

Wiedemann, Physikalische Therapie

Ernst Wiedemann

Physikalische Therapie

Grundlagen – Methoden – Anwendung



Walter de Gruyter
Berlin · New York 1987

Prof. Dr. med. Ernst Wiedemann
Babenhäuser Landstr. 49
D-6000 Frankfurt a. M. - 70

Dieses Buch enthält 193 Abbildungen und 47 Tabellen

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Wiedemann, Ernst:
Physikalische Therapie : Grundlagen - Methoden -
Anwendung / Ernst Wiedemann. - Berlin ; New York :
de Gruyter, 1987.
ISBN 3-11-009954-3

© Copyright 1987 by Walter de Gruyter & Co., Berlin 30. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Printed in Germany.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß solche Namen ohne weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um gesetzlich geschützte, eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht eigens also solche gekennzeichnet sind.

Satz: Appl, Wemding

Druck: Gerike GmbH, Berlin

Bindung: Lüderitz & Bauer GmbH, Berlin

Umschlagentwurf: Rudolf Hübler, Berlin.

Vorwort

Mit dem Vorwort zu diesem Buch erfüllt der Verfasser seine Verpflichtung: sich vorzustellen, seine Absicht darzulegen und seinen Lehrern Dank zu sagen. Die Absichtserklärung braucht etwas mehr Raum, den sie erst in der folgenden Einleitung findet.

Das Buch ist der Ertrag einer mehr als 40jährigen ärztlichen Erfahrung in der Krankenbehandlung mit konservativen Heilmethoden. Ärztliche Erfahrung allein läßt sich kaum überzeugend weitergeben; sie ist auch für andere Ärzte ohne Wert, wenn sie nicht durch theoretische Begründungen in den Rang wissenschaftlicher Erkenntnisse oder wenigstens entsprechend begründeter Vorstellungen erhoben wird. Dies war die Richtschnur für die hier vorgelegte Darstellung.

Die Grundlagen einer vorurteilslos kritischen Beurteilung medikamentöser Wirkungen erlernte der Verfasser in Assistenzjahren bei Professor P. Martini¹, dem Begründer einer Methodenlehre der therapeutisch-klinischen Forschung.

Nach den Kriegswirren galt das weitere ärztliche Handeln ganz dem speziellen Interesse an der Physikalischen Medizin. Das erste Jahrzehnt dieser Zeit war erfüllt von der Aufgabe, die seinerzeit weithin noch unterbewerteten physikalisch-therapeutischen Heilweisen mit den medikamentös-internistischen Behandlungen in Einklang zu bringen. Die Möglichkeit ergab sich aus der glücklichen organisatorischen und personellen Vereinigung einer Medizinischen Universitätsklinik und -poliklinik mit einem Universitätsinstitut für Physikalische Therapie.

Es war das Ziel, an dem Krankengut einer Großstadtklinik den Wert und gegebenenfalls die Überlegenheit einer Krankenbehandlung, die alle sich anbietenden chemischen und physikalischen Behandlungsprinzipien kombiniert, aufeinanderfolgend oder alternierend dem Kranken zukommen läßt, kritisch zu beobachten und mit klinisch-wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden zu belegen. Diese Aufgabe wurde in den Lehrjahren stets mit Rat und Tat gefördert von Professor M. Gänßlen² und in physikalisch-therapeutischen Fachfragen lebhaft unterstützt von Professor W. Amelung³.

Die Kenntnis heilklimatischer Möglichkeiten, die, wie die Bäderbehandlung ein tragender Pfeiler der Physikalischen Medizin sind, reiften während einer mehrjährigen, selbständigen ärztlichen Tätigkeit an einem heilklimatischen Kurort im südlichen Schwarzwald.

Schließlich bewährte und mehrte sich die ärztliche Erfahrung in der Führung einer Spezialklinik für Physikalische Medizin, die mit ihren Fachabteilungen für Innere Medizin, Neurologie und Orthopädie nahezu das ganze Spektrum ärztlicher Aufgaben bot, die der Physikalischen Therapie ihren Inhalt geben.

¹ Ordinarius für Innere Medizin in Bonn.

² Ordinarius für Innere Medizin in Frankfurt/Main.

³ apl. Professor für Innere Medizin in Frankfurt/Main.

VI Vorwort

Jahrzehntelange Vorlesungstätigkeit an der Universität Frankfurt/Main, eine ebenso lange Lehrtätigkeit an Fachschulen für die Assistenzberufe sowie in Fortbildungskursen für Ärzte, brachte die für das Fachgebiet der Physikalischen Medizin notwendige enge Verbindung zu ihren behandelnden Fachkräften und den verordnenden Ärzten.

