullum und Sven Schwitt, um 17.30 Uhr zu Familie Müller alarmiert. Das nächste Krankenhaus der Maximalversorgung ist 15 Minuten Fahrtzeit entfernt, das Wetter ist sommerlich, die Straßen sind frei, es ist Sonntag. Die Wohnung von Familie Müller befindet sich im vierten Stock eines Mehrfamilienhauses ohne Fahrstuhl. Ein Notarzt ist nicht mitalarmiert.

Notfallsanitäter haben folgende zentrale Aufgaben:

- Beurteilung der Situation, um die Notwendigkeit einer sofortigen Intervention zu erkennen
- sofortige Intervention bei arterieller Blutung, Reanimation, beatmungspflichtigem Patient, Geschehen im Gefahrenbereich
- Untersuchung des Patienten
- Behandlung des Patienten

Um diese Aufgaben zu bewältigen, existieren standardisierte Verfahren:

- Die Einsatzsituation wird mithilfe des **SSS**-Schemas eingeschätzt.
- Bei Erstkontakt wird der Patient nach dem **AVPU**-Schema beurteilt.
- Es folgt eine Erstuntersuchung des Patienten. Diese beinhaltet das **ABC** und eine Kurzanamnese zum Notfallhergang. Ziel ist es, entscheiden zu können, ob eine akute vitale Bedrohung besteht. Der Zustand des Patienten wird eingeteilt:
 - **kritisch**: akut lebensbedroht, ohne sofortige therapeutische Intervention Tod möglich
 - **nicht-kritisch**: nicht akut lebensbedroht
 - **behandlungsbedürftig**: nicht akut lebensbedroht, Gefahr einer Dekompensation besteht, Therapie erforderlich

SSS-Schema › S. 317

AVPU-Schema › S. 318

ABC › S. 319

Leitsymptom › S. 304

In der Erstuntersuchung sollten ein **Leitsymptom**, wie z. B. Atemnot, Thoraxschmerz oder Kopfschmerz, festgelegt, ggf. Verdachtsdiagnosen gesammelt und der beim Ersteindruck festgestellte Patientenzustand reevaluiert werden. Die weitere Untersuchung erfordert prioritätenorientiertes Handeln.

Anschließend sollte früh die richtige patientenorientierte Therapie eingeleitet werden. Am Ende der Erstuntersuchung stehen im besten Fall eine Diagnose, die Einleitung spezifischer Therapie und der Transport in eine geeignete Klinik. Häufig gestellte Diagnosen, sogenannte **Tracerdiagnosen**, erlauben einen immer wiederkehrenden präklinischen wie auch innerklinischen Therapieablauf.

Tracerdiagnosen

Herzinfarkt
Schlaganfall
Schädel-Hirn-Trauma
Polytrauma

HINWEIS



Das Ablaufschema ist kein Selbstzweck, sondern ermöglicht ein strukturiertes Vorgehen, um schnell die richtige Therapie einleiten zu können.

Die strukturierte Patientenversorgung sollte von einer Person durchgeführt werden, während ein Kollege unterstützende Maßnahmen ergreift und assistiert. So hat der Patient einen Ansprechpartner und der Einsatz verläuft strukturierter.

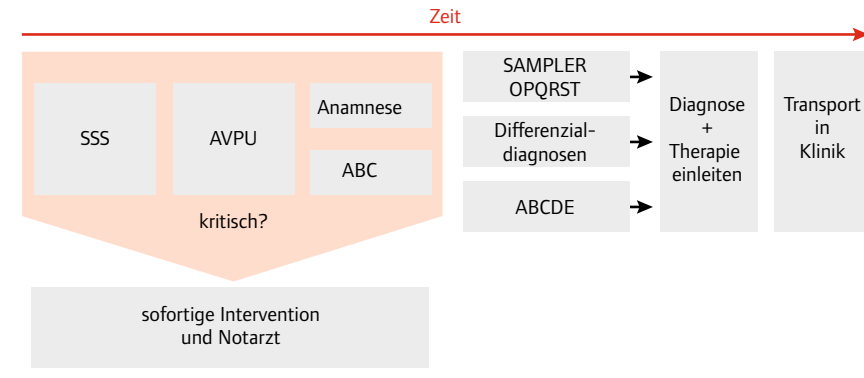


Abb. 1: Ablaufschema der strukturierten Patientenversorgung

4.2.2 Situationsbeurteilung und Ersteindruck des Patienten

SSS-Schema

Bevor der Notfallsanitäter Kontakt mit dem Patienten aufnimmt, sollte er die Situation nach folgenden Kriterien einschätzen:

Scene (engl. Szene) beinhaltet die Informationen der Rettungsleitstelle und das aktuelle Umfeld der Einsatzsituation vor Ort. Unter Umständen können schon hier bereits Rückschlüsse auf einen möglichen Unfallmechanismus gezogen werden. Für die Nachforderung von weiteren Kräften ist die Beobachtung des Umfeldes gerade an Unfallstellen von Bedeutung. Auch mögliche Probleme beim Transport des Patienten, wie z. B. ein gesperrter oder zu kleiner Fahrstuhl, schwer zugänglicher Patientenkontakt oder schlechte Straßenverhältnisse, können hier erfasst werden.

Safety (engl. Sicherheit) richtet die Aufmerksamkeit sowohl auf die Eigensicherheit als auch die des Patienten. Beispiele für Fragen zur Sicherheit sind:

- Müssen Absperrungen und Warnhinweise aufgestellt werden?
- Muss der Patient aus einem gefährlichen Umfeld gerettet werden?
- Kann der Einsatzort gefahrlos betreten werden?
- Müssen Spezialkräfte, z. B. Feuerwehr, Polizei, alarmiert werden?

Situation beschreibt die Beurteilung der näheren Umgebung, in der sich der Patient befindet. Aus erkennbaren Merkmalen am Einsatzort, wie z. B. Verformung des Autos, Gerüsthöhe, Gerüche oder Medikamente, lässt sich viel über den Notfallhergang ableiten. Sie ermöglichen Anhaltspunkte für einen potenziell kritischen Patientenzustand und dienen als Hinweis, ob ein Notarzt benötigt wird.

BEISPIEL



Die beiden Notfallsanitäter treffen bei Familie Müller ein. Sie verschaffen sich einen ersten Überblick nach dem SSS-Schema.

Scene: Die Einsatzmeldung lässt keine weiteren Rückschlüsse auf die Art der Erkrankung oder Verletzung zu. Allerdings könnte der fehlende Fahrstuhl zum Problem beim Patiententransport werden (4. Stockwerk).

Safety: Das Haus macht keinen auffälligen Eindruck, Hunde oder andere Gefahren sind nicht zu erkennen.

Situation: Frau Müller öffnet die Wohnungstür. Herr Müller sitzt auf dem Sofa. Die Wohnung wirkt aufgeräumt. Auf dem Tisch liegen ein Medikamentenzettel und mehrere Inhalatoren. Es riecht nach kaltem Zigarettenrauch.

HINWEIS



Akut lebensrettende Maßnahmen sollten unter Beachtung des Eigenschutzes sofort ergriffen werden, z. B. starke Blutung stillen, Retten aus Gefahrensituation.

Ersteindruck

Beim ersten Patientenkontakt wird das Bewusstsein des Patienten nach dem AVPU-Schema beurteilt und auf den ersten Blick der Patientenzustand als kritisch, unkritisch oder dringend behandlungsbedürftig eingeschätzt. Zur Einschätzung dient die Beurteilung von Hautfarbe, Körperhaltung und Muskeltonus.

Bewusstseinsstatus (AVPU-Schema)

- **Alert** (wach): Reagiert der Patient auf das Eintreffen der Notfallsanitäter adäquat, indem er seinen Blick auf diese richtet, wird er als wach eingestuft.
- **Voice** (reagiert auf Ansprache): Patienten, die erst auf Ansprache reagieren und während des weiteren Kontaktes Zeichen von Müdigkeit und verminderter Wachsamkeit zeigen, bedürfen einer weiteren Untersuchung und Therapie.
- **Pain** (reagiert auf Schmerzreiz): Zeigt ein Patient trotz Ansprache zunächst keine Reaktion, sondern erst auf einen Schmerzreiz, ist von schwerwiegender Erkrankung auszugehen. Der Reiz wird bei Erwachsenen durch Reiben auf dem Sternum oder Rütteln an der Schulter, bei Kindern durch lautes Klatschen vor den Ohren oder Kneifen in den M. trapezius ausgelöst.
- **Unresponsive** (keine Reaktion): Patienten, die weder auf Ansprache noch auf einen Schmerzreiz reagieren, sind **unbewusstlos**. Die Behandlung folgt dem entsprechenden **Algorithmus**.

Bewusstlosigkeit › S. 800

Algorithmus › S. 138

Hautfarbe

Eine veränderte Hautfarbe, v. a. im Gesicht, lässt auf pathophysiologische Ursachen schließen:

- **Blasse/fahle Haut** ist ein Zeichen verminderter Perfusion. Sie tritt z. B. bei Vasokonstriktion unter Volumenmangel oder einer Herzinsuffizienz auf.
- **Zyanose** (Blaufärbung) ist ein Hinweis auf eine Hypoxämie (Sauerstoffarmut im Blut). Sie beginnt häufig an den Lippen und Körperspitzen (Akren) und breitet sich nach zentral aus. Ein blau gefärbter Kopf kann auf einen Atemstillstand hinweisen.
- **Gerötete Haut** weist auf periphere Vasodilatation und gute Durchblutung hin. Sie tritt physiologisch bei körperlicher Anstrengung oder Überwärmung (Hyperthermie) auf, zeigt sich aber auch bei pathologischer Gefäßweite, z. B. im Rahmen einer **Hypertonie** oder des septischen oder neurogenen Schocks. Ein hochroter Kopf, **Dyspnoe** und **pektanginöse** Beschwerden sollten an einen Herzinfarkt denken lassen.

Hypertonie › S. 402

Dyspnoe › S. 446

**pektanginöse
Beschwerden** › S. 406

CO-Intoxikation › S. 502

HINWEIS



Eine **Kohlenmonoxid(CO)-Intoxikation** führt zu einer rosigen Verfärbung der Haut und einer „kirschroten“ Zunge. Eine Zyanose bleibt trotz schwerer Hypoxie aus. Ist eine CO-Intoxikation nicht ausgeschlossen, steht der Eigenschutz an erster Stelle.

Körperhaltung

Die Körperhaltung eines Patienten kann schnell Hinweise auf eine mögliche Erkrankung geben und die Diagnosestellung sowie die Therapieeinleitung erleichtern, beispielsweise:

Orthopnoe › S. 446

- **Nutzung der Atemhilfsmuskulatur**: Bei **Orthopnoe** aufgrund von Atemwegsobstruktion oder Kreislaufinsuffizienz werden die Arme nach vorn (Kutschersitz) oder hinten gebeugt aufgestützt, sichtbar ist der Einsatz der Atemhilfsmuskulatur am Rücken (M. latissimus dorsi) und Hals (M. sternocleidomastoideus).
- **Schonhaltung**: Bei abdominalen Beschwerden liegen Patienten häufig in Seiten- oder Rückenlage mit angezogenen Beinen, um eine Entspannung der Bauchdecke zu erreichen.
- **Starre Haltung, Bewegungslosigkeit**: Patienten mit bewegungsabhängigen Schmerzen können dadurch auffallen, dass sie sich beim Eintreffen des Rettungsdienstes trotz klarem Bewusstsein nicht zu diesem wenden und lediglich visuellen Kontakt aufnehmen. Auch an psychisch **katatone** Störungen sollte gedacht werden.

katatone Störung › S. 617

Muskeltonus

Als Muskeltonus wird die Spannung der Skelettmuskulatur bezeichnet. Er schafft Körperspannung und ist auch in völliger Ruhe vorhanden.

Zu einem verminderten Muskeltonus führen z. B. ein **dekompensiertes Kreislaufdefizit**, **neurologische Erkrankungen**, wie Multiple Sklerose oder ALS, sowie Verletzungen, wie Querschnittslähmung oder periphere Nervenschädigung.

Ein verstärkter Muskeltonus tritt häufig im Zustand der Kompensation eines Defizits auf, z. B. verhärtete Muskulatur bei Frakturen der Wirbelsäule (Hartspann). Ist der Muskeltonus in einer Körperregion oder Extremität besonders ausgeprägt, kann dies auf einen fokalen Krampfanfall hinweisen. Während eines generalisierten Krampfanfalls ist der Muskeltonus im gesamten Körper erhöht und kann typische tonisch-klonische Tonusänderungen zeigen. Nach einem Krampfanfall (postiktal) ist der Muskeltonus typischerweise aufgrund der Erschöpfung abgeschwächt oder nicht mehr vorhanden.

Eine lokale oder generalisierte Paralyse (Fehlen von Muskeltonus) ist ein Hinweis auf eine **zerebrale Schädigung** oder eine **Verletzung der Wirbelsäule** mit Beteiligung des Rückenmarks.

dekompensiertes Kreislaufdefizit › S. 421

neurologische Erkrankungen › S. 574

zerebrale Schädigung › S. 594, 547

Wirbelsäulenverletzung › S. 563

BEISPIEL



Herr Müller sitzt mit offensichtlicher Dyspnoe im Kutschersitz auf dem Sofa. Er ist agitiert, das Gesicht ist blass und die Lippen sind zyanotisch. Mit einer kurzen Handbewegung und einem atemlosen „Gut, dass Sie da sind“ begrüßt er die Notfallsanitäter Mike Cullum und Sven Schwitt. Da Herr Müller spontan orientiert ist, wird er von den Notfallsanitätern im AVPU-Schema unter A eingeordnet. Da er aufgrund der schweren Dyspnoe und Hypoxiezeichen als kritisch eingeschätzt wurde, alarmieren die Notfallsanitäter einen Notarzt hinzu.



Abb. 1: Kutschersitz

4.2.3 ABCDE-Schema

Der schnellen und prioritätenorientierten Beurteilung eines Notfallpatienten kommt im Rettungsdienst ein hoher Stellenwert zu. Neben dem Erkennen und Differenzieren eines kritischen oder nicht kritischen Zustands eines Patienten ermöglicht es früh eine zielgerichtete Therapieeinleitung. Als Grundlage empfiehlt sich das ABCDE-Schema als ein Ablauf- und Prioritätenschema für die Untersuchung und Behandlung eines Patienten. Es gibt dem Notfallsanitäter im Einsatz Sicherheit bei der Untersuchung und der Einleitung der Therapie. Im Laufe eines Einsatzes wird das ABCDE-Schema für einen ständigen **Reassess** (Wiederbeurteilung) genutzt.

ABCDE steht für:

- **A** – Airway (Atemweg)
- **B** – Breathing (Belüftung)
- **C** – Circulation (Kreislauf)
- **D** – Disability (neurologisches Defizit)
- **E** – Exposure (entkleideten Patienten untersuchen)

Reassess

engl. to reassess = überprüfen, neu beurteilen
Kurzform von Reassessment

HINWEIS



Werden lebensbedrohliche Defizite erkannt, sollen diese sofort behoben oder höher qualifizierte Hilfe (Notarzt) hinzugezogen werden. Erst wenn das Problem behandelt wurde, wird im Schema weiter verfahren.

Im Folgenden sind die Unterpunkte des **ABCDE-Schemas** näher erläutert.

ABCDE	Beobachtungsmethode	Ggf. zu ergreifende Maßnahmen
Airway = Atemwege	in den Mundraum blicken auf Atemgeräusche hören: hörbares Schnarchen?	Freimachen, Absaugen, Sichern der Atemwege Immobilisation der HWS Lageänderung Änderung der Beatmungsfrequenz, Tubuscheck
	Palpation der HWS	
	Inspektion der Halsvenen (immer beim aufrecht sitzenden [$> 45^\circ$] Patienten)	
	Kapnometrie, Dichtigkeit des Tubus bei Beatmeten prüfen	
Breathing = Belüftung	Inspektion von Gesicht, Trachea, Thorax	Beruhigung Sauerstoffgabe Oberkörperhochlagerung Medikamentengabe assistierte Beatmung NIV-Beatmung Entlastungspunktion
	Palpation von Trachea und Thorax	
	Atemfrequenz und Atemtiefe messen	
	Auskultation der Lunge	
	Thoraxbewegungen prüfen: seitengleich?	
Circulation = Kreislauf	Inspektion und Palpation der Finger und Haut	Gefäßzugang Schocklage i. v. Zugang und Volumengabe Medikamentengabe
	■ CRT/Rekapillarierungszeit	
	Pulsfrequenz und -qualität messen	
	Blutdruck messen	
	Untersuchung der großen Blutungsräume (Thorax, Abdomen, Becken, Oberschenkel)	
	EKG ableiten	
Disability = neurologische Defizite	Pupillenstatus erheben	Applikation von Glukose Atemwegssicherung spezifische Therapie einer Intoxikation Erkennen von zeitkritischen Patienten Stabilisierung des Wasser-Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalts
	Blutzucker messen	
	AVPU oder GCS erheben	
	Sensorik und Motorik prüfen: Aphasien; Motorik oder Sensorik gestört?	
Exposure = Untersuchen des entkleideten Patienten	Temperatur messen	Versorgung von Verletzungen Rettungsdecke verwenden warme Infusionen verabreichen SAMPLER und OPQRST durchführen
	Entkleiden	
	Bodycheck	
	Wärmeerhalt prüfen	
	erste allgemeine Anamnese erheben	

Tab. 1: Übersicht ABCDE-Schema

CRT
capillary refill time

BEISPIEL



Herr Müllers Halsvenen sind gestaut und die Atemfrequenz ist erhöht. Der SpO_2 -Wert liegt bei 78 %, die Finger sind kalt. Die CRT beträgt sieben Sekunden und der Radialispuls ist flach, fadenförmig, schnell tastbar. Herr Müller erhält sofort Sauerstoff (15l/min über eine Maske) und beruhigenden Zuspruch. Herr Müller gibt an, seit 30 Minuten thorakale Schmerzen und zunehmend Dyspnoe zu haben. Trotz fünfmaliger Einnahme von Nitrolin-gual Pumpspray ist bisher keine Linderung eingetreten. Außerdem klagt er über zunehmenden Schwindel. Er nimmt mehrere Medikamente täglich ein, ein Trauma ist ausgeschlossen. Im EKG zeigt sich eine ST-Strecken-Hebung.

4.2.4 SAMPLER- und OPQRST-Schema

Die vollständige Anamnese (Befragung) eines Patienten ist entscheidend für die Diagnostik und Therapie. Neben der direkten Anamnese des Patienten (Eigenanamnese) spielt auch die Fremdanamnese (durch Zeugen, Passanten oder Angehörige) eine wichtige Rolle. Gerade bei Menschen mit Bewusstseinsstörungen oder bei kleinen Kindern ist dies die einzige zusätzliche Informationsquelle neben der Untersuchung nach dem ABCDE-Schema.

Für die allgemeine Anamnese empfiehlt sich das SAMPLER-Schema:

- **S** = Symptome
- **A** = Allergien
- **M** = Medikamente
- **P** = Patientengeschichte
- **L** = letzte Mahlzeit, letzter Stuhlgang
- **E** = Ereignis (auslösend)
- **R** = Risikofaktoren

Für die Anamnese der Schmerzsymptomatik wird um das OPQRST-Schema erweitert:

- **O** = Onset (Beginn)
- **P** = Palliation/Provocation (Verbesserung/Verschlechterung auf ...)
- **Q** = Quality (Schmerzqualität bzw. -charakter)
- **R** = Radiation (Ausstrahlung)
- **S** = Severity (Stärke, z. B. über **Visuelle Analogskala**, VAS)
- **T** = Time (zeitlicher Verlauf)

Eine Anamnese sollte immer zielführend ablaufen. Wichtige Maßnahmen zur Stabilisierung des Patienten sollten nicht hinter sie zurückfallen. Eine Kombination von Anamnese und körperlicher Untersuchung bzw. apparativer Diagnostik ist für den geübten Notfallsanitäter möglich.

Visuelle Analogskala

› S. xxx

HINWEIS



Während der Anamnese sollten Suggestivfragen vermieden werden.

BEISPIEL



Während Mike Cullum apparativ **Vitalparameter** erhebt, führt Sven Schwitt ein kurzes Anamnesegespräch mit Patient und Ehefrau:

S = thorakale Schmerzen und Atemnot

O = etwa um 15.30 Uhr

P = Schmerz dauerhaft vorhanden, bewegungsunabhängig, nicht auf Druck auslösbar

Q = drückender, einschnürender Schmerz („wie ein Gewicht auf dem Brustkorb“)

R = verstärkt im linken Thoraxbereich

S = VAS bei 7/10

T = Schmerzen seit Beginn gleich geblieben, die Angst nehme aber zu

A = Marcumar-Unverträglichkeit

M = nach Medikamentenzettel sowie fünfmal 2 Hübe Nitrolingual in der letzten Stunde

P = bekannter arterieller Hypertonus, bekannte KHK, Hypercholesterinämie und chronische Bronchitis

L = gegen 15 Uhr drei Kekse, vor einem $\frac{3}{4}$ Jahr beim Hausarzt gewesen

E = plötzlich und unvermittelt in Ruhe

R = Rauchen und Adipositas (140 kg bei 1,81 m Körpergröße)

Fremdanamnese: Frau Müller bestätigt die Aussagen und fügt hinzu, das Rauchen sei ihm eigentlich vom Hausarzt vor Jahren verboten worden, aber er wolle „ja nicht hören“.

Vitalparameter › S. 314

4.2.5 Exkurs Schmerz

Definition

Die Internationale Gesellschaft zur Erforschung des Schmerzes (International Association for the Study of Pain, IASP) definiert Schmerz (griech. *àlgos*) als ein unangenehmes Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potenzieller Gewebsschädigung verknüpft ist.

Schmerz ist das Warnsignal des menschlichen Körpers. Er teilt physiologisch mit: „Hier wird Gewebe geschädigt oder ist in Gefahr.“ Im Moment der Schmerzempfindung werden alle übrigen Sinnesempfindungen blockiert und auf die Schädigung fokussiert. Der Schmerz ist außerdem die einzige Sinnesempfindung, die nicht adaptiert (in ihrer Empfindung nachlässt).



Mehr Informationen zur Terminologie und zur Schmerztherapie finden Sie auf den Internetseiten der IASP: www.iasp-pain.org oder auch der Deutschen Schmerzliga: www.schmerzliga.de

Thalamus › S. 587

Analgesie

griech. *anàlgos* = kein Schmerz

BEISPIEL



Wenn der Leser eines Lehrbuches am Schreibtisch sitzt und der Stuhl die Tast- und Drucksensoren der Gesäßhaut reizt, wird dies als Sinnesempfindung nicht an das Bewusstsein weitergeleitet. Für diese Entscheidung ist der Thalamus zuständig, das sogenannte „Tor zum Bewusstsein“. Hätte sich der Leser jedoch auf eine Reißzwecke gesetzt, wäre es ihm sicherlich nicht möglich, diese Sinnesempfindung „Schmerz“ aus dem Bewusstsein heraus in den Hintergrund zu rücken.

In der Schmerzbehandlung werden einige Begriffe gebraucht, die der Notfallsanitäter kennen sollte, um die Symptomatik des Schmerzpatienten und dessen Situation besser nachvollziehen zu können.

- Allodynie: Schmerz durch sonst nicht schmerzhaft Reize wie leichte Berührung
- Analgesie: fehlende Schmerzempfindung, z. B. durch Arzneimittel oder Nervenschäden
- Anästhesie: absolute Unempfindlichkeit für Sinneseindrücke, z. B. unter Narkose
- Dysästhesie: unangenehme, abnormale Wahrnehmung wie Kribbeln
- Hyperalgesie: gesteigerte Empfindlichkeit auf einen schmerzhaften Reiz
- Neuralgie: Schmerzen oder Schmerzattacken im Versorgungsbereich eines Nervs
- Neuritis: Entzündung eines oder mehrerer Nerven
- Parästhesie: spontane oder hervorgerufene unnatürliche, aber nicht unangenehme Missempfindung

Schmerzformen

Es werden drei verschiedene Schmerzformen unterschieden:

- nozizeptiver Schmerz
- neuropathischer Schmerz
- gemischt nozizeptiv-neuropathischer Schmerz („mixed-pain“)

Der nozizeptive Schmerz ist der klassische traumatische oder Entzündungsschmerz der Peripherie. Nozizeptoren (Schmerzrezeptoren) antworten auf schädigende Reize (Noxen) mit elektrischen Entladungen, die an das ZNS weitergeleitet werden. Sie sind bei dieser Schmerzform intakt und der empfundene Schmerz zeigt die tatsächliche Schädigung an.

Neuropathischen Schmerzen liegen direkte Schädigungen von Nerven des somatosensorischen Systems zugrunde. Häufig ist der neuropathische Schmerz von brennender Qualität, typisch ist auch das Auftreten von Schmerzattacken, Hyperalgesie und Allodynie. Eine bekannte Ursache für neuropathische Schmerzen ist das Karpaltunnelsyndrom oder die Gürtelrose (Herpes zoster). Zum neuropathischen Schmerz gehört auch der Phantomschmerz.

Die gemischte Schmerzform („mixed-pain“) wird als Kombination von peripherer Schmerzempfindung und geschädigten Nervenbahnen, z. B. durch Entzündung, verstanden.

Phantomschmerz

Schmerz, der in einem amputierten Körperteil empfunden wird

Schmerzleitung

Nozizeptiver Schmerz entsteht in der Peripherie und wird über die dendritischen Fortsätze langsam leitender Nervenbahnen zum Rückenmark geleitet (afferente Nervenbahn). Die Leitungsgeschwindigkeit beträgt dabei 1–30 m/s. Die Nervenzellkörper sensibler Nervenzellen liegen in den Spinalganglien beidseits der Wirbelsäule. Das Axon der Nervenzelle tritt über das Hinterhorn in das Rückenmark ein. Die Nervenbahnen kreuzen auf die Gegenseite und verlaufen dort in Richtung Hirn. Über den Thalamus wird die Sinnesinformation an die Großhirnrinde geleitet und gelangt dort ins Bewusstsein.

Absteigende hemmende Nervenbahnen des Zentralnervensystems und Neurone auf der jeweiligen Rückenmarksegmentebene (Interneurone) können die Schmerzempfindung dämpfen. Hauptakteure sind hier die körpereigenen Opiate (Endorphine, Enkephaline, Dynorphine), die u. a. auf Anregung des Sympathikus ausgeschüttet werden. Hier findet sich einer der Ansatzpunkte der Medizin zur Schmerzbekämpfung. In der Peripherie und im Zentralnervensystem modulieren lokale Botenstoffe, wie z. B. Prostaglandine, die Empfindlichkeit der Schmerzempfindung sowie deren Weiterleitung und Dämpfung im Zentralnervensystem.

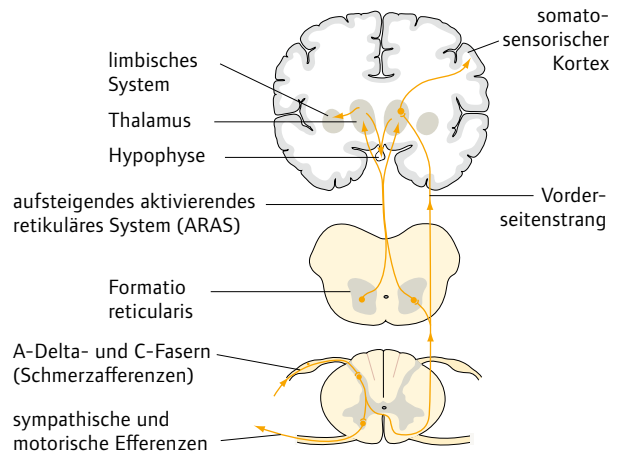


Abb. 1: Anatomische Strukturen der Schmerzleitungsbahnen

Nervensystem › S. 583

Sympathikus › S. 588

ZUM WEITERDENKEN



Diese Modulation ist für den Entzündungsschmerz zuständig und damit beispielsweise für die erhöhte Schmerzempfindlichkeit von Mückenstichen und deren Juckreiz, der ebenfalls vermutlich eine durch Schmerznerve vermittelte Sinnesempfindung ist.

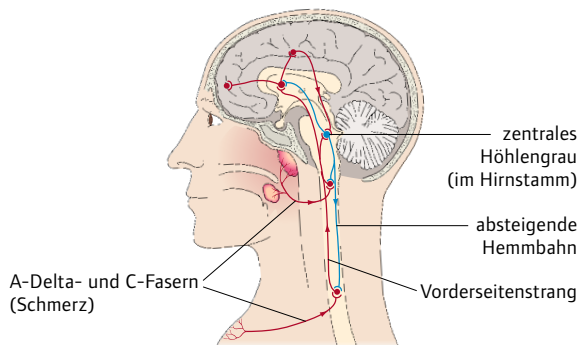


Abb. 2: Absteigende Hemmung

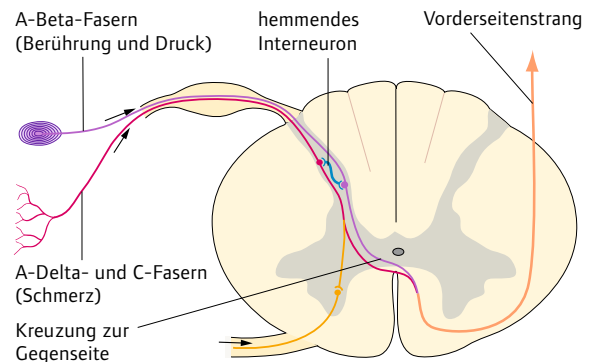


Abb. 3: Segmentale Hemmung durch hemmende Interneurone

Schmerzanamnese

Schmerz kann in verschiedenen Charakteristika auftreten. Wird er sorgfältig untersucht, können die Ursachen bestimmt und damit auch die Therapie des Schmerzes eingeleitet werden. Für den Notfallsanitäter besonders geeignet ist die Symptomanamnese im Rahmen des SAMPLER-Schemas. Das OPQRST-Schema hilft bei der Formulierung der richtigen gezielten Fragen.

Für die rechtzeitige Einleitung und die Kontrolle der richtigen Schmerztherapie ist es wichtig, die Schmerzintensität des Patienten zu beurteilen. Da es sich hierbei um ein subjektives Empfinden handelt, das über Geräte schwer erfassbar ist, sind Skalenangaben häufig hilfreich.

SAMPLER-Schema

› S. 321

OPQRST-Schema › S. 321

Visuelle Analogskala (VAS)

Bei der visuellen Analogskala zeigt der Patient selbstständig an, wo er seinen aktuell empfundenen Schmerz auf einer Skala von 0 bis 10 einordnen würde. Derartige Skalen führen viele Mitarbeiter im Rettungsdienst mit sich. Sie können sich in einigen Fällen, auch bei Sprachbarrieren, als wertvolles Hilfsmittel erweisen.



Abb. 1: Visuelle Analogskala

Numerische Ratingskala (NRS)

Steht keine Skala zur Verfügung, kann auch eine einfache Abfrage der Schmerzstärke erfolgen.

BEISPIEL



„Herr Müller, auf einer Skala von 0 bis 10, wobei 0 kein Schmerz ist und 10 der schlimmste vorstellbare Schmerz, wo würden Sie Ihren Schmerz aktuell einordnen?“ Herr Müller ordnet den Schmerz bei einer Stärke von 7 von 10 möglichen Punkten nach der NRS ein.

Smiley Analogskala (SAS)

Besonders für Kinder geeignet ist die Smiley Analogskala. Häufig wird diese Skala in der Praxis kombiniert und ist auf der Rückseite der klassischen VAS abgedruckt. Die SAS kann bei Kindern etwa ab dem dritten Lebensjahr eingesetzt werden. Zu beachten ist, dass Kinder unter Umständen die Skala fehlinterpretieren und statt der Schmerzcharakteristik ihren aktuellen emotionalen Zustand interpretieren. Sie könnten dann auf das traurigste Smiley deuten, obwohl der eigentliche Schmerz geringer ist.



kein Schmerz



schwacher, dennoch belastender Schmerz



stechender, sehr unangenehmer Schmerz



schrecklicher Schmerz



nicht mehr aushaltbarer Schmerz



schlimmster vorstellbarer Schmerz

Abb. 2: Smiley Analogskala

AUFGABEN



1. Wofür stehen die einzelnen Buchstaben des ABCDE-Schemas? Warum kann der Einsatz eines solchen Schemas nützlich sein?
2. Nennen Sie sichtbare Merkmale von Notfallpatienten, die auf eine kritische Erkrankung hindeuten können.
3. Was ist eine Anamnese? Warum wird sie durch den Notfallsanitäter durchgeführt?
4. Nennen Sie die drei Hauptformen des Schmerzes. Warum kann es klinisch schwierig sein, neuropathische Schmerzen allein mit Analgetika zu behandeln?

