

# **Handbuch der Kinderintensivmedizin**

Herausgegeben von

Wolfgang Brömme  
Rainer Lietz  
Joachim Bennek

Mit Beiträgen von

E. M. App	U. Göbel	U. Liebert	B. Rodeck
F. Bach	G. Gräfe	R. Lietz	K. Rothe
W. F. Baum	J. Große	W. Ch. Marsch	P. Sanker
J. Bennek	W. Handrick	P. Meier	K. Sarimski
P. von Bodegom	J. Henker	M. Melter	F. Schaefer
F. Bootz	C. Hess	F. Mertzlufft	R. E. Scharf
M. Borte	J. Hidding	K. E. von Mühlendahl	R. Schobesß
D. Brock	W. Hirsch	P. Nenoff	R. Sommer
W. Brömme	W. Kachel	W. Nürnberger	J. Syska
St. Burdach	A. Karimi-Nejad	G. Offner	K. Tegtmeyer
U. Burkhardt	G. Klaus	U. Preis	B. Tittel
I. Dähnert	F.-J. Kretz	U. Querfeld	V. Varnholt
T. Elouahidi	C. Kulbe	J. Rau	P. Wiedemann
M. Fischer	P. Lemburg	K. E. Richard	L. Wild
G. Giers	H. Lenk	K. Rieske	U. Winkler
			J. Wohlrab

192 Abbildungen

290 Tabellen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Historische Entwicklung der pädiatrischen Notfall- und Intensivmedizin .....</b>	<b>1</b>	
W. Brömme		
<b>2 Organisation .....</b>	<b>8</b>	
P. Lemburg	Neonatologische Intensiveinheiten .....	13
Rettungswesen, Transport .....	Spezialisierte Intensiveinheiten für Kinder (kardiologisch, kinderchirurgisch u.a.) ..	14
Neugeborenen-Notarzdienst, Erstversorgung und Notfalltransport ....	Bauliche Gestaltung, Raumbedarf und Ausstattung .....	14
Pädiatrischer Notarzdienst, Transportbegleitung .....	Personalbedarf und Arbeitsorganisation	16
Intensiveinheiten in der Kinderklinik ...	Dokumentation .....	17
Interdisziplinäre Intensiveinheit für Kinder jeden Alters .....	Qualitätssicherung .....	17
<b>3 Störung der Vitalfunktionen: alarmierende Symptome .....</b>	<b>18</b>	
W. Brömme	Anhaltendes Erbrechen .....	26
Bewusstseinsstörungen und Bewusstseinsverlust .....	U. Preiß	
W. Brömme	Gastrointestinale Blutungen .....	29
Krämpfe .....	U. Preiß	
R. Lietz	Störungen des Wärmehaushalts .....	35
Dyspnoe, Stridor, Zyanose .....	W. Brömme	
W. Brömme	Hyperpyrexie .....	35
Massive Hämoptysie .....	Hyperthermie .....	39
U. Preiß	Hypothermie und Kälteschäden .....	40
<b>4 Monitoring .....</b>	<b>42</b>	
K. Rothe, J. Bennek	Temperaturmonitoring .....	47
Respiratorisches Monitoring .....	Erweitertes Basismonitoring .....	47
Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktion .		
<b>5 Spezielle Funktionsstörungen und Krankheitsbilder .....</b>	<b>49</b>	
Herz und Kreislauf .....	Herzinsuffizienz und kardiogener Schock	64
Herz-Kreislauf-Stillstand .....	J. Syska	
I. Dähnert		

