

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Literatur	4
2	Die Bedeutung des Laktats im historischen Kontext.	5
2.1	Laktat versus Milchsäure – chemische Grundlagen	6
2.2	Entdeckung der Milchsäure	7
2.3	Milchsäure (Laktat) im 19. Jahrhundert	7
2.4	Milchsäure (Laktat) in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts	8
2.5	Laktat in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts bis heute	12
2.5.1	Leistungsmedizinisch orientierte Untersuchungsansätze	13
2.5.2	Laktatschwellenkonzepte im Rahmen von Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung ...	17
2.5.3	Grundlagenorientierte Untersuchungsansätze	18
2.5.4	Modellbildung	21
2.5.5	Laktat im klinischen Kontext	22
	Literatur	25
3	Energiestoffwechsel des Muskels.	29
3.1	Adenosintriphosphat (ATP) als universelle Energiewährung des Organismus	30
3.2	ATP-Bildungswege	31
3.2.1	Anaerob-alkalaze ATP-Bildung	31
3.2.2	ATP-Bildung durch Oxidation der Nährstoffe	32
3.3	Kapazität, Leistungsfähigkeit und Erholungszeit der energieliefernden Teilsysteme	39
3.3.1	Kapazität des muskulären Energiestoffwechsels	39
3.3.2	Leistungsfähigkeit des muskulären Energiestoffwechsels	41
3.3.3	Erholungszeit der energieliefernden Teilsysteme	42
3.4	Energiestoffwechsel bei maximalen Laufbelastungen von 10 s bis 4 min	42
	Literatur	46
4	Regulation des Energiestoffwechsels des Muskels.	49
4.1	ATP/PCr-System	54
4.1.1	Kreatinkinase-Reaktion	54
4.1.2	Adenylatkinase-Reaktion	54
4.1.3	Gleichgewichtsreaktion zwischen ATP, ADP, PCr und Cr bzw. P_i	54
4.1.4	Freie Enthalpie der ATP-Hydrolyse	55
4.2	Statische Kennlinien der oxidativen Phosphorylierung und der Glykolyseaktivierung ..	56
4.2.1	Kontrolle der oxidativen Phosphorylierung	57
4.2.2	Kontrolle der Glykogenolyse und Glykolyse	58
4.3	Bildung und Elimination des Pyruvats und des Laktats	60
4.3.1	Laktatbildung	60
4.3.2	Oxidative Decarboxylierung des Pyruvats	62
4.3.3	Berechnung der Bildungsrate des Pyruvats bzw. des Laktats ohne Kenntnis der ADP-Konzentration	63
4.3.4	Beziehung zwischen Laktatbildungsrate ($v_{La,ss}$) und belastungsbezogener maximaler Laktatoxidationsrate	64
4.3.5	Berechnung der Netto-Laktatbildungsrate und der zeitabhängigen muskulären Laktatkonzentration	65
4.3.6	Grenz-Steady-State versus maximales Laktat-Steady-State	67
4.4	Einfluss der maximalen Sauerstoffaufnahme und der maximalen Laktatbildungsrate sowie von diversen Koeffizienten auf das Laktat-Zeit-Verhalten	69
4.4.1	Einfluss der maximalen Sauerstoffaufnahme auf das Laktat-Zeit-Verhalten bei Dauerbelastung	69

4.4.2	Einfluss der maximalen Laktatbildungsrate auf das Laktat-Zeit-Verhalten bei Dauerbelastung	71
4.4.3	Einfluss einer „variablen“ oxidativen Eliminationskonstanten $K_{el,ox}$ auf das Grenz-Steady-State	73
4.4.4	Wirkung des Austritts von Laktat aus dem Muskel in den Laktatverteilungsraum des Gesamtkörpers auf das Grenz-Steady-State	74
4.4.5	Pyruvatdefizit in Abhängigkeit von der maximalen Sauerstoffaufnahme und der maximalen Laktatbildungsrate	76