4.3 Körperliche Untersuchung mit eigenen Sinnen

Die körperliche Untersuchung nimmt in der Notfallmedizin einen großen Stellenwert ein. Gerade bei **T**raumapatienten ist es wichtig, sich früh einen Überblick über eventuelle Verletzungsmuster zu machen, um potenziell lebensbedrohliche Verletzungen früh zu erkennen und zielführend zu behandeln. Ist der Patient wach und nicht akut vital bedroht, geht der körperlichen Untersuchung eine Anamnese voraus.

Der Patient steht bei der Untersuchung immer im Mittelpunkt. Er hat das Recht, über alle durchgeführten Maßnahmen aufgeklärt zu werden und sie ggf. abzulehnen.

Wird ein Notfallpatient untersucht, werden Diagnosefindung und Patientenkommunikation erleichtert, wenn der Notfallsanitäter sich in dessen aktuelle Empfindungslage hineinversetzt (Empathie). Von einem weitgehend Fremden Berührungen oder intime Untersuchungen zuzulassen, kostet viele Notfallpatienten Überwindung und kann als unangenehm empfunden werden. Die Untersuchung beginnt darum immer wenig invasiv, z. B. mit der Inspektion des Körpers bzw. der betroffenen Körperregion. Besonders bei der Behandlung von Kindern sollten unangenehme Maßnahmen zuletzt durchgeführt werden, um die **P**atientencompliance zu fördern. Folgende Reihenfolge der Untersuchung eines Patienten hat sich etabliert:

- Inspektion
- Auskultation
- Palpation und/oder Perkussion



Abb. 1: Der Patient steht im Mittelpunkt!

Trauma › S. 541

Patientencompliance
› S. 778

HINWEIS



Körperliche Untersuchungen in der Notfallmedizin dienen in erster Linie der Feststellung lebensbedrohlicher Zustände beim Patienten, wie unerkannte Blutungen, instabiler Thorax oder Frakturen großer Röhrenknochen oder des Beckenringes.

4.3.1 Inspektion

Inspizieren bedeutet betrachten oder anschauen. In Zeiten von Überwachungsmonitoren, die dabei helfen, den Zustand des Patienten einzuschätzen, gerät insbesondere das Betrachten des Patienten zusehends in den Hintergrund. Dabei ermöglicht dieses oft schon früher und schneller als mit einem elektrischen Gerät ein klares Bild über den aktuellen allgemeinen Patientenzustand.

BEISPIEL



Nachdem Frau Müller die Tür geöffnet hat, fallen schon auf den ersten Blick einige Dinge an Herrn Müller auf: blasses Gesicht, schmale, ungefärbte Lippen, kleine Schweißperlen auf der Stirn, zitternde Hände, weit aufgerissene Augen, sichtbare Atemnot mit Einsatz der Armmuskulatur und hervortretenden Halsvenen, enorme Körperfülle, Unterschenkelödeme. Dies alles fällt dem Notfallsanitäter Mike Cullum auf, als er den Patienten betrachtet. Er hält kurz inne, um sich ein grundlegendes Bild von der Patientensituation zu machen. Zu Beginn der Behandlung interessiert Mike Cullum nur: Ist das Leben des Patienten bedroht oder nicht? Der Notfallsanitäter deutet die Situation: Herr Müller ist selbst offenbar nicht in der Lage aufzustehen, jemand anderes muss die Tür öffnen. Blasser Haut ist ein Zeichen für eine **Z**entralisation, Hypoxie könnte eine Ursache sein. Der Einsatz der Atemhilfsmuskulatur und die hervortretenden Halsvenen können auf eine vermehrte Atemanstrengung, eine Verlegung der Pulmonalgefäße oder eine verminderte kardiale Leistung hinweisen. Die Schweißperlen auf der Stirn sprechen für einen Sympathikotonus. Der enorme Bauchumfang kann seine Ursache in einem fortgeschrittenen Aszites haben. Dieses und die Ödeme sind Zeichen für eine Rechtsherzinsuffizienz.

Zentralisation
› S. xxx

ZUM WEITERDENKEN



Notfallmediziner sprechen bei bedrohlich wirkendem Patientenstatus auf den ersten Blick von einem sogenannten OMG-Phänomen (Oh, mein Gott). Dieses Bauchgefühl ist trotz aller technischen Untersuchungsmethoden eine wesentliche Instanz in der Patienteneinschätzung durch den Notfallsanitäter.



Abb. 1: Gestaute Halsvenen

Einziehungen · S. 645



Abb. 2: Gefäßzeichnung: Spider-Naevus bei Leberzirrhose



Abb. 3: Beinödem

Nicht jeder Notfallpatient wirkt auf den ersten Blick schwer krank. Strukturierte Diagnostik von Kopf nach Fuß erleichtert die Einschätzung:

- **Kopf:** Sind Verletzungen sichtbar, läuft Blut aus Nase, Ohren oder Mund? Wie ist die Gesichtsfarbe (rosa, fleckig, rot, blass, fahl, bläulich, gelblich)? Schwitzt der Patient? Sind die Augen geöffnet, fixiert er mit beiden Augen?
- **Hals:** Gibt es sichtbare Hautveränderungen? Treten die Halsvenen hervor? Liegt die Trachea mittig?
- **Brustkorb:** Hebt sich der Brustkorb sichtbar bei jedem Atemzug (Thoraxexkursionen)? Sind diese Bewegungen seitengleich? Wird Atemhilfsmuskulatur eingesetzt (Orthopnoe)? Nach Entkleiden: Fallen Verletzungen oder Hämatome auf? Wirkt der Thorax eher rund als Zeichen langjähriger chronischer Atemwegserkrankungen? Speziell bei Kindern: Sind Einziehungen erkennbar (Schlüsselbein, Zwischenrippenraum)?
- **Bauch:** Wirkt der Bauch aufgebläht oder eingefallen? Gibt es Gefäßzeichnungen? Sind Verletzungen oder Hämatome sichtbar?
- **Arme und Beine:** Bewegt der Patient Arme und Beine spontan? Sind Hautausschläge erkennbar? Finden sich Rötungen, Blaufärbungen der Haut oder Zeichen einer Verletzung? Wie ist die Hautbeschaffenheit insbesondere an Unterarmen und Händen? Gibt es Anzeichen für Flüssigkeitsmangel (stehende Hautfalten, schuppige Haut)? Sind Ödeme zu sehen oder zu tasten, speziell an den Knöcheln und Unterschenkeln?

Durch reines Betrachten lassen sich unzählige Informationen über den Patienten gewinnen. Die Intimsphäre des Patienten bleibt so weit wie möglich gewahrt, auch indem er vor neugierigen Blicken geschützt wird.

Was unter Kleidung versteckt ist, kann nicht entdeckt werden. Einige Körperpartien werden daher manchmal erst später inspiziert. Besteht Unsicherheit über das Verletzungsmuster des Patienten, besonders in der Traumatologie, ist es ratsam, ihn frühzeitig zu entkleiden, um lebensbedrohliche Verletzungen zu sehen und Veränderungen zu bemerken.

4.3.2 Auskultation

Die Auskultation, das Abhören, ist eine im Rettungsdienst gebräuchliche Methode, sich ein Bild von Lunge, Herz und Bauch des Patienten zu verschaffen. Sie erfordert häufiges Trainieren, um pathologische Geräusche von gesunden unterscheiden zu können. Der Notfallsanitäter sollte jede sich bietende Gelegenheit zur Auskultation nutzen, um zu üben.

Auskultation der Lunge

Ziel

Beim Abhören der Lunge im Rettungsdienst geht es meist um die Frage, ob beide Lungenhälften seitengleich belüftet sind. Einseitige Belüftung (Ventilation) oder Abschwächung kann auf einen Pneumothorax, einen Pleuraerguss oder einseitige Intubation hindeuten.

Durchführung

Für ein gutes Auskultationsergebnis ist es wichtig, ein ruhiges Umfeld zu schaffen. Das Stethoskop sollte flächig auf der Haut aufliegen. Kleidungsstücke sollten nicht zwischen Stethoskopkopf und Haut liegen. Der Patient wird aufgefordert, durch den offenen Mund tief ein- und auszuatmen (Strömungsgeräusche bei Atmung durch die Nase).

Das Stethoskop wird rechts und links auf dem Thorax (medioklavikular) und beidseits axillär aufgesetzt und kurz auf das Vorhandensein von Atemgeräuschen gehört.

Soll im weiteren Einsatzverlauf ein genaueres Bild von den Umständen des gasleitenden und -austauschenden Systems erhoben werden, wird ausführlicher auskultiert. Das Stethoskop wird dazu im Bereich zwischen den Schlüsselbeinen (Jugulum) aufgesetzt; Strömungsgeräusche der Luftröhre sind dort hörbar. Anschließend wird etwa auf Höhe des 2. Zwischenrippenraumes beidseits des Brustbeines auskultiert; es sind Strömungsgeräusche beider Hauptbronchien hörbar (bronchiales Atemgeräusch).



Abb. 1: Auskultation

[Pneumothorax](#) › S. 555

[Intubation](#) › S. 772

HINWEIS



Die Auskultation sollte immer im Seitenvergleich erfolgen.

Geräusche aus den Tiefen der Lunge, wie Luftströmung durch die kleinen Bronchien und Bronchioli, sowie das physiologische Entfalten der Alveolen (vesikuläres Atemgeräusch) lassen sich am besten auf dem Rücken beidseits der Wirbelsäule auskultieren. Die Auskultation sollte nach Möglichkeit dort durchgeführt werden. Ist dies nicht möglich, z.B. bei Traumapatienten in Rückenlage, in Reanimationsituationen, wird beidseits auf Höhe der Medioklavikularlinie und axillär auskultiert.

Pathologische Atemgeräusche sind:

- Giemen oder Pfeifen (Stridor) als Zeichen von Atemwegsobstruktion
- Brummen (niederfrequentes Giemen)
- Schwirren
- Brodeln, z. B. beim Lungenödem

[Lungenödem](#) › S. 452

Das Auskultieren der Lunge führt bei vielen Patienten, besonders bei Atemnot, früh zu richtungsweisender Erkenntnis, sodass schnell die richtige Therapie eingeleitet werden kann.

ZUM WEITERDENKEN



Nicht nur erhobene Befunde können wegweisend sein. Wenn der Notfallsanitäter das Stethoskop einsetzt und mit sachlichem Blick auf Lungengeräusche lauscht, kann dies kompetent wirken und den Patienten beruhigen.

Erkrankungen der Herzklappen › S. 410

Peristaltik › S. 455

Auskultation des Herzens

Wird das Stethoskop auf der richtigen Stelle des Brustkorbes aufgesetzt, ist es möglich, dem pumpenden Herzen bei seiner Arbeit zuzuhören. Diese Technik erfordert neben sehr viel Übung auch Ruhe und etwas Zeit sowie einen kooperativen Patienten. Besonders **I**Erkrankungen der Herzklappen, wie z. B. Stenosen (Klappe öffnet nicht weit genug) oder Insuffizienzen (Klappe schließt nicht ausreichend, Blut strömt zurück), lassen sich mit der Herzauskultation diagnostizieren. Eine therapeutische Konsequenz ergibt sich nur selten, meist wird diese Maßnahme durch den erfahrenen Notarzt ergriffen.

Auskultation des Bauches

Ziel

Im Verdauungskanal wird beim Gesunden der vorhandene Speisebrei durch **I**peristaltische Wellen durchmischt oder transportiert. Die Aktivität des Verdauungstraktes wird über das enterische Nervensystem reguliert, das durch Sympathikus und Parasympathikus moduliert wird. Überwiegt der Parasympathikus, ist der Darmtrakt gut durchblutet und weist mehr Motorik sowie Drüsenaktivität auf. Wird der Sympathikus aktiviert, nehmen Durchblutung und Aktivität ab. Die Darmaktivität kann über die Auskultation beurteilt werden.

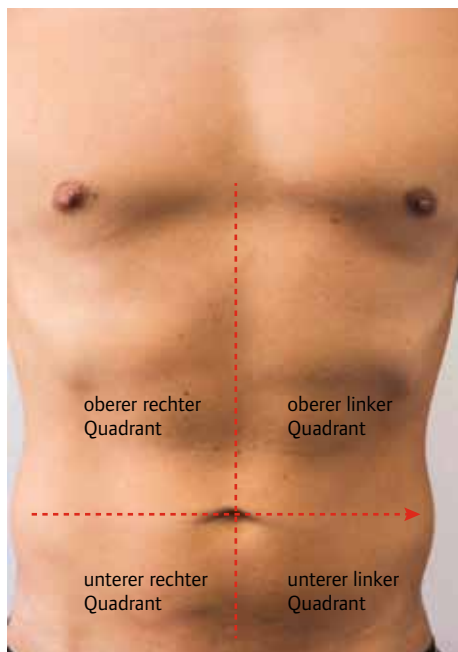


Abb. 1: Quadranten des Bauchraums

Durchführung

Der Bauch (Abdomen) lässt sich in vier Teile, sogenannte Quadranten, einteilen, indem man ihn durch zwei gedachte Linien aufteilt: eine waagerechte durch den Bauchnabel, eine senkrechte direkt entlang der Mittellinie. Jeder Quadrant wird bei Verdacht auf eine abdominelle Erkrankung kurz auskultiert. Gurgelnde, zischende oder glucksende Geräusche aus dem Darmtrakt sind normal und vermitteln physiologische Verdauungstätigkeit. Übertrieben laute oder permanente Darmgeräusche können auf Krankheiten hinweisen, wie z. B. **I**entzündliche Darmerkrankung oder mechanische Engstellen im Darmkanal (**I**mechanischer Ileus).

Werden über längere Zeit keine Geräusche wahrgenommen, kann dies auf eine Störung der Motorik des Darms hindeuten (**I**Mesenterialinfarkt, **I**paralytischer Ileus). Man spricht von Totenstille in Teilen oder im ganzen Bauchraum. Fehlende Geräusche in einem Zeitfenster von einigen Sekunden oder Minuten können aber völlig normal sein. Es könnte sich um eine einfache Aktivitätspause handeln, die sich der Darm gerade nimmt. Ist der Sympathikotonus erhöht, ist der Darm physiologisch weniger aktiv. Im Notfall kann nicht mehrere Minuten auf Darmgeräusche gewartet werden. Der Notfallsanitäter kann den Darm etwas anregen und so Motorik provozieren, z. B. indem er den Stethoskopkopf sanft etwas in den Bauch drückt. Glatte Muskulatur reagiert auf mechanische Dehnung mit Kontraktion, häufig lassen sich daraufhin Darmgeräusche auskultieren.

entzündliche Darmerkrankungen › S. 464

mechanischer Ileus › S. 464

Mesenterialinfarkt › S. 464

paralytischer Ileus › S. 464

HINWEIS



Da Dehnung die Darmmotorik aktiviert, wird wann immer möglich die Auskultation vor der Palpation des Abdomens durchgeführt.

4.3.3 Palpation und Perkussion

Palpation

Ziel

Die Palpation ist das Abtasten des Körpers. Dabei wird versucht, oberflächliche und tiefere Strukturen des Körpers zu ertasten und Auffälligkeiten festzustellen, wie Verhärtungen, Schwellungen, Schmerzhaftigkeit, Bewegungseinschränkungen und Temperaturveränderungen.

Durchführung

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Palpation des Patienten durchzuführen. Abhängig vom Krankheits- oder Verletzungsbild wird einerseits lokal die betroffene Region palpirt, z. B. bei einem Patienten mit Bauchschmerzen oder einem verstauchten Knöchel.

Besteht andererseits Unsicherheit, ob mehrere Körperregionen beteiligt sind, z. B. bei Verdacht auf **Polytrauma**, sollte immer der ganze Körper abgetastet werden (Bodycheck). Dabei ist es sinnvoll, von Kopf nach Fuß vorzugehen, wobei zuerst die lebenswichtigen Körperregionen untersucht werden (Kopf, Thorax, Abdomen, Becken und Oberschenkel), um lebensbedrohliche Verletzungen früh zu erkennen und zu behandeln. Im Anschluss können Unterschenkel und Arme folgen. Gut ist ein fester Ablauf, der immer gleich durchgeführt und nach Möglichkeit auch nicht unterbrochen wird:

- **Kopf:** Betasten des Kopfes auf Schwellungen oder Instabilität, auch der Gesichtsknochen. Kurzer Blick auf die eigenen Hände, ob Blut zu finden ist. Inspektion von Ohren, Nase und Mund auf Blutungen mit einer Diagnostikleuchte. Diese Lampe wird direkt im Anschluss für den **Pupillencheck** genutzt.
- **Hals:** Entlangstreichen an der Luftröhre, um mittige Lage festzustellen, wie bei der **Inspektion** ein kurzer Blick auf den Halsvenenstatus.
- **Brustkorb:** Sanftes Ausüben von Druck von beiden Seiten und von sternal auf den Brustkorb, um Instabilität festzustellen. Lässt sich Schmerz auslösen oder wird vorhandener Schmerz auf Druck stärker? Falls es die Situation zulässt, sollte der Rücken inspiziert und palpirt werden (**Log-Roll-Manöver**). Verletzungen werden dort häufig übersehen, was die zielführende Patientenbehandlung erschwert. Neben Schmerzen können bei Rippenfrakturen Reibegeräusche (Krepitationen) hörbar sein. Bei schweren Verletzungsmustern kann der gesamte Brustkorb instabil sein.
- **Abdomen:** Die vier Quadranten des Bauchraumes werden vorsichtig, aber zielorientiert palpirt. Die tastende Hand wird von der anderen geführt. Gibt der Patient Bauchschmerz an, wird mit der Palpation immer möglichst weit entfernt vom Schmerzort begonnen und in Richtung Schmerz getastet. Mit sanftem Druck wird begonnen, ist der Patient dann schmerzfrei, kann tiefer palpirt werden. Dabei achtet der Notfallsanitäter auf Veränderungen der Bauchdecke (Abwehrspannung oder federnder Widerstand), auslösbaren Schmerz und tastbare Strukturen in tieferen Gewebeschichten.
- **Becken:** Das knöcherne Becken ist wie ein Ring und im Allgemeinen sehr stabil gebaut. Dieser Beckenring kann bei sehr schweren Verletzungen, z. B. Auto- oder Motorradunfall, Sturz aus großer Höhe, frakturieren. Instabilitäten lassen sich dann tasten. Es besteht Lebensgefahr für den Patienten durch Blutungen aus rupturierten Beckengefäßen. Auf das Becken wird sanfter Druck von beiden Seiten, von ventral auf die Beckenschaukeln und auf die Symphyse ausgeübt. Verschieben sich die Beckenknochen, wird die Palpation dort sofort unterbrochen. Die **Beckenschlinge** kann indiziert sein.
- **Oberschenkel:** Die Oberschenkel gehören zu den wichtigen Körperregionen beim Bodycheck, da Verletzungen zu schwerem Blutverlust führen können (bis zu zwei Liter Blut pro Oberschenkel). Es wird auf Verschiebbarkeit des Oberschenkelknochens (Femur) und Umfangsvermehrungen oder Schwellungen hin abgetastet.
- **Unterschenkel und Arme** werden palpirt, um Verletzungen, Stufenbildungen, Instabilitäten, Schmerzen oder Reibegeräusche (Krepitationen) zu erkennen.

Ein geübter Notfallmediziner benötigt für den orientierenden Bodycheck ein bis zwei Minuten, um sich ein Bild vom körperlichen Zustand des Patienten zu machen.

Polytrauma › S. 542

Pupillencheck › S.330

Inspektion › S. 325

Log-Roll-Manöver › S. 565

Beckenschlinge › S. 566

Perkussion

Perkussion bedeutet Beklopfen. Für diese Art der Untersuchung muss es sehr ruhig sein, was im Rettungsdienst sehr selten ist. Durch Auflegen der flachen Hand mit durchgestreckten Fingern und Klopfen auf ein Fingerendglied lassen sich verschiedene Geräusche voneinander unterscheiden, die eine vorhandene Verdachtsdiagnose unterstreichen. Im Rettungsdienst findet diese Technik kaum Einsatz.

4.3.4 Pupillencheck

Das Leuchten in die Augen und Beobachten der Pupillenreaktion gibt dem Notfallsanitäter Auskunft über den aktuellen neurologischen Status des Patienten.

Bei der Überprüfung der Pupillen wird immer zweimal in jedes Auge geleuchtet, einmal zur Beurteilung der Pupillenreaktion des beleuchteten Auges, einmal um die gleichzeitige (konsensuelle) Reaktion des unbeleuchteten Auges zu beurteilen.

Tractus (PI.)

große zentrale Nervenbahnen

4.3.5 Weitere Untersuchungsmethoden

Name	Erläuterung	Mögliche Erkrankung
Meningismus	Bei passiver Flexion des Kopfes zum Brustbein kommt es zu Schmerzen und Verspannung im Nacken. Ursächlich ist eine schmerzhafte Dehnung gereizter Meningen.	Meningitis, Enzephalitis, Subarachnoidalblutung, schwerer Sonnenstich
Brudzinski-Zeichen	Bei passiver Flexion des Kopfes zum Brustbein kommt es zu reflektorisch schmerzbedingtem Anziehen der Knie. Entlastungsbewegung bei gereizten Meningen.	
Kernig-Zeichen	Reflektorische Flexion im Knie bei passiver Beugung der Hüfte mit gestreckten Beinen.	
Lasègue-Zeichen	Flexion der Hüfte mit gestreckten Beinen. Das Lasègue-Zeichen ist positiv, wenn schmerzbedingt die Beugung im Hüftgelenk maximal 70–80° betragen kann.	
Aaron-Zeichen (schmerzhafter McBurney-Punkt)	Als McBurney-Punkt wird in der Medizin der Punkt zwischen lateralem und mittlerem Drittel der Verbindungslinie zwischen dem rechten vorderen oberen Darmbeinstachel und dem Bauchnabel bezeichnet.	Appendizitis
Blumberg-Zeichen	Langsames Eindrücken des linken Unterbauchs. Beim plötzlichen Loslassen (ohne Vorankündigung) tritt ein kontralateraler (auf der Gegenseite) Loslassschmerz auf.	
schmerzhafter Lanz-Punkt	Als Lanz-Punkt bezeichnet man den Ort im rechten Drittel der Lenzmann-Linie zwischen beiden vorderen oberen Darmbeinstacheln.	
Babinski-Reflex	Bei Bestreichen des Fußsohleninnenrandes kommt es zum pathologischen Abspreizen der Großzehe. Ursache ist eine Schädigung absteigender hemmender Bahnen dieses Urreflexes als Teil der efferenten I Haupttractus.	Apoplex/ Rückenmarksverletzung
Patellasehnen-Reflex	Durch Schlag auf die Patellasehne kommt es zur reflektorischen Kontraktion der Streckmuskulatur des Oberschenkels (M. quadrizeps femoris).	hyperreagibel: Apoplex hyporeagibel: Neuropathie, Bandscheibenprolaps
Korneal-Reflex	Beim Berühren der Cornea kommt es zu einem reflektorischen Lidschluss. Ein fehlender Lidschlussreflex ist pathologisch.	tiefe Bewusstlosigkeit Fazialisparese

Name	Erläuterung	Mögliche Erkrankung
Payer-Zeichen	Schmerz bei Druck auf die mediale Fußsohle.	Beinvenenthrombose
Meyer-Zeichen	Schmerz bei Druck auf den medialen Unterschenkel.	
Grey-Turner-Zeichen	Blau-grünliche Verfärbung in der Flankenregion.	Pankreatitis
Cullen-Zeichen	Blau-grünliche Verfärbung um den Bauchnabel herum.	
Murphy-Zeichen	Druck mit der Hand von subkostal in Richtung Gallenblase und Aufforderung zur tiefen Inspiration. Abbruch der Einatmung durch den Patienten aufgrund plötzlichen stechenden Schmerzes.	Cholezystitis Gallenstein (Cholelithiasis)

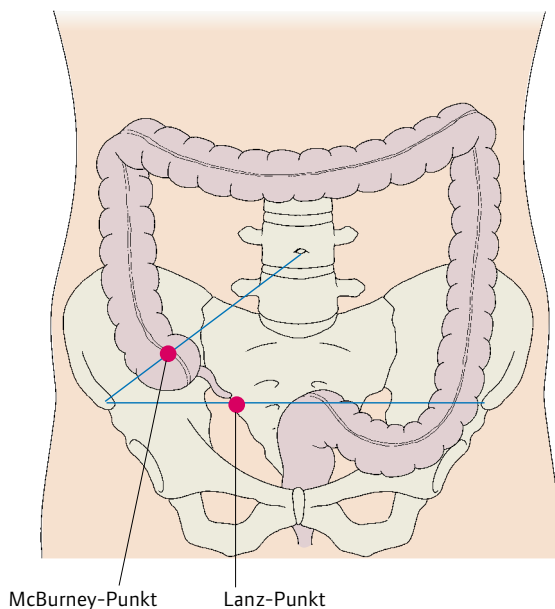


Abb. 1: McBurney-Punkt und Lanz-Punkt und die der anatomischen Orientierung dienenden gedachten Verbindungslinien

BEISPIEL



Die Notfallsanitäter Mike Cullum und Sven Schwitt, die sich bei Herrn Müller befinden, kommen nach Anamnese und ausführlicher Diagnostik mit und ohne Hilfsmittel zu ihrer Verdachtsdiagnose STEMI-ACS mit beginnendem kardialen Lungenödem. Der herbeigerufene Notarzt teilt diese Einschätzung. Herr Müller wird daraufhin entsprechend der Diagnose behandelt.

AUFGABEN



1. Sie inspizieren einen Patienten, bei dem Sie den Verdacht auf eine chronische Lebererkrankung haben. Welche sichtbaren Anzeichen dafür könnten bei der Inspektion auffallen?
2. An welchen Punkten auf dem Thorax wird die orientierende Auskultation der Lunge durchgeführt?
3. Wie kommt es zur Entstehung des pathologischen Babinski-Reflexes?

Untersuchung mit eigenen Sinnen › S. 325

Anamnese › S. 321

4.4 Diagnostik mit Hilfsmitteln

Die Verwendung technischer Geräte bei der Untersuchung und Überwachung von Patienten nimmt einen immer größeren Stellenwert in der präklinischen Notfallmedizin ein. Hilfsmittel und technische Geräte können die Untersuchung mit den eigenen Sinnen, eine strukturierte Anamnese und Erfahrungswerte aber niemals ersetzen, sondern sollen ergänzend die korrekte Diagnosestellung und Therapieeinleitung stützen.

HINWEIS



Am Anfang der Bewertung von Ergebnissen aus Medizingeräten steht immer eine Plausibilitätskontrolle, d. h. die Prüfung, ob ein Messwert einleuchtend ist, indem er z. B. zum klinischen Gesamtbild passt.

BEISPIEL



Bei reanimationspflichtigen Patienten können mithilfe eines EKGs defibrillierbare von nicht-defibrillierbaren Rhythmen unterschieden werden. Kammerflimmern und pulslose ventrikuläre Tachykardie können durch Defibrillation therapiert werden. Der Defibrillator war das erste technische Gerät, das im Rettungsdienst eingesetzt wurde.

nichtinvasiv
diagnostische oder
therapeutische Maßnahme,
welche die körperliche
Integrität des Patienten
nicht verletzt

Hämoglobin › S. 423

Plethysmograf
griech. plethore = Fülle,
graphien = schreiben

4.4.1 Pulsoximetrie

Ein Pulsoximeter misst nichtinvasiv den oxygenierten Anteil des Hämoglobins, der beim Gesunden 94–100 % beträgt, sowie die periphere Pulsfrequenz. Die Pulsoximetrie dient der Feststellung der Sauerstoffsättigung des Blutes und gibt damit Aufschluss über die Ventilation, Diffusion, Zirkulation und eine regelgerechte Sauerstoffbindung der Erythrozyten. Abgekürzt wird die Pulsoximetriemessung mit SpO₂. Viele Pulsoximeter sind in einem EKG oder Defibrillator integriert.

Die meisten im Rettungsdienst verwendeten Pulsoximeter dienen außerdem als optische Plethysmografen. Durch die Darstellung der peripheren Pulskurve können Rückschlüsse auf die periphere Durchblutung gezogen werden. So ist der Amplitudenausschlag bei Vasokonstriktion niedriger, bei Vasodilatation verbreitert.

Aufbau und Funktion

Das Oximeter besteht aus einer Lichtquelle (Emitter) und einem Fotosensor (Detektor). Über die Lichtquelle werden zwei unterschiedliche Lichtwellenlängen (Rot = 660 nm und Infrarot = 949 nm) in den Finger geleitet und auf der gegenüberliegenden Seite über den Fotosensor empfangen. Abhängig von der Oxygenierung des Hämoglobins wird entweder das rote Licht (niedrige Oxygenierung) oder das Infrarotlicht (hohe Oxygenierung) stärker absorbiert und vom Fotosensor daher weniger intensiv detektiert. Um Messungenauigkeiten durch andere Gewebestrukturen (Knochen, Muskel, Knorpel, Flüssigkeit) zu verhindern, werden ausschließlich die Messergebnisse während eines Pulses verarbeitet.

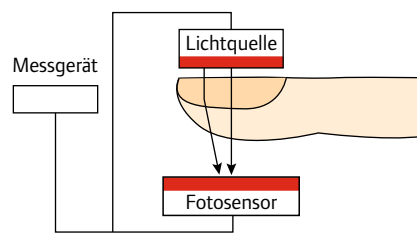


Abb. 1: Funktion des Oximeters



Abb. 2: Fingerclip

Hinweise zur Durchführung

Im Rettungsdienst verwendete Pulsoximeter werden mit einem Clip in der Regel am Finger, aber auch an Ohr, Nase oder Zeh angebracht. Für Kinder gibt es spezielle Klebesensoren zur besseren Fixierung, beispielsweise an der Ferse.

Zu falschen Pulsoximetriewerten, die nicht zur Diagnosestellung oder Überwachung eines Patienten genutzt werden dürfen, kann es bei folgenden Phänomenen kommen:

- Bei Minderperfusion bleibt die benötigte Pulsation der Arterien aus, z. B. durch **nichtinvasives Blutdruckmessen**, Zentralisation oder Herzkreislaufstillstand.

nichtinvasives Blutdruckmessen › S. 338

BEISPIEL



Bei der Untersuchung eines Patienten, der im Winter spät abends auf einer Parkbank aufgefunden wurde, fällt den Notfallsanitätern ein SpO_2 -Wert von 78 % auf, sie reagieren mit sofortiger Sauerstoffgabe von 15 l/min. Aufgrund der Kälte war der Patient in der Peripherie lediglich unzureichend durchblutet, es bestand keine Sauerstoffunterversorgung.

- Nagellack kann die Absorption des Lichtes verfälschen. Eine Drehung des Clips um 90° am Finger oder das Anbringen des Clips an einem anderen Körperteil kann Abhilfe schaffen.
- Ödeme können zu einer maximalen Streuung des Lichtes führen, was zu einer verminderten Aufnahme durch den Fotosensor führt und falsch niedrige Werte verursachen kann.
- Dyshämoglobinämien können von einem herkömmlichen Pulsoximeter nicht erkannt werden und führen zu verfälschten hohen Werten. Um bei **Intoxikationen** dennoch zuverlässige Werte messen zu können, sind spezielle Pulsoximeter nötig, die weitere Lichtwellen verwenden.
- Die postduktale Pulsoximetriemessung bei Neugeborenen führt durch das vom **Ductus arteriosus Botalli** verursachte Mischblut zu falsch niedrigen Werten.
- Nach der Applikation von Medikamenten, die einen Farbstoff (Methylenblau) enthalten, kommt es durch die Absorption des Lichts durch den Farbstoff zu falsch niedrigen Werten.
- Das Pulsoximeter kann nicht zwischen arteriellen Pulsationen und Bewegungen im Finger unterscheiden, dadurch kann es ebenfalls zu verfälschten Werten kommen.

Intoxikation › S. 496

Ductus arteriosus Botalli
› S. 633

HINWEIS



Da das Pulsoximeter lediglich das oxygenierte Hämoglobin in Relation zum insgesamt vorhandenen Hämoglobin errechnet, kann es trotz normaler Pulsoximetriewerte bei einer **Anämie** zu einer Unterversorgung des Gewebes mit Sauerstoff kommen.