Die Anregung, die Möglichkeiten der Physikalischen Therapie aus der Sicht eines in der Krankenbehandlung erfahrenen Kliniklers darzustellen, ihr so Eingang in ärztliches Denken und Handeln zu vermitteln und damit auch dazu beizutragen, daß die bewährten Heilprinzipien sich in der täglichen Praxis zu einem Ganzen vereinen, wurde von Professor J. Grober⁴ gegeben. Sie findet erst jetzt, nach einem abgeschlossenen beruflichen Leben, ihren Wiederhall in diesem Buch. Es soll auch Ausdruck sein des Dankes an alle Förderer und Lehrer des Verfassers.

Frankfurt/Main, im Frühjahr 1987

Ernst Wiedemann

⁴ Ordinarius für Innere Medizin in Dorpat, Ordinarius für Physikalische Therapie in Jena.

Inhalt

Einführung	XVII
I Allgemeine Grundlagen der Physikalischen Therapie	
1. Stellung der Physikalischen Medizin (Therapie) in der Heilkunde	2
2. Definition der Physikalischen Therapie	3
3. Physikalisch-therapeutische Aufgaben der Krankenbehandlung	5
3.1 Krankheitsvorsorge	5
3.2 Unmittelbare Krankenbehandlung physikalischer Art	7
3.3 Nachsorgende physikalisch-therapeutische Rehabilitation	8
4. Wirkprinzipien der Krankenbehandlung	9
5. Funktionsübung als Prinzip der Physikalischen Therapie	15
6. Theoretische Begründung der Physikalischen Therapie	18
6.1 Heilsame Kräfte des Reiz-Reaktionsgeschehens und deren Wirkungsweise	18
6.1.1 Neurophysiologie physikalisch-therapeutischer Reizwirkung	19
6.1.2 Wert- und Größenmaßstäbe physikalisch-therapeutischer Reize	24
6.1.3 Einstellbare Reizgrößen	26
6.1.4 Art der Reizgestaltung (Reizgüte)	29
6.1.5 Individuelle Bedingungen für die Reizqualität	32
6.1.5.1 Ausgangslage	32
6.1.5.2 Tonus des vegetativen Systems – ergotrope, trophotrope Funktionslage	33
6.1.5.3 Reaktions- (Konstitutions-)typen	38
6.1.5.4 Aktuelle Reaktionsbereitschaft (Reaktionsfähigkeit)	40
6.1.5.5 Reizgewöhnung – Notwendigkeit der Reizsteigerung	43
6.1.6 Kombination physikalisch-therapeutischer Reize	43
6.2 Physikalische Medizin als Regulationstherapie	45
6.2.1 Bedeutung der reflektorischen Funktionswege für die Physikalische Therapie	46
6.2.2 Informationen, Regelungen, Steuerungen unter physikalisch-therapeutischen Maßnahmen	51
6.3 Physikalische Therapie als Adaptionsanstoß	61
6.3.1 Grundbegriffe therapeutisch nutzbarer Adaption	63
6.3.2 Stressorunspezifische Reaktionen in der Physikalischen Therapie	64
6.3.3 Das Allgemeine (unspezifische) Adaptionssyndrom	66
6.3.4 Auswahl und Gestaltung therapeutischer „Stressoren“	69
7. Eigenheiten der Physikalischen Therapie	73