4.4.6	Laktatoxidationsrate in Abhängigkeit von der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie der maximalen Laktatbildungsrate bei gleichen muskulären Steady-State-Laktatkonzentrationen	78
4.5	Vergleich der Simulationswerte mit ausgewählten Beispielen aus der Untersuchungspraxis	79
4.5.1	Einfluss des Belastungsschemas auf die Laktatleistungskurve	79
4.5.2	Laktat-Zeit-Kurven bei unterschiedlichen Ausgangswerten des Laktats verbunden mit aktiver Erholung	80
4.5.3	Simulation des Senkentests	81
4.6	Laktatbildung und Laktatelimination in einem Zwei-Kompartiment-System	82
4.6.1	Erweitertes Mader-Modell des Energiestoffwechsels	82
4.6.2	Laktat als H^+ -Ionen-Puffer?	85
4.6.3	Laktatbildung, Laktatverteilung und Laktatelimination in einem Zwei-Kompartiment-System	87
4.6.4	Laktattransporter	89
4.6.5	Anwendung des mathematischen Modells zur Simulation des muskulären Energiestoffwechsels im Zwei-Kompartiment-System	89
4.6.6	Derzeitige Limitierungen des Zwei-Kompartiment-Modells	101
4.7	Anhang	103
4.7.1	Lösung einer nicht linearen Differentialgleichung 1. Ordnung	103
4.7.2	Berechnung der zeitabhängigen Laktatkonzentration des Grenz-Steady-State	105
4.7.3	Berechnung der $\dot{V}O_{2,ss}$ des Grenz-Steady-State (Crossing Point)	105
	Literatur	107
5	Laktatanalysemethoden	109
5.1	Analyseverfahren	110
5.1.1	Laktatbestimmung mithilfe der Laktatdehydrogenase (LDH)	110
5.1.2	Laktatbestimmung mithilfe der Laktatoxidase (LOD)	110
5.1.3	Richtigkeit, Reliabilität und Präzision der Laktatanalyse	111
5.2	Laktatkonzentration in den einzelnen Blutkompartimenten	116
5.3	Blutabnahme- und Behandlungsmethodik	117
5.3.1	Blutabnahmeort	117
5.3.2	Blutabnahmetechnik	117
5.3.3	Selbstmessung des Laktats aus der Fingerbeere	118
5.3.4	Stabilität der Blutproben	119
5.4	Auswertungssoftware	119
	Literatur	120
6	Laktat bei sportlichen Aktivitäten	121
6.1	Grundlagen	123
6.2	Laktatwerte in den leichtathletischen Laufdisziplinen	125
6.3	Laktatwerte beim Schwimmen	128
6.4	Laktatwerte beim Radsport	130
6.5	Laktatwerte beim Triathlon	132
6.6	Laktatwerte beim Rudern	134
6.7	Laktatwerte beim Kanusport	134
6.8	Laktatwerte beim Eisschnelllaufen	135
6.9	Laktatwerte beim Skilanglauf	137

6.10	Laktatwerte in den Sportspielen	138
6.10.1	Laktatwerte beim Fußball	139
6.10.2	Laktatwerte beim Handball	141
6.10.3	Laktatwerte beim Basketball	142
6.10.4	Laktatwerte beim Hockey	143
6.10.5	Laktatwerte beim Eishockey	143
6.10.6	Laktatwerte beim Wasserball	144
6.10.7	Laktatwerte beim Volleyball	144
6.10.8	Laktatwerte beim Tennis	145
6.10.9	Laktatwerte beim Badminton	146
6.10.10	Laktatwerte beim Squash	147
6.10.11	Laktatwerte beim Tischtennis	148
6.10.12	Laktatwerte beim Golf	148
6.11	Laktatwerte in den Kampfsportarten	149
6.11.1	Laktatwerte beim Boxen	149
6.11.2	Laktatwerte beim Judo	149
6.11.3	Laktatwerte beim Ringen	149
6.11.4	Laktatwerte beim Taekwondo	150
6.11.5	Laktatwerte beim Karate	151