Anämie › S. 430

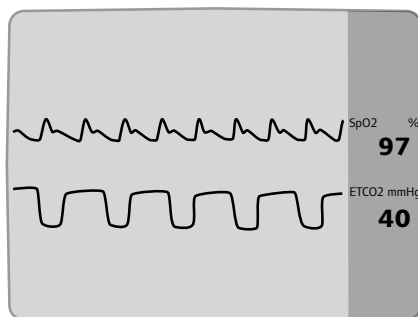


Abb. 1: Darstellung einer SpO_2 -Kurve (Plethysmogramm) bei normaler peripherer Perfusion (obere Kurve). Die Amplitude ist normal groß. Die untere Abbildung zeigt ein Kapnogramm bei normofrequenter Atmung und guter pulmonaler Perfusion.

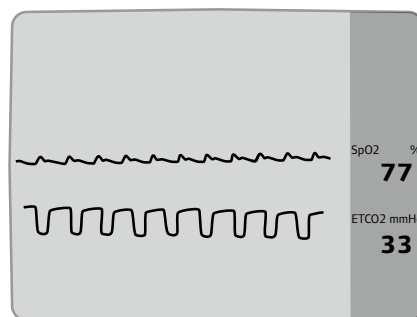


Abb. 2: Darstellung einer SpO_2 -Kurve (Plethysmogramm) bei verminderter peripherer Perfusion (obere Kurve). Die Amplitude ist abgeflacht. Die untere Kurve zeigt ein mögliches Kapnogramm eines spontanatmenden Patienten mit Tachypnoe und verminderter pulmonaler Perfusion.

4.4.2 Kapnografie / Kapnometrie

Ziel

Bei der Kapnometrie handelt es sich um ein Messverfahren, bei dem der endexpiratorische Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atemluft bestimmt wird. Dieser korreliert bei normalen Kreislaufverhältnissen eng mit dem CO_2 -Partialdruck des Blutes und gibt Aufschluss über Ventilation, Hämodynamik und Metabolismus des Patienten. Bei der Kapnometrie wird ausschließlich ein Zahlenwert ermittelt (numerische Messung), wohingegen bei der Kapnografie eine zusätzliche grafische Darstellung der Atemkurve (Kapnogramm) erstellt und an einem Monitor abgelesen werden kann. Die Kapnografie ist der Kapnometrie vorzuziehen.

Der physiologische endexpiratorische CO_2 -Wert, der sogenannte etCO_2 , liegt bei 35–45 mmHg.

Jeder beatmete Patient sollte mithilfe einer Kapnografie überwacht werden. Ein regelrechter Kapnometriewert gilt als sicheres Zeichen einer erfolgreichen Intubation. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, bei spontanatmenden Menschen eine Atemkurve zu ermitteln, z. B. bei Patienten mit COPD oder Asthma bronchiale. Während der Reanimation wird die Kapnografie zur Qualitätskontrolle genutzt und ist oft der erste Hinweis auf einen wiederkehrenden Spontankreislauf (ROSC).

Funktionsprinzip

Zur Bestimmung des CO_2 -Wertes wird die Absorption von Infrarotlicht durch die Expirationsluft ermittelt. Je nach deren CO_2 -Gehalt wird das Infrarotlicht stärker oder schwächer absorbiert. Anschließend wird das Ergebnis mit einem Referenzgasgemisch von bekanntem CO_2 -Gehalt verglichen.

Der Messvorgang findet entweder im Hauptstrom oder im Nebenstrom statt. Beim Nebenstromverfahren wird ein Teil des expiratorischen Atemvolumens abgeleitet und anschließend analysiert. Beim Hauptstromverfahren wird der direkte Luftstrom analysiert. Bei der direkten Messung kommt es nicht zu Verlust von Atemvolumen.

HINWEIS



In der Pädiatrie und Neonatologie kann das Nebenstromverfahren zu erheblichen Komplikationen führen, da es den Totraum vergrößert (Hypoventilation).

mmHg

Millimeter Quecksilbersäule, historisch bedingte Maßeinheit in der Medizin. In den USA wird mmHg als Torr bezeichnet. 1 Torr ist der Druck, welcher von 1 mmHg erzeugt wird.

Intubation › S. 772

Totraum

Teil des Atemsystems, der nicht am pulmonalen Gasaustausch beteiligt ist

Interpretation des Kapnogramms

Unter physiologischen Bedingungen wird die Atemkurve in vier Abschnitte unterteilt:

- **I:** Expiration des Totraums, niedriges CO_2 -Niveau
- **II:** rascher Anstieg des CO_2 -Werts durch Mischluft aus Totraum und Alveolarluft; sie enthält CO_2
- **III:** leicht ansteigendes Plateau aus reiner Alveolarluft (Messphase der Kapnometrie)
- **IV:** schneller Abfall des CO_2 -Werts bei beginnender Inspiration

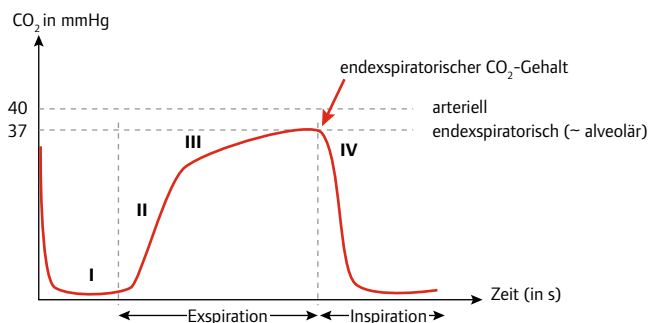
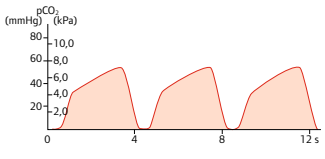
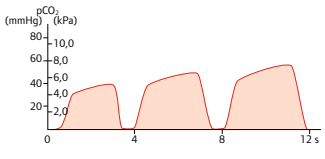
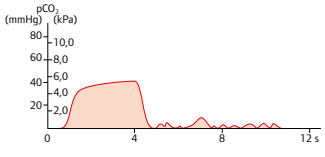
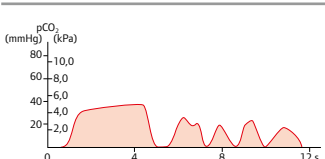
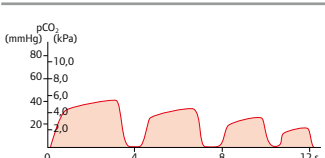


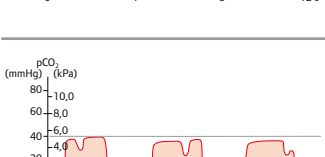


Abb. 1: Physiologisches Kapnogramm. Die Kurve wird häufig als eine Herde laufender Elefanten beschrieben.

Pathologische Veränderungen

Kapnografiekurve	Beschreibung	Mögliche Ursache
	In den Abschnitten II und III der Kapnografie fällt ein wesentlich langsamer ansteigender CO_2 -Wert auf, der bis zum Beginn der Inspiration anhält (verlängerte Expiration).	obstruktive Atemwegsstörungen (COPD, Asthma bronchiale)
	Erhöhung der Amplitude durch gesteigerte Kapnometriewerte.	Hypoventilation
	Fehlende Atemkurve.	Fehlintubation in den Ösophagus Diskonnektion im Beatmungssystem oder Leckage versehentliche Extubation Atemstillstand bei spontanatmenden Patienten technische Fehler des Messgerätes
	Verkürzte Phase II und früher beginnender unregelmäßiger Abfall der Amplitude.	Leckage
	Abfallender Kapnometriewert und mit ihm die Amplitudengröße der Atemkurve. Die Amplitudengröße nimmt stetig ab, verursacht durch die verminderte Lungendurchblutung.	Lungenembolie
	Verkleinerte Amplitude.	zu hohe Atemfrequenz (Hyperventilation) Hypothermie (niedriger Metabolismus) Reanimation
	Verkleinerte Amplitude durch verminderte Alveolarperfusion und vergrößerte Totraumventilation. Darf nicht mit Hyperventilation verwechselt werden, da es dennoch zu CO_2 -Anstieg im Blut kommt.	Schock
	Veränderte Amplitudenform oder zusätzliche Kurvenartefakte.	Gegenatmung, wenn der Patient nicht ausreichend sediert ist und ungewollt selbstständig atmet (kann beim Weaning gewollt sein)

Die Kapnometrie mit Farbumschlag funktioniert im Hauptstromverfahren und wird direkt an den Tubus angeschlossen. Abhängig vom CO_2 -Gehalt in der Expirationsluft kommt es zu Farbveränderungen des speziellen Indikatorpapiers.

Weaning › S. 778

Umrechnung**mmol/l in mg/dl**

mmol/l x 18 = mg/dl

mg/dl : 18 = mmol/l

neurologisches Defizit

› S. 596

Bewusstseinstörung

› S. 612

Diabetes mellitus › S. 483

Körpertemperatur › S. 336

Bewusstseinsstörungen

› S. 612

Ertrinkungsunfall › S. 715

Erfrierung › S. 705

Sonnenstich › S. 699

Fieberkrampf › S. 653

Pneumonie › S. 453

Kindernotfall › S. 644

Meningitis › S. 607

Appendizitis › S. 466

Sepsis › S. 507

therapeutische Hypothermie › S. 818

Trauma › S. 541

Verbrennung › S. 700

Schock › S. 421

4.4.3 Blutzuckermessung

Ziel

Der Blutzuckerschnelltest dient der Bestimmung des Blutzuckerwertes (BZ) und kann Aufschluss über Störungen des Glukosestoffwechsels geben. Im Normbereich liegt der Blutzucker bei Werten zwischen 4,5–6,5 mmol/l bzw. 80 und 120 mg/dl.

Als Maßeinheit wird in den meisten Ländern die SI-Einheit mmol/l verwendet. Lediglich in einigen Teilen Deutschlands, Frankreich, Schweiz, Österreich und den USA wird der alte Wert mg/dl verwendet.

Ein Blutzuckerwert muss bei jedem Patienten mit neurologischem Defizit, Bewusstseinsbeeinträchtigung, bekanntem Diabetes mellitus und zur Kontrolle des Therapieerfolgs bei Hypoglykämie erhoben werden. Häufig gehört die Erhebung eines Blutzuckerwertes ohnehin zur standardisierten Untersuchung des Notfallpatienten.

Durchführung

Das zur Messung benötigte Blut wird kapillär mithilfe einer Lanzette oder Stechhilfe aus der seitlichen Fingerbeere oder dem Ohrfläppchen gewonnen. Vor der Punktion muss der Patient über die Maßnahmen aufgeklärt werden. Auch venöses Blut (z. B. nach Venenpunktion) kann zur Bestimmung herangezogen werden. Nennenswerte Abweichungen zwischen venösem und arteriell-kapillärem Blutzucker sind nicht zu erwarten.

Das Blutzuckermessgerät bildet eine funktionelle Einheit mit dem Blutzuckerteststreifen. Vor der Messung wird der Blutzuckerteststreifen in das Gerät eingesteckt. Der Blutstropfen wird auf den Sensor aufgetragen. Über eine enzymatische Reaktion wird der BZ aus dem Blut isoliert und durch den Teststreifen in ein elektrisches Signal umgewandelt, dessen Stärke vom Blutzuckerwert abhängig ist. Das Blutzuckermessgerät kann anschließend die Signalstärke zum endgültigen Wert umrechnen.



Abb. 1: Einstich an der seitlichen Fingerbeere



Abb. 2: Aufnahme des Blutstropfens in das Testfeld



Abb. 3: Anzeige des Messergebnisses

4.4.4 Temperaturmessung

Ziel

Bei der Temperaturmessung werden Körperkerntemperatur und die Temperatur der Körperschale unterschieden. Physiologisch liegt die Körperkerntemperatur zwischen 36,3 und 37,4°C. Veränderungen können Ursache und Symptom verschiedener Erkrankungen sein.

Die Erfassung der Körpertemperatur sollte bei folgenden Notfällen in jedem Fall erfolgen:

- Bewusstseinsstörungen
- Ertrinkungsunfall
- Erfrierung
- Sonnenstich
- Fieberkrampf
- Pneumonieverdacht
- Kindernotfall
- Meningitisverdacht
- Appendizitisverdacht
- Sepsis
- während und nach Reanimation (Überwachung der therapeutischen Hypothermie)
- Gefahr des Wärmeverlustes: Neugeborene, Narkosepatienten, Trauma-, Verbrennungs- und Schockpatienten

Durchführung

Im Rettungsdienst erfolgt die Messung häufig mit einem Infrarotthermometer im Ohr (thympanometrisch). Die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers am Trommelfell wird schnell gemessen. Vorteile sind Geschwindigkeit und einfache Handhabung. Allerdings kann es bei fehlerhafter Positionierung zu falsch niedrigen Werten kommen. Aus hygienischen Gründen wird der Messsensor mit einer Schutzhülle abgedeckt.

Bei Kindern wird die Temperatur rektal gemessen. Hierfür stehen handelsübliche digitale Thermometer zur Verfügung, welche ebenfalls mit einer Schutzhülle überzogen werden. Ebenfalls verbreitet sind Thermometersonden integriert in EKG-Geräten. Sie werden zur rektalen, axillaren oder ösophagealen Temperaturmessung genutzt. In der Intensivmedizin wird die Temperatur häufig über spezielle Blasenkatheter gemessen.



Abb. 1: Ohrthermometer

4.4.5 Pulsmessung

Ziel

Als Puls wird die vom Herzen kommende Druckwelle des Blutes bezeichnet, die an oberflächennah verlaufenden Arterien getastet werden kann. Die Kontrolle des Pulses ist Bestandteil jeder Patientenuntersuchung und hilft bei der Einschätzung der Herzkreislauf-Situation. Wiederholte Pulskontrolle bietet die Möglichkeit einer ständigen Verlaufskontrolle. Zudem dient die Pulsmessung der Durchblutungskontrolle, z. B. vor und nach der Reposition von Frakturen oder beim Anlegen von Verbänden.

Der Puls wird nach drei Kriterien beurteilt:

- **Pulsfrequenz:** Anzahl der tastbaren Pulswellen pro Minute; stimmt beim Gesunden mit der Herzfrequenz überein. Abhängig von Alter und Kondition liegt der Ruhepuls bei 50–100/min. Abweichungen nach oben werden als **Tachykardie**, nach unten als **Bradykardie** bezeichnet. Kommen nicht alle mit dem Stethoskop hörbaren oder im EKG sichtbaren Kammerkontraktionen als Pulswelle in den Arterien an, spricht man von einem Pulsdefizit.
- **Rhythmus:** Abfolge der Pulswellen, physiologisch regelmäßig in gleichen Zeitabständen. Ein unregelmäßiger Puls kann Hinweis auf eine mögliche Herzrhythmusstörung sein, welche im weiteren Verlauf der Untersuchung mithilfe eines EKGs genauer differenziert werden kann.
- **Pulsqualität:** Tastbarer Füllungs- und Spannungszustand der Arterien, physiologisch weich und gut gefüllt. Ein flacher und fadenförmiger Puls kann z. B. auf eine **Hypotonie** hinweisen, bei einer **Hypertonie** ist der Puls oft hart und pochend.

Tachykardie › S. 411

Bradykardie › S. 411

Hypertonie › S. 402

Hypotonie › S. 403

Durchführung

Der Puls lässt sich an allen oberflächlich verlaufenden Arterien tasten, die gegen einen Widerstand (Knochen oder Muskel) gepresst werden können. Häufigster Messort ist das Handgelenk (A. radialis). Im Notfall kann bei zentralisiertem Kreislauf in der Regel der Puls am Hals (A. carotis) gemessen werden. Bei Kindern lässt sich der Puls gut an der A. brachialis tasten. Das Tasten erfolgt mit dem Zeige- und Mittelfinger. Unter sanftem Druck sind die Pulswellen der Arterie gut tastbar.

HINWEIS



Der Puls sollte nicht mit dem Daumen getastet werden. Der Daumen hat einen fortgeleiteten Radialispuls, der mit dem Patientenpuls verwechselt werden kann.

Für das exakte Auszählen wird eine Uhr benötigt. Um die Pulsfrequenz adäquat zu ermitteln, sollte der Puls mindestens 15 Sekunden lang getastet werden, bei Arrhythmie mindestens 30 Sekunden. Wird 15 Sekunden gezählt, wird der ermittelte Wert mit vier multipliziert, bei 30 Sekunden verdoppelt, um den Minutenwert zu errechnen.

Bei **thorakaler Aorten-Dissektion** oder **pAVK** kann es zu einer Seitendifferenz der Pulsqualität kommen. Hier sollten die Pulse auf beiden Seiten gemessen und miteinander verglichen werden.

thorakale Aorten-Dissektion › S. 402

pAVK › S. 400

Blutdruck › S. 399

4.4.6 Blutdruckmessung

Der **Blutdruck** ist der Druck, den das Blut im Organismus auf die Gefäßwände ausübt.

Die Blutdruckmessung gehört zur Standarddiagnostik im Rettungsdienst. Der Blutdruckwert gibt Hinweise auf die Herzleistung des Patienten sowohl bei der initialen Untersuchung als auch in der Verlaufskontrolle. Bei der Blutdruckmessung wird unterschieden:

- direkte Messung: invasive Messung mittels einer arteriellen Kanüle („blutige Messung“)
- indirekte Messung: nichtinvasive Messung mittels einer Blutdruckmanschette an Oberarm, Oberschenkel oder Unterschenkel

Indirekte Blutdruckmessung

Bei der indirekten Blutdruckmessung nach Riva-Rocci und Korotkow wird mithilfe einer luftgefüllten Blutdruckmanschette der Blutdruckwert bestimmt.

ZUM WEITERDENKEN



Scipione Riva-Rocci war ein italienischer Arzt, der 1896 die Verwendung der pneumatischen Manschette zum Messen des Blutdrucks vorstellte. Er ermittelte den systolischen Blutdruck durch Pulstasten und Erhöhen des Drucks in der Blutdruckmanschette. Der Blutdruck wird in vielen Ländern daher mit **RR** = Riva-Rocci gekennzeichnet. Der russische Arzt Nikolai Sergejewitsch Korotkow kombinierte 1905 die Verwendung eines Stethoskops mit der Blutdruckmessung nach Riva-Rocci.

Bis heute wird der arterielle Blutdruck in mmHg (Millimeter Quecksilbersäule) angegeben und nicht in der SI-Einheit Pascal (Pa).

Das Blutdruckgerät besteht aus der Manschette, einem Schlauchsystem, einer Handpumpe, einem Drehventil sowie einem Manometer, welches den Luftdruck angibt.

Durchführung

Die Messung kann palpatorisch, auskultatorisch oder oszillometrisch erfolgen.

Die Blutdruckmanschette sollte etwa zwei Drittel des Oberarms bedecken und wird im luftleeren Zustand am Oberarm 3 cm von der Ellenbeuge entfernt angebracht. Dabei muss darauf geachtet werden, dass sich Manschette und Oberarm auf Herzhöhe befinden. Kleidungsstücke müssen abgelegt oder Ärmel nach oben geschoben werden, ohne dass sie die Gefäße oberhalb der Manschette komprimieren. Bei verletzten Patienten kann es notwendig sein, störende Kleidungsstücke aufzuschneiden. Der Arm sollte entspannt liegen. Anschließend wird die A. radialis getastet und die Blutdruckmanschette aufgepumpt, bis der Luftdruck in der Manschette 30 mmHg oberhalb des Wertes liegt, bei welchem der Puls an der A. radialis nicht mehr tastbar ist. Der Luftdruck wird durch das Ventil langsam (ca. 3 mmHg/s) aus der Manschette abgelassen.

HINWEIS



In Ausnahmefällen kann der Blutdruck an den Armen nicht erhoben werden. Als Alternative kann eine Messung am Unterschenkel erfolgen. Der Wert liegt hier physiologisch etwa 20 mmHg höher als am Arm. Für die Messung am Oberschenkel sind spezielle breitere Manschetten erforderlich.

Dialyseshunt › S. 677

Bei Patienten mit einem **Dialyseshunt** sollte der entsprechende Arm nicht zur Blutdruckmessung genutzt werden. Der Manschettendruck kann zu einer Schädigung des Shunts und Blutung führen. Patienten nach Entfernung eines Mammakarzinoms mit axillärer Lymphknotenresektion können einen Lymphstau entwickeln. Es sollte ebenso auf die intakte Seite ausgewichen werden wie bei Patienten mit Hemiplegie, Armparese und -frakturen. Bei bereits vorhandenem i. v. Zugang ist die Messung am anderen Arm ebenfalls günstiger. Neben der Gefahr diskontinuierlicher Applikation intravenöser Medikamente ist dies für den Patienten unangenehm.

Bei der **palpatorischen Messung** nach Riva-Rocci wird der Puls getastet und der Wert, den das Manometer bei der ersten wieder zu spürenden Pulswelle anzeigt, als systolischer Wert vermerkt. Der diastolische Wert kann bei diesem Vorgehen nicht erhoben werden.

Um die Blutdruckwerte **auskultatorisch** zu bestimmen, wird die Arterie distal der Blutdruckmanschette in der Ellenbeuge auskultiert. Öffnet sich die verschlossene Arterie bei Ablassen des Druckes minimal, entstehen Verwirbelungsgeräusche, das sogenannte Korotkow-Geräusch. Werden diese Geräusche mit dem Stethoskop gehört, wird der aktuelle Manometerwert als systolischer Wert vermerkt. Die Verwirbelungen lassen bei vollkommener Öffnung des Gefäßes deutlich nach. Sind keine oder deutlich abgeschwächte Geräusche hörbar, wird der diastolische Druck abgelesen.

Bei der manuellen **oszillometrischen** Blutdruckmessung werden der systolische und diastolische Blutdruckwert am Manometer durch den Zeigerausschlag abgelesen. Die Pulswelle in der A. brachialis verursacht einen Druck auf die Blutdruckmanschette, der zur Zeigerbewegung führt. Diese Messung ist allerdings sehr ungenau und nicht zu empfehlen. In EKG-Geräte integrierte Blutdruckmessgeräte können durch einen feinen Detektor bei der **digitalen oszillometrischen** Blutdruckmessung weitgehend zuverlässige Blutdruckwerte erheben. Störfaktoren sind neben Kleidung Muskelbewegungen des Patienten und Lageänderungen.

Oftmals besitzen Patienten mit bekannter Hypertonie oder einer anderen Herz-Kreislauf-Erkrankung oszillometrische Blutdruckmessgeräte für Handgelenke. Sie eignen sich weniger für eine verlässliche Bestimmung des Blutdrucks.

Direkte Blutdruckmessung

Die invasive oder auch blutige Blutdruckmessung wird in der Intensivmedizin verwendet, um längerfristig engmaschige Blutdrucküberwachung zu ermöglichen. Im Rettungsdienst spielt sie eine untergeordnete Rolle. Das benötigte Material wird selten vorgehalten, da für die Anlage eine sterile ruhige Umgebung und Zeit erforderlich sind. Bei der Begleitung von Intensivtransporten kann der Notfallsanitäter mit dieser Technik jedoch in Kontakt kommen.

Die invasive Blutdruckmessung wird meist über die A. radialis vorgenommen. Alternativen sind die Aa. femoralis, dorsalis pedis und brachialis.

Zur Anlage einer invasiven Blutdruckmessung wird die betreffende Arterie punktiert, anschließend erfolgt über die Seldinger-Technik das Legen eines Messensors. Der systolische und diastolische (meist auch der mittlere arterielle) Blutdruckwert wird sowohl numerisch als auch in Form einer Pulsdruckkurve angezeigt.

ZUM WEITERDENKEN



Die Seldinger-Technik wurde 1953 vom schwedischen Radiologen Sven-Ivar Seldinger entwickelt. Sie umfasst folgende Abläufe:

- Punktion mit einer Doppelkanüle
- Zurückziehen eines Mandrin
- Einführen eines Führungsdrahtes über die Kanüle
- Entfernen der Kanüle und Vorschieben des Katheters über den Draht

Veränderungen der arteriellen Druckkurve können Ausdruck einer Thrombusbildung am Sensor oder Bewegungsartefakte sein. Sie können ihren Ursprung auch in verändertem Herzschlagvolumen, Herzfrequenz oder intravasalen Volumenschwankungen haben.

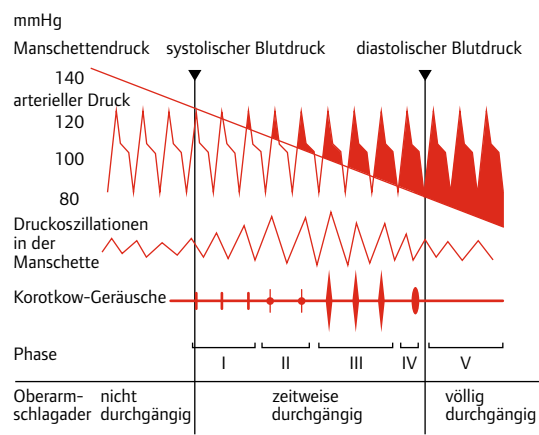


Abb. 1: Druckverhältnisse bei Blutdruckmessung (die schräge Linie stellt den Abfall des mittleren Manschettendrucks dar)

4.4.7 Elektrokardiogramm (EKG)

Grundlagen

Eines der wichtigsten technischen Geräte zur Diagnostik und Überwachung von Patienten ist das Elektrokardiogramm (EKG). Es zeigt die elektrische Aktivität des Herzens im zeitlichen Verlauf an. Gemessen wird die Erregungsausbreitung und Erregungsrückbildung über das Myokard. Die bei Depolarisation und Repolarisation entstehenden Potentialdifferenzen in Form elektrischer Ströme übertragen sich auf die Körperoberfläche und können dort als Dipole abgeleitet werden. Gemessen werden sie über aufgeklebte Elektroden, die künstliche Pole erzeugen.

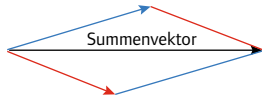


Abb. 1: Summenvektor

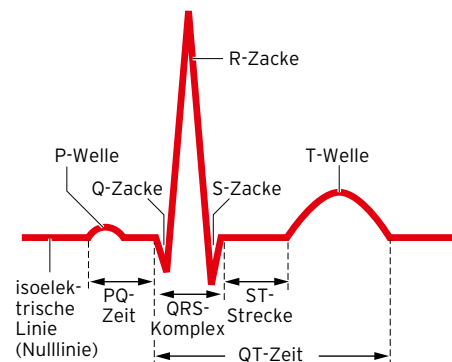
Erregungsleitungssystem des Herzens › S. 393

Summenvektor

auch: Integralvektor
wird aus der Summe aller
Dipolvektoren gebildet

Integralrechnung

wichtige Disziplin der
Analysis in der Mathematik



HINWEIS



Das EKG lässt keine Aussage über die mechanische Arbeit des Myokards zu. Das Tasten des Pulses und Blutdruckmessung können ein EKG daher nicht ersetzen.

Um rhythmisch abgestimmte Kontraktionen von Atrien und Ventrikeln zu erreichen, werden Erregungsimpulse über das Erregungsleitungssystem des Herzens transportiert und gesteuert. Es besteht aus AV-Knoten, His-Bündel, Tawara-Schenkel und Purkinje-Fasern. Die Reizbildung übernimmt der Sinusknoten.

Alle zeitgleich stattfindenden Erregungszustände des Herzens projizieren charakteristische Dipolvektoren auf die Körperoberfläche, die über das EKG abgeleitet werden und in ihrer Gesamtheit (Summenvektor) Aussagen über Ort und Fortschritt elektrischer Erregung und Erregungsrückbildung erlauben.

Abhängig davon, ob der Summenvektor durch Erregungsausbreitung oder Erregungsrückbildung entsteht, hat er eine spezifische Ausrichtung. Im EKG sind daher alle Erregungsausbreitungen und Erregungsrückbildungen des Herzens differenzierbar und einzelne Zacken und Wellen können anatomischen Herzbereichen und Erregungszuständen zugeordnet werden. Die Erregungsausbreitung in den jeweiligen Strukturen findet physiologisch in einem definierten zeitlichen Rahmen statt. Überschreitungen dieser Zeit sind Hinweise auf eine Schädigung dieser Struktur.

Name	Beschreibung	Maximale Dauer
P-Welle	Summenvektoren intraatrialer Erregungsausbreitung (Erregungsausbreitung Vorhöfe)	0,1 s
PQ-Zeit	atrioventrikuläre Erregungsüberleitung (AV-Knoten, Überleitungsverzögerung)	0,2 s
QRS-Komplex	Summenvektoren der intraventrikulären Erregungsausbreitung (Kammerkomplex), Erregungsausbreitung Kammern	0,12 s
ST-Strecke	Vollerregung des Kammermyokards und langsamer Beginn der Erregungsrückbildung	frequenzabhängig, normale Dauer liegt bei 0,15 s
T-Welle	Summenvektoren der Erregungsrückbildung der Kammern	frequenzabhängig, 0,3 s
QT-Zeit	gesamte intraventrikuläre Erregungsdauer, Erregungsausbreitung und Erregungsrückbildung	frequenzabhängig, 0,25–0,45 s

Folgende Erregungsausbreitungen oder Erregungsrückbildungen werden im EKG nicht erfasst:

- Erregungsbildung im Sinusknoten: Der Sinusknoten besitzt zu wenig Zellmasse, um ausreichend große Potenzialdifferenzen zu produzieren, die im EKG sichtbar wären.
- Erregungsleitungssystem: Das Erregungsleitungssystem besitzt ebenfalls zu wenig Zellmasse, um vom EKG erfasst zu werden.
- Erregungsrückbildung der Vorhöfe: Die Erregungsrückbildung der Atrien wird durch die Erregungsausbreitung in den Ventrikeln überlagert.

Die P-Welle liegt immer zu Beginn physiologisch elektrischer Herzaktivität. Der QRS-Komplex folgt im Anschluss an die atrioventrikuläre Erregungsüberleitung. Ein positiver Ausschlag wird als R-Zacke, negative Ausschläge vor einem R werden als Q-Zacke, danach als S-Zacke bezeichnet.

Sollte es weitere positive R-Zacken oder negative S-Zacken geben, werden diese ihrer Intensität nach mit Groß- oder Kleinbuchstaben gekennzeichnet. Weitere Zacken werden mit R', S' oder r' und s' und weiteren Strichen benannt. Die T-Welle folgt auf den QRS-Komplex.

EKG-Schreiben

Der Ausdruck des EKGs erfolgt auf kalibriertem EKG-Papier. Auf diesem werden Änderungen der Potenzialdifferenzen (P-Welle, QRS-Komplex, T-Welle) aufgezeichnet. Dieser Vorgang wird umgangssprachlich als „EKG-Schreiben“ bezeichnet. Ausgehend von der Nulllinie (isoelektrische Linie) werden Ausschläge nach oben als positive Ausschläge bezeichnet, Ausschläge nach unten als negative Ausschläge. Das kalibrierte EKG-Papier kann in unterschiedlichen Geschwindigkeiten im Drucker vorgeschoben werden (Vorschubgeschwindigkeit). 25 mm/s oder 50 mm/s sind übliche Vorschubgeschwindigkeiten im Rettungsdienst. Klinisch wird häufig eine Schreibgeschwindigkeit von 50 mm/s verwendet. Die Vorschubgeschwindigkeit ist auf dem EKG-Ausdruck vermerkt.

Das kalibrierte EKG-Papier besteht aus Quadraten, die 5 × 5 mm groß sind. Innerhalb dieser Quadrate befinden sich weitere kleine Quadrate in einer Größe von 1 × 1 mm (Millimeterpapier).

HINWEIS



Bei einem Vorschub von 50 mm/s entspricht ein großes Quadrat einem zeitlichen Verlauf von 0,1 s (100 ms). Ein kleines Quadrat entspricht also 0,02 s:

1 großes Quadrat = 1/10 einer Sekunde = 0,1 s = 100 ms

1 kleines Quadrat = 1/50 einer Sekunde = 0,02 s = 20 ms

Bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 25 mm/sek entspricht ein großes Kästchen einem zeitlichen Verlauf von 0,2 sek (200 msek):

1 großes Quadrat = 1/5 einer Sekunde = 0,2 s = 200 ms

1 kleines Quadrat = 1/25 einer Sekunde = 0,04 s = 40 ms

Um die elektrische Spannung der Potenzialdifferenzen zu ermitteln, findet üblicherweise zu Beginn der Aufzeichnung eine Kalibrierung statt, bei der 10 mm einer Spannung von 1 Millivolt (mV) entspricht (Kalibrierungszacke).

EKG-Verfahren

- Ruhe-EKG: wird bei körperlicher Ruhe des Patienten angefertigt
- Monitoring: der Patient ist zur Kreislaufüberwachung an ein EKG angeschlossen
- Belastungs-EKG: wird während körperlicher Belastung angefertigt (Ergometrie)
- Langzeit-EKG: Aufzeichnung eines EKGs meist über 24-Stunden

Im Rettungsdienst wird sowohl das Ruhe-EKG zur Diagnostik als auch das einfache Monitoring zur Patientenüberwachung verwendet. Belastungs- und Langzeit-EKGs spielen keine Rolle.