VIII Inhalt

II Methoden der Physikalischen Therapie

1. Massagebehandlungen	79
1.1 Einleitung	79
1.2 Wirkungen der Massagen – allgemeine Übersicht	80
1.3. Ansätze für Massagen	82
1.3.1 Der Tonus der Muskeln	82
1.3.2 Umschriebene Spannungsveränderungen in der Körperdecke	87
1.3.3 Durchblutung des Gewebes als Indikation für Massagebehandlungen	88
1.3.4 Reflektorische Fernwirkungen der Massagen	91
1.4 Technik der Massagen	94
1.4.1 Allgemeine Erklärungen	94
1.4.2 Klassische Massagen	95
1.5 Spezielle Massagetechniken	98
1.5.1 Reflexzonenmassagen	98
1.5.1.1 Nervenpunktmassage	98
1.5.1.2 Periostmassagen	99
1.5.1.3 Bindegewebsmassagen	100
1.5.2 Unterwasserdruckstrahlmassagen	102
1.5.3 Kolonmassagen	104
1.5.4 Synkardiale Massagen	106
1.6 Indikationen für Massagebehandlungen	107
1.6.1 Allgemeine Richtlinien	107
1.6.2 Massagebehandlungen bei gestörter Muskelfunktion	108
1.6.3 Massagen bei Erkrankungen der Atemorgane	110
1.6.4 Massagen bei Herzkranken	111
1.6.5 Massagen bei Kreislaufstörungen	112
1.6.6 Massagen bei Störungen an den Verdauungsorganen	113
1.6.7 Massagen bei Stoffwechselstörungen	114
1.6.8 Massagen bei Symptomen verschiedener Herkunft	114
2. Bewegungstherapie (Krankengymnastik)	116
2.1 Einleitung	116
2.2 Neurophysiologische Grundlagen für die Behandlung gestörter Bewegungselemente	121
2.2.1 Supraspinale Motorik	121
2.2.2 Das spinal-motorische System (Alpha-Gamma-System, Reflexbögen, Regelkreise der Muskelfunktion)	122
2.2.2.1 Motoneurone im Rückenmark	123
2.2.2.2 Spindelapparate der Muskeln	125
2.2.2.3 Sehnen-spindeln	130
2.2.2.4 Bahnende und hemmende Muskelreflexe – Zusammenspiel von Agonisten und Antagonisten	131
2.2.3 Übersicht über Störungen der Motorik	136
2.3 Praktische Anwendung neurophysiologischer Erkenntnisse in der Krankengymnastik	138
2.3.1 Allgemeine Richtlinien	138
2.3.2 Detonisierung verspannter Muskeln	141
2.3.3 Kräftigung geschwächter Muskeln	143
2.3.4 Behandlung bei Gelenkkontrakturen	151
2.3.5 Bewegungsbahnung in Komplexbewegungen	152

2.3.6	Methodik der Bahnung nach Kabat	153
2.3.7	Bewegungsbahnung bei zerebral-spastischen Hyperkinesen (Zerebralparese)	157
2.3.7.1	Neurophysiologische und neuropathologische Grundlagen	157
2.3.7.2	Die Reflexaktivitäten	158
2.3.7.3	Bestimmung der krankengymnastischen Ausgangslage	162
2.3.7.4	Spezielle Methodik der Behandlung nach Bobath	163
2.3.7.5	Weitere reflexhemmende und bewegungsbahnende Methoden	167
2.4	Das Übungsprinzip in der Krankengymnastik	168
2.5	Bewegungstherapie bei Herzkranken	171
2.5.1	Bewegungsanforderungen als Maßstab und Anpassungsreiz für das Herz	172
2.5.2	Definitionen zur körperlichen Leistung	175
2.5.3	Spezielle Leistungsdiagnostik des Herzens	177
2.5.4	Ergometrische Untersuchungen	178
2.5.5	Merkmale der Leistungsgrenzen	182
2.5.6	Diagnostische Hilfen zur Dosierung nicht genormter Anforderungen	184
2.5.7	Bedeutung der Herzschlagfrequenz für den therapeutischen Wert, die Dosierung und die Erfolgsbeurteilung der Bewegungstherapie	187
2.5.8	Übungsprogramme für Herzpatienten	194
2.5.8.1	Isometrische Spannungsübungen, Widerstandsübungen	194
2.5.8.2	Gruppengymnastik	196
2.6	Atem-Brustkorbgy mnastik	199
2.6.1	Atmung als Bewegungsvorgang	200
2.6.1.1	Atemmuskeln und ihre Funktion	201
2.6.1.2	Ventilation	204
2.6.2	Funktionsstörungen der Atmung	206
2.6.2.1	Fehlformen, Fehlhaltungen, Fehlbewegungen des Thorax als Ursache von Atemstörungen	206
2.6.2.2	Ventilationsstörungen infolge eingengter Atemwege	209
2.6.3	Diagnostische Hilfen für die Atemtherapie	211
2.6.3.1	Inspektion und Palpation	211
2.6.3.2	Äußere Atemmaße	213
2.6.3.3	Funktionelle Atemwerte	214
2.6.4	Technik der Atem-Brustkorbgy mnastik	220
2.6.4.1	Übungen für Brustkorb und Atemmuskeln	220
2.6.4.2	Ventilationsübungen	221
2.6.4.3	Krankengymnastische Hilfen zur Befreiung der Atemwege	224
3.	Thermotherapie und Hydrotherapie	227
3.1	Zur Unterscheidung von thermischen und hydriatischen Behandlungen	227
3.2	Physikalische Grundbegriffe und Maßeinheiten der Thermotherapie	228
3.3	Wirkungsweise und Anwendungsbereiche der Thermotherapie	230
3.3.1	Wärmebewegungen im Körper	234
3.3.2	Einfluß der therapeutischen Wärme auf Organe und Körperfunktionen	237
3.3.2.1	Einstellung der Körpertemperatur	237
3.3.2.2	Der Blutkreislauf als Wärmeaustauschsystem	239
3.3.2.3	Herz und Kreislauf im thermotherapeutischen Milieu	243
3.3.2.4	Wirkung therapeutischer Wärme auf Bauchorgane und Nieren	247
3.3.2.5	Atmung und Stoffwechsel unter äußerer Wärme	250
3.3.2.6	Endokrine Aktivitäten und vegetative Steuerungen unter wechselnden Temperaturen	252