6.11.6	Laktatwerte beim Fechten	151
6.12	Laktatwerte in den kompositorischen Sportarten	152
6.12.1	Laktatwerte beim Gerätturnen	152
6.12.2	Laktatwerte beim Trampolinturnen	153
6.12.3	Laktatwerte bei der Rhythmischen Sportgymnastik	154
6.12.4	Laktatwerte beim Eiskunstlaufen	154
6.12.5	Laktatwerte beim Synchronschwimmen	155
6.12.6	Laktatwerte beim Tanzen	155
6.13	Laktatwerte in weiteren Sportarten	156
6.13.1	Laktatwerte beim alpinen Skilauf	156
6.13.2	Laktatwerte beim Klettern	157
6.13.3	Laktatwerte beim Windsurfen	158
6.13.4	Laktatwerte beim Apnoetauchen	159
6.13.5	Laktatwerte beim Bobfahren	159
6.13.6	Laktatwerte beim Motorradrennsport	160
6.13.7	Laktatwerte beim Automobilrennsport	160
6.13.8	Laktatwerte beim Fallschirmspringen	161
6.14	Laktatwerte im Pferdesport	161
6.15	Vergleichende Abschlussbetrachtung	162
	Literatur	164
7	Diagnostik der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer	169
7.1	Grundlagen	170
7.2	Testverfahren zur Beurteilung der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer	171
7.3	Belastungsschemata zur Beurteilung der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer	172
7.3.1	Belastungsmodus	172
7.3.2	Belastungssteigerung	175
7.3.3	Anfangsbelastung	175
7.3.4	Stufenhöhe	175
7.3.5	Stufendauer	176
7.3.6	Belastungsanstiegsgeschwindigkeit	176
7.3.7	Pausendauer	176
7.4	Umfrage bezüglich laktatbasierter Belastungsschemata	176
7.5	Standardisierungsvorschläge	179
7.6	Wesentliche Messgrößen	179
	Literatur	181

8	Laktat vor, während und nach ergometrischer Belastung	183
8.1	Ruheausgangswerte	184
8.2	Laktat während ergometrischer Belastung	186
8.2.1	Konstante Belastung (Dauerbelastung)	186
8.2.2	Stufenförmig ansteigende Belastung	190
8.2.3	Rampenförmig ansteigende Belastung	191
8.3	Laktat nach ergometrischer (und sportartbezogener) Belastung	192
8.3.1	Beispiele für Nachbelastungslaktatkurven	192
8.3.2	Simultane Invasion und Elimination 1. Ordnung in einem Kompartiment (Bateman-Funktion)	194
8.3.3	Kompartimentmodell von Freund et al. (1986)	197
8.3.4	Halbwertszeit des Laktats in der Erholungsphase	200
8.3.5	Laktatverhalten bei aktiver Erholung	201
8.3.6	Atypische Nachbelastungslaktatkurven	202
	Literatur	203
9	Laktatschwellenkonzepte	205
9.1	Wie alles begann	207
9.2	Übersicht über Laktatschwellenkonzepte	209
9.2.1	Aerob-anaerobe Schwelle nach Mader et al. (1976)	210
9.2.2	„Anaerobic threshold“ nach Davis et al. (1976)	211
9.2.3	Aerobe Schwelle, anaerobe Schwelle und aerob-anaerober Übergang nach Kindermann et al. (1978)	211
9.2.4	Individuelle anaerobe Schwelle nach Keul et al. (1979) und Simon et al. (1981)	212
9.2.5	„Onset of plasma lactate accumulation“ (OPLA) nach Farrell et al. (1979)	212
9.2.6	„Anaerobic threshold“ (AT1 und AT2) nach Davis und Gass (1979, 1981)	212
9.2.7	Minimaler Laktat-Sauerstoff-Quotient oder minimales Laktatäquivalent nach Berg et al. (1980)	213
9.2.8	„Lactate threshold“ nach Ivy et al. (1980)	214
