

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzer historischer Abriss zur Entwicklung der Säuren-Basen-Theorien .....</b>	1
	Literatur.....	4
<b>2</b>	<b>Das Massenwirkungsgesetz und die Henderson-Hasselbalch-Gleichung.....</b>	7
	Literatur.....	10
<b>3</b>	<b>Bedeutung von Wasserstoffionen für den menschlichen Stoffwechsel.....</b>	11
	Literatur.....	13
<b>4</b>	<b>Pufferung als wichtiges Prinzip der passiven Regulation des Säuren-Basen-Haushaltes.....</b>	15
4.1	Der chemische Mechanismus der Pufferung .....	15
4.2	Körpereigene Puffersysteme .....	22
4.2.1	Puffer des Blutes .....	22
4.2.2	Intrazelluläre Puffer und aktive pH-Regulation des intrazellulären Milieus.....	24
	Literatur.....	25
<b>5</b>	<b>Aktive Regulation des Säuren-Basen-Haushaltes durch den Stoffwechsel in Lunge, Leber und Nieren .....</b>	27
5.1	Regulation durch pulmonale Ventilation .....	27
5.2	Regulation durch die Leber .....	30
5.3	Regulation durch die Nieren .....	33
	Literatur.....	38
<b>6</b>	<b>Grundlagen und Kategorien für die Beschreibung von Störungen des Säuren-Basen-Gleichgewichtes.....</b>	41
6.1	Einteilung der Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt .....	41
6.2	Berechnungsgrundlagen und Normwerte.....	42

6.3	Veranschaulichung von Prozessen im Säuren-Basen-Haushalt: Das Davenport-Diagramm . . . . .	44
	Literatur . . . . .	48
<b>7</b>	<b>Körpereigene Kompensationsmechanismen bei Störungen des Säuren-Basen-Haushalts . . . . .</b>	<b>49</b>
7.1	Körpereigene Kompensation von primär metabolischen Störungen . . . . .	49
7.1.1	Metabolische Azidose . . . . .	49
7.1.1.1	Akute metabolische Azidose . . . . .	49
7.1.1.2	Chronische metabolische Azidose . . . . .	53
7.1.2	Metabolische Alkalose . . . . .	53
7.1.2.1	Akute metabolische Alkalose . . . . .	53
7.1.2.2	Chronische metabolische Alkalose . . . . .	55
7.2	Körpereigene Kompensation von primär respiratorischen Störungen . . . . .	55
7.2.1	Respiratorische Azidose . . . . .	55
7.2.1.1	Akute respiratorische Azidose . . . . .	55
7.2.1.2	Chronische respiratorische Azidose . . . . .	56
7.2.2	Respiratorische Alkalose . . . . .	57
7.2.2.1	Akute respiratorische Alkalose . . . . .	57
7.2.2.2	Chronische respiratorische Alkalose . . . . .	58
7.3	Schlussbemerkung zu diesem Kapitel . . . . .	60
	Literatur . . . . .	61
<b>8</b>	<b>Wechselwirkung zwischen Säuren-Basen-Haushalt und Elektrolyt-Haushalt . . . . .</b>	<b>63</b>
8.1	Das Plasma-Ionogramm . . . . .	63
8.2	Differenzierung der metabolischen Azidosen durch Ermittlung der Anionenlücke . . . . .	65
8.2.1	Definition der Anionenlücke . . . . .	65
8.2.2	Stofflicher Inhalt der Anionenlücke . . . . .	67
8.2.3	Metabolische Azidosen mit pathologisch erhöhter Anionenlücke (Additionsazidosen) . . . . .	68
8.2.4	Metabolische Azidosen ohne erhöhte Anionenlücke (Subtraktionsazidosen) . . . . .	71
8.3	Die albumin-korrigierte Anionenlücke . . . . .	73
8.4	Differenzierung der metabolischen Alkalosen . . . . .	76
8.4.1	Chloridsensitive Alkalosen . . . . .	76
8.4.2	Chloridresistente Alkalosen . . . . .	78
8.4.3	Additions- und Subtraktionsalkalose . . . . .	80
8.4.3.1	Additionsalkalose . . . . .	80
8.4.3.2	Subtraktionsalkalose . . . . .	82