X Inhalt

3.3.3	Konsequenzen aus dem Reaktionsgeschehen für die Praxis der hydriatischen Thermotherapie	254
3.4	Wirkungsfaktoren der Hydrotherapie	263
3.4.1	Hydrostatischer Druck im Bad	263
3.4.2	Auftrieb im Wasser	267
3.4.3	Weitere mechanische Wirkungsfaktoren	269
3.5	Methoden der Thermo-Hydrotherapie	270
3.5.1	Hydrotherapeutisches Konzept der Kneipptherapie	270
3.5.1.1	Waschungen und Abreibungen	272
3.5.1.2	Begießungen	274
3.5.1.3	Temperaturanstiegende und temperaturabsteigende Teilbäder	279
3.5.1.4	Wickel und Auflagen	283
3.5.1.5	Packungen	287
3.5.2	Heißluft- und Dampfbehandlungen	294
3.5.3	Künstliche medizinische Bäder	297
3.5.3.1	Bäder mit Heilquellenextrakten	298
3.5.3.2	Bäder mit pflanzlichen Auszügen	299
3.5.3.3	Bäder mit mechanischen Reizen	301
3.5.4	Hyperthermie als Behandlungskonzept	304
3.5.4.1	Überwärmungsbäder und ihre Indikationen	305
3.5.4.2	Therapeutischer Wert der Sauna	310
3.6	Indikationen der kombinierten Thermo-Hydrotherapie	317
3.7	Kryotherapie	321
3.7.1	Definitionen	321
3.7.2	Wirkungen und Indikationen der Kryotherapie	321
3.7.3	Methoden der Kryotherapie	324
4.	Elektrotherapie	327
4.1	Einleitung	327
4.2	Physikalische Grundbegriffe der Elektrotherapie	329
4.3	Niederfrequenztherapie	336
4.3.1	Physiologische Wirkungen des niederfrequenten Stromes	336
4.3.1.1	Physikalisch-chemische Vorgänge unter Stromeinfluß	337
4.3.1.2	Biophysikalische Wirkungen des Stromes	340
4.3.2	Methoden und Indikationen der Niederfrequenztherapie	348
4.3.2.1	Stabile Galvanisation	348
4.3.2.2	Galvanische Durchströmung mit Hilfe von Bädern	352
4.3.2.3	Indikationen der stabilen Galvanisation	357
4.4	Impulsstrombehandlungen (Faradisation)	363
4.4.1	Stromformen	363
4.4.2	Methode und Indikationen der Impulsstrombehandlung	368
4.4.2.1	Elektrogymnastik	369
4.4.2.2	Selektive Reizung schlaff gelähmter Muskeln	371
4.4.2.3	„Elektrische“ Beatmung (Elektrolunge)	374
4.4.2.4	Elektrotherapie spastisch gelähmter Muskeln	375
4.4.2.5	Impulsstrombehandlung der glatten Muskulatur	379
4.4.2.6	Schmerzbehandlung mit Impulsströmen	385
4.5	Behandlung mit niederfrequenten Wechselströmen	386
4.6	Mittelfrequenztherapie (Interferenzstrombehandlung)	389
4.7	Hochfrequenztherapie	391
4.7.1	Elektrophysikalische Grundlagen der Hochfrequenzströme	393