9.2.9	„Onset of blood lactate accumulation“ (OBLA) nach Sjödín und Jacobs (1981)	214
9.2.10	Individueller aerob-anaerober Übergang nach Pessenhofer et al. (1981)	214
9.2.11	Individuelle anaerobe Schwelle (iaS) nach Stegmann und Kindermann (1981)	216
9.2.12	„Maximal steady state“ (MSS) nach LaFontaine et al. (1981)	218
9.2.13	„Individual anaerobic threshold“ (IAT) nach Bunc et al. (1982)	218
9.2.14	„Anaerobic threshold“ (AT) und „lactate turnpoint“ (LTP) nach Davis et al. (1983)	218
9.2.15	„Lactate threshold“ (LT) nach Coyle et al. (1983)	219
9.2.16	Maximales Laktatgleichgewicht nach Heck et al. (1982), maximales Laktat-Steady-State (maxLass) nach Heck et al. (1985b)	219
9.2.17	„Lactate threshold“ (LT) nach Beaver et al. (1985)	220
9.2.18	Crossing Point nach Mader und Heck (1986)	221
9.2.19	Individuelle anaerobe Schwelle nach Simon (1986) und Dickhuth et al. (1988)	221
9.2.20	Senkentest nach Griess et al. (1989) und Tegtbur et al. (1989)	222
9.2.21	Dmax-Methode nach Cheng et al. (1992)	223
9.2.22	Punkt der maximalen Krümmung der Laktatleistungskurve nach Hille und Geiger (1993)	224
9.2.23	„Maximal steady-state workload“ (MSSW) nach Borch et al. (1993)	224
9.2.24	Modifizierte Dmax-Methode nach Bishop et al. (1998)	225
9.2.25	„Individual anaerobic threshold“ (IAT) nach Baldari und Guidetti (2000)	225
9.2.26	„Reverse lactate threshold“ (RLT) nach Dotan (2012)	225
9.2.27	Modifizierter Laktat-Minimum-Test (mLMT) nach Wahl et al. (2017)	226
9.2.28	Modifizierter „Reverse lactate threshold“-Test (mRLT) nach Wahl et al. (2017)	226
9.2.29	Vergleichende exemplarische Betrachtung ausgewählter Schwellenkonzepte	226
9.3	Maximales Laktat-Steady-State und Crossing Point	227
9.3.1	Weitere Methoden zur Bestimmung des maximalen Laktat-Steady-State	227
9.3.2	Der maxLass-Laktatwert	228
9.3.3	Bestimmung des Crossing Point nach Mader und Heck (1986)	228
9.3.4	Reliabilität der Crossing-Point-Methode	233

9.4	Anmerkungen zu Laktatschwellen	233
9.4.1	Bezeichnungen von Laktatschwellen	233
9.4.2	Kategorien von Laktatschwellen	235
9.4.3	Kritische Anmerkungen zu einzelnen Schwellenkonzepten	240
9.5	Welches Schwellenprinzip ist das „richtige“ und welches Schwellenkonzept ist das „beste“?	249
9.5.1	Das „richtige“ Schwellenprinzip?	249
9.5.2	Das „beste“ Schwellenkonzept?	253
9.6	Anhang	254
9.6.1	Berechnung von D_{max}	254
9.6.2	Berechnung der individuellen anaeroben Schwelle nach Stegmann und Kindermann (iaS)	258
9.6.3	Berechnung des Punktes der maximalen Krümmung der Laktatleistungskurve (P_{mK})	260
	Literatur	261
10	Beziehung zwischen Laktat- und anderen Schwellenkonzepten	265
10.1	Laktat- und spirografische Schwellen	266
10.1.1	Punkt des optimalen Wirkungsgrades der Atmung (PoW)	266
10.1.2	Minimaler Atemäquivalentwert	267
10.1.3	Respiratorischer Quotient (RQ)	267
10.1.4	Weitere respiratorische Schwellen	267
10.1.5	Vergleiche zwischen Laktatschwellen und ventilatorischen Schwellen	270
10.1.6	Lassen sich die ventilatorischen Schwellen kausal mit der Laktatbildung begründen?	277
