

# Inhaltsverzeichnis

## Allgemeiner Teil

<b>1</b>	<b>Zur Entwicklung des Monitorings in der Anästhesie</b> .....	16			
	<i>M. Goerig</i>				
<b>1.1</b>	<b>Einführung</b> .....	16	<b>1.2.9</b>	Perioperatives Monitoring durch Stethoskope .....	24
<b>1.2</b>	<b>Monitoring – ein komplexer Aufgabenbereich des Anästhesisten</b> .....	16	<b>1.2.10</b>	Kapnografie .....	24
1.2.1	Atmung und Puls .....	17	<b>1.2.11</b>	Messung der Atemgaszusammensetzung und Konzentration .....	25
1.2.2	Dokumentation von Vitalparametern .....	17	<b>1.2.12</b>	Überwachung der Narkosetiefe .....	25
1.2.3	Überwachung und Dokumentation des Blutdrucks .....	18	<b>1.2.13</b>	Neurophysiologisches Monitoring .....	26
1.2.4	Auf dem Weg zur automatisierten Überwachung und Dokumentation .....	19	<b>1.2.14</b>	Neuromuskuläres Monitoring .....	26
1.2.5	Kontrolle des Pulses während der Narkose	21	<b>1.2.15</b>	Präoperatives Risiko – Evaluation .....	26
1.2.6	Dokumentation bei regionalanästhesiologischen Eingriffen .....	21	<b>1.2.16</b>	Point-of-Care-Diagnostik .....	27
1.2.7	Perioperative Temperaturmessung .....	22	<b>1.2.17</b>	Überwachung der Sauerstoffsättigung .....	27
1.2.8	Erfassung der elektrischen Herzaktion ...	22	<b>1.2.18</b>	Überwachung der Atmung .....	27
<b>2</b>	<b>Monitoring – Situationsbewusstsein und Fehlerquellen (CIRS)</b> .....	29	<b>1.3</b>	<b>Resümee</b> .....	28
	<i>K. Milke, C. Schulz</i>				
<b>2.1</b>	<b>Fallbeispiele</b> .....	30	<b>2.3</b>	<b>Was lernen wir für die Praxis?</b> .....	32
<b>2.2</b>	<b>Analyse der Zwischenfälle</b> .....	31			
<b>3</b>	<b>Grundlagen des Monitorings</b> .....	33			
	<i>K. Martin, P. Tassani-Prell</i>				
<b>3.1</b>	<b>Nicht apparatives Monitoring</b> .....	33	<b>3.5</b>	<b>Spezielles Monitoring</b> .....	36
<b>3.2</b>	<b>Apparatives Monitoring</b> .....	34	<b>3.6</b>	<b>Dokumentation und Archivierung</b> .....	36
3.2.1	Allgemeine Charakteristika .....	34	3.6.1	Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patientinnen und Patienten im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) und in der (Muster-)Berufsordnung (MBO) .....	36
3.2.2	Alarmfunktion .....	34	3.6.2	Dokumentation der Aufklärung .....	37
3.2.3	Mindestanforderung an die apparative Ausstattung (Empfehlungen von DGAJ und BDA) .....	34	3.6.3	Dokumentation der Behandlung .....	37
<b>3.3</b>	<b>Basismonitoring</b> .....	34	3.6.4	Archivierung .....	38
<b>3.4</b>	<b>Erweitertes Monitoring</b> .....	34			

## Spezieller Teil

<b>4</b>	<b>Monitoring ohne Monitor</b> .....	40			
	<i>K. Milke, K. Zacharowski</i>				
<b>4.1</b>	<b>Bewusstsein</b> .....	40	<b>4.4</b>	<b>Regionalanästhesie</b> .....	44
4.1.1	Narkose und Awareness .....	40	<b>4.5</b>	<b>Anamnese („Es geht mir nicht gut“)</b> ...	47
4.1.2	Analgosedierung .....	40	<b>4.6</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der</b>	
4.1.3	Pathologische Bewusstseinstörung .....	41		<b>medizinischen Begutachtung</b> .....	47
4.1.4	Pupillenreaktion/Anisokorie .....	42		<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>	