4.7.2	Methodik und biophysikalische Wirkung der Hochfrequenztherapie	396
4.7.2.1	Kondensatorfeldmethode	397
4.7.2.2	Spulenfeldmethode	399
4.7.2.3	Strahlenfeldmethode	401
4.7.2.4	Elektrodenteknik im Kondensator- und Spulenfeld	401
4.7.2.5	Elektrodenteknik im Dezimeter- und Mikrowellenbereich	404
4.7.2.6	Tiefenwirkung bei unterschiedlicher Methodik	405
4.7.3	Dosierungen	408
4.7.4	Unfallvorsorge	409
4.8	Elektrodiagnostik	410
4.8.1	Galvanisch-faradische Erregbarkeitsprüfung (Entartungsreaktion)	410
4.8.2	Reizstärke- und Reizzeitdiagnostik (I/t-Kurve)	412
4.8.3	Elektromyographie und Elektroneurographie	418
4.9	Ultraschalltherapie	421
5.	Aerosoltherapie	426
5.1	Einleitung	426
5.2	Inhalationsnebel	427
5.3	Inhalationsgeräte	428
5.4	Raum- und Freiluftinhalation	429
5.5	Inhalierter Nebel in den Atemwegen	430
5.6	Inhalation mit Unterstützung maschineller Beatmung	432
5.7	Pharmakologische Möglichkeiten und Ziele der Aerosoltherapie	434
5.7.1	Medikamente zur Inhalation	435
5.7.1.1	Sekretolytika	435
5.7.1.2	Antiphlogistika	436
5.7.1.3	Antibakterielle Aerosoltherapie	437
5.7.1.4	Antiallergisch wirksame Inhalate	438
5.7.1.5	Broncholytische Aerosoltherapie	439
5.7.1.6	Tabellarische Übersicht über die gebräuchlichsten Pharmaka und deren Dosierung in der Aerosoltherapie	442
6.	Lichttherapie	444
6.1	Einleitung	444
6.2	Physikalische Grundlagen der Lichttherapie	444
6.3	Biophysikalische Besonderheiten der verschiedenen optischen Spektralbereiche	445
6.3.1	Ultraviolettstrahlung (UV-Strahlung)	447
6.3.2	Rot- und Ultrarotstrahlung	450
6.3.3	Wirkung des gesamten (polychromatischen) Lichtspektrums	450
6.4	Spezielle und unmittelbare Lichtwirkung an der Haut	452
6.4.1	Lichterythem der Haut	452
6.4.2	Pigmentierung der Haut	454
6.5	Allgemeine Lichtwirkungen auf den Organismus	455
6.6	Energiequellen der Lichttherapie	458
6.6.1	Sonnen- und Himmelsstrahlung	459
6.6.2	Künstliche Strahler	460
6.7	Methodik der Lichtbehandlung	462
6.7.1	Heliotherapie	462
6.7.2	Behandlung mit künstlichen UV-Strahlern	464
6.7.3	Behandlung mit Infrarotstrahlern	466
6.8	Indikationen	467
6.9	Kontraindikationen	472

XII Inhalt

7. Krankenbehandlung mit Heilquellen (Angewandte Balneologie)	474
7.1 Definition	474
7.2 Klassifikation der Heilwässer	475
7.3 Wirkungselemente der Heilbäder	477
7.3.1 Wasserhaushalt des Badenden	477
7.3.2 Physikalische Antriebe im Bad	478
7.3.3 Chemische Kräfte der Mineralbäder	479
7.3.4 Unspezifische Wirkungen der Heilbäder	482
7.3.5 Badekurreaktionen	483
7.4 Spezielle Heilbäder	485
7.4.1 Kohlensäurebäder und Kohlensäure-Gasbäder	485
7.4.2 Schwefelbäder	491
7.4.3 Bäder in radioaktiven Wässern	493
7.4.4 Solbäder	495
7.4.5 Bäder in jod- und eisenhaltigen Wässern	497
7.4.6 Wildwasserbäder	498
7.4.7 Künstliche Heilbäder (medizinische Bäder)	499
7.5 Peloide in der Krankenbehandlung (Moorbäder)	500
7.5.1 Definition	500
7.5.2 Wirkungen der Peloide	501
7.5.2.1 Physikalische Wirkungskräfte	501
7.5.2.2 Chemische (stoffliche) Wirkungsfaktoren	503
7.6 Trinkkuren mit Heilwässern	505
7.6.1 Definition	505
7.6.2 Wirkungsfaktoren der Trinkkuren	506
7.6.3 Spezielle Wirkungen einzelner Heilwässer	509
7.6.3.1 Chloridwässer	509
7.6.3.2 Hydrogenkarbonatwässer	510
7.6.3.3 Sulfatwässer	512
7.6.3.4 Eisen- und arsenhaltige Wässer	513
7.6.3.5 Jod- und schwefelhaltige Wässer	515
7.6.3.6 Radium- und radonhaltige Wässer	516
7.6.4 Haustrinkkuren	517
7.7 Indikationen und Kontraindikationen der Bade- und Trinkkuren	518
7.7.1 Badekuren bei Herz- und Kreislauferkrankungen	520
7.7.2 Badekuren bei Erkrankungen der Atemorgane	522
7.7.3 Kuren mit Heilquellen bei Gelenkleiden	523
7.7.4 Trink- und Badekuren bei Erkrankungen der Oberbauch- und Unterleibsorgane, des Stoffwechsels und der Harnorgane	524
7.8 Heilbäder und Kurorte	531
8. Klimatherapie	535
8.1 Einführung und Definition	535
8.2 Medizinische Bedeutung der biotropen Atmosphäre	537
8.3 Geophysikalische Erklärungen zu Klima und Wetter	539
8.3.1 Wetter als ein klimatisch bestimmendes Geschehen	540
8.3.2 Wetterformen	546
8.4 Atmosphärische Kräfte, die auf den Menschen wirken	548
8.4.1 Thermischer Wirkungskomplex	548
8.4.2 Hygrischer Wirkungskomplex	551
8.4.3 Gemeinsamkeiten der hygrisch-thermischen Komplexe	553