8.5	Auswirkung von Elektrolytveränderungen auf den Säuren-Basen-Haushalt . . . . .	82
8.5.1	Wirkung von Kochsalz . . . . .	82
8.5.1.1	Verdünnungsazidose . . . . .	82
8.5.1.2	Volumendepletionsalkalose . . . . .	84
8.5.2	Wirkung von Kalium . . . . .	85
8.6	Auswirkung von Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt auf den Elektrolyt-Haushalt . . . . .	86
8.6.1	Kalium . . . . .	86
8.6.2	Kalzium . . . . .	87
8.6.2.1	Kalzium-Phosphat-Haushalt und Säuren-Basen-Haushalt . . . . .	87
8.6.2.2	Ionisiertes Kalzium . . . . .	88
8.7	Ergänzende Parameter zur Differenzierung von Störungen im Säuren-Basen-Haushalt . . . . .	88
8.7.1	Die Anionenlücke im Urin . . . . .	89
8.7.2	Die osmotische Lücke im Serum . . . . .	91
8.7.3	Die osmotische Lücke im Urin . . . . .	93
Literatur . . . . .		94
<b>9</b>	<b>Diagnostik von Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .</b>	<b>97</b>
9.1	Die klassische Labor-Trias pH, $pCO_2$ und Standardbikarbonat . . . . .	97
9.2	Pufferbase und „delta-buffer-base“ . . . . .	99
9.3	Aus „delta-buffer-base“ ( $\Delta BB$ ) wird der „base excess“ (BE) – das Kopenhagener Konzept . . . . .	103
9.4	Die „Große Transatlantische Säuren-Basen-Debatte“ und die Formulierung des Standard-base-excess . . . . .	105
9.5	Das Siggaard-Andersen-Nomogramm und die Äquilibrierungsmethode von Astrup . . . . .	109
Literatur . . . . .		120
<b>10</b>	<b>Laboruntersuchungen: Präanalytik, Normwerte . . . . .</b>	<b>123</b>
10.1	Probengewinnung . . . . .	123
10.1.1	Arterielles, kapilläres oder venöses Blut – was davon ist geeignet? . . . . .	123
10.1.2	Probenentnahmestellen . . . . .	125
10.1.3	Gerinnungshemmung . . . . .	126
10.2	Normwerte . . . . .	126
10.2.1	Normwerte des Säuren-Basen-Status bei Erwachsenen . . . . .	126
10.2.2	Normwerte des Säuren-Basen-Status bei Kindern . . . . .	127
10.3	Besonderheiten bei Neugeborenen und Frühgeborenen . . . . .	128
Literatur . . . . .		129

<b>11 Die strukturierte Beurteilung des Säuren-Basen-Haushaltes nach dem Kopenhagener Konzept . . . . .</b>	131
11.1 Prinzipielle Vorgehensweise . . . . .	131
11.2 Beispiele für Befundkonstellationen des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .	134
11.3 Weiterführende Diagnostik zur Klärung der Ätiologie der Säuren-Basen-Diagnose . . . . .	139
11.4 Bettseitregeln des Kopenhagener Systems nach Schlichtig, Grogono und Severinghaus . . . . .	141
Literatur . . . . .	142
<b>12 Die strukturierte Beurteilung von Säuren-Basen-Befunden nach dem Bostoner Konzept . . . . .</b>	143
12.1 Prinzipielles Vorgehen und Beispiele . . . . .	143
12.2 Vorteile und Nachteile der Boston-Methode . . . . .	151
12.3 Der Delta-Quotient . . . . .	153
12.4 Die Delta-Lücke . . . . .	157
Literatur . . . . .	158
<b>13 Klinische Symptome und klinische Ursachen von Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .</b>	161
13.1 Metabolische Azidose . . . . .	161
13.1.1 Klinische Symptome bei metabolischer Azidose . . . . .	161
13.1.2 Ursachen für die Entstehung metabolischer Azidosen . . . . .	162
13.2 Metabolische Alkalose . . . . .	164
13.2.1 Klinische Symptome bei metabolischer Alkalose . . . . .	164
13.2.2 Ursachen für die Entstehung metabolischer Alkalosen . . . . .	164
13.3 Respiratorische Azidose . . . . .	165
13.3.1 Klinische Symptome bei respiratorischer Azidose . . . . .	165
13.3.2 Ursachen für die Entstehung einer respiratorischen Azidose . . . . .	166
13.4 Respiratorische Alkalose . . . . .	166
13.4.1 Klinische Symptome bei respiratorischer Alkalose . . . . .	166
13.4.2 Ursachen für die Entstehung einer respiratorischen Alkalose . . . . .	167
13.5 Klassifikation der Laktatazidosen . . . . .	168
Literatur . . . . .	170
<b>14 Therapie der Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .</b>	171
14.1 Vorbemerkungen . . . . .	171
14.2 Puffertherapie . . . . .	172
14.2.1 Pufferung mit Natrium-Bikarbonat . . . . .	172
14.2.1.1 Ergebnisse von Laboruntersuchungen und tierexperimenteller Untersuchungen . . . . .	172