10.2	Herzfrequenzbasiertes Schwellenkonzept nach Conconi	280
10.2.1	Bestimmungsmethode der Conconi-Schwelle	280
10.2.2	Bestimmbarkeit der Conconi-Schwelle	280
10.2.3	Validität der Conconi-Schwelle bezogen auf das Validitätskriterium Laktatschwelle	282
10.2.4	Laktatwerte bei Dauerbelastungen mit Conconi-Schwellenintensität	285
10.2.5	Kritische Anmerkungen zur Conconi-Schwelle	287
10.3	Indirekte Bestimmung von Laktatschwellen mithilfe von Wearable Devices	288
10.3.1	Vergleich zwischen NIRS-Schwelle und maximalem Laktat-Steady-State	288
10.3.2	Vergleich zwischen NIRS-Schwellen und verschiedenen Laktatschwellen	289
	Literatur	291
11	Darstellungsverfahren der Laktat-Leistungs-Beziehung	295
11.1	Grundlagen	296
11.2	Praktische Anwendungen	299
11.2.1	Verfahren zur Darstellung der Laktat-Leistungs-Werte	300
11.2.2	Beziehungen zwischen den Darstellungsverfahren	320
11.2.3	Vergleich von ausgewählten Schwellenkonzepten	339
11.2.4	Beziehung zwischen Leistung bzw. Geschwindigkeit und Laktat für ausgewählte Schwellenkonzepte und Darstellungsverfahren	351
	Literatur	362
12	Einflussfaktoren auf die Laktatleistungskurve	363
12.1	Belastungsschema	365
12.1.1	Belastungsanstiegsgeschwindigkeit	366
12.1.2	Pausendauer	372
12.1.3	Steigung des Laufbandes	373
12.1.4	Laktatsenke	375
12.1.5	Tretkurbelfrequenz bei der Fahrradergometrie	375
12.2	Laufbänderfahrrad	379
12.3	Untersuchungen auf dem Laufband mit und ohne Spirograf	380
12.4	Laufflächeneigenschaften	381
12.4.1	Unterschiedliche Laufbänder	381

12.4.2	Unterschiedliche Laufböden	382
12.4.3	„Biologische Kalibrierung“ von Laufbändern in Relation zu Feldbedingungen	382
12.4.4	Laufböden in trockenem und nassem Zustand	383
12.4.5	Untersuchungen auf Anti-Schwerkraft-Laufbändern	384
12.5	Vorbelastung	385
12.5.1	Kurze intensive Vorbelastung	385
12.5.2	Langdauernde extensive Vorbelastung	386
12.6	Aktive versus passive Nachbelastung	387
12.7	Umgebungsbedingungen	388
12.7.1	Temperatur	388
12.7.2	Bekleidung	391
12.7.3	Sauerstoffpartialdruck der Atemluft (Höhe, Laktatparadox)	391
12.8	Blutentnahmeort	399
12.8.1	Vergleich der Laktatwerte aus Arterie und Fingerkuppe	400
12.8.2	Vergleich der Laktatwerte zwischen arteriellem und venösem Blut	400
12.8.3	Vergleich der Laktatwerte zwischen arteriellem und venösem Blut sowie Blut aus der Fingerkuppe	401
12.8.4	Vergleich von Blutlaktat aus dem Ohrläppchen, der Fingerkuppe und aus der Vene	401
12.8.5	Vergleich von Blutlaktat aus dem Ohrläppchen und aus der Vene	402
12.8.6	Vergleich von Blutlaktat aus der Fingerkuppe und aus der Vene	402
12.8.7	Vergleich von Blutlaktat aus dem Ohrläppchen und aus der Fingerkuppe	404
12.8.8	Vergleich von Blutlaktat aus dem Ohrläppchen, der Zehenkuppe und aus der Fingerkuppe	404
12.8.9	Vergleich von Blutlaktat aus dem Ohrläppchen und aus der Zehenkuppe	406
12.8.10	Unterschiedliche Blutentnahmeorte – eine zusammenfassende Betrachtung	406
12.9	Ernährungszustand	408