8.4.4	Photoaktinische Einflüsse	554
8.4.5	Luftchemische Elemente der Atmosphäre im Reizakkord	555
8.4.6	Wirkungen einzelner Klimafaktoren	557
8.5	Therapeutisch nutzbare Klimagebiete	561
8.5.1	Meeresküstenklima	562
8.5.2	Hochgebirgsklima	564
8.5.3	Klima der Mittelgebirge	568
8.5.4	Künstliches Klima	570
8.6	Wirkungen des Wetters auf den Menschen	573
8.6.1	Wetterfühligkeit	574
8.6.2	Wetter und Krankheit	575
8.7	Spezielle Wirkungen des Klimas auf Organe und Funktionssysteme	578
8.7.1	Wirkungen des Heilklimas auf die Atmung	580
8.7.2	Herz und Kreislauf (Hämodynamik) unter Klimareizen	584
8.7.3	Wirkungen der Klimareize auf den Stoffwechsel	587
8.7.4	Organisch-funktionelle Umstellungen der Funktionskreise im klimatisch reizschwächeren Mittelgebirge	588
8.7.5	Allgemeine Umstimmung als ein Ergebnis der speziellen kompensierten Organreaktionen	590
8.8	Klimakuren	591
8.8.1	Indikationen und Kontraindikationen	591
8.8.2	Auswahl des Klimakurortes	594
8.8.3	Gestaltung einer Klimakur	595

III Umfassende Krankenbehandlung durch Anwendung physikalisch-therapeutischer Prinzipien

1.	Einführung in den Klinischen Teil	600
2.	Behandlung der Atemnot bei Erkrankungen der Lunge und der Atemwege	606
2.1	Allgemeine Übersicht über die Krankheiten der Atemorgane	606
2.2	Erkrankungen der oberen Luftwege	608
2.3	Erkrankungen der tieferen Luftwege	617
2.3.1	Akute Bronchitis	617
2.3.2	Chronische Bronchitis	621
2.3.3	Mukoviszidose (Zystische Fibrose)	627
2.3.4	Bronchiektasen	630
2.3.5	Asthma bronchiale	633
2.4	Erkrankungen des Lungenparenchyms	644
2.4.1	Lungenemphysem	644
2.4.2	Pneumonien (Lungenentzündung)	649
2.4.3	Folgeerkrankungen nach Lungenentzündungen (chronische Pneumonie, Lungenzirrrose)	654
2.4.4	Lungenabszeß, Lungengangrän	657
2.5	Lungentuberkulose	660
2.6	Lungentumoren	666
2.7	Restriktive Atemstörungen	668
2.7.1	Erkrankungen der Pleura	669
2.7.1.1	Pleuritis	669
2.7.1.2	Pleuraempyem	673

XIV Inhalt

2.7.2	Atemstörungen infolge Erkrankungen des knöchernen Thorax und der Atemmuskeln	674
3.	Physikalisch-therapeutische Verordnungen für Herzranke	676
3.1	Begründung physikalischer Ordinationen	676
3.1.1	Mechanische Kreislaufhilfen bei Herzranke	677
3.1.2	Hydro-Thermotherapie	679
3.1.3	Balneotherapie	680
3.1.4	Klimatherapie	681
3.1.5	Bewegungstherapie	682
3.1.5.1	Schonung und Entlastung des Herzens durch passive Bewegung	682
3.1.5.2	Kräftigung des Herzens unter Bewegungsanforderungen	683
3.1.5.3	Selbstregulatorische Anpassung des Herzens an Leistungsanforderungen	684
3.1.5.4	Bewegung als Durchblutungsreiz für das Herz	688
3.1.5.5	Kontraindikationen der Bewegungstherapie	691
3.2	Behandlungsempfehlungen für Herzpatienten	691
3.2.1	Erkrankungen des Herzmuskels	692
3.2.1.1	Myokarditis	692
3.2.1.2	Herzinsuffizienz	694
3.2.2	Ischämische Herzkrankheiten (Koronarinsuffizienz, Herzinfarkt)	697
3.2.3	Herzklappenfehler	707
3.2.3.1	Mitralstenose	708
3.2.3.2	Mitralinsuffizienz	711
3.2.3.3	Aortenfehler	713
3.2.4	Pulmonale Herzkrankheiten (Cor pulmonale)	714
3.3	Funktionelle Herzstörungen	716
4.	Behandlung der Krankheiten des Kreislaufs	720
4.1	Arterielle Hypertonie	720
4.2	Hypotone Kreislaufregulationsstörungen	728
5.	Physikalisch-therapeutische Behandlung von Bewegungsbehinderungen	736
5.1	Ziele und Aufgaben	736
5.2	Rheumatische Bewegungsstörungen	738
5.2.1	Akuter Rheumatismus, rheumatisches Fieber	739
5.2.2	Chronischer Rheumatismus (Polyarthritis)	742
5.2.3	Seltenere gelenkrheumatische Syndrome, Gicht und Kollagenosen	761
5.2.4	Extraartikulärer Weichteilrheumatismus	762
5.3	Wirbelsäulenbedingte Störungen der Beweglichkeit	771
5.3.1	Spondylarthritis ankylopoetica	772
5.3.2	Degenerative Wirbelsäulenschäden	780
5.4	Degenerative Gelenkerkrankungen (Arthrosen)	793
5.5	Bewegungsstörungen durch Myopathien und Neuropathien	800
5.5.1	Schlaffe Lähmungen und ihre Behandlung	801
5.5.1.1	Verletzung peripherer Nerven	802
5.5.1.2	Neurale Muskelatrophie	806
5.5.1.3	Polyneuropathie (Polyneuritis)	806
5.5.1.4	Erkrankungen der motorischen Vorderhörner (Poliomyelitis, spinale Muskelatrophie)	810
5.5.1.5	Behandlungsfähige Myopathien	817
5.5.2	Therapie der spastischen Lähmungen	824