## X Inhaltsverzeichnis

Therapie .....	88	Endotracheale Intubation .....	142
J. Syska		A. Schobeß	
Herzrhythmusstörungen .....	100	Restriktive Ventilationsstörungen .....	145
Atmungsorgane .....	116	W. Brömme	
W. Brömme		Atemnotsyndrome .....	151
Altersabhängige Struktur und Funktion der Atemorgane .....	116	W. Hirsch	
Ateminsuffizienz und Atemstillstand ....	117	Fehl- und Missbildungen der Atemorgane .....	162
Obstruktive Ventilationsstörungen ....	117	L. Wild	
Maschinelle Beatmung beim Status asthmaticus .....	122	Fremdkörperingestionen im Kindesalter .....	187
V. Varnholt, J. Große, W. Kachel		U. Winkler	
Aspirationssyndrome .....	123	Dermatologische Erkrankungen mit intensivmedizinischem Bedarf oder Hintergrund .....	189
W. Hirsch		W. Ch. Marsch, J. Wohlrab, M. Fischer	
Aspiration von festen Fremdkörpern ...	128	Intensivmedizinpflichtige Hauterkrankungen des Kindes .....	189
L. Wild		Hauterkrankungen mit intensivmedizinischem Hintergrund ....	196
Mendelson-Syndrom .....	130		
W. F. Baum			
Pathophysiologie und Überwachung des pulmonalen Gasaustauschs .....	133		
F. Mertzlufft, F. Bach und C. Kulbe			
<b>6 Zentrales Nervensystem .....</b>	<b>199</b>		
ZNS-orientierte Intensivmedizin .....	199	Virusenzephalitiden .....	224
W. Brömme		R. Lietz	
Das bewusstlose Kind .....	199	Enzephalopathien .....	229
R. Lietz		R. Lietz	
Sofortmaßnahmen .....	200	Bewusstseinsstörungen durch Elektrolytimbalanzen .....	241
R. Lietz		R. Lietz	
Einschätzung akuter Hirnfunktions- störungen mit Hilfe standardisierter neurologischer Untersuchungen .....	202	Funktionsstörungen des ZNS bei endokrinologischen Erkrankungen ..	242
W. Brömme		R. Lietz	
Hirnstammfunktionen .....	204	Funktionsstörungen des ZNS durch Mangel an Vitaminen und Spurenelementen ..	252
R. Lietz		R. Lietz	
Differenzialdiagnose des Komas .....	208	Zerebrovaskuläre Erkrankungen .....	256
R. Lietz		R. Lietz	
Strukturelle ZNS-Schäden – Schäden durch toxische und metabolische Hirnschäden .	209	Hirnembolien .....	265
R. Lietz		J. Syska	
Spezielle Krankheitsbilder und Komplikationen .....	212	Akute nichttraumatische Querschnittslähmung .....	268
Krampfanfälle in der Intensivmedizin ...	212	R. Lietz	
R. Lietz		Angeborener und erworbener Hydrozephalus .....	269
Meningitiden .....	220	K. E. Richard	
R. Lietz			

---

<b>7 Lähmungen peripherer Nerven bei Neugeborenen .....</b>	278		
R. Lietz	Diaphragmaparese .....	279	
Plexusparese .....	278	Radialisparese .....	280
Fazialisparese .....	278		
<b>8 Nieren .....</b>	281		
G. Klaus, F. Schaefer, U. Querfeld	Akutes Nierenversagen (ANV) .....	281	
Überwachung der Nierenfunktion .....	281	Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) .....	289
Prophylaxe von Nierenfunktionsstörungen .....	281	Renale Hypertonie .....	292
<b>9 Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts .....</b>	296		
W. Brömmel	Spezielle Krankheitsbilder .....	314	
Verteilungsraum des Körperwassers ...	296	Akute schwere Durchfallerkrankung (enterale Toxikose, Säuglingsenteritis mit toxischen Symptomen, Coma dyspepticum) .....	314
Intrazellulärraum (IZR) .....	296	J. Henker	
Extrazellulärraum (EZR) .....	296	Hypertrophische Pylorusstenose .....	318
Ionale Zusammensetzung des Intra- und Extrazellulärraums .....	298	J. Henker	
Osmotisches Äquilibrium zwischen Extra- und Intrazellularraum .....	299	Azetonämisches Erbrechen .....	320
Regulation und Störungen des Wasserhaushalts .....	299	J. Henker	
Flüssigkeitsbedarf .....	300	Kongenitale Chloriddiarröh .....	321
Elektrolytstörungen .....	302	J. Henker	
Natrium .....	302	Adrenogenitales Syndrom .....	321
W. Brömmel		B. Tittel	
Kalium .....	304	Diabetes insipidus centralis .....	323
R. Lietz		B. Tittel	
Magnesium, Calcium, Phosphat .....	305	Schwartz-Bartter-Syndrom .....	325
R. Lietz		J. Henker	
Störungen des Säure-Basen-Haushalts ..	308		
W. Brömmel			
<b>10 Leber .....</b>	327		
B. Rodeck, M. Melter	Hepatische Enzephalopathie und Hirnödem .....	336	
Fulminantes Leberversagen, akutes Leberversagen .....	Koagulopathie und Blutung .....	336	
Nierenfunktionsstörung und hepatorenales Syndrom .....	336		