12.9.1	Stufenförmig ansteigende Belastung	408
12.9.2	Dauerbelastung	412
12.10	Zustand der muskulären Glykogenspeicher	415
12.11	Nahrungsergänzungsmittel	418
12.11.1	Kreatin	418
12.11.2	Koffein	421
12.11.3	L-Carnitin	426
12.12	Medikamente	429
12.12.1	Beta-Rezeptorenblocker	429
12.12.2	Sympathomimetika	436
12.13	pH-Wert	437
12.14	Menstruationszyklus	438
12.15	Zirkadianer Rhythmus	438
	Literatur	439
13	Laktatleistungskurve und Testgütekriterien	447
13.1	Objektivität	448
13.2	Reliabilität	449
13.3	Validität	452
13.3.1	Validierung von Laktatschwellen anhand von Wettkampfwerten in Ausdauersportarten	452
13.3.2	Validierung von Laktatschwellen anhand der Kriteriumsvariablen maximales Laktat-Steady-State	458
13.4	Beziehung zwischen den Hauptgütekriterien	463
13.5	Bewertung der Änderung von Schwellenwerten bei Längsschnittuntersuchungen	463
13.6	Testökonomie	472
	Literatur	474

14	Laktatschwellenwerte in ausgewählten Sportarten	477
14.1	Sportartübergreifende Betrachtung	478
14.2	Laktatschwellenwerte in Ausdauersportarten	479
14.2.1	Leichtathletische Laufdisziplinen	479
14.2.2	Schwimmsport	485
14.2.3	Radrennsport	486
14.3	Laktatschwellenwerte in Spisportarten	487
14.3.1	Fußball	488
14.3.2	Hockey	491
14.3.3	Zusammenfassende Betrachtung zu den Spisportarten	494
	Literatur	496
15	Laktat im Rahmen der Trainingssteuerung	499
15.1	Grundlagen	501
15.2	Trainingswirkungsmodelle	502
15.2.1	Superkompensationsmodell nach Jakowlew	503
15.2.2	Regulationsmodell der Proteinsynthese nach Mader	504
15.2.3	Signaltransduktionsmodell	507
15.3	Trainingsinduzierte Anpassungen aerob bedeutsamer Strukturen und Funktionen	507
15.3.1	Atmungssystem	508
15.3.2	Herz-Kreislauf-System	509
15.3.3	Gesamthämoglobin	509
15.3.4	Muskuläre Mitochondrienmasse	509
15.3.5	Mitochondriale und glykolytische Enzyme	509
15.3.6	Glykogenkonzentration der Muskulatur	510
15.4	Simulation der Wirkung von Ausdauertraining auf das Laktatverhalten während Belastung	510
15.4.1	Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme bei Konstanz der maximalen Laktatbildungsrate	510
15.4.2	Abnahme der maximalen Laktatbildungsrate bei Konstanz der maximalen Sauerstoffaufnahme	512
15.5	Steuerung der ausdauerbezogenen Trainingsintensität mithilfe von Laktat	513
15.5.1	Anfänge der schwellenbezogenen Trainingssteuerung	513
15.5.2	Schwellenbezogenes Training – Beginn eines Umdenkens	515
15.5.3	Skalierung laktatbezogener Trainingsintensitätsbereiche	521
15.5.4	Erstellung von Trainingsplänen auf der Basis von Laktatleistungskurven	525
15.5.5	Probleme bei der Erstellung von Trainingsplänen auf der Basis von Laktatleistungskurven	531
15.5.6	Glykogenverbrauch als limitierender Faktor des Trainings	535
15.5.7	Steuerung der Trainingsintensität bei Untrainierten	540
15.6	Laktat in der kardialen Rehabilitation und bei Beta-Blocker-Medikation	542
15.7	Laktat im Rahmen von Krafttraining	544
15.7.1	Grundlagen	544
15.7.2	Metabolische Reaktionen bei Kraftbelastungen	544