5.5.2.1 Hemiplegische Syndrome (apoplektischer Insult)	825
5.5.2.2 Multiple Sklerose	837
5.5.2.3 Querschnittslähmungen	843
5.5.3 Behandlung extrapyramidalmotorischer Störungen	845
5.5.3.1 Parkinson-Syndrom	846
5.5.3.2 Hyperkinetisch-dystone Bewegungsstörungen	850
6. Physikalisch-therapeutische Behandlungen bei Gefäßleiden der Peripherie	852
6.1 Arterielle Verschußkrankheiten	852
6.2 Diagnostik der arteriellen Durchblutungsstörungen	857
6.3 Behandlung arterieller Störungen	861
6.4 Erkrankungen der Venen	874
6.4.1 Venöse Hämodynamik	874
6.4.2 Störungen der venösen Durchblutung	878
6.4.3 Diagnostik venöser Mängel	880
6.4.4 Behandlung erkrankter Venen	881
6.4.4.1 Ulcus cruris - Chronologisches Lymphödem	893
7. Physikalisch-therapeutische Indikationen in den einzelnen Fachgebieten	894
7.1 Allgemeine Übersicht	894
7.2 Spezielle Empfehlungen	895

Anhang

Richtlinien für die Auswahl, Gestaltung und Dosierung physikalisch-therapeutischer Verordnungen	914
Literatur	926
Glossar physikalisch-therapeutischer Begriffe	962
Sachregister	976

Einführung

Es gibt viele gute Lehrbücher der Physikalischen Therapie. Einige sind schon vor oder bald nach der Jahrhundertwende erschienen und heute nicht mehr in Gebrauch. Dennoch sind sie immer noch lesenswert und in vielem sogar noch gültig. Sie enthalten Erfahrungsgut, das mit seinen Grundsätzen der Krankenbehandlung trotz der stürmischen Entwicklung der naturwissenschaftlichen Medizin bleibenden Wert hat. So haben sich viele Methoden der Physikalischen Therapie, die aus der Beobachtung und ärztlichen Erfahrung entstanden sind, bis heute nahezu unverändert erhalten. Ihre Prinzipien beruhen darauf, die Kräfte der Natur – Wärme und Wasser, Elektrizität, Sonne, Mineralquellen und Klima – dem kranken Menschen in heilsamer Weise zu erschließen.

Auch neuere Veröffentlichungen, die schon seit Jahrzehnten bewährt und in wiederholten Auflagen aktualisiert wurden, erklären und beschreiben die Wirkungen physikalischer Behandlungsmethoden nach den Erkenntnissen der experimentellen Physiologie und klinischer Forschung. Sie belegen, daß die Physikalische Therapie nicht allein Erfahrungsmedizin ist, sondern fest auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen beruht.

Lehrbücher aus jüngster Zeit ergänzen diese altbewährten Standardwerke, verdrängen sie aber in der Regel nicht.

Angesichts dieser Situation erscheint es unnötig, den alten Wein wieder einmal in einen neuen Schlauch zu füllen [427]. Wenn dies hier dennoch geschieht, bedarf es einer Rechtfertigung.