## **XII Inhaltsverzeichnis**

---

<b>11 Magen und Darm</b> .....	338
Ileus .....	338
J. Henker	
Akute Gastroenteritis .....	338
J. Henker	
Nahrungsmittelintoleranz .....	342
J. Henker	
Nekrotisierende Enterokolitis (NEC) ....	345
J. Henker	
Akute Pankreatitis .....	347
J. Henker	
Peritonitis .....	349
J. Henker	
<b>12 Hämatologische, hämostaseologische und onkologische Probleme auf pädiatrischen Intensivstationen</b> .....	366
Anämien .....	366
W. Nürnberger und U. Göbel	
Hämolytische Anämien .....	367
Aplastische Anämien und myelodysplastische Syndrome .....	368
Methämoglobulinämien .....	374
Polyzythämie .....	375
E. M. App	
Polycythaemia vera .....	375
Sekundäre Polyzythämie .....	375
Polyzythämie des Neugeborenen .....	375
Klinische Symptomatik der Hyperviskosität	376
Thrombozytopenie .....	386
R. Schobéß	
Immunthrombozytopenie .....	387
Heparininduzierte (assoziierte)	
Thrombozytopenie (HAT) .....	390
Immunthrombozytopenie des Neugeborenen .....	391
Vasopathien .....	393
R. Schobéß	
Purpura Schoenlein-Henoch .....	393
Purpura fulminans .....	395
Angeborene Gerinnungsstörungen .....	400
Hämophilie A und B .....	400
R. Schobéß	
Hemmkörperhämophilie .....	403
R. Schobéß	
Gastrointestinale Blutungen .....	350
Ösophagusvarizenblutung .....	350
U. Preiß	
Purpura Schoenlein-Henoch (PSH) .....	355
U. Preiß	
Stressblutungen .....	359
U. Preiß	
Meckel-Divertikel .....	363
U. Preiß	
Notfallsituationen bei Diagnosestellung onkologischer Erkrankungen .....	407
W. Nürnberger und U. Göbel	
Notfallsituationen assoziiert mit zytostatischer Behandlung .....	413
W. Nürnberger und U. Göbel	
Blutstammzelltransplantation .....	418
W. Nürnberger, St. Burdach und U. Göbel	
Indikationen .....	419
Grundlagen .....	419
Komplikationen .....	421
Systemische Behandlung mit hochdosiertem Interleukin-2 .....	425
W. Nürnberger und U. Göbel	
Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten .....	426
G. Giers und R. E. Scharf	
Erythrozytenkonzentrate .....	426
Thrombozytenkonzentrate .....	431
Plasma und Plasmaderivate .....	434
Massivtransfusionen .....	440
Akute hämolytische Transfusionsreaktionen .....	441
Späte hämolytische Transfusionsreaktionen (verzögerte Transfusionsreaktionen) .....	443
Fieber und Allergie nach Transfusion ...	443
Übertragung von Infektionen durch Transfusionen .....	443
Autologe Bluttransfusion .....	444
Austauschtransfusionen im Neugeborenenalter .....	448

<b>13 Angeborene und erworbene Störungen des Immunsystems .....</b>	<b>450</b>	
M. Borte	Primäre (angeborene) Immundefekte ..	453
Physiologie und Pathophysiologie der Immunantwort .....	450	
Struktur und Funktion des Immunsystems .....	450	
Infektabwehr und Entzündung .....	451	
Mechanismen der Autoimmunität .....	452	
Ontogenese des Immunsystems .....	452	
Allgemeine Therapieprinzipien bei Immundefekten .....	452	
Myasthenische Syndrome .....	464	
Guillain-Barré-Syndrom .....	465	
<b>14 Bakterielle Infektionen .....</b>	<b>468</b>	
SIRS, Sepsis, septischer Schock .....	468	
W. Handrick	Antimikrobielle Chemotherapie .....	486
Neonatale Sepsis .....	474	
W. Handrick	W. Handrick	
Meningokokkeninfektionen .....	479	
W. Handrick, H. Lenk	Allgemeine Grundsätze .....	486
Toxisches Schocksyndrom (TSS) .....	484	
W. Handrick	Wichtigste Antibiotika .....	486
	Systemische Antibiotikaprophylaxe .....	487
	Selektive Darmdekontamination (SDD) ..	487
	Lokale Antibiotikaapplikation .....	488
<b>15 Virusinfektionen .....</b>	<b>489</b>	
Herpes-simplex-Virus-Infektionen .....	489	
W. Handrick, U. G. Liebert	Tollwut (Rabies, Lyssa) .....	501
Varicella-Zoster-Virus-Infektionen .....	497	
W. Handrick	R. Lietz	
<b>16 Pilzinfektionen .....</b>	<b>503</b>	
W. Handrick, K. Rieske und P. Nenoff	Infektionen durch Schimmelpilze .....	507
Infektionen durch Candida .....	503	
Kryptokokkusinfektionen .....	507	
	Aspergillusinfektionen .....	507
	Zygomykosen .....	509
<b>17 Vergiftungen .....</b>	<b>511</b>	
K. E. von Mühlendahl	Vergiftungssymptome .....	515
Epidemiologie .....	Allgemeine Symptome .....	515
Häufigkeit .....	Symptome bei Verätzungen .....	516
Altersverteilung .....	Erste Maßnahmen bei Vergiftungen ...	516
Vergiftungsumstände .....	Wichtige Grundsätze .....	516
Wichtige Noxen .....	Informationsbeschaffung .....	517
Häufige Noxen .....	Anamnese .....	517
Besonders bedenkliche Noxen .....	Erstberatung und erste Entscheidungen .	517
Unbedenkliche Noxen .....	Transport .....	517
Pflanzen und Pilzvergiftungen .....	Weitere Behandlung .....	518
Vergiftungen durch Tiere .....	Primäre Giftentfernung .....	518
	Sekundäre Giftentfernung .....	520