<b>4.2</b>	<b>Atmung</b> .....	42			
<b>4.3</b>	<b>Kreislauf</b> .....	43			
<b>5</b>	<b>EKG und kardiale Risikostratifizierung</b> .....	50			
	<i>S. Schneider</i>				
<b>5.1</b>	<b>EKG</b> .....	50	<b>5.2</b>	<b>Präoperative kardiovaskuläre Risiko-</b>	
5.1.1	12-Kanal-EKG .....	50		<b>stratifizierung und perioperatives</b>	
5.1.2	Perioperatives EKG-Monitoring .....	50		<b>kardiales Management</b> .....	54
5.1.3	Überblick relevanter EKG-Diagnosen .....	51	5.2.1	Risikostratifizierung des Patienten .....	54
			5.2.2	Perioperatives kardiales Management .....	55
			<b>5.3</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der</b>	
				<b>medizinischen Begutachtung</b> .....	58
				<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>	
<b>6</b>	<b>Nicht invasive und invasive Blutdruckmessung</b> .....	59			
	<i>K. Martin, P. Tassani-Prell</i>				
<b>6.1</b>	<b>Nicht invasive arterielle Blutdruck-</b>		<b>6.3</b>	<b>Punktionstechniken</b> .....	62
	<b>messung</b> .....	59	6.3.1	Direkte Punktion .....	62
6.1.1	Palpation .....	59	6.3.2	Seldinger-Technik .....	63
6.1.2	Messung nach Riva-Rocci/Auskultation ...	59	6.3.3	Komplikationsmöglichkeiten, Prävention	
6.1.3	Oszillometrische Blutdruckmessung .....	60		und Maßnahmen .....	64
<b>6.2</b>	<b>Invasive arterielle Blutdruckmessung</b> ..	61	6.3.4	Die Blutdruckkurve als Indikator für	
6.2.1	Geeignete Zugangswege für die arterielle			spezielle Pathologien .....	65
	Katheteranlage .....	61	<b>6.4</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der</b>	
				<b>medizinischen Begutachtung</b> .....	66
				<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>	
<b>7</b>	<b>ZVD-Punktionstechniken inklusive Sonografie</b> .....	68			
	<i>K. Zacharowski, C. Reyher</i>				
<b>7.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	68	<b>7.4</b>	<b>Punktionsorte</b> .....	68
<b>7.2</b>	<b>Indikation</b> .....	68	7.4.1	Vena jugularis interna .....	69
<b>7.3</b>	<b>Kontraindikation</b> .....	68	7.4.2	Vena jugularis externa .....	69
			7.4.3	Vena subclavia .....	69
			7.4.4	Vena femoralis .....	69
			7.4.5	Vena basilica .....	69

<b>7.5</b>	<b>Sonografie</b> .....	70	<b>7.9</b>	<b>Komplikationen</b> .....	76
<b>7.6</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	72	7.9.1	Akute Komplikationen .....	76
7.6.1	Seldinger-Technik .....	72	7.9.2	Spätkomplikationen .....	77
<b>7.7</b>	<b>Vorgehen</b> .....	72	<b>7.10</b>	<b>Dokumentation</b> .....	78
<b>7.8</b>	<b>Lagekontrolle</b> .....	76	<b>7.11</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der medizinischen Begutachtung</b> .....	78
7.8.1	EKG .....	76	<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>		
7.8.2	Thoraxröntgen.....	76			
<b>8</b>	<b>Zentralvenöse und pulmonalvaskuläre Drücke: Pathophysiologie und klinische Interpretation</b> .....				81
<i>F. Herbstreit, J. Peters</i>					
<b>8.1</b>	<b>Allgemeine messtechnische Prinzipien</b>	81	<b>8.3</b>	<b>Pulmonalvaskuläre Druckmessung</b> ....	87