Ableitungsarten

Die Ableitungen werden in Extremitätenableitungen und Brustwandableitungen unterschieden. Bei den Extremitätenableitungen werden die Potenzialdifferenzen in der Frontalebene erfasst. Die Brustwandableitungen erfassen die Potenzialdifferenzen in der Horizontalebene.

Extremitätenableitungen

Die Verwendung des Extremitäten-EKG ist für die Schnelldiagnostik und Überwachung der elektrischen Herzaktivität bei kritisch kranken oder verletzten Patienten geeignet. Es vermittelt einen ersten grundlegenden Überblick über die elektrische Herzaktivität.

Die Extremitätenableitungen gliedern sich auf in

- Ableitungen nach Einthoven und
- Ableitungen nach Goldberger.

ZUM WEITERDENKEN



Willem Einthoven entwickelte 1903 das 1887 von Augustus Desiré Waller entworfene EKG weiter. Emanuel Goldberger erweiterte das Extremitäten-EKG im Jahr 1942.

Es wird zwischen dem 3-Pol-EKG und dem 4-Pol-EKG unterschieden, die aus drei bzw. vier Elektroden bestehen. Zu den drei Hauptelektroden rot, grün und gelb des 3-Pol-EKGs besitzt das 4-Pol-EKG eine zusätzliche schwarze Elektrode.

Die Elektroden werden wie folgt auf dem Körper aufgeklebt:

- **rote Elektrode am rechten Arm**
- **gelbe Elektrode am linken Arm**
- **grüne Elektrode am linken Bein**
- **schwarze Elektrode am rechten Bein**

Im Rettungsdienst ist es üblich, die Elektroden nah der Extremitäten auf den Körperstamm zu kleben. Bewährt haben sich die rechte und linke Schulter sowie der rechte und linke vordere Beckenkamm. Die veränderte Elektrodenposition beugt Messungenauigkeiten vor, da auch die Depolarisation der Skelettmuskulatur **I** Potenzialdifferenzen verursacht (Elektromyogramm). Die Erfassung der Summenvektorbewegung verändert sich durch die veränderten Elektrodenpositionen nicht. Die Elektroden des Extremitäten-EKGs sollten immer auf muskelarmes Gewebe, am besten über knöchernen Strukturen, geklebt werden. Außerdem sollte sich der Patient möglichst wenig bewegen (**I** Bewegungsartefakte).

Durch Verknüpfung der drei Hauptelektroden miteinander entstehen die **Ableitungen nach Einthoven**:

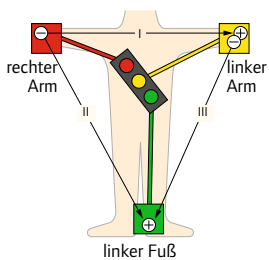


Abb. 1: Ableitung nach Einthoven

Ableitung I: rechter Arm mit linkem Arm	Die negative Elektrode liegt bei dieser Ableitung am rechten Arm, die positive Elektrode am linken Arm. Das elektrische Potenzial wird vom rechten zum linken Arm erfasst (Messvektor).
Ableitung II: rechter Arm mit linkem Fuß	Bei der Ableitung II bildet die rote Elektrode den negativen Pol, die grüne Elektrode den positiven. Der Messvektor verläuft vom rechten Arm zum linken Fuß. Er verläuft am ehesten entlang der physiologischen Herzachse, nimmt am meisten Potenzialdifferenz auf und ist daher die Standardableitung zur Patientenüberwachung und die zu meist voreingestellte Ableitung in einem EKG-Monitor.
Ableitung III: linker Arm mit linkem Fuß	Die gelbe Elektrode am linken Arm bildet den negativen Pol, der positive Pol wird durch die grüne Elektrode am linken Bein gebildet. Der Messvektor verläuft ausgehend vom linken Arm zum linken Fuß.

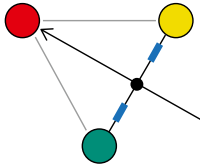
Werden die drei Ableitungen nach Einthoven auf einen menschlichen Körper aufgezichnet, entsteht das Einthovendreieck.

Artefakt

in der Diagnostik ein unbeabsichtigtes atypisches Störphänomen mit Kausalzusammenhang

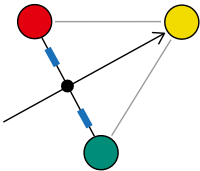
Die **Extremitätenableitungen nach Goldberger** umfassen die Ableitungen **aVR**, **aVL** und **aVF**.

Ableitung **aVR** (augmented voltage right [arm])



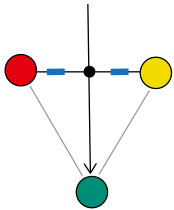
wird aus der indifferenten Elektrode aus dem Zusammenschluss von linkem Arm und linkem Fuß sowie dem rechten Arm als positive differente Elektrode gebildet

Ableitung **aVL** (augmented voltage left [arm])



besteht aus der indifferenten Elektrode des Zusammenschlusses von rechtem Arm und linkem Fuß sowie der positiven differente Elektrode des linken Arms

Ableitung **aVF** (augmented voltage foot)



entsteht aus der indifferenten Elektrode von rechtem und linkem Arm, als differente Elektrode dient der linke Fuß

aV (augmented voltage) = unterstützte Spannung

Die Potentialdifferenz zwischen der jeweiligen indifferenten und alleinigen differente Elektrode muss „unterstützt“ werden, um einen erfassbaren Summenvektor zu erhalten.

Die schwarze Elektrode dient zur Erdung des Patienten. EKG und Patient werden auf das selbe Ausgangspotenzial gebracht, damit können Artefakte durch ein unterschiedliches Ausgangspotenzial vermieden werden, da der menschliche Körper durch seine Leitfähigkeit Potentialschwankungen ausgesetzt ist, die bereits im Voltbereich für Störungen sorgen können. Die Erregungsausbreitung, welche sich im Millivolt-Bereich befindet, ist durch eine Erdung deutlich ärmer an Artefakten.

Cabrera-Kreis

Die sechs Ableitungen nach Einthoven und Goldberger projizieren sechs Messvektoren in unterschiedlicher Ausrichtung auf den Thorax. Grafisch aufgearbeitet werden sie im sogenannten Cabrera-Kreis.

Der Cabrera-Kreis verdeutlicht die Lage der einzelnen Extremitätenableitungen zueinander. Benachbarte Ableitungen unterscheiden sich in ihrem Richtungsvektor um lediglich 30°.

aVL	hohe Lateralwand
I	Lateralwand
aVR	niedrige Lateralwand
II	inferiore Hinterwand
aVF	inferiore Hinterwand
III	inferiore Hinterwand

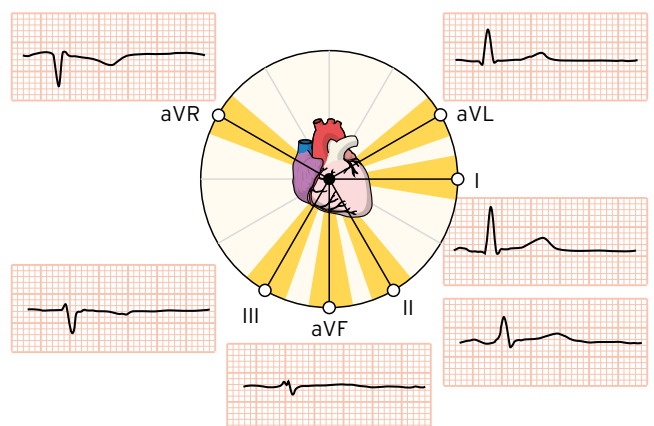


Abb. 1: Cabrera-Kreis

HINWEIS

Auf einem EKG-Ausdruck werden die Ableitungen nicht entsprechend ihrer benachbarten Lage ausgedruckt, sondern entsprechend ihrer technischen Zugehörigkeit.

Mithilfe dieser Darstellung wird die Vorstellung erleichtert, welche Ableitungen mit ihren Messvektoren welche Erregungsausbreitung am besten erfassen. Die physiologische Hauptausbreitungsrichtung der Erregung über das Herz (elektrische Herzachse) verläuft in etwa entlang des Ventrikelseptums (anatomische Herzachse).

Der rechte Ventrikel wird kaum von den Extremitätenableitungen erfasst, da er weniger Muskelmasse und damit kaum messbare elektrische Potenzialverschiebungen bietet. Der Summenvektor des rechten Ventrikels wird unter physiologischen Bedingungen durch den deutlich stärkeren Summenvektor des linken Ventrikels überlagert.

Weitere nicht zu erfassende Bereiche sind die posteriore Hinterwand sowie die Vorderwand. Diese zu betrachten ist mithilfe der Brustwandableitungen nach Wilson besser möglich.

ZUM WEITERDENKEN

Zu abnormen EKG-Befunden kann es beim äußerst seltenen Situs inversus kommen. Dabei kommt es zu einer spiegelbildlichen Lage der Organe im menschlichen Körper. Das Situs inversus cordis beschreibt die spiegelbildliche Lage des Herzens im Thorax. Als Dextrokardie wird eine Verlagerung des Herzens in den rechten Thorax hinein bezeichnet.

Lagetyppbestimmung

Mithilfe des Cabrera-Kreises lässt sich die elektrische Herzachse bestimmen, welche den Herzlagetyp definiert. Die elektrische Herzachse (Hauptausbreitungsvektor elektrischer Erregung) weicht durchaus von der anatomischen Herzachse ab. In der Lagetyppbestimmung macht man sich die Tatsache zunutze, dass die Amplitude des QRS-Komplexes immer in den Ableitungen besonders groß ist, die parallel zur Hauptausbreitungsrichtung liegen.

HINWEIS

Erregungsausbreitungen in der selben Richtung wie der Messvektor erzeugen positive EKG-Ausschläge, solche in entgegengesetzter Richtung negative Ausschläge. Steht der Summenvektor der Erregungsausbreitung im 90° -Winkel zum Messvektor, ist die Amplitude = 0.

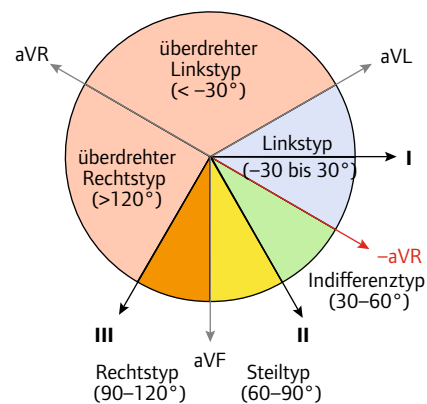


Abb. 1: Cabrera-Kreis mit Lagetypen

Es werden insgesamt sechs **Lagetypen** unterschieden, von denen einige physiologisch, andere pathologisch sind.

Zu den physiologischen Lagetypen zählen:

- Linkstyp
- Indifferenz (Normalzustand bei den meisten Gesunden)
- Steiltyp (häufig bei schlanken jungen Männern)

Pathologische Bedeutung haben:

- überdrehter Linkstyp
- Rechtstyp
- überdrehter Rechtstyp

Ursächlich für die pathologischen Lagetypen sind einseitige Myokardhypertrophie und anatomische Lageänderungen des Herzens, z. B. in der Schwangerschaft. Je kräftiger die Muskelmasse einer Ventrikelregion ist, desto mehr orientiert sich der Summenvektor der Erregungsausbreitung in diese Richtung. Die elektrische Herzachse verändert ihre Orientierung.

Eine Besonderheit stellt die Ableitung aVR dar. Da sie zum rechten Arm hin gemessen wird, verläuft der Messvektor entgegengesetzt der physiologischen Erregungsausbreitung (QRS-Komplex negativ). Um die Ableitung in den Cabrera-Kreis zu integrieren, bedient man sich eines einfachen mathematischen Tricks: Durch Änderung des Vorzeichens eines Vektors ändert dieser seine Orientierung. Bestimmt man $-aVR$, gliedert sich die Ableitung im Cabrera-Kreis zwischen Ableitung I und II ein.

Reziprokes Verhalten

Das Verständnis des Cabrera-Kreises lässt Rückschlüsse darauf zu, welche Ableitungen sich zueinander reziprok (spiegelbildlich) verhalten. Dies sind die Ableitungen I und aVL der Lateralwand zu den Ableitungen II, aVF und III der inferioren Hinterwand.

BEISPIEL



Bei einem STEMI der Lateralwand kommt es zu einer ST-Streckenhebung in den Brustwandableitungen I und aVL. In den sich reziprok dazu verhaltenden Ableitungen II, aVF und III werden ST-Streckensenkungen sichtbar (Infarktlokalisierung).

STEMI › S. 404

Brustwandableitungen

Die Brustwandableitungen nach Wilson zeigen die Erregungsausbreitung in der Horizontalebene. Es handelt sich dabei um sechs zusätzliche Ableitungen (V_1 – V_6), welche die Extremitätenableitungen ergänzen. Die benötigte indifferente Elektrode wird durch die Zusammenschaltung aller Elektroden des Extremitäten-EKGs über einen 100 000- Ω -Widerstand erzeugt. Sie liegt zentral im Körper und wird CT-Elektrode (Central terminal-Elektrode) genannt.

Die Elektroden sind farblich markiert. Sie dürfen nicht mit den Elektroden der Extremitätenableitungen verwechselt werden.

Ab- lei- tung	Ort	Erfasster Bereich
V_1	4. ICR parasternal rechts	Vorderwand vom rechten und linken Ventrikel
V_2	4. ICR parasternal links	Vorderwand vom rechten und linken Ventrikel
V_3	zwischen V_2 und V_4 auf der 5. Rippe	Vorderwand vom linken Ventrikel
V_4	5. ICR in der Medio- klavikularlinie	Vorderwand vom linken Ventrikel
V_5	5. ICR in der vorderen Axillarlinie	linke Lateralwand
V_6	5. ICR in der mittleren Axillarlinie	linke Lateralwand

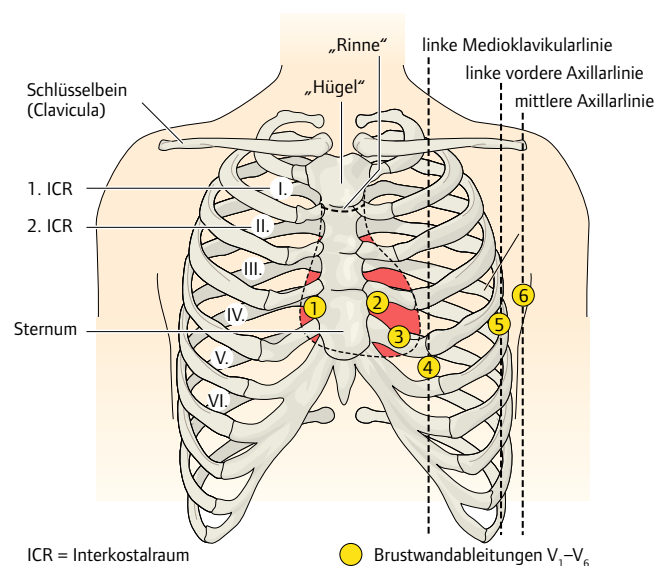


Abb. 1: Lage der Ableitungen aus ventraler Sicht

12-Kanal-EKG

Sechs Extremitätenableitungen und sechs Brustwandableitungen ergeben zusammen das 12-Kanal-EKG, das eine umfassende Sicht auf die elektrische Herzaktivität ermöglicht. Indiziert ist die Verwendung des 12-Kanal-EKGs immer, wenn die Symptomatik auf eine kardiale Ursache hinweist, wie z. B. Thoraxschmerz, ACS, Herzrhythmusstörungen, Synkope, Bauchschmerz.

Durch Umkleben der Elektroden können die erweiterten Ableitungen V_7 – V_9 sowie die rechtsthorakalen Ableitungen Vr_3 – Vr_6 abgeleitet werden.

Die Anlage eines 12-Kanal-EKGs kann für Patienten unangenehm sein, greift sie doch in die Intimsphäre ein. Der Oberkörper muss entblößt werden, die Unterwäsche dazu geöffnet oder verschoben werden. Ein BH kann beim Aufkleben häufig stören und sollte abgelegt werden.

Ausgeprägte Brustbehaarung minimiert die Kontaktfläche der Elektroden. Sie sollte wenn nötig stellenweise rasiert werden. Der Notfallsanitäter sollte immer darauf achten, die Elektroden korrekt zu positionieren. Ein Fehlpositionieren, um die Intimsphäre zu wahren, kann zu Fehlinterpretationen des EKGs führen.

EKG-Filter

Ein EKG erfasst elektrische Schwingungen in einer Bandbreite von 0,05–150 Hz. Geringere Bandbreite würde das vollständige Erfassen der Erregungsausbreitung und Erregungsrückbildung erschweren. Andere elektrische Geräte arbeiten ebenfalls in dieser Bandbreite. Damit Computermonitore oder Beatmungsgeräte die EKG-Erfassung und -auswertung nicht durch Artefakte beeinflussen, werden Filter verwendet.

Sie unterdrücken die Aufzeichnung artifizieller Schwingungen im jeweiligen Hz-Bereich. In Europa liegt der normale Netzstrom bei 50 Hz. EKGs haben deshalb immer einen 50-Hz-Filter integriert.

ZUM WEITERDENKEN



Das Stromnetz der Deutschen Bahn hat 16,7 Hz. Die kardiale Erregungsausbreitung weist ähnliche Schwingungen auf. Daher können diese Frequenzen nicht herausgefiltert werden. Es ist oftmals nicht möglich, in der Nähe von Bahnschienen mit Stromnetz eine Asystolie zu erfassen.

Es existieren Fallberichte über Artefakte von Pulsuhren bei Sportlern, welche schnell mit einem Schrittmacherspike verwechselt werden können.

Bei einigen EKGs besteht die Möglichkeit, zusätzliche Filter zu aktivieren. Ein zusätzlicher EKG-Filter kann zu pathologischen EKG-Befunden führen. Zum Vergleich muss in diesen Fällen daher immer ein EKG ohne Filter geschrieben werden. Im Zweifelsfall sollte auf die Verwendung eines Filters verzichtet und Artefakte in Kauf genommen werden. Die Verwendung eines Filters muss auf einem EKG-Ausdruck vermerkt werden.

EKG-Lineal und -Zirkel

Ein EKG-Lineal kann die Interpretation eines EKGs vereinfachen. Durch aufgetragene Skalen können die Herzfrequenz und die Amplitudengröße abgelesen werden. Das einfachste EKG-Lineal besteht aus einem Zettel und einem Stift, mit dem die Abstände von QRS-Komplexen markiert und anschließend mit weiteren RR-Abständen verglichen werden. Dazu wird ein Zettel mit der Oberkante auf die zwei R-Zacken gelegt und diese auf dem Zettel markiert. Nun kann der Zettel nach rechts oder links verschoben werden, um das regelmäßige RR-Intervall zu überprüfen.

Ein Zirkel kann genutzt werden, um die Regelmäßigkeit der EKG-Ausschläge zu bestimmen. Häufig sind Unregelmäßigkeiten mit bloßem Auge schwer zu erkennen.



Abb. 1: EKG-Lineal

Schrittmacher-EKG und implantierter Cardioverter-Defibrillator (ICD)

Besondere EKG-Bilder ergeben sich bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachern (Pacer). Sie werden bei Patienten mit Störungen der Erregungsbildung und des Erregungsleitungssystems eingesetzt, um eine stabile Hämodynamik zu gewährleisten. Das Myokard wird durch elektrische Impulse gereizt und kontrahiert.

Neben der Übernahme oder Unterstützung der Herzstimulation bieten einige Schrittmacher die Möglichkeit, Arrhythmien aufzuzeichnen (Event-Recorder). Ein Schrittmacher besteht aus dem batteriebetriebenen Impulsgeber und einer oder mehreren Elektroden im Myokard. Die Implantation des Schrittmachers erfolgt subkutan kaudal der Klavikula, meist auf der linken Seite, selten rechtsseitig. Bei schlanken Patienten können ein implantierter Schrittmacher und ICD häufig subkutan palpirt werden oder sie fallen durch eine Wölbung der Haut auf.

Der international gebräuchliche NBG-Code dient dem Überblick über die Funktionsart von Schrittmachern. In den meisten Fällen werden nur die ersten drei Stellen zur Codierung verwendet.

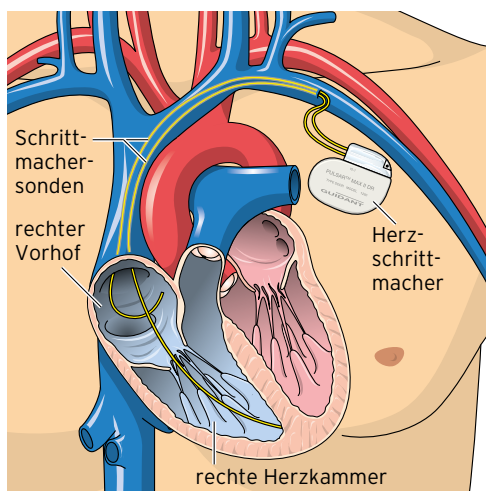


Abb. 1: Implantierter Schrittmacher

Arrhythmie › S. 411

NBG-Code

North American Society for Pacing and Electrophysiology
British Pacing and Electrophysiology Group
Generic Pacemaker Code

1. Stelle	2. Stelle	3. Stelle	4. Stelle	5. Stelle
Stimulationsort	Registrierungsort	Betriebsart	Frequenzadaption	multifokale Stimulation
0 (keiner)	0 (keiner)	0 (keiner)	0 (keiner)	0 (keiner)
A (Atrium)	A (Atrium)	T (I)gtriggert)	R (adaptiv)	A (Atrium)
V (Ventrikel)	V (Ventrikel)	I (I)nhibiert)		V (Ventrikel)
D (Dual A+V)	D (Dual A+V)	D (Dual T+I)		D (Dual A+V)
S (Single A/V)	S (Single A/V)			

Tab. 1: Funktionsoptionen von Schrittmachern gemäß NBG-Code

Die elektrische Stimulation führt im EKG zu sogenannten Schrittmacher-Spikes; senkrechte Linien im EKG, auf die Potenzialveränderungen des Myokards folgen (Vorhof- und/oder Kammerkomplexe, ›Abb. 1–3, S. 348).

Bei Unklarheit über die Funktionsweise eines Schrittmachers hilft ein Blick in den Schrittmacherausweis des Patienten. In seltenen Fällen ist die Funktion des Schrittmachers gestört, z. B. bei Frequenzanpassungsstörungen, Dislokation der Stimulations- elektrode nach einem Sturz oder starken Magnetfeldern, wie bei einer Untersuchung im MRT. Sollte ein Patient mit implantiertem Schrittmacher einen Kreislaufstillstand erleiden, sollten die Defibrillationselektroden 8 cm vom Schrittmacher entfernt aufgeklebt werden. Die Elektroden des implantierten Schrittmachers könnten sonst die elektrischen Ströme der Defibrillation intrakardial weiterleiten und dort zur Zerstörung von Herzgewebe führen. Ein linksseitig implantierter Schrittmacher stellt keine Probleme da, bei einem rechtsseitig implantierten Schrittmacher sollten die Defibrillationselektroden in der anterior-posterioren Variante aufgeklebt werden.

triggern

engl. to trigger = auslösen, veranlassen

inhibieren

lat. inhibere = aufhalten, hindern

Elektrodenposition

› S. 805

Schrittmacher-Spikes im EKG

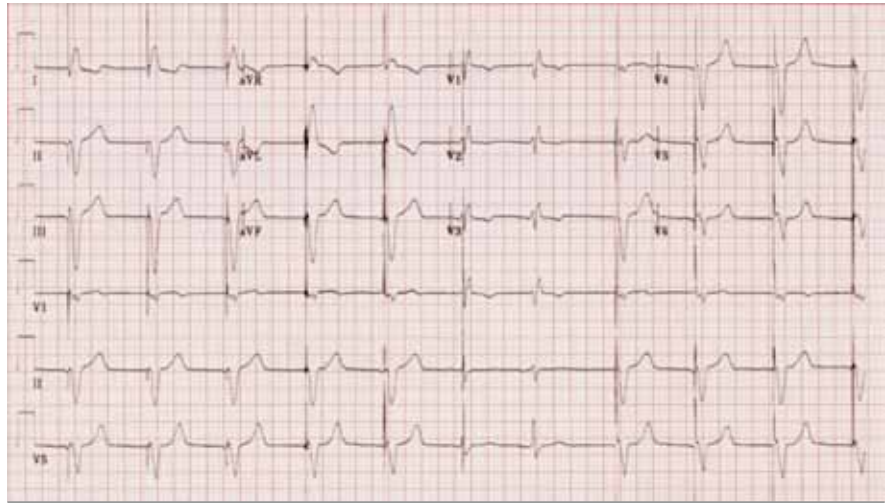


Abb. 1: VVI-Modus: Stimulation im Ventrikel, Registrierung einer R-Zacke im Ventrikel. Inhibition (Unterdrückung) bei Eigenaktion

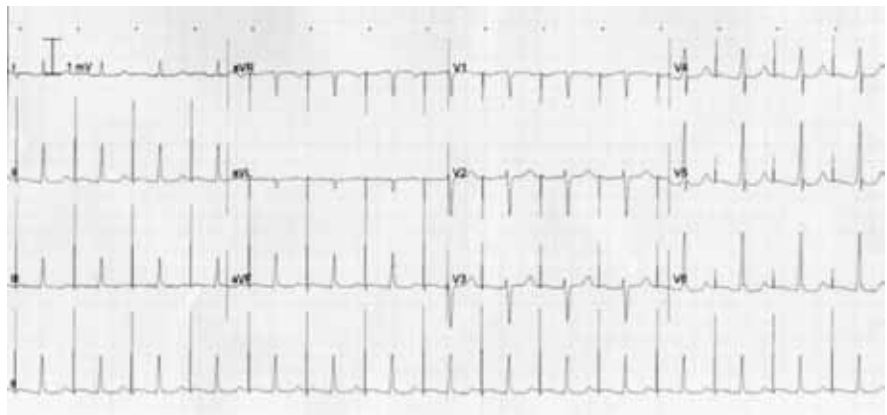


Abb. 2: AAI-Modus: Stimulation im Atrium, Registrierung im Atrium, Inhibition bei Eigenaktion



Abb. 3: DDD-Modus: Stimulation in Atrium und Ventrikel, Registrierung in Atrium und Ventrikel, Inhibition und Triggerung (dauerhafte Impulsabgabe)

Ein **implantierter Cardioverter-Defibrillator** (ICD) ähnelt einem implantierten Schrittmacher und wird ebenfalls unterhalb der Klavikula implantiert. Seine Hauptfunktion ist es, bei einer ventrikulären Tachykardie oder Kammerflimmern eine automatische Defibrillation durchzuführen. Einige ICD haben weitere Funktionen und können lebensbedrohliche von nicht-lebensbedrohlichen ventrikulären Tachykardien unterscheiden. Bei einer Bradykardie können sie außerdem als Schrittmacher fungieren. Auch hier muss auf die Klebeposition der Defibrillationselektroden geachtet werden.

Mithilfe von Magneten können Schrittmacher und ICD je nach Hersteller ausgeschaltet oder in einen Standardmodus versetzt werden. Diese Maßnahme ist dem Notarzt vorbehalten.

AUFGABEN



1. Nennen Sie mögliche Ursachen für eine fehlerhafte Pulsoximetriemessung.

2. Welche Phasen der Atmung werden durch die vier Abschnitte des Kapnogramms dargestellt?

3. Erläutern Sie das Vorgehen bei der Blutzuckerbestimmung.

4. In welchen Fällen sollte die Körpertemperatur gemessen werden?

5. Beschreiben Sie mit eigenen Worten die Entstehung des Korotkow-Geräusches.

6. Nennen Sie die notwendigen Elektroden und ihre Position für die Ableitung: I, II, III, aVR, aVL, aVF.

7. Erklären Sie den Begriff reziprok. Nennen Sie die sich reziprok verhaltenden Ableitungen.


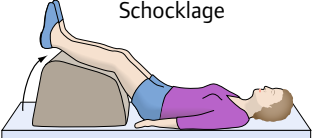
8. Werten Sie verschiedene EKG-Kurven mithilfe eines EKG-Lineals aus und erläutern Sie Ihre Ergebnisse.

9. Sie werden zu einem bewusstlosen Patienten gerufen. Unter seinen Papieren findet sich auch ein Schrittmacherausweis. Worauf müssen Sie achten?

4.5 Behandeln mit einfachen Mitteln

4.5.1 Lagerung/Positionierung


Die korrekte Lagerung eines Patienten spielt eine bedeutende Rolle in der Rettungsmedizin. Neben der Lagerung während des Transports eines Patienten ist sie auch bei der Versorgung wichtig. Es werden mehrere Lagerungsarten unterschieden:

Lagerungsart	Beschreibung
stabile Seitenlage 	Die stabile Seitenlage dient dazu, eine partielle oder vollständige Atemwegsverlegung zu verhindern. Der überstreckte Kopf (Reklination) öffnet die Atemwege. Von Ösophagus zum Mund wird eine abschüssige Bahn geschaffen. Regurgitierter Mageninhalt läuft so aus dem Mund ab. Aspirationsgefahr wird minimiert. Die stabile Seitenlage sollte bei jedem Patienten mit Bewusstseinsbeschränkung und suffizienter Eigenatmung durchgeführt werden. Wirbelsäulenverletzung stellt eine relative Kontraindikation dar. Bei Thoraxverletzungen sollte der Patient auf die verletzte Seite gelagert werden, um eine uneingeschränkte Funktion der intakten Seite zu erhalten.
Schocklage 	Die Schocklage dient zur hämodynamischen Unterstützung bei relativem oder absolutem Volumenmangel, z. B. vasovagale Synkope oder hämorrhagischer Schock. In Rückenlage werden die Beine des Patienten erhöht gelagert. Sie sollte bei kardial bedingter Hypotonie nicht durchgeführt werden. Die erhöhte Vorlast belastet das Herz zusätzlich.

ZUM WEITERDENKEN



Der Effekt der Schocklage auf die Hämodynamik von Notfallpatienten ist umstritten. Sie stellt trotzdem noch immer in der Basistherapie eine probate Methode der Kreislaufstabilisierung dar.

Extremitätenflachlagerung	Bei venösen Verschlüssen muss die betroffene Extremität flach gelagert werden. Hochlagerung würde den venösen Rückstrom fördern, es bestünde die Gefahr einer Lungenarterienembolie. Tieflagerung erhöht den Druck auf den Verschluss und führt zu Schmerzen. Die betroffene Extremität sollte unterpolstert werden. Bei Frakturen wird die betreffende Extremität ebenfalls neutral flach gelagert, wenn möglich.
Extremitätentieflagerung	Kommt es zu einem arteriellen Verschluss einer Extremität, sollte diese tief gelagert werden. Der erhöhte Druck auf das ischämische Gewebeareal soll eine Minimaldurchblutung durch Kollateralkreisläufe ermöglichen. Häufig kommt bei dieser Lagerung zur Schmerzzunahme.
Oberkörperhochlage 	Bei Patienten mit Atemnot oder kardial bedingtem Notfall wird der Oberkörper erhöht gelagert, sitzend auf dem Stuhl oder halbsitzend auf der Trage oder im Bett. Dadurch wird die Herzvorlast gesenkt, was zu einer verminderten Belastung des Herzens führt. Außerdem ermöglicht die Lagerung den besseren Einsatz der Atemhilfsmuskulatur und des Zwerchfells.
30°-Hochlage	Patienten mit einem Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma oder erhöhtem Hirndruck anderer Genese werden mit erhöhtem Oberkörper gelagert, sofern keine Immobilisation erforderlich ist und der Patient bei Bewusstsein ist. Das Kopfteil der Trage sollte dabei um 30° angewinkelt werden. Weitere Erhöhung kann zu zerebraler Minderperfusion führen.

HINWEIS



Bei bestehender Hemiparese, die es dem Patienten erschwert, seinen Kopf selbstständig zu halten, wirkt eine Zervikalstütze stabilisierend. Es werden so ein kontinuierlicher venöser Abfluss aus dem Kopf und nachfolgend ein stabiler Hirndruck erreicht. Ein gekippter Kopf kann den venösen Abstrom behindern und zu erhöhtem Hirndruck führen.