## **XIV Inhaltsverzeichnis**

---

Verätzungen .....	524	Antidotbehandlung .....	525
Erstbehandlung .....	524	Informationsquellen und Giftnotrufzentralen .....	532
Folgebehandlung (sog. Verätzungs- schema) .....	525		
 <b>18 Perioperative Intensivmedizin .....</b>			
Ösophagusatresie .....	534	Appendizitis .....	560
J. Bennek		J. Bennek	
Zwerchfellhernie .....	539	Peritonitis .....	562
L. Wild		J. Bennek	
Ileus .....	542	Diagnostik und Behandlung tracheobronchialer Probleme .....	566
J. Bennek		P. von Bodegom	
Mechanischer Ileus .....	542	Kurzstreckige Atemwegsstenosen mit lebensbedrohlicher	
Funktioneller Ileus .....	543	Obstruktionssymptomatik .....	568
Atresie des Gastrointestinaltrakts .....	545	Langstreckige Stenosen und Malazien der Atemwege mit lebensbedrohlicher	
J. Bennek		Obstruktionssymptomatik .....	572
Mekoniumileus .....	547	Tracheotomie bei Stenosen der Trachea ..	572
K. Rothe und J. Bennek		Hauptbronchusstenosen .....	573
Invagination .....	550	Tracheobronchiale Obstruktionen durch Herz- und Gefäßmissbildungen .....	574
J. Bennek		Endoskopische und operative Notfallmaßnahmen .....	575
Volvulus .....	551	Organtransplantationen .....	576
J. Bennek		Lebertransplantation .....	576
Toxisches Megakolon .....	553	B. Rodeck	
K. Rothe und J. Bennek		Nierentransplantation .....	583
Gastroschisis und Omphalozele .....	555	G. Offner	
K. Rothe			
Chirurgische Aspekte der nekrotisierenden Enterokolitis (NEC) ...	558		
K. Rothe und J. Bennek			
 <b>19 Neurochirurgische Intensivtherapie .....</b>			
Kriterien zur Aufnahme auf einer Intensivstation .....	588	Röntgen-Aufnahmen .....	600
R. Lietz		K.-E. Richard	
Spezielles Neuromonitoring .....	589	Intrakranielle dopplersonographische Flussmessungen .....	601
Allgemeine Gesichtspunkte .....	589	P. Sanker und K. E. Richard	
K.-E. Richard		Spezielle Krankheitsbilder .....	603
Nichtinvasives Neuromonitoring .....	589	Schädel-Hirn-Verletzungen .....	603
K.-E. Richard		K. E. Richard	
Invasives Neuromonitoring .....	590	Formen der Hirnverletzung .....	614
K.-E. Richard		Kraniozervikofaziale Verletzungen .....	621
Frühe akustisch evozierte Potenziale ...	595	J. Hidding	
R. Lietz		Wirbelsäulenverletzungen .....	624
Sonographie .....	595	A. Karimi-Nejad	
W. Hirsch			