<b>8.2</b>	<b>Zentralvenöse Blutdruckmessung</b> .....	81	8.3.1	Indikationen.....	87
8.2.1	Indikationen.....	81	8.3.2	Zugangswege, Technik .....	87
8.2.2	Technik, Zugangswege .....	81	8.3.3	Physiologie, Pathophysiologie, klinischer Nutzen .....	87
8.2.3	Physiologie, Pathophysiologie, klinischer Nutzen .....	82	8.3.4	Alternative, nicht invasive Messverfahren.	91
8.2.4	Komplikationen.....	85	8.3.5	Komplikationen und Kontraindikationen .	91
8.2.5	Fehlermöglichkeiten, „Pitfalls“ .....	86			
<b>9</b>	<b>Atmung</b> .....				93
<i>C. Brülls, R. Kopp, G. Marx</i>					
<b>9.1</b>	<b>Drücke</b> .....	93	9.3.1	Messverfahren.....	96
9.1.1	Messverfahren .....	93	9.3.2	Gemessene Parameter .....	96
9.1.2	Gemessene Parameter .....	93	9.3.3	Klinische Bedeutung des Monitorings von Compliance und Resistance .....	97
9.1.3	Klinische Bedeutung der Kontrolle und des Monitorings der Beatmungsdrücke ...	94	<b>9.4</b>	<b>Besondere Beatmungsformen</b> .....	98
<b>9.2</b>	<b>Volumina</b> .....	95	9.4.1	Nicht invasive Beatmung .....	98
9.2.1	Messverfahren .....	95	9.4.2	Geräte zur Heimbeatmung .....	99
9.2.2	Gemessene Parameter .....	95	9.4.3	Einlungenbeatmung .....	99
9.2.3	Klinische Bedeutung der Kontrolle und des Monitorings der Volumina und Gasflüsse.....	95	<b>9.5</b>	<b>Elektrische Impedanztomografie</b> .....	99
<b>9.3</b>	<b>Compliance und Resistance</b> .....	96	9.5.1	Prinzip der EIT.....	99
			9.5.2	Klinische Anwendung der EIT .....	101
<b>10</b>	<b>Blutgase</b> .....				102
<i>W. Boemke</i>					
<b>10.1</b>	<b>Probenentnahme</b> .....	102	10.2.1	Direkt gemessene Parameter zum Säure-Basen-Haushalt .....	103
<b>10.2</b>	<b>Parameter des Säure-Basen-Haushalts.</b>	103	10.2.2	Abgeleitete Parameter zum Säure-Basen-Haushalt .....	104

<b>11</b>	<b>Pulsoxymetrie</b> .....	113		
	<i>W. Boemke</i>			
<b>11.1</b>	<b>Messprinzip</b> .....	113	<b>11.2.2</b>	Ursachen für falsch normale oder erhöhte SpO <sub>2</sub> -Werte .....
<b>11.2</b>	<b>Pulsoxymetersensoren</b> .....	115	<b>11.2.3</b>	Sichelzellanämie .....
<b>11.2.1</b>	Ursachen für Unterbrechungen und Störungen in der Pulsoxymetersignalableitung.....	115	<b>11.2.4</b>	Falsch niedrige SpO <sub>2</sub> .....
			<b>11.3</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der medizinischen Begutachtung</b> .....
				<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>
<b>12</b>	<b>Kapnometrie, Atem- und Anästhesiegase</b> .....	122		
	<i>W. Boemke</i>			
<b>12.1</b>	<b>Sauerstoff</b> .....	123	<b>12.4.2</b>	Volumenkapnogramm .....
<b>12.2</b>	<b>Messung von CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und Anästhesiegasen</b> .....	124	<b>12.4.3</b>	Arterioendexpiratorische pCO <sub>2</sub> -Differenz (aADCO <sub>2</sub> oder p[a-et]CO <sub>2</sub> ) .....
<b>12.3</b>	<b>Spezifisches zur Messung von Anästhesiegasen</b> .....	125	<b>12.4.4</b>	Klinische Interpretation .....
<b>12.4</b>	<b>Kapnometrie und Kapnografie</b> .....	126	<b>12.4.5</b>	Kapnografie beim nicht beatmeten Patienten .....