Bauchdecken-entspannende Lage	Beim Leitsymptom Abdominalschmerz kann das Anwinkeln der Beine und Beugung im Oberkörper schmerzlindernd wirken (Embryonalhaltung/Schonhaltung). Häufig wird diese Lage vom Patienten selbst eingenommen.
Fritsche-Lagerung	Bei postpartalen Blutungen überkreuzt die Patientin ihre ausgestreckten Beine und der Genitalbereich wird durch eine sterile Wundvorlage abgedeckt. Ziel ist, eine äußere Tamponade zu schaffen und den Geburtskanal zu verengen. Die Lagerung kann auch bei anderen vaginalen Blutungen angewandt werden.
Linksseitenlage	Bei Schwangeren im dritten Trimenon kann das Ungeborene in Rückenlage oder Rechtsseitenlage die rechts neben der Wirbelsäule verlaufende Vena cava inferior komprimieren und den Rückfluss zum Herzen beeinträchtigen (VCCS). Es kommt zum obstruktiven Schock. Schwangere werden daher spätestens ab dem dritten Trimenon durch den Notfallsanitäter immer in Linksseitenlage transportiert.

Auf Lagerungen, die vom Patienten als unangenehm empfunden werden, sollte wann immer möglich verzichtet werden.

VCCS › S. 637

Schock › S. 421

4.5.2 Verabreichen von Sauerstoff

Sauerstoff ist lebenswichtig. Kommt es zu Sauerstoffmangel (Hypoxie), können Organe ihre Funktionen nicht mehr erfüllen; Zellen sterben ab (Nekrose). Beim Gesunden ist die Sauerstoffkonzentration von 21 % in der Einatemluft ausreichend. Stress, Angst, Belastung und Schmerz können den Sauerstoffbedarf deutlich steigern. Bei Patienten mit Atemnot ist die Sauerstoffaufnahme oder -abgabe durch kardiale, respiratorische oder metabolische Defizite beeinträchtigt. Viele Notfallpatienten benötigen zusätzlichen Sauerstoff. Er wird in Sauerstoffflaschen mit angeschlossener Druckminderer und Möglichkeit zum Einstellen der Durchflussrate bevorratet.

ZUM WEITERDENKEN



Sauerstoff kann in hohen Konzentrationen gewebetoxisch wirken (Radikalbildner). Dies spielt jedoch vorrangig eine Rolle in der Tauchmedizin und sollte keinen Notfallsanitäter davon abhalten, Patienten mit Atemnot Sauerstoff zu verabreichen. Das gilt auch für Patienten mit COPD.

COPD › S. 450

Verabreichungsformen

Sauerstoffbrille

Die Sauerstoffbrille wird bei Patienten mit geringem, aber stetigem Sauerstoffbedarf eingesetzt. Zur Therapie von Notfallpatienten eignet sie sich nicht.

BEISPIEL



Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen, z. B. COPD, besitzen oftmals ein Heim-sauerstoffgerät mit Sauerstoffbrille für die dauerhafte Anwendung.

Die maximale Durchflussrate, die über eine Sauerstoffbrille appliziert werden kann, beträgt 6 l/min. Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration erhöht sich dabei auf eine maximale FiO_2 von 0,4. Das ist im Notfall zu wenig. Die Verabreichung von 2 l/min Sauerstoff verbessert in der Dauerwendung bei chronischen Lungenerkrankungen die Lungendurchblutung.

HINWEIS



In der Raumluft befindet sich dauerhaft eine FiO_2 von 0,21, dies entspricht einem prozentualen Anteil von 21 % reinem Sauerstoff.



Abb. 1: angelegte Sauerstoffbrille

FiO_2
inspiratorischer Sauerstoffanteil (Fraction of inspired Oxygen)



Abb. 1: Sauerstoffmaske

Sauerstoffmaske

Sauerstoffmasken werden zur hochdosierten Sauerstoffapplikation genutzt. Es wird zwischen Sauerstoffmasken mit Reservoir und Nichtrückatemventil und Masken ohne Reservoir unterschieden. Bei Reservoirmasken füllt sich dieses während der Expiration durch den kontinuierlichen Sauerstofffluss. Während der Inspiration wird der gesammelte Sauerstoff eingeatmet. Das Nichtrückatemventil verhindert das Füllen des Reservoirs während der Expiration durch die sauerstoffärmere Ausatemluft. Dank der hohen Durchflussrate von bis zu 15 l/min und dem Reservoir kann eine FiO_2 von nahezu 1,0 erreicht werden. Masken ohne Reservoir erreichen bei gleicher Durchflussrate eine FiO_2 von 0,6.

Das Reservoir muss vor der Anlage vollständig gefüllt sein. Die Maske wird mit einem Sauerstoffschlauch mit dem Druckminderer verbunden und das Sauerstoffeinlassventil so lange zugehalten, bis sich das Reservoir gefüllt hat. Die Maske wird auf das Gesicht des Patienten gesetzt und mit einem elastischen Halteband fixiert. Anschließend wird es rechts und links der Maske straffgezogen und der Nasenbügel mit leichtem Druck an die Nase angepasst.

HINWEIS



Die Verwendung einer Sauerstoffmaske bedarf einer Durchflussrate von mindestens 6 l/min. Es besteht sonst die Gefahr von Rückatmung der Expirationsluft.

Umgang mit Sauerstoff, Sauerstoffflaschen und Sauerstoffgeräten

Sauerstoff ist ein lebenswichtiges Gas und das am häufigsten applizierte Medikament der Notfallmedizin. In Druckflaschen mit bis zu 200 bar wird es in tiefkalt verflüssigter Form gelagert: Der Umgang birgt jedoch auch Gefahren: Sauerstoff ist stark brandfördernd, Fette und Öle als brennbare Stoffe können sich durch Kontakt mit Sauerstoff spontan selbst entzünden, es besteht Verbrennungsgefahr für den Anwender.

HINWEIS



Eine besondere Gefahr geht bei der Verwendung von Sauerstoff während einer Defibrillation oder Kardioversion in geschlossenen Räumen aus, es kann zur Brandentwicklung kommen. Während der Defibrillation sollte der Sauerstoff möglichst weit vom Patienten entfernt werden, um einen direkten Kontakt mit den Elektroden zu verhindern.

HINWEIS



Sauerstoff hat im tiefkalt verflüssigten Zustand eine Temperatur von $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bei Hautkontakt kann es dadurch zu Erfrierungen kommen. Insbesondere die Augen sollten daher unbedingt vor Kontakt geschützt werden.

Beim Umgang mit medizinischem Sauerstoff muss beachtet werden:

Niemals	Immer
<ul style="list-style-type: none"> – ohne Schulung oder Einweisung mit Sauerstoff arbeiten – Sauerstoff ohne Nutzung in geschlossenen Räumen ausströmen lassen – mit undichten Sauerstoffgeräten arbeiten – durch Öl oder Fett verunreinigte Kleidung tragen – mit öl- oder fettverschmutzten Händen an Sauerstoffflaschen hantieren – in der Nähe von Sauerstoffgeräten rauchen – medizinischen Sauerstoff als Brandbeschleuniger nutzen – Kleber (z.B. Pflasterstreifen) in den Kontakt mit Sauerstoff bringen 	<ul style="list-style-type: none"> – Handschuhe tragen – Dichtigkeit der Sauerstoffgeräte überprüfen – Kleidung nach der Verwendung von Sauerstoff gründlich lüften – Ventile und Verschlüsse langsam öffnen – nach Nutzung alle Ventile schließen – nach Verschließen der Flasche Druck aus dem Druckminderer entlasten

Sauerstoffflasche

Sauerstoffflaschen haben vor Gebrauch einen Innendruck von 200 bar. Im Rettungsdienst werden meist Flaschen mit 2 l und 10 l Inhalt verwendet. Mittels einer Umrechnungshilfe lässt sich daraus der verfügbare Sauerstoff und damit der zeitliche Rahmen berechnen, für den der Sauerstoff zur Versorgung des Patienten noch ausreicht.

HINWEIS



Flaschendruck x Flaschenvolumen = verfügbarer Sauerstoff in Litern.

Verfügbarer Sauerstoff in Litern : Applikationsmenge in l/min = zeitlicher Rahmen.

BEISPIEL



Frau Radebeul hat eine Lungenarterienembolie und erhält bei vorhandener Spontanatmung 15 l O₂. Der Sauerstoffflaschendruck beträgt 120 bar, das Flaschenvolumen 2 l. Zur Versorgung der Patientin mit Sauerstoff bleiben noch 16 Minuten, bevor die Sauerstoffflasche vollständig geleert ist:

120 bar x 2 l = 240 240 l : 15 l/min = 15 min

Sauerstoffflaschen sind nach DIN EN 1089-3 immer weiß und mit zwei schwarzen „N“ gekennzeichnet. Das N symbolisiert die Einordnung der Flasche nach DIN. Beim Umgang mit Sauerstoffflaschen ist zu beachten:

- Sauerstoffflaschen nur mit nach DIN EN ISO 10524-3 zugelassenen Druckminderern verwenden.
- Bei Anschluss eines Druckminderers dürfen nur Originalteile verwendet werden.
- Ventile von Sauerstoffflaschen nur mit der Hand bedienen.
- Sauerstoffflaschen müssen gegen Umfall und Sturz gesichert werden.
- Während der Fahrt müssen Sauerstoffflaschen so gesichert werden, dass sie nicht verrutschen können.
- Sauerstoffflaschen nicht mit brennbaren Laschen sichern.
- Sauerstoffflaschen vor einer Erwärmung über 50 °C schützen.
- Kennzeichnungen dürfen nicht entfernt werden.
- Beschädigte Sauerstoffflaschen dürfen nicht verwendet werden.
- Sauerstoffflaschen nur öffnen, wenn Sauerstoff benötigt wird.
- Keine verschmutzten Handschuhe oder Tücher verwenden.
- Immer in beiden Händen tragen und nicht werfen.

Bei der Verwendung von Sauerstoffgeräten müssen das Gerät sowie alle Armaturen und Ventile für Sauerstoff immer öl- und fettfrei gehalten werden. Der Kontakt mit Salben oder Gels ist genauso zu vermeiden wie das Beschmieren von Ventilen und Anschlüssen mit Fett oder Öl. Verunreinigte Geräte müssen unverzüglich mit geeigneten Lösungsmitteln entfettet werden. Niemals dürfen für die Arbeit an Sauerstoffgeräten verschmutzte Handschuhe oder Tücher benutzt werden, es besteht Brandgefahr.

Druckminderer

Ziel eines Druckminderers ist es, den austretenden Sauerstoff aus einer Sauerstoffflasche auf den Umgebungsdruck zu senken und die gewünschte Sauerstoffabgabe pro Minute (Sauerstoffflow) einzustellen. Zur Einstellung des Flows befindet sich am Druckminderer ein Ventil, das manuell bedient und mit dem meist stufenweise ein Sauerstoffflow zwischen 1–15 l/min eingestellt werden kann. Technisch werden dabei einstufige und zweistufige Modelle unterschieden. Bei einem einstufigen Modell wird der Sauerstoffinnendruck der Flasche im ersten Schritt auf etwa 0,5 bar abgesenkt, bevor er im zweiten Schritt auf den Umgebungsdruck gesenkt wird. Bei einem einstufigen Modell geschehen beide Vorgänge gemeinsam. Der Druckminderer ist dadurch etwas leichter, die Druckregulation jedoch weniger konstant. Für die Bedienung eines Druckminderers gelten die gleichen Hinweise wie für die Verwendung von Sauerstoffgeräten jeglicher Art.



Abb. 1: Sauerstoffflasche

4.5.3 Methoden des einfachen Atemwegsmanagements

Wenn die Atemwege verlegt sind, eine Verlegung vermutet wird oder droht, müssen diese freigemacht und freigehalten werden. Hierfür stehen verschiedene Handgriffe und Hilfsmittel zur Verfügung.

Kopf überstrecken und Kinn anheben

Eine Hand wird auf die Stirn des Patienten gelegt, der sich in Rückenlage befindet. Mit der aufgelegten Hand wird der Kopf des Patienten langsam überstreckt (Reklination). Parallel zum Überstrecken wird die andere Hand unter das Kinn des Patienten gelegt und dieses angehoben. Alternativ kann der Kopf des Patienten mit einem Arm umschlungen, die Hand an das Kinn geführt und so mit nur einem Arm der Kopf rekliniert werden. Die Finger der zweiten Hand können parallel zum Tasten des Pulses an der A. carotis genutzt werden.

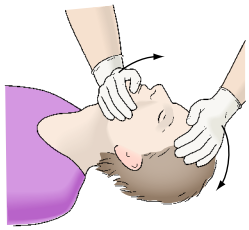


Abb. 1: Überstrecken des Kopfes

Bei Patienten mit Verdacht auf eine Verletzung der Halswirbelsäule sollte die Maßnahme vermieden werden. Das Überstrecken der Halswirbelsäule kann zur Schädigung führen.

BEISPIEL



Der Rettungsdienst wird zu einem bewusstlosen 67-jährigen Mann gerufen. Herr Yilmaz liegt auf dem Rücken im Bett, reagiert weder auf Ansprache noch auf Schmerzreiz und wird von den Notfallsanitätern bei AVPU unter U eingestuft.

Um die Atmung zu überprüfen, wird der Kopf rekliniert. Ein schnarchendes, brodelndes Atemgeräusch ist hörbar bei einer Atemfrequenz von 6/min.

AVPU › S. 318

Esmarch-Handgriff

Das Verschieben des Unterkiefers stellt eine alternative Technik zum Überstrecken des Kopfes dar. Der Notfallsanitäter kniet hinter dem Patienten und legt die Daumen beider Hände auf das Kinn des Patienten. Zeigefinger und restliche Finger werden an den Kieferwinkel gelegt. Mit den Daumen wird der Mund durch das Verschieben des Unterkiefers fußwärts geöffnet. Mit dem Zeigefinger und restlichen Fingern wird ein Zug nach oben durchgeführt. Parallel dazu wird der gesamte Kopf überstreckt. Neben dem initialen Öffnen der Atemwege dient der Esmarch-Handgriff auch zum weiteren Offenhalten der Atemwege im Zuge des Einsatzes.

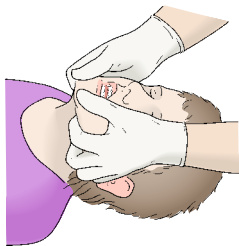


Abb. 2: Esmarch-Handgriff

Bei Patienten mit Wirbelsäulenverletzung wird der modifizierte Esmarch-Handgriff angewandt. Dabei wird der Kopf nicht überstreckt, sondern ausschließlich der Unterkiefer fußwärts und nach oben geführt. Parallel dazu kann der Notfallsanitäter den Kopf mit seinen Knien stabilisieren oder die Immobilisation durch einen Kollegen durchführen lassen.

BEISPIEL



Der Notfallsanitäter kniet sich hinter den Patienten und öffnet mit dem Esmarch-Handgriff den Mund, das Schnarchen nimmt daraufhin merklich ab.

Kreuzgriff

Der Kreuzgriff dient nicht zum Freimachen der Atemwege, sondern lediglich zum Öffnen des Mundes. Daumen und Zeigefinger einer Hand werden an Unter- und Oberkiefer angelegt, sodass sich die beiden Finger kreuzen. Um den Mund zu öffnen, wird mit beiden Fingern Druck auf den jeweiligen Kiefer ausgeübt. Der Griff eignet sich zum Einführen von Hilfsmitteln der Atemwegssicherung.

Freimachen der Atemwege

Sollte Erbrochenes oder ein Fremdkörper die Atemwege eines bewusstlosen oder bewusstseinsgetrübten Patienten verlegen, müssen diese vor allen weiteren Maßnahmen entfernt werden. Hierfür stehen mehrere Methoden zur Verfügung.

Digitales Ausräumen

Das digitale Ausräumen des Mundes ist die einfachste Methode. Der Patient befindet sich dafür meist in Seitenlage. Befindet er sich in Rückenlage, muss der Kopf gedreht werden, bei Verdacht auf Wirbelsäulenverletzung der gesamte Patient. Mithilfe des Kreuzgriffs oder Esmarch-Handgriffs wird der Mund geöffnet. Zum Sichern des geöffneten Mundes drückt der Daumen einer Hand die Wange zwischen die äußeren Zahnreihen. Mit der anderen Hand beginnt der Notfallsanitäter, mit dem behandschuhten Finger (digital) die Fremdkörper aus dem Mundraum herauszuräumen. Diese Maßnahme darf aus Eigenschutz und wegen der Gefahr plötzlichen Erbrechens nur bei Patienten durchgeführt werden, die keine Schutzreflexe haben. Das Auswischen des Mundraums ohne Sichtkontrolle (blindes Auswischen) ist zu unterlassen. Besonders bei Kindern kann es dabei zu Schleimhautreizungen kommen, welche die Atemwege verengen können.

BEISPIEL



Bei der Inspektion des Mundraumes erkennt der Notfallsanitäter Erbrochenes. Der Kopf des Patienten wird zur Seite gedreht und das Erbrochene ausgeräumt.

Magill-Zange

Die Magill-Zange ist eine abgewinkelte Zange und dient zum Ergreifen von Fremdkörpern, besonders im Rahmen eines Bolusgeschehens der oberen Atemwege. Die Zange ist am Ende aufgeraut und verbreitert, was das Greifen erleichtert. Der Mundraum wird mithilfe des Esmarch-Handgriffs geöffnet und durch seitliches Eindrücken der Wange zwischen die seitliche Zahnreihe offen gehalten. Alternativ steht der Kreuzgriff zur Verfügung. Unter Sicht kann nun der Fremdkörper gegriffen und entfernt werden. Die abgewinkelten Greifarme ermöglichen das Entfernen von Fremdkörpern unter laryngoskopischer Sicht. Blindes Greifen muss unterlassen werden. Bei unsachgemäßer Anwendung kann es zu Verletzungen der Atemwege oder lebensbedrohlichen Schwellungen kommen.

Fremdkörperaspiration

› S. 447

HINWEIS



Bei Kindern sollte auf Manipulationen an den Atemwegen wann immer möglich verzichtet werden.



Abb. 1: Ausräumen des Mundes



Abb. 2: Einsatz der Magill-Zange



Abb. 1: Absauggerät

endotracheales Absaugen

› S. 790

Charrière (CH)

Maßeinheit für den Außendurchmesser einer Kanüle oder eines Katheters in der Medizin
1 CH = 1/3 mm

Absaugen

Sekret, Erbrochenes oder Blut können aus den Atemwegen nasal oder oral abgesaugt werden. Dabei wird zwischen dem nichtinvasiven Absaugen von Mund- und Rachenraum und dem endotrachealen Absaugen (invasives Absaugen) unterschieden.

Eine Absaugpumpe sollte bei jedem bewusstlosen oder bewusstseingetrübten Patienten einsatzklar bereitstehen. Im Rettungsdienst werden zwei verschiedene Arten von Absaugpumpen verwendet:

- elektrisch betriebene Absaugpumpen
- mechanische Absaugpumpen

Elektrische Absaugpumpen werden mobil über einen Akku oder über externe Stromversorgung betrieben. Sie bestehen aus

dem Gerät mit eingebautem Motor, einem Sammelbehälter und Absaugschlauch. An den Schlauch wird ein Fingertip angeschlossen. Er dient als Konnektor für den Absaugkatheter und als Ventil zur manuellen Unterdrucksteuerung. An der Pumpe wird der gewünschte Unterdruck eingestellt. Er liegt herstellerabhängig bei maximal etwa -0,8 bar. Dies entspricht einem Flow von 20 l/min.

Bei **mechanisch betriebenen Absaugpumpen** muss mit Fuß oder Hand Unterdruck aufgebaut werden. Auch hier wird über einen Adapter der eigentliche Absaugkatheter mit dem Gerät verbunden.

Die Länge des Katheters ist abhängig von der Absaugtechnik und variiert zwischen 51 und 60 cm. Die nasale Absaugung erfordert eine Länge von Nasenspitze bis zum Ohrläppchen, die orale Absaugung von Mundwinkel bis Ohrläppchen. Der Durchmesser liegt zwischen 5 und 20 Charrière und ist anhand einer Farbskala ablesbar.

CH	CH 5	CH 6	CH 8	CH 10	CH 12	CH 14	CH 16	CH 18	CH 20
Farbe	grau	hellgrün	blau	schwarz	weiß	grün	orange	rot	gelb
Durchmesser (mm)	1,7	2,0	2,7	3,3	4,1	4,7	5,3	6,1	6,6

Einige Katheter sind am Ende abgerundet (atraumatische Katheter). Dadurch sollen versehentliche Verletzungen der Schleimhäute vermieden werden. Andere besitzen an ihrer Spitze seitliche Öffnungen.

ZUM WEITERDENKEN



Bei besonders viel Sekret kann ein Suction Booster zum Einsatz kommen. Dabei handelt es sich um einen Zusatzbehälter von 250 ml Fassungsvermögen, der zwischen Absaugschlauch und Katheter geschlossen wird.

Der Absaugkatheter wird bei geöffnetem Fingertip (also ohne Unterdruck) langsam vorgeschoben und bei geschlossenem Fingertip (bestehender Unterdruck) zurückgezogen. Das Sekret wird in den Absaugkatheter gesogen und im Sammelbehälter aufgefangen.

Beim Absaugen kann es zur Reizung und Verletzung der Schleimhäute in Mund und Nase kommen. Auftretende Blutungen oder Schwellungen können die Atemwege verlegen oder verengen. Reizung der Stimmbänder kann zum Laryngospasmus führen. Ein starker Reiz des N. vagus (anatomischer Verlauf an der Rachenhinterwand) führt zu Bradykardie, Hypotonie bis zur Asystolie. Das nasale Absaugen sollte nicht angewandt werden bei Verdacht auf eine Mittelgesichtsfraktur oder einen Schädelbasisbruch. Bei Frakturen der Siebbeinplatte kann es sonst versehentlich zu intrazerebralem Absaugen kommen.

N. vagus › S.590

Beatmen mit einfachen Mitteln

Eine Beatmung wird notwendig, wenn der Patient nicht oder nur unzureichend selbstständig atmet. Neben der maschinellen Beatmung über Maske (Nichtinvasive Beatmung) oder Tubus (Invasive Beatmung) kann auch vorübergehend mithilfe eines Beatmungsbeutels manuell beatmet werden.



Abb. 1: Beatmungsbeutel mit Maske und Filter

Beatmungsbeutel

Der selbstfüllende Beatmungsbeutel kann an eine Beatmungsmaske, einen Endotrachealtubus oder eine supraglottische Atemwegshilfe konnektiert werden. Wird der Beutel zusammengedrückt, wird der Inhalt über ein Ventil ausgegeben. Beim Loslassen wird die ausgeatmete Luft über ein Einwegventil an die Umgebung abgegeben, der Beutel füllt sich an der Rückseite automatisch mit Frischluft. Wenn kein zusätzlicher Sauerstoff an den Beatmungsbeutel angeschlossen wurde, beträgt die FiO_2 0,21. Er kann auf 0,45 angehoben werden, wenn an das Einlassventil des Beutels Sauerstoff angeschlossen wird. Ein zusätzliches Reservoir hebt die FiO_2 auf bis zu 0,85.

Herstellerabhängig haben Beatmungsbeutel für Erwachsene ein Volumen von 1400–2000 ml. Eine vollständige Beutelentleerung ist bei einer Beatmung daher nicht notwendig (AZV bei Beatmung im Rettungsdienst: ca. 500 ml). Bei der Beatmung ist darauf zu achten, dass der inspiratorische Druck langsam aufgebaut wird. Bei plötzlichem, kraftvollem Beatmen drohen sonst Lungenschädigungen (Barotrauma) bis hin zum Pneumothorax sowie Ventilation und Überblähung des Magens. Um Schutz vor zu hohen Beatmungsdrücken zu bieten, ist bei einigen Beatmungsbeuteln im Bereich des Auslassventils ein Überdruckventil eingebaut. Herstellerabhängig ist dadurch der maximale inspiratorische Druck, der aufgebaut werden kann, begrenzt. Bei einigen Produkten kann dieses Überdruckventil manuell geschlossen werden. Bei Beatmungsbeuteln für Kinder und bei Neonatenbeuteln empfehlen internationale Richtlinien eine Druckbegrenzung auf maximal 45 cm H_2O .

Demandventil

Ein Demandventil besteht aus einem Schlauch mit zwei verschiedenen Ventilen. Der Schlauch wird auf der einen Seite mit einem speziellen Druckminderer verbunden, welcher sich an der Sauerstoffflasche befindet. Die andere Seite wird an den Beatmungsbeutel angeschlossen. Nach dem Öffnen der Sauerstoffflasche versorgt das Demandventil auf Anforderung (engl: demand) den Beatmungsbeutel mit reinem Sauerstoff (Trigger ist der Unterdruck im Beutel) und schließt bei positiven Drücken. Nach der Abgabe von Luft aus dem Beatmungsbeutel wird der Beatmungsbeutel so wieder rasch mit reinem Sauerstoff gefüllt.

Durch die Verwendung eines Demandventils zur Beatmung mit einem Beatmungsbeutel kann eine FiO_2 von 1,0 erreicht werden. Der Sauerstoffverbrauch wird deutlich gesenkt, da er nur auf Anforderung aus der Flasche austritt. Die Anreicherung der Umgebungsluft mit austretendem Sauerstoff, was zu einer erhöhten Brandgefahr z. B. während der Defibrillation führen könnte, wird ebenfalls verringert.

HINWEIS



Es besteht die Möglichkeit, den Schlauch des Demandventils direkt an eine Beatmungsmaske anzuschließen. Bei aufgesetzter Beatmungsmaske und ausreichender Spontanatmung kann der Patient dadurch Luft mit einer FiO_2 von 1,0 atmen.

nichtinvasive
maschinelle Beatmung
› S. 778

invasive maschinelle
Beatmung › S. 779

supraglottische Atem-
wegshilfe › S. 770

Pneumothorax › S. 555

Beatmungsmasken

Beatmungsmasken gibt es in verschiedenen Formen, Materialien und Größen. Um die Beatmung durchzuführen, befindet sich der Notfallsanitäter hinter dem Patienten. Die Maske wird mit dem schmalen Ende über die Nasenwurzel, mit dem breiten Ende über den Mund gelegt. Damit keine Luft bei der Beatmung entweicht, muss die Maske gut abgedichtet werden. Dafür wird der Zeigefinger über das breite Ende der Maske und der Daumen über das schmale Ende gelegt. Dieser Griff wird auch **C-Griff** genannt. Die restlichen drei Finger heben den Unterkiefer an und drücken die Maske an das Patientengesicht. Sie sorgen außerdem für eine leichte Reklination des Kopfes. Dabei muss ein besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, dass die Halsweichteile nicht eingedrückt werden, es drohen sonst Verletzungen und Verlegung der Atemwege.

Reicht die einhändige Kompression mit Daumen und Zeigefinger nicht aus, um die Beatmungsmaske abzudichten, kann auf den **doppelten C-Griff** durch einen Helfer zurückgegriffen werden. Zeigefinger und Daumen beider Hände formen beidseits ein C und pressen die Maske auf das Gesicht. Der Kollege führt die Beatmung durch.



Abb. 1: C-Griff



Abb. 2: Doppelter C-Griff

Freihalten der Atemwege mit Tuben Oropharyngealtubus (Guedel-Tubus)

Bei dem Guedel-Tubus handelt es sich um einen gebogenen Kunststofftubus, der zwischen Zunge und hartem Gaumen positioniert wird. Er zählt zu den supraglottischen Atemwegshilfen und ist in verschiedenen Größen erhältlich. Die passende Größe wird abgemessen, indem die Länge mit der vertikalen Distanz zwischen Schneidezähnen und Kieferwinkel oder zwischen Mundwinkel und Ohr-läppchen abgeglichen wird.



Abb. 3: Guedel-Tubus

Kreuzgriff › S. 354

Esmarch-Handgriff ›
S. 354

Für das Einlegen muss der Mund geöffnet werden (▣ Kreuzgriff, ▣ Esmarch-Handgriff) und frei von Fremdkörpern sein. Der Guedel-Tubus wird anschließend umgekehrt mit der Spitze voran am harten Gaumen entlang in den Mund eingeführt und unter 180°-Drehung vorgeschoben, bis er hinter der Zunge zu liegen kommt. Komplikationen können auftreten, wenn die Zunge beim Vorschieben in den Pharynx gedrückt wird, die Epiglottis das Lumen des Guedel-Tubus verlegt oder die falsche Größe gewählt wurde.

HINWEIS



Der Guedel-Tubus verhindert das Zurücksinken der Zunge und des weichen Gaumens, bietet aber keinen Aspirationsschutz.

Nasopharyngealtubus (Wendl-Tubus)

Der Wendl-Tubus besteht aus weichem verformbarem Kunststoff und ist am Ende angeschrägt. Er wird auch von weniger tief bewusstlosen Patienten akzeptiert.

Die passende Länge wird durch den Abstand zwischen Nasenspitze und Ohrläppchen ermittelt. Ein Erwachsener benötigt meist einen Wendl-Tubus mit einem Durchmesser von 6–7 mm. Vor dem Einlegen des Tubus wird dieser mit wasserlöslichem Gleitmittel befeuchtet. Anschließend wird er mit leichten Drehbewegungen entlang des unteren Nasengangs senkrecht vorgeschoben. Die Biegung des Tubus zeigt dabei nach kaudal.

HINWEIS



Ebenso wie der Guedel-Tubus bietet der Wendl-Tubus keinen Aspirationsschutz, kann die Spontanatmung oder Maskenbeatmung aber erleichtern.

Zusätzlich kann der Esmarch-Handgriff erforderlich sein. Vermieden werden sollte die Anwendung eines Wendl-Tubus bei Patienten mit Mittelgesichtsfrakturen oder Verdacht der Schädelbasisfraktur. Er könnte versehentlich in die Schädelhöhle eingelegt werden. Bei Patienten mit Gerinnungsstörungen oder Antikoagulation kann es bei der Einlage zu starkem Nasenbluten kommen. Zu tiefes Einführen verlegt unter Umständen die Atemwege durch Herabdrücken der Epiglottis.

HINWEIS



Das Lumen von Guedel- oder Wendl-Tubus kann beim Absaugen zum Einführen des Absaugkatheters genutzt werden. Das Vorschieben des Absaugkatheters in die tiefer gelegenen Bereiche der oberen Atemwege ist so einfacher.



Abb. 1: Wendl-Tubus

4.5.4 Verbände und Wundversorgung

Die Wundversorgung im Rettungsdienst erfüllt wichtige Funktionen: **Blutstillung** und **Infektionsschutz**. Die therapeutische Wundversorgung wie Desinfektion und Naht ist nicht Aufgabe des Rettungsdienstes.

Die Priorität der Wundversorgung ist stark abhängig von der Gefahr für den Patienten, die von der Wunde ausgeht. Der Notfallsanitäter sollte sich grundlegend mit unterschiedlichen Verbandmaterialien und Verbandstechniken auskennen.

Die Wahl des richtigen Verbandmaterials zur Wundversorgung ist hierbei ein zentraler Punkt. So reicht bei einer kleinen Schnittwunde ein Wundschnellverband (Pflaster) oder eine fixierte Kompresse aus. Bei größeren und schlecht stillbaren Wunden sollte hingegen ein Verbandpäckchen gewählt werden. Auch bei feuchter oder kaltschweißiger Haut oder wenn die Fixierung der Kompresse aufgrund der anatomischen Lage erschwert ist, sollte auf ein Verbandpäckchen zurückgegriffen werden. Reicht die bloße Fixierung durch dieses nicht aus, kann eine Mullbinde als zusätzliche Fixierung verwendet werden. Neben Wundart und Wundlokalisierung spielt auch die Größe der Wunde eine Rolle.

Unabhängig davon, welches Verbandmaterial verwendet wird, sollte der Notfallsanitäter immer darauf achten, die Wunde vollständig abzudecken. Ist die Wunde nur anteilig bedeckt, kann kein ausreichender Schutz vor eindringenden Keimen und Schmutz geboten werden. Bei großflächigen Wunden (Verbrennungen, Schürfwunden, Ablederungen) spielt dies eine besonders große Rolle.

Verbandpäckchen, Kompressen, Mullbinde, Fixierbinde, Wundschnellverband, Dreiecktuch, Verbandtuch und Heftpflaster existieren in unterschiedlichen Größen und Formen und werden jeweils in einer eigenen DIN genormt. Sie sind Inhalt des Erste-Hilfe-Materials (sogenannter Verbandkasten) und vorgeschrieben für die meisten Kraftfahrzeuge nach § 35h StVZO. Die Bestückung wird durch die DIN 13164 geregelt.