14.2.1.2	Ergebnisse klinischer Studien . . . . .	173
14.2.1.3	Indikationen und Kontraindikationen der Pufferung mit Natrium-Bikarbonat . . . . .	174
14.2.1.4	Nebenwirkungen der Behandlung mit Natrium-Bikarbonat . . . . .	176
14.2.1.5	Dosierung von Natrium-Bikarbonat . . . . .	177
14.2.2	Pufferung mit Trometamol . . . . .	178
14.2.2.1	Pharmakodynamik und Pharmakokinetik von Trometamol . . . . .	178
14.2.2.2	Klinische Studien und Berichte zur Wirkung von Trometamol . . . . .	179
14.2.2.3	Nebenwirkungen der Behandlung mit Trometamol . . . . .	180
14.2.2.4	Indikationen und Kontraindikationen der Pufferung mit Trometamol . . . . .	181
14.2.2.5	Applikation und Dosierung von Trometamol . . . . .	182
14.3	Weitere Puffersubstanzen und Konzepte für die Therapie von Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .	182
14.3.1	Veverimer . . . . .	182
14.3.2	Carbicarb . . . . .	183
14.3.3	Tribonat . . . . .	183
14.3.4	Enzymstimulatoren und -inhibitoren . . . . .	184
14.3.5	Hämodialyse . . . . .	184
14.4	Behandlungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Störungsform des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .	185
14.4.1	Metabolische Azidose . . . . .	185
14.4.2	Metabolische Alkalose . . . . .	186
14.4.3	Respiratorische Azidose . . . . .	187
14.4.4	Respiratorische Alkalose . . . . .	188
Literatur . . . . .		189
<b>15</b>	<b>Behandlung ausgewählter Krankheitsbilder mit Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes und Erläuterungen zur therapeutischen Hypothermie . . . . .</b>	<b>193</b>
15.1	Die diabetische Ketoazidose . . . . .	193
15.1.1	Pathogenese der diabetischen Ketoazidose . . . . .	193
15.1.2	Klinische Ursachen einer diabetischen Ketoazidose . . . . .	195
15.1.3	Therapie der diabetischen Ketoazidose . . . . .	196
15.2	Respiratorische Erkrankungen . . . . .	199
15.3	Säuren-Basen-Haushalt bei therapeutischer Hypothermie . . . . .	201
15.3.1	Anwendungsbereiche der therapeutischen Hypothermie . . . . .	201

15.3.2	Veränderung der Parameter des Säuren-Basen-Haushaltes unter Hypothermie . . . . .	202
15.3.3	Die alpha-stat-Hypothese . . . . .	203
15.3.4	Die pH-stat-Hypothese . . . . .	206
15.3.5	pH- und $\text{pCO}_2$ -Einstellung unter therapeutischer Hypothermie. . . . .	207
15.3.6	Klinischer Vergleich der Hypothermie-Verfahren . . . . .	208
Literatur . . . . .		210
<b>16</b>	<b>Auswertung pathologischer Säuren-Basen-Verhältnisse in Fallbeispielen . . . . .</b>	<b>213</b>
Literatur . . . . .		253
<b>17</b>	<b>Das physikochemische System von Stewart – ein Blick in die Zukunft? . . . . .</b>	<b>255</b>
17.1	Einleitende Bemerkungen . . . . .	255
17.2	Grundlagen des physikochemischen Systems nach Stewart . . . . .	256
17.3	Die quantitative Analyse des Säuren-Basen-Haushaltes . . . . .	259
17.4	Interpretationsalgorithmen auf der Basis des physikochemischen Systems . . . . .	262
17.4.1	Einfluss der unabhängigen Variablen SID, $\text{A}_{\text{tot}}$ und $\text{pCO}_2$ auf den Säuren-Basen-Haushalt. . . . .	262
17.4.2	Definition von Untergruppen des base excess . . . . .	267
17.4.3	Die Lücke der starken Ionen (SIG) . . . . .	269
17.5	Kritische Diskussion der Deutungsweise durch das physikochemische System . . . . .	271
17.6	Nutzen des Stewart-Systems für den klinischen Alltag . . . . .	273
Literatur . . . . .		276
<b>Anhang . . . . .</b>		<b>279</b>
<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>		<b>293</b>