<b>12.4.1</b>	Phasen des Zeitkapnogramms.....	126	<b>12.4.6</b>	Kapnografie bei kardiopulmonaler Reanimation.....
			<b>12.4.7</b>	Kapnografie auf der Intensivstation und für Transporte .....
<b>13</b>	<b>Relaxometrie</b> .....	134		
	<i>H. Fink</i>			
<b>13.1</b>	<b>Einführung</b> .....	134	<b>13.5.4</b>	Double-Burst-Stimulation (DBS).....
<b>13.2</b>	<b>Supramaximale Stimulation</b> .....	134	<b>13.6</b>	<b>Messung der muskulären Reizantwort</b> 136
<b>13.3</b>	<b>Stimulationsort</b> .....	134	<b>13.6.1</b>	Taktile/visuelle Erfassung .....
<b>13.4</b>	<b>Neuromuskuläre Funktion an verschiedenen Muskeln</b> .....	135	<b>13.6.2</b>	Elektromyografie (EMG).....
<b>13.5</b>	<b>Stimulationsmuster</b> .....	135	<b>13.6.3</b>	Mechanomyografie (MMG).....
<b>13.5.1</b>	Einzelreize .....	135	<b>13.6.4</b>	Akzeleromyografie (AMG).....
<b>13.5.2</b>	Train-of-Four (TOF).....	136	<b>13.6.5</b>	Kinemyografie (KMG).....
<b>13.5.3</b>	Tetanus und Posttetanic Count (PTC).....	136	<b>13.7</b>	<b>Stimulationselektroden</b> .....
			<b>13.8</b>	<b>Kalibrierung</b> .....
<b>14</b>	<b>Echokardiografie</b> .....	138		
	<i>C.-A. Greim</i>			
<b>14.1</b>	<b>Einführung</b> .....	138	<b>14.3</b>	<b>Einsatzgebiete</b> .....
<b>14.2</b>	<b>Grundlagen der Echokardiografie</b> .....	139	<b>14.3.1</b>	Prämedikationsambulanz .....
<b>14.2.1</b>	Anatomie .....	139	<b>14.3.2</b>	Intensivmedizin.....
<b>14.2.2</b>	Schnittebenen .....	139	<b>14.3.3</b>	Intraoperativer Einsatz.....

<b>14.4</b>	<b>Fragestellungen und Aussagen</b> . . . . .	142	<b>14.5</b>	<b>Mindeststandards in Technik und Ausführung</b> . . . . .	144
14.4.1	Kardiogene hämodynamische Instabilität .	142	14.5.1	Transthorakale Echokardiografie . . . . .	144
14.4.2	Intrakardiale Shunts . . . . .	144	14.5.2	Transösophageale Echokardiografie . . . . .	148
14.4.3	Kardiale Ursachen peripherer Embolien . .	144			
			<b>14.6</b>	<b>Zertifizierung der DGAI</b> . . . . .	153
<b>15</b>	<b>Neuromonitoring</b> . . . . .	154			
	<i>G. Schneider</i>				
<b>15.1</b>	<b>EEG und Narkosemonitoring</b> . . . . .	154	<b>15.4</b>	<b>Evozierte Potenziale</b> . . . . .	161
15.1.1	Elektroenzephalogramm (EEG) . . . . .	154	15.4.1	Grundlagen evozierter Potenziale . . . . .	161
15.1.2	EEG-basierte Narkoseindizes . . . . .	154	15.4.2	Ableitung evozierter Potenziale . . . . .	161
<b>15.2</b>	<b>Intrakranieller Druck</b> . . . . .	156	<b>15.5</b>	<b>Zerebrale Sauerstoffsättigung</b> . . . . .	164
15.2.1	Erkrankungen mit erhöhtem intrakraniellen Druck . . . . .	156	15.5.1	Nah-Infrarotspektroskopie (NIRS) . . . . .	164
15.2.2	Anatomische und physiologische Grundlagen . . . . .	156	15.5.2	Direkte Messung der Hirngewebeoxygenierung . . . . .	164
15.2.3	Direkte Messung des ICP . . . . .	158	<b>15.6</b>	<b>Zerebraler Blutfluss</b> . . . . .	164