Wundversorgung › S. 546

Verbandmaterial

Es können unterschiedliche Verbandmaterialien genutzt werden:

Kompresse	aus sterilem, saugfähigem Vlies (Mischung aus Viskose und Polyester) oder Mull (Baumwolle oder Viskose); als erste Wundauflage bietet sie Schutz vor weiteren eindringenden Keimen
Mullbinde	unsteriles Verbandmittel zur Fixierung von Kompressen, Kühlpacks und Schienungsmaterial; aus Viskose, Baumwolle oder Polyester
Verbandpäckchen	können zur direkten Wundversorgung genutzt werden; Hauptbestandteil ist eine saugfähige Mullbinde, in die eine Kompresse eingearbeitet ist
Fixierbinde	dient wie die Mullbinde zur Fixierung von Wundauflagen; wird im Rettungsdienst außerdem zur Fixierung einer Schienung oder von Kühlpacks verwendet
Verbandtuch	keimarmes oder steriles Tuch; kann zum Abdecken großer flächiger Wunden (Schürfwunden, Ablederungen etc.), Brüchen oder Verbrennungen genutzt werden, werden in Größen von 50×60 bis 80×120 cm verwendet
Metalline-Verbände	Kompressen, Verbandpäckchen und Verbandtücher, die auf der Patientenseite mit Aluminium bedampft wurden; haben den Vorteil, weniger stark wundverklebend zu sein
Burn-Pack	mehrschichtige Wundauflagen, häufig mit speziellen Gelen versehen; werden in vielen Rettungsdiensten noch vorgehalten, aber von der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin nicht mehr empfohlen
Dreiecktuch	unsteriles dreieckiges Verbandtuch; wird statt einer Mullbinde oder Fixierbinde zur Fixierung einer Kompresse oder eines Verbandtuchs genutzt, außerdem kann es bei Armfrakturen als Trageschleife verwendet werden; wird mit der dünnen Seite um den Hals des Patienten gelegt und verknotet
Wundschnellverband	soll bei einer Hautwunde Schutz vor Krankheitserregern, mechanischer Belastung, Schmutz und Austrocknung bieten, der Prozess der Wundheilung wird dadurch weniger gestört und das Infektionsrisiko gesenkt; besteht aus einer Auflagefläche, die saugfähig und oft antibakteriell beschichtet ist, sowie zwei seitlichen Klebeflächen
Heftpflaster	kann zur Fixierung von Verbänden und Kompressen verwendet werden; auch Venenverweilkanülen und Infusionssysteme können mit einem Heftpflasterstreifen zusätzlich fixiert werden; werden als Rolle mitgeführt, von der ein Streifen in gewünschter Länge abgerissen wird
Schlauchverband	besteht aus elastischem, schlauchförmigem Material; kann beispielsweise über Extremitäten und den Kopf eines Patienten gezogen werden und so eine darunter liegende Kompresse oder einen Verband fixieren
SAM® Splint / Alu-Polsterschiene	schaumstoffummantelte Aluminiumschiene der Firma SAM Medical Products; bei Verletzungen des Stütz- und Bewegungsapparates kann die Aluschiene durch Modulation an die betroffene Stelle angepasst werden und bietet eine stützende und ruhigstellende Hilfe

Tab. 1: Übersicht Art und Einsatz verschiedener Verbandmaterialien

SAM® Splint › S. 571



Abb. 1: Kompresse

Abb. 2: Mullbinde

Abb. 3: Verbandpäckchen

Abb. 4: Metalliner Verband

Abb. 5: Dreiecktuch

Abb. 6: Schlauchverband

Anlage und Verbandarten

Neben der Wahl des richtigen Verbandmaterials ist auch die Anlagetechnik von Bedeutung. Ein Verband sollte immer so fixiert werden, dass er auch bei Bewegungen des Patienten nicht verrutscht. Allerdings muss bei der Fixierung darauf geachtet werden, den Blutfluss der betroffenen Region nicht zu behindern. Blutgerinnung und Wundheilung können ansonsten beeinträchtigt und die Blutung bei vermindertem venösem Abfluss verstärkt werden. Um eine optimale Fixierung zu erreichen, sollte versucht werden, einen Verband in verschiedenen Ebenen zu wickeln.

Neben fixierenden Binden kommen Schlauch- und Netzverbände (Stülpverbände) zum Einsatz, die auch mithilfe eines Applikators aufgebracht werden können.

Druckverband

Der Druckverband dient der sofortigen Blutstillung. Er kann bei vielen stark blutenden Extremitätenwunden angewandt werden. Verletzungen an Körperstamm und Hals sind mit einem Druckverband kaum behandelbar. Ziel des Druckverbandes ist die Kompression von Wunde und Wundrändern und Blutstillung.

Vor der Verbandanlage sollte die Blutung reduziert werden, z. B. durch Anlegen und Aufpumpen einer Blutdruckmanschette über systolischen Blutdruckwert an der proximalen Extremität. Auf die Wunde wird eine Kompresse aufgelegt (Abb. 1a) und mit einem Verbandpäckchen durch Umwickeln fixiert (1b). Ein bis zwei weitere verpackte Verbandpäckchen oder Mullbinden werden auf die Kompresse gelegt und mit Druck auf die Wunde gepresst und umwickelt (1c). Sollte ein Druckverband nicht ausreichen, um die Blutung zu stillen, erfolgt ein zusätzlicher Druckverband auf dem bestehenden Verband (1d).



Abb. 1: Anlage eines Druckverbands

Kopfverband

Die Wunde wird mit einer Kompresse abgedeckt. Das Verbandpäckchen wird anschließend um den Kopf herumgewickelt. Dies kann ein- oder zweidimensional geschehen:

- Bei der **zweidimensionalen** Variante wird zunächst die Wundauflage mit einigen Bindegängen in horizontaler Lage um den Kopf fixiert und anschließend die Ebene gewechselt. Dazu werden die bereits gewickelten Bindegänge von Verbandpäckchen oder Mullbinde per Hand fixiert. Der nächste Bindegang erfolgt unterhalb des Kinns, über das Schädeldach und mehrmals über die fixierte Stelle hinweg.
- Sollte die zweidimensionale Variante aufgrund der Lage der Wunde nicht funktionieren oder sollten weitere Wunden die Anlage behindern, muss auf die **eindimensionale** Variante zurückgegriffen werden. Bei dieser wird das Verbandpäckchen lediglich in mehreren Bindegängen horizontal um den Kopf herumgeführt und anschließend fixiert.



Abb. 1: Zweidimensionaler Kopfverband



Abb. 2: Eindimensionaler Kopfverband

Hand- oder Fußverband

Je nach Verletzungsort kann ein Hand- bzw. Fußverband aufsteigend oder absteigend angelegt werden.

Die Kompresse, welche die Wunde bedeckt, wird durch zweimaliges Umwickeln mit einer Binde fixiert. Anschließend wird die Binde zum Gelenk geführt, das auch zweimal umwickelt wird. Vom Gelenk aus wird die Binde in Achtertouren in Richtung Kompresse zurückgewickelt und am Ende mit einem Heftpflasterstreifen fixiert.

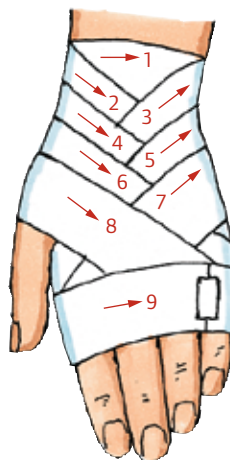


Abb. 3: Absteigender Verband

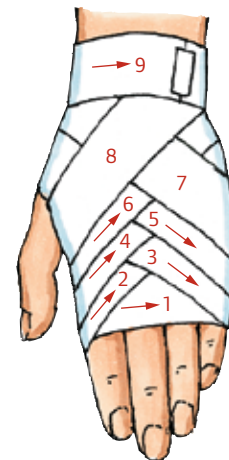


Abb. 4: Aufsteigender Verband

Verband oberer oder unterer Extremitäten

Durch zirkuläres Wickeln wird die Binde distal am Gelenk fixiert und dann in Kreistouren spiralig nach oben gewickelt. Die Touren sollen sich jeweils zu ca. zwei Dritteln überlappen. Es wird immer von der Peripherie zum Herzen gewickelt.

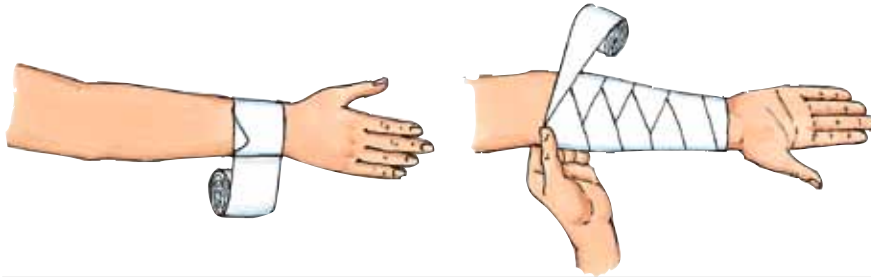


Abb. 1: Anlegen eines Extremitätenverbands

Verband am Gelenk

Ellenbogen, Knie- oder Sprunggelenk sollten in physiologische Mittelstellung gebracht werden. Die fixierende Binde wird unterhalb des Gelenks angelegt und durch zwei zirkuläre Touren befestigt. Dann wird sie nach oberhalb des Gelenks geführt und in einer Achtertour wieder zurück. Mit weiteren Achtertouren Richtung Gelenkmitte wird das Gelenk immer weiter umschlossen. Der Gelenkverband kann auch in umgekehrter Reihenfolge, also ausgehend von der Gelenkmitte, erfolgen.

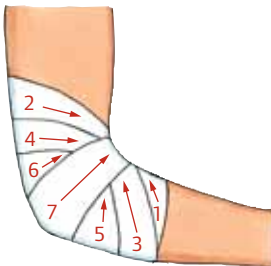


Abb. 2: Verband am Ellenbogen

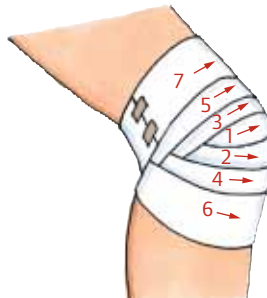


Abb. 3: Kniegelenkverband

AUFGABEN



1. Warum reicht die Gabe von Sauerstoff durch eine Sauerstoffbrille bei einer akuten Atemnot nicht aus?
2. Auf welchen Wert kann die FiO_2 bei der Verwendung einer Sauerstoffmaske mit Reservoirbeutel und einem Flow von 15 l/min gesteigert werden?
3. Nennen und beschreiben Sie drei Handgriffe zum Öffnen der Atemwege.
4. Nennen Sie mögliche Komplikationen, die durch einen bzw. trotz eines eingelegten Nasopharyngealtubus auftreten können.
5. Nennen Sie das Ziel eines Druckverbandes. Beschreiben Sie Ihr Vorgehen.

4.6 Patientenübergabe und Dokumentation

4.6.1 Patientenübergabe

Ein Patient wird nur für eine begrenzte Zeit durch den Rettungsdienst versorgt. Vor oder nach dem Notfallsanitäter übernehmen andere Helfer die weitere Versorgung. Der Übergang erfolgt an vielen **Schnittstellen** des Rettungsdienstes und wird Patientenübergabe genannt. Der gesamte Prozess von der Planung bis zur Umsetzung mit Beteiligung verschiedener Berufsgruppen heißt im Gesundheitswesen **Überleitung**.

Jeder Wechsel bei der Versorgung birgt die Gefahr von Informationsverlust und Fehlern. Dabei reduziert eine Patientenübergabe die Beeinträchtigungen und Gefahren: Mit einer angemessenen Patientenübergabe trägt der Notfallsanitäter zu einer guten Weiterversorgung seines Patienten bei. Ein Notfallsanitäter übernimmt und übergibt Patienten. Er praktiziert Übergaben also in beide Richtungen. Seine Patientenübergaben wirken sich nicht nur unmittelbar auf den Patienten aus. Auch Tage später können sie die Patientenversorgung beeinflussen.

Schnittstellen des Rettungsdienstes › S. 99

Überleitung

umfasst die strukturellen und organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgung des Patienten nach dem Wechsel in ein neues Umfeld

administrativ

zur Verwaltung oder Behörde gehörend, verwaltungsmäßig

Dokumentation › S. 366



Abb. 1: Übergabegespräch

Kommunikation mit anderen Berufsgruppen

› S. 247

HINWEIS



Bei Übernahme eines Patienten muss sich der Notfallsanitäter alle Informationen beschaffen, die für dessen Versorgung und Transport notwendig sind. Bei der Übergabe ist es seine Aufgabe, mit dem Patienten auch die relevanten Informationen zu übergeben. Dabei ist der Notfallsanitäter ebenfalls für Beschaffung und Übermittlung von Informationen verantwortlich, die nach der Übergabe für die Versorgung des Patienten wichtig sind.

Inhalte und Methoden

Eine Patientenübergabe umfasst die Informationsübermittlung und die Weiterführung der Versorgung. Die **übermittelten Informationen** können eingeteilt werden in:

- medizinisch
- rettungstechnisch
- pflegerisch
- psychosozial
- **administrativ**

Die **Weiterführung der Versorgung** kann unmittelbar zum Zeitpunkt der Patientenübergabe notwendig sein (z. B. eine Sauerstoffinhalation bei Atemnot) oder mit zeitlicher Verzögerung nach der Übergabe erfolgen (z. B. regelmäßige Medikamenteneinnahme). Die Patientenübergabe muss sicherstellen, dass kontinuierliche Maßnahmen lückenlos weitergeführt und andere Maßnahmen zeitgerecht umgesetzt werden.

Eine unverzichtbare **Methode** der Informationsübermittlung bei der Patientenübergabe ist die Weitergabe von dokumentierten Daten (**Dokumentation**). Diese kann schriftlich oder mit technischen Hilfsmitteln erfolgen.

Oft wird zusätzlich ein Übergabegespräch durchgeführt. Dieses persönliche Gespräch findet zwischen den wechselnden Helfern statt. Es wird häufig in Anwesenheit des Patienten geführt. Übergabegespräche können konfliktträchtig und schwierig sein. Nicht selten haben die Helfer gegensätzliche Erwartungen. Derartige Gegensätze werden durch einen unterschiedlichen Informationsstand und berufsbedingt verschiedene Sichtweisen verstärkt. Die Beachtung von **Kommunikationsregeln** trägt dazu bei, Gegensätze zu reduzieren. Diese Regeln sind wichtig, um durch eine sichere Informationsübermittlung eine gute Weiterversorgung des Patienten zu ermöglichen. Eine Patientenübergabe per Dokumentation kann auch durch ein Telefonat ergänzt werden. So wird nach ambulanter Versorgung die Informationsübermittlung an einen weiterbehandelnden Arzt oder einen Pflegedienst durch ein telefonisches Übergabegespräch verbessert.

Ablauf und Struktur

Viele Patientenübergaben beginnen vor der Ankunft am Übergabeort mit einer **Anmeldung**. Diese Anmeldung oder Voranmeldung ermöglicht es, Vorbereitungen zu treffen. Sie kann über die Rettungsleitstelle oder durch die Einsatzkräfte selbst per Telefon erfolgen und durch Datenübermittlung (z. B. EKG per Fax) ergänzt werden.

Die eigentliche **Übergabe** erfolgt nach der Ankunft am Zielort. Häufig sind mehrere Helfer aus verschiedenen Berufsgruppen an einer Übergabe beteiligt. Für eine fehlerfreie Informationsübermittlung und lückenlose Weiterführung der Versorgung sind strukturiertes Vorgehen und eindeutige Aufgabenzuweisung wichtig. Ein Beispiel für einen strukturierten Ablauf bietet die Patientenübergabe im Schockraum:

- verbindliche Festlegung des Übergabeortes
- Übergabegespräch mit Aufgabenzuweisung für jeden beteiligten Helfer
- Umlagerung des Patienten, Wechsel von z. B. Lagerungsmaterial, Medizingeräten
- Weiterführung des Übergabegesprächs:
 - Vorstellung des Patienten
 - Schilderung des Geschehens
 - Angaben zu Vitalparametern und Bewusstsein
 - Angaben zu bekannten und vermuteten Verletzungen
 - Bericht zur Anamnese (ISAMPLER-Schema)
 - Angabe der präklinischen Maßnahmen
- Übergabe von Patienteneigentum
- Abschluss der Dokumentation und Beendigung der Übergabe

Die **Umlagerung** darf erst begonnen werden, wenn die Aufgabenzuweisung sicher erfolgt ist. Das Übergabegespräch wird erst weitergeführt, wenn die Fortführung der kontinuierlichen Maßnahmen sichergestellt wurde. Wichtig für eine gute und zügige Patientenübergabe ist eine sichere Kommunikation. Dafür ist eine konsequente Trennung von Handlung und Kommunikation hilfreich. Dieses gilt besonders bei der Übergabe von Patienten in zeitkritischen Situationen.

Schockraum › S. 100

SAMPLER-Schema

› S. 321

BEISPIEL



Herr Nowak hat eine akut aufgetretene Halbseitenlähmung und wird von Felix Kaminski, Auszubildender zum Notfallsanitäter, zusammen mit seinem Praxisanleiter versorgt. Nach Voranmeldung erreichen sie die zentrale Aufnahme. Bei der ersten Beurteilung durch den Neurologen auf der Trage des RTW wird das CT als Übergabeort festgelegt. Während der Umlagerung im CT erscheint ein weiterer Arzt und erkundigt sich nach der Vorgeschichte. Felix Kaminski setzt zu einer Antwort an, aber sein Praxisanleiter unterbricht: „Erst fertig umlagern! Felix, du bist am Kopf und sagst an, wann wir Herrn Nowak herüberheben!“ Nur eine Minute später wird Herr Nowak auf dem CT-Tisch vom Klinikpersonal weiterversorgt und Herr Kaminski kann sich auf das Übergabegespräch konzentrieren.

Verantwortlichkeiten

Bei Maßnahmen, die ein Notfallsanitäter selbst durchgeführt hat, trägt er stets die Verantwortung für die Informationsübermittlung. Für die Übermittlung von rettungstechnischen, pflegerischen, psychosozialen und administrativen Informationen ist er immer mitverantwortlich.

Ist ein Notarzt an einer Übergabe beteiligt, obliegt ihm die Übermittlung medizinischer Informationen. Wenn der Patient notärztlich behandelt wurde, aber der Patient ohne Notarzt vom Notfallsanitäter zur Weiterbehandlung übergeben wird, dann ist der Notfallsanitäter auch für die Übermittlung der medizinischen Informationen zuständig. Diese kann z. B. durch Übergabe der ärztlichen Dokumentation erfolgen.

Auch bei der Übergabe nach Notfallrettung spielt die fachliche Zuständigkeit eine Rolle. Die Umsetzung der Übergabe ist in verschiedenen Rettungsdienstbereichen und Krankenhäusern unterschiedlich, aber die Informationen, die der Notfallsanitäter mit dem Patienten übergibt, betreffen mindestens drei Bereiche des Krankenhauses: Verwaltung, Pflege und Arzt.

HINWEIS



Wenn der Notfallsanitäter ohne Arzt tätig wird, muss er auch die medizinischen Informationen zur Weiterbehandlung übermitteln.

HINWEIS

Dokumentation bedeutet die Nutzbarmachung von Informationen zur weiteren Verwendung.

Rechtliche Grundlagen

› S. 166

4.6.2 Dokumentation

Die Dokumentation des Notfallsanitäters umfasst die Einsatzsituation, die Vorgeschichte, die durchgeführten Maßnahmen und die Übergabe am Einsatzende. Sie dient der Übermittlung von Informationen und zur eigenen rechtlichen Absicherung. Die Informationsübermittlung durch eine Dokumentation ist wichtig, um die weitere Versorgung des Patienten nach der Übergabe weiterführen zu können und andere Prozesse, wie Abrechnung und Qualitätsmanagement, zu ermöglichen. Zur rechtlichen Absicherung kann die Dokumentation deshalb beitragen, weil die Rechtsprechung dem geschriebenen Wort einen höheren Stellenwert beimisst als einer Zeugenaussage. Die medizinische Dokumentation ist gleichzeitig **Beweisunterlage** für die Leistungsabrechnung. Sie muss daher nach SGB V revisionsfest und im Haftungsfall gerichtsfest verfasst sein. Die Vorschriften, wie und was im Rettungsdienst dokumentiert werden muss, sind in verschiedenen Rettungsdienstbereichen unterschiedlich.



Abb. 1: Elektronisches Einsatzprotokoll

Die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI) hat 1992 erstmals Empfehlungen für ein bundeseinheitliches Notarztprotokoll verfasst. Im Jahr 2000 kam eine Empfehlung für Intensivtransportprotokolle. Für nichtärztliche Rettungsdienstmitarbeiter gab es 1994 eine Empfehlung als Mindeststandard. Seitdem ist der Ausbildungsstand gewachsen und es haben sich zahlreiche neue technische Möglichkeiten ergeben.

Erweiterte Anamneseerhebung und Maßnahmen werden heute von nichtärztlichem Personal durchgeführt. Eine **Qualitätssicherung** durch den Ärztlichen Leiter ist zwingend erforderlich. Dafür reichen jedoch häufig die bisherigen Dokumente nicht aus. Am verbreitetsten sind heute noch papierbasierte Formblätter und Durchschreibesätze. Neu etablieren sich gerade elektronische Lösungen wie Tablet-PC, Notebook und ähnliche Systeme (›Abb. 1).

Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement

› S. 132

Anforderungen an die Dokumentation

Die Dokumentation sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Archivierungsmöglichkeit für mindestens 10 Jahre muss gegeben sein. Das ergibt sich aus dem Bürgerlichen Gesetzbuch § 630f „Dokumentation der Behandlung“.
- Es werden für die weiterbehandelnde Einrichtung relevante Daten erfasst, sodass die Dokumentation als Übergabeprotokoll dient.
- Sie soll als Beweis dienen und bei juristischen Streitigkeiten die **Beweislastumkehr** verhindern.
- Sie soll die Abrechnung des Einsatzes durch die Verwaltung ermöglichen.
- Sie soll die Datenerfassung für eine **Evaluation** der durchgeführten medizinischen Maßnahmen ermöglichen und auch der Prüfung des wirtschaftlichen Arbeitens dienen.
- Sie soll dem Ärztlichen Leiter eine Überprüfung der durchgeführten Maßnahmen ermöglichen.
- Sie soll den Einsatzkräften als roter Faden dienen („Checklistencharakter“).
- Sie soll Daten für Studien zur Verfügung stellen, z. B. für das Reanimationsregister.
- Sie soll einfach und schnell auszufüllen sein.
- Sie soll jederzeit abrufbar sein.

Diese Grundforderungen sollte jedes System – gleich, ob auf Papier oder elektronisch – erfüllen. Wie schon erwähnt, gibt es keine einheitliche Lösung. Jeder Rettungsdienstbereich hat hier seine eigene Lösung und eigene angepasste Formulare.

Beweislastumkehr › S. 173**Evaluation**

Bewertung eines Prozesses



Alle Hintergründe zum Reanimationsregister finden sie unter:

www.reanimationsregister.de

Datenschutz

Das Grundprinzip des Datenschutzes ist die **Datensparsamkeit**. Daten dürfen nur aufgrund eines Gesetzes oder einer Verordnung erhoben und gespeichert werden. Speichern ist das Erfassen, Aufnehmen oder Aufbewahren personenbezogener Daten auf einem Datenträger zum Zweck ihrer weiteren Verarbeitung oder Nutzung. Papier ist wohl einer der ältesten Datenträger, den wir heute noch nutzen.

Dass die Daten zu schützen sind, sollte selbstverständlich sein. Ein häufiger Fehler ist beispielsweise, den Einsatzbericht lesbar hinter die Windschutzscheibe zu legen (→Abb. 1) – dies sollte nicht passieren.

Dokumentation zur Abrechnung

Die Dokumentation zur Abrechnung erfasst die relevanten Daten, die zur Abrechnung mit den Kostenträgern nötig sind (→Abb. 2). Dazu gehören vor allem:

- Personalien des Patienten
- Krankenkasse und Mitgliedsnummer
- Einsatzdatum und -zeiten
- Einsatzmittel
- Einsatz- und Zielort

Die **Verordnung** einer Krankenförderung gehört zu den Abrechnungsunterlagen (→Abb. 3). Sie ist Grundlage für die Abrechnung von Krankentransporten. Derzeit kennt das SGB V nur die Transportleistung als nichtärztliche Leistung an. Dennoch ist eine lückenlose Dokumentation, auch der Abrechnungsdaten, erforderlich. Es ist zu einem Behandlungsvertrag gekommen und die Pflicht zur Dokumentation erstreckt sich darauf, dass der Behandelnde verpflichtet ist, in der Patientenakte (Dokumentation) sämtliche aus fachlicher Sicht für die derzeitige und künftige Behandlung wesentlichen Maßnahmen und deren Ergebnisse aufzuzeichnen.

Lesbarkeit und Vollständigkeit der Unterlagen sind sehr wichtig. Die Abrechnung mit den Krankenkassen erfolgt in aller Regel auf elektronischem Weg. Daher stehen auf vielen Rettungswachen Computer, in welche diese Daten eingegeben werden. Aus den Daten wird ein Entgeltbescheid erstellt, der dem Kostenträger übermittelt wird.

Medizinische Dokumentation

Das Notfallgeschehen sowie der Erstbefund stehen im Zentrum der Dokumentation. Häufig vorkommende Diagnosen oder Scoresysteme wie die **GCS** sind mit einfachen Kreuzen auszufüllen (→Abb. 1, S. xxx).

Rettungsdienstprotokolle

Noch immer sind für nichtärztliches Rettungsdienstpersonal DIN-A4-Formulare weitverbreitet. Diese sind häufig sehr individualisiert und enthalten meist wenig Möglichkeit der ausführlichen Dokumentation. Diese Protokolle reichen für Krankentransporte und einfache Notfallsituationen i. d. R. aus. Bei akuten Notfällen oder komplexen Erkrankungen stoßen sie aber schnell an ihre Grenzen. Hier muss dann ggf. zusätzlich auf Notarztprotokolle zurückgegriffen werden.



Abb. 1: Notfallprotokoll in der Windschutzscheibe

Datenschutz > S. 181

Abb. 2: Kopf eines Einsatzprotokolls

Abb. 3: Verordnung einer Krankenförderung

GCS > S. 595

Notarzt- und kombinierte Protokolle

Der Wunsch, pro Patient nur ein Protokoll zu schreiben und eine lückenlose Dokumentation sicherzustellen, ist schwer umzusetzen: Kommt es zu einem Prozess, muss klar ersichtlich sein, wer wann etwas angeordnet und durchgeführt hat. Daher ist es empfehlenswert, in jedem Rettungsmittel ein eigenes Protokoll zu führen, und auch nur das zu dokumentieren, was von der jeweiligen Besatzung durchgeführt und angeordnet wurde.

So soll beispielsweise nicht im Protokoll des RTW dokumentiert werden, welche Tätigkeiten der Notarzt durchgeführt hat. Das wird im Protokoll des Notarztes dokumentiert und dieser ist dafür auch verantwortlich.

In Tabelle 1 (>S. xxx) werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Protokolle gegenübergestellt..

The form is titled 'Einsatzprotokoll' and is designed for use by emergency medical services. It contains the following main sections:

- 1. Rettungstechnische Daten:** Includes fields for patient identification (Name, Address, Date of Birth, Sex, etc.), location (Address, Coordinates), and emergency details (Call number, Date, Time, etc.).
- 2. Notfallgeschehen / Anamnese / Erstbefund:** A section for recording the emergency event, patient history, and initial findings.
- 3. Erstbefund:** A detailed section for recording initial findings, including:
 - 3.1. Neurologie (Neurology): Assessment of consciousness, orientation, and motor/sensory functions.
 - 3.2. Messwerte (Vital signs): Recording of heart rate, blood pressure, oxygen saturation, and temperature.
 - 3.3. EKG (ECG): Recording of rhythm and specific findings like ST-segment changes.
 - 3.4. Atmung (Respiration): Assessment of breathing effort, sound, and oxygen saturation.
 - 3.5. psychischer Zustand (Mental state): Assessment of patient's mental state and orientation.
 - 3.6. Haut (Skin): Assessment of skin condition, including color, temperature, and moisture.
- 4. Erstdiagnose:** A section for recording initial diagnosis, including:
 - 4.1. Erkrankung (Disease): Recording of symptoms and signs for various conditions like stroke, heart attack, etc.
 - 4.2. Verletzungen (Injuries): Recording of injuries to different parts of the body, including a body diagram for marking injury locations.
- 5. ERSTDIAGNOSE (Notarzt) and VERDACHTSDIAGNOSE (NotSan/NotAss/RS):** Final diagnosis and suspected diagnosis sections.

Abb. 1: Einsatzprotokoll

Verwendete Versionen	Vorteile	Nachteile
Notarztprotokoll und Rettungsdienstprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> - weniger Schreibarbeit - geringere Kosten - klare Trennung - auch für Krankentransport gut geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> - reduzierter Datensatz für Rettungsdienst - unzureichende Dokumentationsmöglichkeiten für Rettungsdienst - unterschiedliche Datensätze in den Protokollen
Kombiprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> - einheitlicher Datensatz für alle Einsatzkräfte - einfache Logistik, nur ein Protokoll erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentationsumfang eventuell größer - unscharfe Trennung Notarzt und Notfallsanitäter - höhere Kosten - für Krankentransport zu umfangreich, daher ggf. KT-Protokoll erforderlich

Tab. 1: Vergleich der Einzel- und Kombiprotokolle

The form is a comprehensive medical protocol for patient handover and documentation, organized into several main sections:

- 5. Verlauf (Verlaufsbeschreibung):** A grid for recording vital signs and interventions over time. The vertical axis lists parameters like HR, RR, NIBP, SpO2, Temp, and EtCO2. The horizontal axis shows time intervals (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100).
- 6. Maßnahmen (Measures):** A series of checkboxes for various medical interventions:
 - 6.1. Airway/Atmung:** Includes items like Sauerstoffgabe, Masken/Sichel-Beatmung, and Atemwegsöffnung.
 - 6.2. Herz / Kreislauf:** Includes items like peripheren Zugang, Zentriv.-Zugang, and EKG.
 - 6.3. Spezielle Maßnahmen:** Includes items like aktive Kühlung and Kreislaufunterstützung.
 - 6.4. Monitoring:** Includes items like EKG, Inv.-T.Messung, and T2-Kanal EKG.
 - 6.5. Medizintechnik:** Includes items like Funk EKG Übertragung and Notfallpass.
 - 6.6. Lagerungs- und Fixierungstechnik:** Includes items like Rückenlagerung and Fixierung.
- 7. Übergabe (Handover):** A section for recording patient status and vital signs at the time of handover, including fields for patient name, age, sex, and various vital signs.
- 8. Reanimation/Tot (Resuscitation/Death):** A section for recording resuscitation efforts and death, including checkboxes for CPR, chest compressions, and defibrillation.
- 9. Ergebnisse (Results):** A section for recording the outcome of the intervention, including checkboxes for patient status, vital signs, and transport status.
- 10. Bemerkungen (Remarks):** A section for recording additional notes and observations.

Kartenlesegeräte

Kartenlesegeräte gibt es als Einzelgeräte oder sie sind in andere Geräte integriert (>Abb. 1). So ist z. B. in Defibrillatoren wie dem Corpuls C3® optional ein Kartenleser verbaut.

Seit 2006 wird in Deutschland über die **elektronische Gesundheitskarte** (eGK) diskutiert: Was ursprünglich Patientenrechte stärken sollte, z. B. durch gespeicherte Diagnosen, Arztbriefe und Rezepte, entwickelte sich zu einem Datenschutzproblem.

Zum Pflichtteil der eGK gehören folgende Daten:

- ausstellende Krankenkasse, Familienname und Vorname des Versicherten
- Geburtsdatum, Geschlecht, Anschrift, Krankenversicherungsnummer
- Versichertenstatus, Zuzahlungsstatus, Tag des Beginns des Versicherungsschutzes
- bei befristeter Gültigkeit der Karte das Datum des Fristablaufs

Nur mit Zustimmung des Patienten dürfen folgende Daten gespeichert werden:

- Notfallversorgungsdaten (sog. elektronischer Arztbrief)
- Daten zur Prüfung der Arzneimitteltherapiesicherheit (persönliche Arzneimittelrisiken und -unverträglichkeiten; sog. elektronische Patientenakte)
- weitere vom Versicherten selbst oder für ihn zur Verfügung gestellte Daten (Patientenfach), Daten über in Anspruch genommene Leistungen und deren vorläufige Kosten für den Versicherten

Der Speicherplatz ist derzeit auf 32 kB begrenzt. Daher können neben den Pflichtdaten nur die Notfalldaten und bis zu acht Rezepte direkt gespeichert werden. Alle anderen Anwendungen, wie z. B. eine Patientenakte, werden auf Servern der sogenannten Telematikinfrastruktur abgelegt.

Der Patient bestimmt, welche Daten und Diagnosen, auch nur zum Teil, gespeichert werden dürfen. Es gibt keinen Hinweis auf der Karte, dass der Datensatz eventuell unvollständig ist.