<b>20 Intensivtherapie des traumatisierten Kindes</b> .....	633
Initiale Einschätzung und Sofortmaßnahmen .....	633
J. Bennek, K. Rothe	
Respiratorische Störungen .....	635
J. Bennek, K. Rothe	
Schocktherapie .....	648
J. Bennek, K. Rothe	
Kardiopulmonale Reanimation .....	650
J. Bennek, K. Rothe	
Schmerztherapie .....	654
U. Burkhardt, L. Wild	
Spezielle Traumen .....	656
J. Bennek, K. Rothe	
Polytrauma .....	656
Verletzungen im Augenbereich .....	665
P. Wiedemann, P. Meier	
Verletzungen im Hals-, Nasen- und Ohrenbereich .....	670
F. Bootz	
Thoraxverletzungen .....	679
J. Bennek, K. Rothe	
Stumpfes Bauchtrauma .....	680
J. Bennek, K. Rothe	
Frakturen .....	682
J. Bennek, K. Rothe	
Weichteilverletzungen .....	682
J. Bennek, K. Rothe	
Thermische Verletzungen .....	684
K. Rothe	
Ertrinkungsunfälle .....	700
W. Brömme	
Tauchunfälle .....	704
J. Rau	
Dekompressionskrankheit .....	704
Lungenbarotrauma und arterielle Gasembolie .....	707
<b>21 Spezielle Methoden</b> .....	716
Maschinelle Beatmung .....	716
V. Varnholt, J. Große, W. Kachel	
Maschinelle Beatmung von Kindern im Wandel technischer Entwicklungen .....	716
Maßeinheiten, Abkürzungen, Begriffsdefinitionen .....	716
Ätiologie und Klinik der Ateminsuffizienz bei Kindern, Primärdiagnostik .....	718
Maßnahmen vor Initiierung einer maschinellen Beatmung .....	719
Beatmungsindikationen .....	720
Respiratoren .....	720
Beatmungstechnik .....	721
Praktische Durchführung .....	721
Überwachung .....	725
Physiotherapie unter Beatmung .....	725
Komplikationen der Beatmung .....	726
Beatmung in Sonderfällen .....	729
Krankheitsbilder mit speziellen Beatmungsproblemen .....	730
Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) .....	739
W. Kachel, V. Varnholt	
Historische Entwicklung .....	740
ECMO-Technik .....	741
Durchführung/Steuerung von ECMO .....	744
Weiterentwicklungen von ECMO .....	749
Peritonealdialyse .....	751
F. Schaefer, G. Klaus, U. Querfeld	
Extrakorporale Blutreinigungsverfahren ..	756
U. Querfeld, F. Schaefer, G. Klaus	
Venöse und zentralvenöse Zugänge ...	765
D. Brock, J. Bennek	
Anästhesie, Sedierung und Muskelrelaxation .....	776
F.-J. Kretz, R. Sommer	
Anästhesie in der ambulanten Notfallmedizin .....	776
Anästhesie bei invasiven Eingriffen auf der Intensivstation .....	779
Anästhesie bei Problempatienten ..	779
Anästhesie oder Sedierung bei speziellen diagnostischen Verfahren ..	783
Postoperative Analgosedierung ..	784
Analgosedierung des Traumapatienten ..	788
Sedierung und Relaxierung des Beatmungspatienten ..	788
Sedierung bei Intoxikationen ..	790
Spezielle Pharmakologie, Toxikologie und Indikationen der Anästhetika, Narkotika und Sedativa im Kindesalter ..	790
Rationale Pharmakotherapie in der Notfallmedizin ..	799
W. Brömme, C. Albertz	

## **XVI Inhaltsverzeichnis**

<b>22 Psychologische und ethische Probleme auf der pädiatrischen Intensivstation .....</b>	<b>812</b>
K. Sarimski	
Intensivstation aus der Sicht von Kind und Eltern .....	812
Verminderung psychischer Traumen des Kindes .....	812
Psychologische Hilfen für Eltern .....	812
Umgang mit dem Sterben auf der Station .....	813
Ethische Grenzfragen: Reduzierung des Behandlungsumfangs .....	814
Schlussfolgerung .....	815
<b>23 Methoden zur Einschätzung der Prognose bei pädiatrischen Intensivpatienten .....</b>	<b>816</b>
T. Elouahidi	
Scoresysteme in der Kinderintensivmedizin .....	816
Kinderintensivscores .....	817
Kindertraumascores .....	818
Präklinische Triagecores .....	819
Klinisch-anatomische Traumascores ....	819
<b>24 Weiterbildung in der pädiatrischen Intensivpflege .....</b>	<b>821</b>
K. Tegtmeyer	
Gesetzliche Grundlagen .....	821
Struktur der Weiterbildung .....	821
Theoretischer Unterricht .....	821
Praktische Weiterbildung .....	822
Examen .....	822