15.7.3	Krafttraining mit Blutflussrestriktion (Okklusionstraining)	548
15.7.4	Krafttraining und Laktatschwellen	550
15.7.5	Fazit zum Einsatz des Parameters Laktat im Rahmen von Krafttraining	550
	Literatur	552
16	Die Bedeutung des Laktats im Rudersport	557
16.1	Anforderungsprofil Rudern	558
16.2	Laktatbasierte Leistungsdiagnostik im Rudern	561
16.2.1	Ruderspezifische Testgeräte	562

16.2.2	Ruderspezifische Testverfahren	565
16.3	Laktatverhalten bei ruderspezifischen Belastungen im Labor und im Feld.	568
16.3.1	Maximales Laktat-Steady-State und P_4 beim Rudern	568
16.3.2	Laktatverhalten bei ruderspezifischen Tests im Labor	570
16.3.3	Laktatverhalten bei ruderspezifischen Belastungen im Feld	583
16.4	Nutzung des Parameters Laktat im Rahmen der Intensitätssteuerung in Training und Wettkampf.	587
16.4.1	Kategorisierung von Trainingsintensitäten	588
16.4.2	Zum Zusammenhang zwischen Bootsgeschwindigkeit und Mannschaftsleistung	592
16.4.3	Zum Zusammenhang zwischen Sauerstoffaufnahme und Laktatverhalten	594
16.4.4	Zum Zusammenhang zwischen Laktatwerten und Glykogenverbrauch beim Rudertraining	597
16.4.5	Bestimmung der Belastungsintensität oberhalb des $\max L_{ass}$ mithilfe von Laktatanalysen ..	598
16.4.6	Bestimmung der individuellen Ausbelastung in 2000-m-Ruderrennen	601
16.4.7	Prognose von Wettkampfgeschwindigkeiten	603
	Literatur	606
17	Methoden zur Beurteilung der anaeroben Leistungsfähigkeit und Kapazität	607
17.1	Dynamik der ATP-Resynthesesysteme	608
17.2	Testverfahren zur Beurteilung der anaeroben Leistungsfähigkeit und Kapazität.	612
17.2.1	Diagnostik der alaktaziden Leistungsfähigkeit	612
17.2.2	Diagnostik der alaktaziden Kapazität	612
17.2.3	Diagnostik der laktaziden Leistungsfähigkeit	613
17.2.4	Diagnostik der laktaziden Kapazität	618
17.2.5	Diagnostik der gesamten anaeroben Kapazität	619
	Literatur	625
18	Diverse Aspekte	627
18.1	Laktat im Speichel	628
18.1.1	Gewinnung der Speichelproben	628
18.1.2	Befunde	628
18.1.3	Zur Problematik der Speichelprobengewinnung	631
18.1.4	Zwischenfazit	632
18.2	Laktat im Schweiß	633
18.2.1	Schweißlaktat bei ansteigender Belastung	633
18.2.2	Schweißlaktat bei Dauerbelastung	633
18.2.3	Schweißlaktat bei hohen und niedrigen Blutlaktatkonzentrationen	635
18.2.4	Geschlechtsspezifische Unterschiede der Laktatkonzentration im Schweiß	635
18.2.5	Einfluss der aeroben Leistungsfähigkeit auf die Laktatkonzentration im Schweiß	636
18.2.6	Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Laktatkonzentration im Schweiß	636
18.2.7	Zwischenfazit	637
18.3	Laktat und Ammoniak	637
18.3.1	Biochemie des Ammoniaks	637
18.3.2	Ammoniak- und Laktatverhalten beim Stufentest	638
18.3.3	Ammoniak- und Laktatverhalten bei Dauerbelastung	640
18.3.4	Ammoniak- und Laktatverhalten im Zustand der Glykogenverarmung	642
18.3.5	Zwischenfazit	645
	Literatur	646
19	Zusammenfassende Abschlussbetrachtung	647
	Literatur	652
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis	655