Kritiker führen an, dass es keinen geeigneten Nachweis der Tauglichkeit nach **DIN ISO/IEC 15408** zur Datensicherheit und zum Datenschutz bei der Übertragung der Daten gibt, der vor dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als oberste Bundesbehörde Bestand hat. Damit sind die Daten auf der eGK nur sehr eingeschränkt für den Rettungsdienst verwertbar.



Abb. 1: Integriertes Kartenlesegerät

DIN ISO/IEC 15408

Diese Norm regelt die Sicherheitsvoraussetzungen für die Speicherung von Daten.

AUFGABEN



1. Welche Arten von Informationen werden bei der Patientenübergabe vermittelt? Nennen und erläutern Sie je ein Beispiel aus Krankentransport und Notfallrettung.
2. Warum können Übergabegespräche zu Konflikten führen und mit welchen Mitteln können Sie diese Konflikte verhindern oder reduzieren?
3. Nennen Sie Gefahren, die entstehen, wenn bei einer Übergabe gleichzeitig kommuniziert und gehandelt wird.
4. Wie lange müssen Patientenakten aufbewahrt werden?
5. Geben Sie an, welche Daten dokumentiert werden müssen.
6. In welchen Paragraphen des BGB sind die Dokumentationspflichten beschrieben?
7. An wen dürfen die bei der Dokumentation erhobenen Daten weitergegeben werden?



Eine Zusammenstellung der Regelungen für die Hygiene findet sich z. B. auf der Website des Landesgesundheitsamtes Niedersachsen: www.nlga.niedersachsen.de
 › Infektionen und Hygiene



Die RKI-Richtlinie finden Sie unter www.rki.de
 › Infektionsschutz
 › Infektions- und Krankenhaushygiene
 › Themen A-Z

Kolonisation

Besiedlung einer Person mit Erregern ohne Krankheitszeichen

Infektion

Besiedlung mit Wachstum und Vermehrung von Erregern; der Besiedelte entwickelt Abwehrreaktionen oder Krankheitssymptome

Primärhygiene

Maßnahmen, welche die Erzeugung von Infektionen durch die Einhaltung korrekter Arbeitsweisen verhindern

nosokomial

griech. Nosokomeion = Krankeneinrichtung

4.7 Grundlagen der Hygiene und Mikrobiologie

Bedeutung im Rettungsdienst

Im Kontext der Schwerpunkte des Erhalts sowie der Wiederherstellung vitaler Funktionen im Rettungsdienst erscheint das Thema „Mikrobiologie und Hygiene im Rettungsdienst“ zweitrangig. Doch die zunehmende Anzahl multiresistenter Erreger, die Auslöser folgenreicher Infektionen sein können, der schnelle Patientenwechsel und v. a. die Zunahme schwer erkrankter Patienten in der Versorgungskette machen es notwendig, das Augenmerk auch auf die Prävention von Keimbeseidlungen sowie Infektionen zu richten. Präklinisch liegt zunächst selten eine exakte Diagnose vor. Im Primäreinsatz kann sich aber die Vermutung auf eine Kolonisation oder Infektion mit bestimmten Erregern ergeben, die ein angemessenes hygienisches Handeln erfordert. Häufig stellt sich aber auch erst nach einem Einsatz heraus, dass der Patient Träger eines bestimmten Erregers gewesen ist. Daher muss die Basishygiene so gut sein, dass Kontakte mit Krankheitserregern keine Auswirkungen auf das Rettungsdienstpersonal oder den nachfolgenden Patienten haben können. Es geht sowohl darum, die eigene Gesundheit der Notfallsanitäter zu schonen und zu erhalten als auch die Übertragung einer **K**olonisation oder **I**nfektion von einem Patienten auf den anderen zu unterbinden. Darüber hinaus gibt die RKI-Richtlinie Hinweise auf korrektes hygienisches Handeln bei der sog. **I**Primärhygiene, wie z. B. dem hygienischen Vorgehen bei Injektionen.

4.7.1 Begriffsklärung und Zuständigkeit

Hygiene

Der Begriff „Hygiene“ leitet sich aus dem Altgriechischen ab („Υγιεινά“) und bedeutet Gesundheit. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff „Hygiene“ leider fälschlicherweise häufig mit „Sauberkeit“ gleichgestellt. Sauberkeit stellt jedoch nur einen kleinen Teil hygienischen Verhaltens dar. Im Vordergrund steht die Prävention von Krankheiten, **nicht nur** von Infektionserkrankungen, durch geeignete Hygienemaßnahmen. Mit einem hygienisch korrekten Verhalten sollen v. a. die Gesundheit gefördert und die Entstehung und Verbreitung von Krankheiten verhindert werden. Im praktischen Zusammenhang steht im Rettungsdienst dabei die Verhinderung von Infektionen durch geeignete Hygienemaßnahmen im Vordergrund. Zu diesen zählen im Wesentlichen eine geeignete persönliche Schutzausrüstung, Reinigungs- sowie Desinfektionsmaßnahmen.

Nosokomiale Infektionen

ZUM WEITERDENKEN



Als **I**nosokomiale Infektionen (NI) werden Infektionen bezeichnet, die im Zusammenhang mit einer medizinischen Maßnahme entstanden sind. Die Krankheitserreger können aber endogener sowie exogener Herkunft sein. Das bedeutet, dass sie bereits Bestandteil der Flora des Patienten gewesen, aber auch von außen übertragen worden sein können. Der Rettungsdienst nimmt dabei eine Sonderstellung ein. Um eine nosokomiale Infektion hervorgerufen zu werden, reichen die im Rettungsdienst üblichen Kontakte aus. Studien zu NI im Rettungsdienst fehlen jedoch. Entscheidend ist jedenfalls, dass Kolonisationen auch im Rettungsdienst erfolgen und im weiteren Verlauf Quelle einer Infektion sein können. Daher ist es Ziel im Rettungsdienst, Kolonisationen mit Fremdkeimen zu vermeiden.

Gesetzliche Regelungen

Klare gesetzliche Regelungen zur Infektionsprävention im Rettungsdienst sind erst im Entstehen, z. B. verpflichtet der Artikel 40 BayRDG zur Einhaltung der Hygiene. Die Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen ist zwar in Deutschland grundsätzlich im Infektionsschutzgesetz (IfSG) geregelt. § 23 IfSG bezieht z. B. insbesondere Stellung zur Prävention nosokomialer Infektionen. Das IfSG erfasst

dabei aber nicht ausdrücklich den Rettungsdienst. Das Land Berlin (§ 14) sowie das Land Niedersachsen (§ 12) geben z. B. in ihrer Hygieneverordnung medizinischen Einrichtungen vor, dass das Personal des Rettungsdienstes sowie Krankentransports über Patienten mit multiresistenten Erregern sowie über Maßnahmen zur Verhütung ihrer Verbreitung vor dem Transport zu informieren ist. Sie erfassen jedoch den Rettungsdienst ebenfalls nicht als eigenständige medizinische Einrichtung.

Die Basis für die Anforderungen an die Hygiene im Rettungsdienst ergibt sich letztendlich aus verschiedenen Normbereichen. § 17 IfSG verfügt:

§ „Wenn Gegenstände mit meldepflichtigen Krankheitserregern behaftet sind oder wenn das anzunehmen ist und dadurch eine Verbreitung der Krankheit zu befürchten ist, hat die zuständige Behörde die notwendigen Maßnahmen zur Abwendung der hierdurch drohenden Gefahren zu treffen.“

Das zuständige Gesundheitsamt hat die Berechtigung und Verpflichtung, Hygiene-Anforderungen an den Rettungsdienst zu stellen. Auch die Rettungsdienstgesetze der Länder schließen Anforderungen an die Hygiene mit ein, wenn dies auch nicht wörtlich formuliert ist. Neben der Notfallversorgung und dem Krankentransport gehört ausdrücklich auch eine „fachgerechte Betreuung“ mit zu den Kernaufgaben. Diese schließt eine Reduktion möglicher zusätzlicher Gefahren für den Patienten ein. Es sind Qualitätsmanagement-Standards erforderlich, die unter ärztlicher Leitung stehen sollen. Medizinprodukte, die wiederverwendet werden, dürfen gemäß § 4 MPBetreibV nur bestimmungsgemäß aufbereitet werden. Diese Verordnung verweist wiederum auf die RKI-Richtlinie. Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass der aktuelle Sorgfaltsmaßstab eingehalten wird, wenn in höheren Rechtsquellen genannte Empfehlungen umgesetzt werden. Weitere Vorgaben für den Hygiene-Standard ergeben sich aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG). Arbeitgeber sind verpflichtet, Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Sicherung und Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten zu treffen. Der aktuelle Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene lässt sich hierfür den Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA) entnehmen, die von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin erarbeitet werden, jedoch wie die Empfehlungen des RKI keinen Gesetzescharakter besitzen. Für Rettungsdienste und Krankentransportunternehmen ist dabei die TRBA 250 „Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege“ wesentlich (siehe Nr. 1.4 der TRBA 250). Ebenfalls zur Förderung des Gesundheitsschutzes stehen jedem Arbeitnehmer gemäß § 11 ArbSchG arbeitsmedizinische Untersuchungen frei, es sei denn, es ergeben sich keine Gesundheitsgefahren. Die arbeitsmedizinische Betreuung wird dabei durch die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) geregelt. Der Betriebsarzt muss jeden Beschäftigten zu den möglichen Berufskrankheiten und Belastungen beraten, untersuchen und Prophylaxen durchführen. Die Immunisierung gegen Hepatitis B ist vorgeschrieben; andere Impfungen sind sinnvoll, um den Berufsrisiken zu begegnen, z. B. Tetanus und Diphtherie oder Röteln bei Frauen. Durchgemachte Erkrankungen immunisieren nicht sicher gegen diese Krankheit. Auskunft gibt die Datei der ständigen Impfkommission (STIKO). Vor Fernreisen sollte eine reise- oder tropenmedizinische Beratung erfolgen. Vor Auslandseinsätzen muss der Arbeitgeber nach berufsgenossenschaftlichen Vorschriften eine spezielle Untersuchung und Beratung durch einen Arbeits- oder Tropenmediziner anbieten (G35 Tropentauglichkeit).

Organisation und Verantwortung im Rettungsdienst

Der Notfallsanitäter ist verantwortlich für die korrekte Durchführung der vorgeschriebenen Hygienemaßnahmen. Dafür, dass er sich informieren kann, welche Hygienemaßnahmen notwendig sind, und dafür, dass ihm Zeit und Mittel für die Durchführung zur Verfügung stehen, gibt es im Rettungsdienst andere Zuständige. Dies können z. B. der Ärztliche Leiter des Rettungsdienstes (ÄLRD) oder der Hygienebeauftragte sein. Die Gesamtverantwortung liegt entweder beim Träger des Rettungsdienstes oder beim Arbeitgeber des Notfallsanitäters (Amtshaftung).



Einen Rahmenhygieneplan für Rettungs- und Transportdienste gibt es auf der Website des Sächsischen Staatsministeriums für Soziales und Verbraucherschutz:

www.gesunde.sachsen.de

- › Gesundheitswesen
- › Öffentlicher Gesundheitsdienst
- › Infektionsschutz
- › Hygiene der Gesundheitseinrichtungen
- › Rahmenhygienepläne



Auf der Seite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) finden Sie den genauen Wortlaut der TRBA 250:

www.baua.de

- › Themen von A-Z
- › Biologische Arbeitsstoffe



Die ArbMedVV finden Sie im Internet unter: www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv



Die Empfehlungen der STIKO:

www.rki.de

- › Kommissionen
- › Ständige Impfkommission

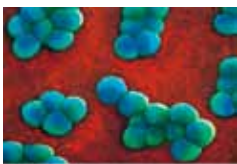
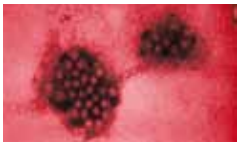




4.7.2 Mikrobiologische Grundlagen

Gram-Färbung

Färbeverfahren, das gleich aussehende Bakterien unterscheidbar macht; grampositive Bakterien verfärben sich blau, gramnegative rot

Erreger

Verschiedene Mikroorganismen können in den menschlichen Körper eindringen oder ihn besiedeln und so eine Abwehrreaktion auslösen. Bei Erkrankungen wehrt sich der Körper durch sein Immunsystem. Der beste Infektionsschutz ist die intakte Haut, aber auch mit intakter Haut ist der Mensch bei beeinträchtigtem Immunsystem anfällig für Infektionen durch Erreger, die für gesunde Menschen ungefährlich sind. Man unterscheidet folgende Gruppen von Erregern:

Art	Eigenschaften	Hinweise zur Bekämpfung
Bakterien 	einzellige Lebewesen vermehren sich durch Zellteilung, brauchen dazu Nährstoffe und Wasser manche brauchen Sauerstoff (Aerobier), andere können keinen vertragen (Anaerobier) für den Menschen pathogene (Krankheit auslösende) Bakterien wachsen am besten bei annähernd menschlicher Körpertemperatur (cca. 37 °C) die Fähigkeit, in der unbelebten Umwelt überleben zu können (Tenazität), hängt von der Beschaffenheit ihrer Membran ab, sogenannte I grampositive Bakterien sind stabiler als I gramnegative	Antibiotika greifen die Zellwand von Bakterien an und/oder in den Stoffwechsel ein und töten sie so ab oder verhindern das Wachstum bakterielle Sporen sind Dauerformen und besonders widerstandsfähig
Viren (Einzahl: das Virus) 	können sich nur innerhalb lebender Zellen vermehren, wobei sie sich nicht teilen, sondern jedes Virus eine große Zahl von „Nachkommen“ erzeugt kommen behüllt oder unbehüllt vor, was Auswirkungen auf die Empfindlichkeit gegenüber Desinfektion hat	virostatische Medikamente haben meist erhebliche Nebenwirkungen Antibiotikabehandlung ist wirkungslos
Pilze 	Lebewesen, die insbesondere Haut und Schleimhäute besiedeln können vermehren sich selbstständig brauchen Feuchtigkeit und warme Temperatur, um wachsen zu können	medikamentöse Behandlung ist mit fungiziden Präparaten möglich, meist aber langwierig Antibiotikabehandlung ist wirkungslos
Parasiten   	auf der Haut lebende Ektoparasiten können bei Kontakt übertragen werden, Endoparasiten leben im Körper und können meist nur durch Ausscheidungen übertragen werden Bettwanzen parasitieren zwar am Menschen, sie leben jedoch nicht auf ihm, sondern z. B. in Matratzen oder Bettzeug, wohin sie sich bei Helligkeit verkriechen; damit ist eine Übertragung auf Rettungsdienstpersonal sehr unwahrscheinlich Flöhe können weit (bis $\frac{3}{4}$ Meter) springen; sie suchen immer den Warmblüter und fliehen den Unterkühlten, das macht eine Übertragung wahrscheinlich Läuse brauchen enge Kontakte durch Insekten übertragene einzellige Parasiten (z. B. Malaria) sind meist hochspezialisiert, sie haben einen komplizierten Entwicklungszyklus und brauchen definierte Überträger, Zwischen- und Endwirte; deswegen kommen Übertragungen außerhalb ihrer Heimat nur extrem selten vor (z. B. „Flughafenmalaria“)	Bekämpfung erfolgt neben der Entfernung der Parasiten mit speziell auf sie abgestimmten Medikamenten Antibiotika und Desinfektionsmittel(!) sind wirkungslos Parasitenbekämpfung muss immer zweimal erfolgen, da die Eier, manchmal auch die Larvenformen, gegen die Medikamente resistent sind

Übertragungswege

Damit eine Infektion entstehen kann, sind verschiedene Voraussetzungen nötig:

- Es müssen in ausreichender Menge pathogene Erreger vorhanden sein.
- Diese müssen in einer geeigneten Weise von einem Wirt zum anderen weitergegeben werden können. Das kann direkt vom einen zum anderen oder über ein geeignetes Medium bzw. einen Gegenstand erfolgen. In diesem Fall spricht man von einem Vehikel. Solche Vehikel sind vorwiegend die Hände, aber auch Aerosole (Husten, Niesen, Sprechen), Ausscheidungen, Blut und Sekrete oder kontaminierte (verunreinigte) Gegenstände.
- Die Erreger müssen über eine Eintrittspforte in den neuen Wirt eindringen können. Das sind Schleimhäute, der Magen-Darm- oder Atemtrakt, Wunden, Punktions- oder Injektionsstellen, äußerst selten die intakte Haut. Das Immunsystem muss von der Menge und Pathogenität der Erreger überwunden werden. Das dauert die sogenannte **Inkubationszeit**.

Im Wesentlichen werden folgende Übertragungswege unterschieden:

Inkubation

Bebrütung; die Zeit vom Akquirieren einer Infektion bis zum Ausbruch der Krankheit

expektorieren

Auswurf aus Luftröhre oder Bronchien herausbefördern

Übertragungsweg	Maßnahmen im Rettungsdienst
<p>aerosolgetragen (aerogen; Tröpfcheninfektion)</p> <p>Übertragung durch die beim Husten, Niesen, manchmal auch beim Sprechen entstehenden Tröpfchen; eine Studie hat nachgewiesen, dass dabei ein Umkreis von etwa 2,5 m erreicht wird Beispiel: grippler Infekt, Tuberkulose, norovirenbedingter Durchfall</p>	<p>Ein Mund-Nasen-Schutz (MNS) ist die adäquate Prophylaxe. Es gibt verschiedene Filterklassen. Im Fall der offenen aktiven Lungentuberkulose wird die Filterklasse FFP2 empfohlen. Höherwertige Filter (FFP3) werden nur bei den hochkontagiösen, meist importierten Virusinfektionen verlangt. Wenn der Patient den MNS toleriert, sind keine weiteren Schutzmaßnahmen erforderlich. Wird vom Patienten der MNS nicht toleriert, muss der im Patientenumraum tätige Rettungsdienstmitarbeiter ihn tragen.</p> <p>Eine anschließende desinfizierende Vollreinigung des Rettungsmittels wird nur bei meldepflichtigen Infektionskrankheiten nach § 6 IfSG verlangt, wie z. B. Cholera, Masern, behandlungsbedürftige Tuberkulose, Meningokokken-Meningitis).</p> <p>Wenn der Patient expektoriert, wird eine Flächendesinfektion der patientennahen horizontalen Flächen empfohlen. Vertikale Flächen sind nur betroffen, wenn sie mit Sekret behaftet sind.</p>
<p>fäkal-oral</p> <p>Erreger werden mit dem Stuhl ausgeschieden und über den Mund aufgenommen, z. B. über die Nahrung oder mit verschmutzten Händen Beispiel: Durchfallerkrankung, Hepatitis A</p>	<p>Im Rettungsdienst spielt dieser Übertragungsweg nur bei inkontinenten Patienten eine Rolle. Dann reicht eine desinfizierende Reinigung der Kontaktstellen (Transportliege, Handgriffe, Decken u. Kissen, Schalter) aus.</p> <p>Bei plötzlich auftretendem Brechdurchfall besteht immer der Verdacht auf eine Infektion mit Noroviren. Diese ist auch durch Aerosole übertragbar, besonders beim Erbrechen. Also ist ein MNS indiziert. Noroviruspatienten sind auch noch einige Tage nach Abklingen der Symptome ansteckend. Das hat besonders Bedeutung, wenn Mitarbeiter erkrankt waren und zu früh wieder den Dienst aufnehmen. Ausbrüche im Kollegenkreis sind dann die Folge.</p>
<p>Sekrete (Blut, Eiter, Urin etc.)</p> <p>die Übertragung erfolgt durch direkten Kontakt mit Körperflüssigkeiten oder über kontaminierte Gegenstände (Schmierinfektion) Beispiel: MRSA, Bindehautentzündung</p>	<p>Eine Übertragung im Rettungsdienst kann vorkommen, wenn Sekrete unkontrolliert austreten. Die adäquate Schutzausrüstung ist hier der Einmalhandschuh, wenn er nach jedem Kontakt mit Sekret gewechselt wird. Werden Sekrete kontrolliert, z. B. in Drainagebeuteln abgeleitet, besteht kein Risiko. Mit Sekreten in Kontakt gekommene Flächen und Textilien werden desinfizierend gereinigt.</p>
<p>Kontaktinfektionen</p> <p>Übertragung durch unmittelbaren Erregerkontakt Beispiel: Hauterkrankungen, selten Herpes simplex oder Parasitosen, wie etwa Skabies (Krätze), Kopfläuse</p>	<p>Kontaktflächen und Textilien werden desinfizierend gereinigt, im Fall einer Parasitose erfolgt eine Behandlung mit Insektiziden („Entwesung“) durch den Schädlingsbekämpfer.</p>
<p>Inokulation</p> <p>Übertragung von Erregern durch Nadelstich</p>	<p>Streng aseptisches Arbeiten bei Injektionen und anderen Venenpunktionen schützt den Patienten vor einer Inokulation.</p>

Andere Übertragungsformen stellen im Rettungsdienst kein nennenswertes Infektionsrisiko dar. Unabhängig davon ist natürlich die Basishygiene immer einzuhalten, weil meistens keine verlässlichen Informationen zur infektiologischen Situation vorliegen.

Multiresistenzen

Definition

In den letzten Jahren gibt es immer mehr sogenannte multiresistente Erreger (MRE). Dies sind z. B. Bakterien, die gegen mehrere Antibiotika resistent sind, d. h. die Antibiotika wirken nicht. Durch die Resistenzbildung verändert sich jedoch nur die Antibiotikaempfindlichkeit, weder die Widerstandsfähigkeit gegen Desinfektionsmittel noch die Fähigkeit, Krankheiten auszulösen. Ein antibiotikaresistenter Keim ist also weder pathogener noch infektiöser und schon gar nicht desinfektions- oder sterilisationsstabiler als ein sensibler Erreger.

Entstehung multiresistenter Erreger

Jeder Mensch trägt in und auf sich eine Mischkultur der verschiedensten Bakterien. Sie sind aber immer auch Nahrungs- und Habitat („Wohnort“-)konkurrenten. Bei einer Antibiotikabehandlung sterben die sensiblen Keime mehr oder weniger schnell ab und die zunächst wenigen resistenten bleiben übrig und können sich dann unbehelligt vermehren. Neben der gewünschten Wirkung, der Reduktion der pathogenen Flora auf ein vom Körper beherrschbares Maß, kommt es dann zur Ausbildung einer resistenten Flora. Inzwischen gibt es eine immer größere Anzahl von Bakterien, die gegen Antibiotika resistent werden und damit auch immer schwerer zu therapieren sind. Vor allem in Krankenhäusern muss der Verhinderung einer Keimübertragung besonderes Augenmerk gewidmet werden, weil dort eine größere Anzahl von potenziellen Keimträgern und von möglichen infektiologisch bedenklichen Kontakten vorkommt. Zudem gibt es auch eine Vielzahl von Patienten, die unter einer Antibiotikatherapie stehen. Wenn diese einen antibiotikaresistenten Keim erwerben, trifft der auf einen Organismus, in dem andere Keime, also potenzielle Nahrungs- und Habitatkonkurrenten, fehlen. Der resistente Keim findet dann ideale Wachstumsvoraussetzungen vor. Die zweite Ursache der Resistenzbildung kommt aus der Lebensmittelproduktion: In vielen Betrieben, in denen eine Massentierhaltung stattfindet, werden Antibiotika dem Futter beigegeben. Das ist zwar bei gesunden Tieren nicht erlaubt, kommt aber immer wieder vor. Die Reste dieser Antibiotika reichern sich in Fleisch und Eiern an und werden so vom Menschen beim Verzehr aufgenommen.

Wichtige Erregerstämme und ihre Bedeutung für den Rettungsdienst

Seit über 20 Jahren bekannt ist der als **MRSA** (Methicillin-resistenter Staphylokokkus aureus) bezeichnete Keim. Er besiedelt als Hautkommensale jeden Quadratzentimeter der Haut im einstelligen Tausenderbereich. In Wunden oder im Intestinaltrakt kann er zum Infektionserreger werden. Von dort ist er überwiegend durch ungeschützten Handkontakt übertragbar. Sitzt er auf den Schleimhäuten des Atemtraktes, so ist auch eine Übertragung durch Husten-, Nies-, aber auch Sprechaerosole möglich. Deswegen wird im Krankentransport ein MNS vorzugsweise für den Patienten empfohlen. Toleriert der Patient den MNS nicht, verwendet ihn das Personal. Eine Übertragung durch die Schutzkleidung wird immer wieder diskutiert, wurde letztlich aber nie bewiesen.

Erhält ein Patient längere Zeit Antibiotika, vor allem auf oralem Weg, kann die Darmflora gestört werden und Durchfall entstehen. Das geschieht, weil ein Teil der Darmbakterien zu den Clostridien (insbesondere Clostridium difficile) gehört, die nur gegenüber wenigen Antibiotika sensibel sind. Wird die natürliche Darmflora durch eine antibiotische Behandlung verschoben, können die Clostridien überhand nehmen. Einige Clostridienstämme bilden dabei ein Toxin, das den Darm angreift und zum Erkrankungsbild einer **CDAD** (Clostridium difficile assoziierte Diarrhoe) führen kann.

Antibiotika › S. 514

Hautkommensale

wörtlich „Tischgenosse“; ein nicht obligat pathogener Keim, der als Hautbewohner auftritt



Empfehlungen des Robert Koch-Instituts zu Maßnahmen bei MRSA finden Sie hier:

www.rki.de

- › Infektionsschutz
- › Infektions- und Krankenhaushygiene
- › Themen A-Z

Eine Übertragung ist hier nur über den Stuhl (fäkal) möglich. Im Rettungsdienst besteht also keine wesentliche Gefahr, es sei denn der Patient wäre so stark stuhlinkontinent, dass die Kontaktflächen mit Stuhl verunreinigt sind.

HINWEIS



Clostridien sind in der Lage, Sporen, aus denen wieder Clostridienbakterien erwachsen können, als Dauerformen zu bilden. Diese sind gegenüber gängigen alkoholbasierten Desinfektionsmitteln resistent, aber auch sehr umweltresistent. Bei einer echten Kontamination mit Stuhl im Rahmen einer CDAC müssen dann Flächendesinfektionsmittel eingesetzt werden, die auch gegen Clostridien sporen wirken.

ESBL (Extended Spectrum Betalactamase) bezeichnet keine Keimart, sondern die Eigenschaft einer ganzen Anzahl von Bakterien, sich gegen sogenannte Betalactam-Antibiotika zu wehren. Die Bakterien sind in der Lage, ein Enzym (Betalactamase) zu bilden, welches das Antibiotikum verstoffwechselt. Diese ESBL-bildenden Bakterien kommen aus der Gruppe der Bewohner des Darmes oder der Harnwege. Sie kommen aber auch gelegentlich im Bronchialsekret oder in Wunden vor. Damit sind sie bei den im Rettungsdienst üblichen Kontakten nur selten, meist aerosolgetragen, übertragbar.

3MRGN/4MRGN sind neu beschrieben. Hier geht es um ein ähnliches Problem wie bei den ESBL-Bildnern: MR steht für „multiresistent“, GN für „gramnegativ“. Auch das sind Bakterien, die beim Menschen meist Bewohner des Verdauungssystems sind. Die Ziffer bezeichnet die Anzahl definierter Antibiotikaklassen, gegen die dieses Bakterium resistent ist. Ist ein Erreger als 3MRGN beschrieben, so ist er gegen drei dieser vier Klassen resistent und es gibt noch Reserveantibiotika. Ist er als 4MRGN beschrieben, so besteht die Resistenz gegen alle vier Klassen. Wie weit die Präventionsmaßnahmen zu gehen haben, muss im Einzelfall unter Berücksichtigung der Lokalisation und der möglichen Übertragungswege entschieden werden.

VRE bezeichnet eine spezielle Gruppe resistenter Enterokokken, die gegen das Antibiotikum Vancomycin resistent sind. Enterokokken gehören zu den Kettenkokken, sind natürliche Besiedler der Darmflora, können sich aber insbesondere unter antibiotischer Therapie auch im Nasen-Rachen-Raum, in der Lunge und in den ableitenden Harnwegen ansiedeln. In Deutschland ist Vancomycin bisher ein sehr gutes Antibiotikum zur Behandlung von grampositiven Bakterien. Es ist jedoch eine Zunahme von vancomycinresistenten Enterokokkenstämmen zu verzeichnen, sodass auch diese Bakterienstämme einen gesonderten Umgang als MRE erfordern.

Prophylaxe

Seit Jahren werden Prophylaxestrategien entwickelt und veröffentlicht. Die Landesgesundheitsämter publizieren Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Patienten mit MRE, auch für den Rettungsdienst. Die im Rettungsdienst möglichen Übertragungen wurden in der Vergangenheit häufig eher übertrieben dargestellt. Das Risiko einer Infektion für gesundes Rettungsdienstpersonal ist gering und nosokomiale Übertragungen im Rettungsdienst wurden bis heute auch nicht nachgewiesen. Weil aber von einer hohen Zahl der unbekanntenen Kolonisationen ausgegangen werden muss, sollten die Maßnahmen der Basishygiene so erfolgreich sein, dass die Möglichkeiten einer Keimübertragung immer so weit wie möglich reduziert werden. Ganz ausschließen lassen sie sich jedoch nie.



Die Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) zu Maßnahmen bei MRGN finden Sie hier:

www.rki.de

- › Infektionsschutz
- › Infektions- und Krankenhaushygiene
- › Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
- › Bekämpfung und Kontrolle



Landesarbeitsgemeinschaft Multiresistente Erreger (LARE) in Bayern: www.lgl.bayern.de

- › Gesundheit
- › Hygiene

4.7.3 Hygienische Maßnahmen im Rettungsdienst

HINWEIS



Bei der Rettungsdiensthygiene geht es mehr um Präventiv- als um Kurativmedizin. Hygiene soll Krankheiten verhüten, Hygienefehler können Schaden verursachen.



Sie finden den „Rahmenhygieneplan für Rettungs- und Krankentransportdienste“ z. B. unter www.berlin.de
Suche: Rahmenhygieneplan

AWMF

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.; hat u. a. die Aufgabe, die Entwicklung von medizinischen Leitlinien zu Diagnostik und Therapie zu koordinieren



Ein Merkblatt des bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zum Übertragungsrisiko beim Patiententransport finden Sie unter:

www.lgl.bayern.de

- › Gesundheit
- › Hygiene
- › LARE
- › Merkblätter

Risikokategorien bei übertragbaren Kolonisationen / Infektionen im Rettungsdienst

Im Rettungsdienst existieren häufig zunächst nur Verdachtsdiagnosen, somit ist es schwierig, das Infektionsrisiko einzuschätzen. Die Vorgaben zur Einschätzung des Infektionsrisikos entwickeln sich genau wie die Erreger ständig weiter. Hygieniker, Notfallsanitäter und andere Mitarbeiter im Rettungsdienst sind aufgefordert, an der Überarbeitung und Verbesserung der Empfehlungen und Richtlinien mitzuwirken. Es gibt verschiedene Leitlinien, z.B. den „Rahmenhygieneplan für Rettungs- und Krankentransportdienste“ vom Länder-Arbeitskreis zur Erstellung von Hygieneplänen nach § 36 IfSG oder die Leitlinie „Hygienemaßnahmen des Krankentransports“ des Arbeitskreises „Krankenhaus- und Praxishygiene“ der AWMF. Beschrieben werden u. a. fünf Kategorien der Infektiosität:

- Kategorie A: Patienten, bei denen kein Anhalt für das Vorliegen einer Infektionserkrankung besteht.
- Kategorie B: Patienten, bei denen zwar eine Infektion besteht und diagnostiziert wurde, diese aber nicht durch beim Transport übliche Kontakte übertragen werden kann. Darunter fallen auch Virushepatitis, HIV-Infektion ohne klinische Zeichen eines Vollbildes AIDS, Tuberkulose exkl. offene Lungen-TB. Ausgenommen hiervon sind Patienten mit offenen und blutenden Wunden (Kategorie C oder D).
- Kategorie C–I: Patienten, bei denen die Diagnose gesichert ist oder der begründete Verdacht besteht, dass sie an einer kontagiösen Infektionskrankheit leiden, wie z. B. an offener Lungentuberkulose, Meningokokken-Meningitis, Diphtherie, Milzbrand, Windpocken, generalisiertem Zoster, Cholera, Typhus, Tollwut, sowie Patienten mit multiresistenten Keimen wie z. B. MRSA, VRE, und Patienten, die akut erbrechen und/ oder dünnflüssige Stühle ausscheiden.
- Kategorie C–II: Patienten, bei denen auch nur der bloße Verdacht auf eine Infektionskrankheit mit besonders gefährlichen Erregern besteht, wie z. B. hämorrhagisches Fieber (Lassa, Ebola), Pocken, Pest, Lungenmilzbrand, SARS.
- Kategorie D: Patienten, die in besonderem Maße infektionsgefährdet sind, z. B. durch Polytrauma, ausgedehnte Unfallverletzungen oder Verbrennungen, Frühgeburt, Immunsuppression (Organtransplantation, manifeste AIDS-Erkrankung, Leukopenie [< 500 Neutrophile], Agranulozytose).