<b>15.3</b>	<b>Intraspinaler Druck</b> . . . . .	159	15.6.1	Transkranielle Doppler- und Duplexsonografie . . . . .	164
15.3.1	Erkrankungen mit erhöhtem Druck im Spinalraum . . . . .	159	15.6.2	Messung der Mikrozirkulation . . . . .	166
15.3.2	Anatomische und physiologische Grundlagen . . . . .	159	<b>15.7</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der medizinischen Begutachtung</b> . . . . .	166
15.3.3	Messung des intraspinalen Druckes (ISP) und Liquordrainage . . . . .	160		<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>	
<b>16</b>	<b>Temperaturmonitoring und Management</b> . . . . .	168			
	<i>B. Schoenes, K. Zacharowski</i>				
<b>16.1</b>	<b>Körpertemperatur</b> . . . . .	168	<b>16.4</b>	<b>Wärmehaushalt</b> . . . . .	170
16.1.1	Normalwerte . . . . .	168	16.4.1	Konvektion . . . . .	170
16.1.2	Regulierung . . . . .	168	16.4.2	Evaporation . . . . .	170
<b>16.2</b>	<b>Auswirkungen der Hypothermie</b> . . . . .	168	16.4.3	Konduktion . . . . .	170
16.2.1	Milde Hypothermie (35,5–32 °C) . . . . .	168	16.4.4	Strahlung . . . . .	170
16.2.2	Moderate Hypothermie (32–28 °C) . . . . .	168	<b>16.5</b>	<b>Perioperative Hypothermie</b> . . . . .	170
16.2.3	Schwere Hypothermie (28–24 °C) . . . . .	168	16.5.1	Sollwertveränderungen . . . . .	170
16.2.4	Wirtschaftliche Aspekte . . . . .	168	16.5.2	Umverteilung und perioperativer Temperaturverlauf . . . . .	170
<b>16.3</b>	<b>Messverfahren</b> . . . . .	169	16.5.3	Alter und Vorerkrankungen . . . . .	171
16.3.1	Ösophageale Messung . . . . .	169			
16.3.2	Rektale und vesikale Messung . . . . .	169			
16.3.3	Tympanische Temperaturmessung . . . . .	169			
16.3.4	Pulmonalkatheter und PiCCO . . . . .	170			

<b>16.6</b>	<b>Wärmeerhalt und Therapie der Hypothermie</b> .....	171	16.6.4	Wärmematten .....	171
16.6.1	Raumtemperatur .....	171	16.6.5	Elektrische Heizdecke .....	172
16.6.2	Prewarming .....	171	16.6.6	Angewärmte Infusionen und Spüllösungen .....	172
16.6.3	Warmluft .....	171	16.6.7	Heizstrahler .....	172
<b>17</b>	<b>PiCCO</b> .....	173			
	<i>A. Anetsberger, B. Jungwirth</i>				
<b>17.1</b>	<b>Messmethoden</b> .....	173	17.2.1	Globale Parameter der Herzleistung: Herzindex (HI), Schlagvolumenindex (SVI), Kontraktilität .....	174
17.1.1	Transkardiopulmonale Thermodilution (diskontinuierlich) .....	173	17.2.2	Vorlast des Herzens: statische und dynamische Volumenparameter .....	175
17.1.2	Pulskonturanalyse (kontinuierlich) .....	174	17.2.3	Nachlast des Herzens .....	175
<b>17.2</b>	<b>Parameter</b> .....	174	17.2.4	Lungenödemparemeter .....	175
			<b>17.3</b>	<b>Einsatzgebiete</b> .....	176
<b>18</b>	<b>Gerinnung</b> .....	177			
	<i>C. Weber, K. Zacharowski</i>				
<b>18.1</b>	<b>Gerinnung: ein dynamischer Prozess</b> ..	177	<b>18.4</b>	<b>Spezialdiagnostik</b> .....	178