ZUM WEITERDENKEN



Das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit geht weiter und nimmt die Multiresistenzen als eigene Kategorie auf.

Grundlagen der Desinfektion

Aufgabe der Desinfektion ist die Antisepsis (Vernichtung von Krankheitskeimen). Die Anzahl der Mikroorganismen in einem Körperbereich, auf Gegenständen oder Flächen soll soweit reduziert werden, dass keine Infektionsgefährdung von ihnen ausgehen kann. Das Ziel der Keimreduktion um fünf Log-Stufen bedeutet für die Praxis, dass von 100 000 Bakterien nach erfolgter Desinfektion maximal ein Bakterium übrig bleiben darf.

Man unterscheidet physikalische (v.a. thermische) und chemische Desinfektionsverfahren. Im Rettungsdienst werden vor allem chemische Desinfektionsverfahren eingesetzt, bei denen unterschiedliche Desinfektionsmittel angewendet werden.

Anforderungen an Desinfektionsmittel

Ein im Rettungsdienst verwendetes Mittel muss mindestens **bakterizid**, **fungizid** und **levurozid** sowie begrenzt **viruzid** sein. Zu Ausbruchszeiten (Herbst, Winter) ist es nötig, dass es auch gegen das hochansteckende Norovirus wirkt. Eine Wirksamkeit gegen alle Viren (Viruzidie), gegen Myko- (Mycobakterizidie) und Tuberkulosebakterien (Tuberkulozidie) sowie gegen bakterielle Sporen (Sporozidie) ist indikationsabhängig erforderlich.

Desinfektionsmittel sind immer auch Gefahrstoffe. Bei der Anwendung ist darauf zu achten, dass das Mittel mit dem Desinfektionsgut materialverträglich ist, reinigen kann und lagerfähig ist. In der Gebrauchsverdünnung ist diese Lagerfähigkeit eingeschränkt. Sauerstoffabspalter haben fast keine Standzeit, weil der einmal abgespaltene Sauerstoff nicht ersetzt werden kann.

Wichtige Wirkstoffe

Wirkstoff	Wirkung
Halogene (Iod, Chlor, Natriumhypochlorid)	Wirken sehr breit, einschließlich auf Viren und bakterielle Sporen. Allerdings schränken Proteine und Schmutz ihre Wirkung schnell ein, weil sich das aktive Halogen verbraucht. Metalle und Kunststoffe werden von Halogenen angegriffen.
Peroxide, insbesondere Wasserstoffperoxid (H ₂ O ₂)	Wirken analog den Halogenen durch die Reaktion von Sauerstoff mit Zellbestandteilen und durch Zerstörung von Zellwand und -bestandteilen sowie der Erbsubstanz. Ihr Wirkspektrum ist sehr breit und die ökologischen Eigenschaften sind sehr gut. Auf Metalle wirken sie korrosiv; Haut wird geätzt und stark gebleicht. Die desinfizierende Reinigung von Oberflächen ist damit grundsätzlich möglich, wenn die Anwendung mit mechanischer Reinigung verbunden ist. In der Praxis kommt das aber selten vor. Zu der Anwendung durch Vernebeln haben sich die Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) im August 2013 und die AWMF sehr kritisch geäußert und raten davon ab.
Peressigsäure	Wurde früher meist in der Flächendesinfektion eingesetzt. Weil sie wie alle Säuren Eiweiß fixiert, rät das RKI in seiner Richtlinie davon ab.
Alkohole	Werden vor allem in der Hände- und Hautdesinfektion eingesetzt. Weil sie brennbar und die Dämpfe explosiv sind, dürfen sie nur auf sehr kleinen Flächen eingesetzt werden. Die früher häufige „Sprühdesinfektion“ ohne gleichzeitige mechanische Reinigung gilt als obsolet (veraltet). Ihre Wirkung auf unbehüllte Viren und auf bakterielle Sporen ist schlecht oder fehlt völlig. Alkohole erfordern hohe Konzentrationen, wirken dann aber sehr schnell. Auf Kunststoffen können sie die Gegenstände brüchig oder rissig machen.
Aldehyde	Sind die am umfassendsten wirksamen Desinfektionsmittel. Wegen ihrer potenziell gesundheitsschädlichen Wirkung werden sie heute meist nur noch auf behördliche Anordnung (§ 18 IfSG) verwendet.
quaternäre Ammoniumverbindungen (QAV/Quats)	Wirken schnell und recht breit auf verschiedene Keimarten und sind gut haut- und materialverträglich. Allerdings fehlt eine Wirkung gegen unbehüllte Viren und bakterielle Sporen. Eiweißbelastung führt dazu, dass die Desinfektionswirkung schnell nachlässt (Eiweißfehler). Werden QAV-Desinfektionsmittel mit anionischen Tensiden (Reinigungsmittel) gemischt, kommt es zu einer chemischen Reaktion (Seifenfehler). Dann ist die Wirkung aufgehoben.
Amine	Sind gut wirksam, auch gegen Mykobakterien (Tuberkulose) und partiell gegen Viren. Ihre Indikationen liegen in der Flächen- und Instrumentendesinfektion.

bakterizid

wirksam gegen Bakterien

fungizid

wirksam gegen Hefen und Schimmelpilze

levurozid

wirksam gegen Hefepilze (z. B. Candida albicans)

viruzid

wirksam gegen unbehüllte Viren



Detaillierte Informationen und Hygienetipps finden Sie hier:

www.krankenhaushygiene.de

www.rki.de

- › Infektionsschutz
- › Infektions- und Krankenhaushygiene
- › Desinfektion



Die Empfehlungen des RKI zur Händehygiene finden Sie hier:

www.rki.de

- › Infektionsschutz
- › Infektions- und Krankenhaushygiene
- › Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
- › Infektionsprävention in Pflege, Diagnostik und Therapie



Die „AKTION Saubere Hände“ ist eine Kampagne zur Verbesserung der Durchführung der Händedesinfektion und stellt zahlreiche Informationen und Materialien zur Verfügung:

www.aktion-sauberehaende.de

TRBA 250 › S. 373

Personenbezogene Hygiene und Eigenschutz

Da die Hände zu den häufigsten Überträgern von Keimen gehören, spielt die **Händehygiene** im Rettungsdienst eine entscheidende Rolle. Dazu zählen:

- Fingernägel regelmäßig kürzen und reinigen
- Hände waschen: vor Dienstbeginn, nach Dienstende sowie bei sichtbaren Verschmutzungen
- Händedesinfektion vor und nach infektionsrelevanten Kontakten
- Händepflege
- Handschuhe tragen, wo nötig



Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut hat Empfehlungen zur Händehygiene herausgegeben, die auch für den Rettungsdienst gelten. Heute rät jeder Arbeitsmediziner dazu, so oft wie möglich zu desinfizieren und nur wenn nötig zu waschen. Am Waschplatz in der Wache muss ein Plan verfügbar sein, der Anweisungen zur Händereinigung, -desinfektion, Hautschutz und -pflege sowie zur Verwendung der richtigen Handschuhe für Behandlung und Feuchtarbeiten gibt. Diese Pläne sind von fast allen Herstellern der Händedesinfektionsmittel erhältlich und auch von den Websites downloadbar.

Händedesinfektion

Im Rettungsdienst ist auf jeden Fall vor und nach Patientenkontakt und vor dem Vorbereiten von Injektionen und Infusionen die Händedesinfektion nötig. Wo eine Indikation dafür besteht, muss eine Händedesinfektion möglich sein. Das kann auch ein Grund für das Mitführen von Händedesinfektionsmitteln in Taschenflaschen sein. Händedesinfektionsmittel sind Arzneimittel zur Anwendung am Menschen. Damit unterliegen sie den apothekenrechtlichen Vorgaben und dürfen nur vom Apotheker unter den dort gegebenen Bedingungen umgefüllt werden.

Das Händedesinfektionsmittel wird in die trockenen Hände ohne Zusatz von Wasser eingerieben. Dabei werden sämtliche Bereiche berücksichtigt und über die Dauer der Einwirkzeit (i. d. R. 30 s) feucht gehalten: Innen- und Außenflächen, Handgelenke, Fingerspitzen, Nagelfalze und Flächen zwischen den Fingern und Daumen. Viele Hersteller von Desinfektionsmitteln bieten „Anwendungsvideos“ an, um das Üben zu erleichtern. Uhren, Ringe und anderer Schmuck an Händen und Unterarmen machen eine Händedesinfektion unmöglich oder unwirksam. Daher untersagt sie die TRBA 250 zu Recht.

	<p>Verschmutzung mit einem mit Desinfektionsmittel getränkten Einmalhandtuch entfernen Hände müssen trocken sein!</p>
	<p>Eine ausreichende Menge (eine Hohlhand voll) Desinfektionsmittel aus dem ellenbogenbedienbaren Spender entnehmen</p>
	<p>Desinfektionsmittel auf Handflächen, -rücken und zwischen den Fingern einreiben; Fingerspitzen auf der Handfläche einreiben</p>

	Desinfektionsmittel durch Verschränken der Finger auf Fingernägel und Nagelfalze verteilen
	Beide Daumen gesondert einreiben

Tab. 1: Vorgehen bei der Händedesinfektion

Hautpflege

Das alkoholische Desinfektionsmittel löst Hautfett heraus. Dieses muss erst wieder in der Haut sedimentieren. Deswegen wirkt ein Händedesinfektionsmittel deutlich weniger aggressiv, wenn die vorgegebenen Einwirkzeiten eingehalten werden. Sind die Hände feucht, kommt es zur Hautreizung. Deswegen ist darauf zu achten, dass die Händedesinfektion nur auf völlig trockener Haut stattfindet. Um die Hände zusätzlich zu pflegen, kann z. B. eine Lotion verwendet werden.

Handschuhe tragen

Die Handschuhe, die im Rettungsdienst allgemein verwendet werden, sind unsteril. Sie schützen den Träger vor den möglichen Keimen des Patienten, nicht umgekehrt. Bei den im Rettungsdienst selten vorkommenden Tätigkeiten, die eine Asepsis (Keimfreiheit) erfordern, müssen sterile (OP-)Einmalhandschuhe verwendet werden.

HINWEIS

Als Einmalartikel deklarierte Handschuhe können und dürfen nur einmal verwendet und nicht desinfiziert werden.

Der meist aus Latex bestehende Handschuh ist für Reinigungs- und Desinfektionsarbeit nicht geeignet. Für diese Tätigkeiten wird ein chemiefester Handschuh verwendet, dessen Material Nitril® dem Latex in der Widerstandsfähigkeit deutlich überlegen ist. Der Gebrauch von wiederverwendbaren Haushaltshandschuhen ist grundsätzlich möglich, aber diese trocknen innen schlecht aus und verkeimen deswegen.

Es kommt immer wieder vor, dass beim Reinigen Lösungen von Desinfektionsmitteln in die Handschuhe hineinlaufen. Deswegen wird empfohlen, Handschuhe mit langen Stulpen zu verwenden und diese am Ende umzukrempeln. Dann entsteht dort eine Kante, an der etwaige Flüssigkeiten abtropfen, der Unterarm bleibt deutlich trockener.

Werden Handschuhe zu lange oder derselbe Handschuh wiederholt getragen, so kann die Transpiration die Haut mazerieren (aufweichen). Jede Minute ohne Handschuh ist also praktizierter Hautschutz.



Abb. 1: Umgekrepelte Handschuhstulpen



Die Internetseite der Berufsgenossenschaft BGW bietet Musterhautschutzpläne und viele weitere Informationen zum Thema an:

www.bgw-online.de

- › Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
- › Hautschutz – gesunde Haut behalten

Persönliche Schutzausrüstung und Infektionsschutz

Die im Rettungsdienst übliche Schutzkleidung bietet durch Auffälligkeit (Farbgebung, Reflexstreifen) primär Unfallschutz. Nach Euronorm muss Arbeitsschutzkleidung für den Rettungsdienst bei 60°C waschbar sein. Eine Spritzschutzbrille ist überall dort sinnvoll, wo es zur Aerosolbildung kommt, welche die Augen betreffen kann, also z. B. bei Intubation, spritzender arterieller Blutung, heftigem Erbrechen oder starker Expektoration. Nach berufsgenossenschaftlichen Vorschriften müssen Einsatzkräfte die Möglichkeit haben, bei derartigen Tätigkeiten eine Schutzbrille zu nutzen. Wenn bei Desinfektionsarbeiten mit dem Verspritzen von Konzentraten zu rechnen ist, sollte auch eine Brille getragen werden.

Die Art des Infektionsschutzes richtet sich nach dem Übertragungsweg.

Bei Aerosol-/aerogenübertragenen Infektionen ist ein Mund-Nasen-Schutz (MNS) nötig. Bei ausgeprägter Expektoration oder engem Kontakt kann auch ein Einmalkittel notwendig sein. Das betrifft z. B. die aktive offene Lungentuberkulose oder die Meningitis. Inwieweit der Atemweg bei Multiresistenzen eine infektiologisch bedeutsame Rolle spielt, wird zurzeit kontrovers diskutiert. Auf jeden Fall ist das nur bei Kolonisationen im Atemtrakt möglich.

Andere Infektionswege werden normalerweise durch die im Rettungsdienst übliche Schutzausrüstung (Handschuhe) ausgeschlossen. Bei engem Kontakt mit Patienten mit Infektionskrankheiten, die fäkal-oral, durch Sekrete, Ausscheidungen oder Kontakt übertragen werden, z. B. beim Umlagern, sollte ein Einmalkittel getragen werden, bei Risiko der Durchnässung besser eine Einmal-Plastikschürze.

BEISPIEL



Paul Martens leidet an einer chronischen Hepatitis C. Er wird vom Krankenhaus in eine Reha-Klinik verlegt. Der Notfallsanitäter Cem Taplici begleitet ihn bei dem Transport. Da Herr Martens sehr schwach ist und eine körpernahe Unterstützung vermutlich notwendig werden wird, trägt Cem Taplici neben Handschuhen auch einen Einmalkittel.

Ein Haarschutz ist nur bei stark ausgeprägter Expektoration nötig. Schuhüberzüge sind grundsätzlich überflüssig und werden heute nur noch im Fall der virusbedingten hämorrhagischen Fieber (VHF) empfohlen. Der Virenschutzanzug aus dreischichtigem Papiermaterial (Tyvek®), der sogenannte Infektionsschutz-Overall, wird ebenfalls nur sehr selten benötigt. Im Wesentlichen kommt er bei der Versorgung unbekannter, meist exotischer und importierter Infektionen vor.



Abb. 1: Mitarbeiter in Dienstkleidung



Abb. 2: Spritzschutzbrille

Das Rettungsdienstpersonal ist meistens auf Verdachtsdiagnosen angewiesen. Deshalb existieren symptombezogene Arbeitsanweisungen zur Übertragungsprophylaxe:

Symptome	Verdachtsdiagnose/ Übertragungsweg	Schutzmaßnahmen
Blutung	Hepatitis B, C über Kontakt mit Blut	  Desinfektion
Durchfall	Enteritis über Kontakt mit Stuhl	   Desinfektion
Brechdurchfall	Noroviren aerosolgetragen oder über Kontakt mit Stuhl	    viruswirksame Händedesinfektion
Erbrechen	Intoxikation	  Desinfektion
blutiger Auswurf	Lungentuberkulose aerosolgetragen	    viruswirksame Händedesinfektion Atemschutz: FFP 2
Fieber	unklarer Infekt ggf. aerosolgetragen	    viruswirksame Händedesinfektion
Fieber, Kopfschmerz, Nackensteifigkeit	Meningitis ggf. aerosolgetragen	    Desinfektion
Schleimhautblutung nach Tropenaufenthalt	hämorrhagisches Fieber ggf. aerosolgetragen	    Desinfektion
	Multiresistenz ggf. aerosolgetragen	    viruswirksame Händedesinfektion Atemschutz: FFP 3

Für definierte Infektionen ist auf der Website des Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit Bayern eine Tabelle veröffentlicht. Inhaltlich ähnliche Veröffentlichungen finden sich auf den Seiten fast aller Landesgesundheitsämter.

Maßnahmen an Medizinprodukten, Geräten und Fahrzeugen

Die RKI-Richtlinie gibt Klassifizierungen der Medizinprodukte (MP) an:

Klassifikation	Eigenschaft und Beispiel	Aufbereitung
unkritisches Medizinprodukt	Produkte, die mit Haut in Berührung kommen z. B. Transportliege, Mobilisationshilfen, Beatmungsmasken, Blutdruckmanschetten	desinfizierende Reinigung staubgeschützte, nicht sterile Lagerung
semikritisches Medizinprodukt	Produkte, die mit Schleimhaut oder krankhaft veränderter Haut in Berührung kommen z. B. Guedeltuben, Laryngoskope, sofern sie keine Einmalartikel sind	nach jedem Gebrauch desinfizierende Reinigung und anschließende Sterilisation, um eine Keimverschleppung von einem Patienten zum anderen zu vermeiden staubgeschützte Lagerung, z. B. in Schublade oder Rucksack
kritisches Medizinprodukt	Produkte, die invasiv (in den Körper eindringend) eingesetzt werden oder mit Blut in Berührung kommen z. B. Wundhaken	desinfizierende Reinigung, anschließend Sterilisation sterile Lagerung Entnahme aus der Sterilgutverpackung erst unmittelbar vor der Anwendung

Tab. 1: Klassifizierung der Medizinprodukte

Flächen werden wie unkritische Medizinprodukte behandelt, allerdings im Routinefall ohne die Einhaltung der Einwirkzeiten.

Da Flächen im Rettungsdienst in der Regel nicht mit Schleimhäuten, sondern nur mit der intakten Haut, also dem denkbar besten Infektionsschutz, in Kontakt kommen und auch nicht invasiv eingesetzt werden, spielt die Flächendesinfektion im Vergleich zur Händehygiene und Medizinproduktaufbereitung eine geringere Rolle. Das RKI äußert sich in seiner Richtlinie dementsprechend. Alle Flächen, die mit Haut bzw. Händen in Kontakt kommen, müssen regelmäßig desinfiziert werden. Bei allen anderen Flächen reicht die regelmäßige Reinigung aus. Fußböden müssen nur in Bereichen mit besonderem Infektionsrisiko desinfiziert werden.

Flächendesinfektion

Zur Desinfektion von Arbeitsflächen, Transportliege oder -stuhl, Griffen und Schaltern und anderen kleineren Flächen bieten sich zwei Verfahren an:

- Alkoholische Desinfektionslösung kann auf die Fläche aufgebracht und mit einem Einmaltuch abgewischt werden.
- Wässrige Flächendesinfektionslösung in Gebrauchsverdünnung wird aus dem Vliestuchspenderbehälter verwendet. Weil jedes Vliestuch nur einmal verwendet werden kann, ist die Lösung bis zu einer Standzeit von 28 Tagen stabil und verwendbar. Vor jedem neuen Füllen wird der Behälter innen ausgewaschen und getrocknet. Damit wird die Verkeimung, sogenannte Bildung von Biofilmen, verhindert. Einzelne Hersteller bieten inzwischen auch Vliestuchrollen in Einsatzbeutel an.

Die angegebenen Konzentrationen müssen eingehalten werden. Das Zumischen von Reinigern muss unterbleiben, um die Lösung chemisch stabil zu halten.



Die Richtlinie des RKI zur Flächendesinfektion finden Sie hier:

www.rki.de

- › Infektionsschutz
- › Infektions- und Krankenhaushygiene
- › Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
- › Reinigung, Desinfektion, Sterilisation



Abb. 1: Alkoholische Schnelldesinfektion



Abb. 2: Vliestuchspender

Nach aktueller Meinung ist die Einhaltung von Einwirkzeiten nur bei nachgewiesenen Kontaminationen durch echte Infektionskrankheiten, aber z. B. nicht bei Multiresistenzen, erforderlich. Nach dem Aufbringen des Desinfektionsmittels auf die Fläche nimmt die Keimzahl weiter in einer logarithmischen Kurve ab, solange sie nicht abgetrocknet wird. Das Risiko einer Übertragung ist also bereits nach kurzer Zeit so weit reduziert, dass es keine praktische Auswirkung mehr hat. Deswegen geht die Hygiene heute davon aus, dass eine desinfizierte Fläche benutzbar ist, sobald sie trocken ist. Weil kein Nachrocknen, also keine Entfernung der Desinfektionsmittelrückstände, erfolgt, geht die Wirkung weiter. Die vollständige Keimreduktion ist dann erreicht, wenn die in der Produktbeschreibung angegebene Einwirkzeit abgelaufen ist.

ZUM WEITERDENKEN



Alle Verfahren, die das Desinfektionsmittel oder die verwendeten Utensilien kontaminieren könnten, sind ungeeignet. Das heißt, dass jedes Verfahren, bei dem die Utensilien nach Flächenkontakt erneut in das Desinfektionsmittel eingetaucht werden, unangebracht ist. Das gilt auch für die lange favorisierte Zwei-Eimer-Methode.

Flächenreinigung

Alle anderen Flächen, auch Boden und Seitenflächen des Rettungswagens, werden regelmäßig feucht gereinigt. Weil sich in den Garagen Dieselruß niederschlägt, ist eine periodische Ruß lösende Reinigung sinnvoll. Vorsicht: Bei alkoholischen Mitteln leidet die Plastikoberfläche.

Die trockene Reinigung mittels Besen ist zu vermeiden, weil sie Staubpartikel, auch sehr kleine, aufwirbelt.

Grundlagen der Medizinprodukteaufbereitung

Grundsätzlich hat die Aufbereitung von Medizinprodukten (MP) im Rettungsdienst keine große Bedeutung mehr. Instrumente und Medizinprodukte, die invasiv eingesetzt werden, z. B. Kanülen oder Tuben, sind als Einmalartikel erhältlich und werden auch so verwendet. Gelegentlich kommen noch aufbereitbare MP vor. Die Aufbereitung ist in der Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten (MPBetreibV) mit Verweis auf die RKI-Richtlinie zur Aufbereitung von Medizinprodukten geregelt. Diese verlangt ein standardisiertes validierbares Verfahren. Das bedeutet, dass die Vorgehensweise für jedes Medizinprodukt schriftlich festgelegt ist, dann auch so eingehalten wird und jeder einzelne Schritt der Aufbereitung in seiner Wirksamkeit beweisbar zu sein hat.

Die heute im Rettungsdienst zum Einsatz kommenden **Medizingeräte** sind außen abwischbar. Hier ist die verwendete Reinigungslösung so auszuwählen, dass die Oberfläche nicht angegriffen wird. Besonders eine Alkoholkonzentration von über 40 % kann Plastikoberflächen beschädigen.

Die verwendeten **Verbrauchsartikel** sind Einmalartikel. Auch Beatmungsschläuche sind heute zum Einmalgebrauch erhältlich. Beatmungfilter sind dann nur bei Kreisteilen nötig oder wenn bei Langzeitverlegungen Beatmungszeiten über zwei Stunden vorkommen. Nur in diesem Fall werden **HME-Filter** empfohlen.

Beatmungsbeutel werden innen nicht kontaminiert. Deswegen kann auf eine Innendesinfektion verzichtet werden. Es wird empfohlen, zwischen Beutel oder Beatmungsgerät und Tubus/Maske einen einfachen Bakterienfilter zu setzen. Eine Aufbereitung kann sich dann auf das Rubenventil und die Maske beschränken.

Bei **Absauggeräten** sollten Zwischenschlauch und Absaugunterbrecher („Fingertip“) Einmalartikel sein. Das Sekretglas wird ausgespült, eine Desinfektion durch Einlegen ist nicht nötig. Außerdem lassen die Eiweißreste des Sekrets die Desinfektionslösung schnell unwirksam werden.



MPBetreibV:
www.gesetze-im-internet.de/mpbetreibv



RKI-Richtlinie zur Aufbereitung von Medizinprodukten:
www.rki.de

- › Infektionsschutz
- › Infektions- und Krankenhaushygiene
- › Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
- › Reinigung, Desinfektion, Sterilisation

HME-Filter

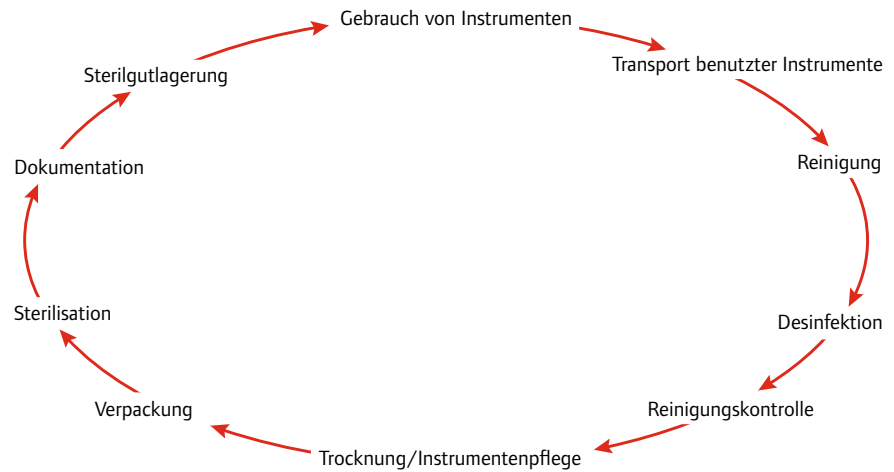
Heat and moisture exchanger; ein Filter, der zur Atemgasklimatisierung dient

Beatmungsbeutel › S. 357

Absauggerät › S. 356

Vorgehen bei der Medizinproduktaufbereitung

Der Arbeitsbereich wird so aufgebaut, dass das Medizinprodukt Stationen durchläuft:



Damit wird die Verwechslung von ungereinigten und gereinigten Instrumenten vermieden, eine Rekontamination darf nicht stattfinden. Die Arbeitsflächen müssen wasserfest sein und der Raum gut belüftet.

Werden Medizinprodukte vorschriftsmäßig gereinigt, desinfiziert und sterilisiert, kann man davon ausgehen, dass von 100 000 000 000 000 (also 100 Billionen) Keimen ein einziger übrig bleibt. Das kommt einer Keimfreiheit nahe.

ZUM WEITERDENKEN



Mikrobiologen nehmen an, dass Prionen die Erreger der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJD) sind. Sichere Desinfektions- oder Sterilisationsmaßnahmen zur Inaktivierung von Prionen befinden sich noch weitgehend im Experimentierstadium. Prionen sind nahezu unerforscht, aber es ist sicher, dass es sich um Eiweiße handelt. Damit ist die infektiologische Sicherheit umso größer, je besser die Eiweißentfernung ist. Eiweiß lässt sich am sichersten mit alkalischen Instrumentenreinigungs- und -desinfektionsmitteln entfernen. Saure oder Aldehyd-Mittel führen zu einer Ausfällung von Eiweiß und fixieren es am Desinfektionsgut.

Nach der desinfizierenden Reinigung werden die Instrumente getrocknet und dann, nötigenfalls unter Zuhilfenahme einer Leuchtlupe, auf Reste der Verunreinigung kontrolliert. Kritische Medizinprodukte werden zur Sterilisation verpackt. Heute sind Papier-/Folienverpackungen üblich. Diese lassen den Inhalt erkennen. Sie müssen mindestens mit dem Sterilisationsdatum beschriftet werden. Die Durchführung des Sterilisationsvorganges gehört in der Regel nicht zur Aufgabe des Rettungsdienstpersonals, sondern erfolgt in besonderen Sterilisationsabteilungen.

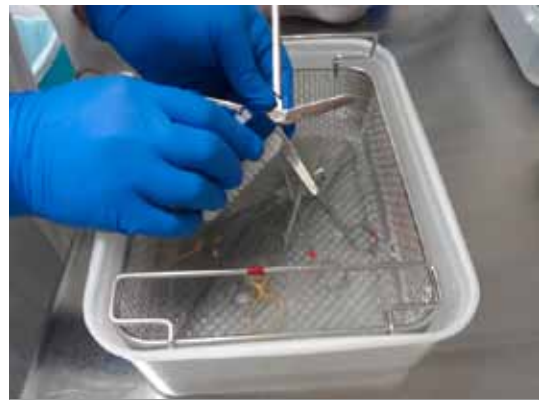


Abb. 1: Bürstenreinigung eines Instruments

Umgang mit Einwegmaterial

Einmalartikel haben auf jeder Verpackung ein Verfalldatum. Im Gegensatz zu Lebensmitteln handelt es sich hier nicht um ein Mindesthaltbarkeitsdatum, sondern um ein absolutes Datum, nach dem ein Medizinprodukt nicht mehr eingesetzt werden darf. Aber auch vor diesem Verfalldatum kann das Produkt bereits nicht mehr verwendbar sein. Wird die Sterilgutverpackung durch Verknittern, Feuchtigkeit, z. B. Desinfektion oder Regen, oder Einrisse beschädigt, ist die Sterilität nicht mehr gewährleistet. Das Instrument muss verworfen werden. Auch die Art der Lagerung begrenzt die Lagerzeit. Eine „ungeschützte Lagerung“, z. B. die Lagerung auf einer Arbeitsfläche, kann die Lagerdauer verkürzen. Diese Lagerungsform ist nur für Tagesbedarf zu empfehlen.



Abb. 1: Eine Venenverweilkanüle mit beschädigter Verpackung darf nicht verwendet werden, sondern ist zu entsorgen.

BEISPIEL



Oft ist es schwierig, Medizinprodukte zum Notfallort mitzuführen. Die Koffer oder Rucksäcke gestatten nur geringe Mengen und machen ein Falten oder Verknittern der Verpackung wahrscheinlich. Deshalb ist eine regelmäßige Kontrolle auf Beschädigung und gegebenenfalls Entsorgung beschädigter Verpackungen nötig. Schwierig ist es häufig auch, benutzte Gegenstände zu transportieren, ohne die unbenutzten zu kontaminieren. Deshalb werden vielerorts im Notfallrucksack Einwegbeutel für den Transport von benutztem Gerät und für Müll vorgehalten.

Abfallentsorgung

Der Umgang mit Abfällen im gesamten medizinischen Bereich wird durch die LAGA (Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfallwirtschaft)-Mitteilung 18 festgelegt. Grundsätzlich sind die Abfälle des Rettungsdienstes als medizinischer Restmüll entsorgbar. Das gilt auch, wenn geringe Mengen an Flüssigkeiten und Sekreten dabei sind, z. B. blutige Tupfer (sofern diese nicht tropfen), und Abfälle von Patienten mit **IMRE**. Verletzungsgefährliche Abfälle wie Kanülen gehören in eine durchstichsichere Abwurfbox. Das gilt auch, wenn „safety“-Instrumente verwendet werden. Tupfer gehören nicht in diese Abwurfbox, weil das erfordern würde, dass sie mit dem Finger hineingedrückt werden. Stichverletzungen wären dann unvermeidbar. Die Abwurfbehälter werden so verschlossen, dass sie nicht versehentlich aufgehen können, und kommen dann zum Restmüll. Sie sind kein Infektionsabfall.

Echter **Infektionsabfall** kommt im Rettungsdienst selten vor. Voraussetzung ist:

- Der Abfall stammt von einem Patienten mit einer Infektionskrankheit (nicht Multi-resistenz).
- Der Abfall ist wirklich kontaminiert.
- Es besteht eine Übertragungsmöglichkeit.

Infektionsabfall darf nur von wenigen dazu zugelassenen Betrieben entsorgt und verbrannt werden. Die Entsorgung von Infektionsabfall aus dem Einsatz verantwortet der Rettungsdienst. Sie kann z. B. über Rettungswache oder Klinik organisiert sein.

AUFGABEN



1. Ein ganz normaler Krankentransport. Bei der Patientin ist eine CJD (Creutzfeldt-Jakob-Krankheit) nachgewiesen. Welche Risiken bestehen?
2. Die Studentin Karla Reimer hat ohne vorherige Anzeichen ganz plötzlich starken Brechdurchfall und fühlt sich nach eigenen Angaben „saumiserabel“. Welche Verdachtsdiagnose stellen Sie? Welchen Risiken bestehen?
3. Eine Kneipenschlägerei, ausgerechnet im Treff-Café „positHIV“ der AIDS-Hilfe. Welche Risiken sehen Sie?



Die LAGA-Mitteilung 18 zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes finden Sie unter:
www.laga-online.de
 › Mitteilungen

MRE › S. 376