<b>18.2</b>	<b>Konventionelle Labor-Gerinnungsdiagnostik</b> .....	177	<b>18.5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	178
<b>18.3</b>	<b>Monitoring</b> .....	178	<b>18.6</b>	<b>Ausgesuchte Fälle aus der medizinischen Begutachtung</b> .....	179
18.3.1	Erweitertes und patientennahes Monitoring durch Verwendung viskoelastischer und aggregometrischer Verfahren .....	178		<i>T. Hachenberg, W. Schaffartzik</i>	
<b>19</b>	<b>Dialyse/Hämofiltration</b> .....	181			
	<i>B. Kapfer</i>				
<b>19.1</b>	<b>Indikationen</b> .....	181	19.4.3	Kontinuierliche venovenöse Hämodiafiltration (CVVHDF) .....	182
<b>19.2</b>	<b>Intermittierend oder kontinuierlich?</b> ..	181	19.4.4	Hybridverfahren .....	183
<b>19.3</b>	<b>Extrakorporaler Kreislauf</b> .....	181	<b>19.5</b>	<b>Antikoagulation</b> .....	183
<b>19.4</b>	<b>Prinzipien der unterschiedlichen Nierenersatzverfahren</b> .....	182	19.5.1	Zitrat .....	183
19.4.1	Kontinuierliche venovenöse Hämodialyse (CVVHD) .....	182	19.5.2	Heparin .....	184
19.4.2	Kontinuierliche venovenöse Hämofiltration (CVVH(F)) .....	182	<b>19.6</b>	<b>Katheter</b> .....	184

<b>20</b>	<b>ECMO</b> .....	185		
	<i>T. M. Bingold, H. Keller, K. Zacharowski</i>			
<b>20.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	185	<b>20.4</b>	<b>Definition Flow</b> .....
<b>20.2</b>	<b>Definition</b> .....	185	<b>20.5</b>	<b>Antikoagulation</b> .....
<b>20.3</b>	<b>Kanülierung und Kreisläufe</b> .....	186	<b>20.6</b>	<b>Indikation</b> .....
20.3.1	Kanülierung .....	186	<b>20.7</b>	<b>Fazit</b> .....
20.3.2	Venovenöse ECMO .....	186		
20.3.3	Membranoxygenatoren .....	187		
<b>21</b>	<b>ILA und ILA-active</b> .....	190		
	<i>J. Beyer, H. Keller, T. Bingold, K. Zacharowski</i>			
<b>21.1</b>	<b>ILA (Intermittend Lung Assist)</b> .....	190	21.1.6	Komplikationen .....
21.1.1	Einleitung .....	190	21.1.7	Entwöhnung und Explantation .....
21.1.2	Funktionsprinzip .....	190	21.1.8	Unterschiede zwischen ILA und ECMO ...
21.1.3	Indikation und Kontraindikation .....	191	<b>21.2</b>	<b>ILA-active</b> .....
21.1.4	Aufbau und Anschluss der ILA .....	191		
21.1.5	Blutfluss und Gasfluss .....	192		
<b>22</b>	<b>Sonografie</b> .....	195		
	<i>C.-A. Greim</i>			
<b>22.1</b>	<b>Sonografische Grundlagen</b> .....	195	22.4.1	Herz .....
<b>22.2</b>	<b>Sonografische Anwendungen</b> .....	196	22.4.2	Thorax und Lunge .....
<b>22.3</b>	<b>Sonografie als technisches Hilfsmittel</b> .	196	22.4.3	Abdomen .....
22.3.1	Zentral-venöse Punktionen .....	196	<b>22.5</b>	<b>Sonstige sonografische Anwendungen</b>
22.3.2	Periphervenöse und arterielle Punktionen	198	22.5.1	Kopf und Halsregion .....
22.3.3	Nervenblockaden .....	198	22.5.2	Harnblase .....
<b>22.4</b>	<b>Sonografie für die Point-of-Care-Diagnostik</b> .....	202		
	<b>Literatur</b> .....	207		
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	218		