Es gibt mehrere Gründe, die ein solches Wagnis rechtfertigen. Zunächst erscheint es angebracht, auch den Lehrstoff der physikalischen Behandlungsmethoden dem angehenden Arzt in einer Form darzubieten, die der Approbationsordnung entspricht. Der sogenannte Gegenstandskatalog (im folgenden abgekürzt GK) legt fest, was der Student der Medizin zum Zeitpunkt des Examens aus einem bestimmten Fachgebiet wissen muß (sogenanntes Basiswissen) [172]. Die Physikalische Medizin ist im GK 3, der den Zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung regelt, der Inneren Medizin als Abschnitt 11 zugeordnet. Im Text des hier vorgelegten Buches finden sich an verschiedenen Stellen entsprechende Hinweise, wobei die Ziffern – ohne daß dies jeweils gesagt wird – stets diesem Abschnitt 11 entsprechen.

Was nach dem Gegenstandskatalog verlangt wird, ist theoretisches Wissen. Dem werdenden Arzt sollte das nicht genügen. Praktische Kenntnisse gehören zwar zu den Grundlagen der Physiotherapie, werden aber in der Regel in der weiteren Ausbildung nach dem Examen selten vermittelt; auch dort nicht, wo sie unentbehrlich sind und auch von nichtärztlichen Mitbehandlern praktiziert werden.

Das theoretische physikalisch-therapeutische Wissen ist zwar leicht zugänglich, es findet aber in dem Schrifttum, das sich speziell der Krankenbehandlung zuwen-

det, selten ausreichende Berücksichtigung. Deshalb erscheint es notwendig, die Grundlagen des physikalisch-therapeutischen Wissens noch einmal neu zu fassen und die behandlungspraktischen Aspekte der Physikalischen Therapie dabei stärker in den Vordergrund zu stellen.

Das Interesse der Ärzte an physikalischen Behandlungspraktiken entspricht nicht ihrer Bedeutung. An vielen Krankenhäusern gibt es zwar eine Physikalisch-therapeutische Abteilung mit geschultem Personal der medizinischen Assistenzberufe, selten jedoch findet sich ein Arzt, der sich für diese Abteilung verantwortlich fühlt. Auch in der freien Praxis ist für manche Erkrankung, die auf einer funktionellen Störung beruht, schnell ein Rezept für die Apotheke zur Hand, zu selten aber eine Verordnung physikalisch-therapeutischer Art, die den Organismus an eigene Leistungen heranführt und so erst die Gesundheit wiederherstellt.

Diese Abwertung erklärt sich zum guten Teil dadurch, daß die Physikalische Therapie außerordentliche Neuerungen, die den jungen Arzt begeistern, kaum anzubieten hat. Sie macht nicht, wie die sogenannte Hochleistungsmedizin, fast täglich Schlagzeilen. Die moderne Medizin hat sich zwar in akuten, das Leben bedrohenden Krankheitsfällen glänzend bewährt, ist dabei aber an Grenzen gestoßen, die nicht nur finanzieller Art, sondern auch ethischer Natur sind. Sie hinterläßt oft Zustände, die das Leben zwar erhalten, aber dem Menschen mit einem chronischen Leiden schwere Lasten aufbürden, die nicht selten sogar das Maß des Zumutbaren überschreiten.

Auch bei chronischen Leiden, die ein erträgliches Dasein gestatten, bringt die übertechnisierte Medizin wenig und kaum bessere Hilfen als die alte Heilkunde mit ihren bewährten Handhabungen. Umsomehr hat der Arzt Grund, sich ihrer relativ einfachen Methoden zu bedienen, insbesondere solcher, die Kräfte der Natur therapeutisch nutzen und über reaktive, physiologische Reizantworten im Organismus Fähigkeiten entwickeln oder erwecken, mit denen der Kranke selbsttätig die Krankheit überwindet bzw. ihre bedrängenden Symptome so bewältigt, daß er mit der Krankheit zu leben vermag.

Die Mittel, die selbstheilende Kräfte des Organismus auf den Plan rufen, sie wirkungsvoll unterstützen oder funktionelle Kapazitäten verbessern, sind ganz überwiegend physikalischer Art. Deshalb ist es eine zwingende Notwendigkeit, diese in das Konzept einer umfassenden Krankenbehandlung einzugliedern, auch dort, wo andere, operative oder medikamentöse Prinzipien den Vorrang haben, allein aber nicht ausreichen. Aus diesem Umstand ergibt sich die Folgerung, die Physikalische Therapie in einem Gesamtkonzept behandlerischer Aktivitäten darzustellen.

Physikalische Therapie kann dabei selten eine Alternative zu anderen bewährten Behandlungsmethoden sein. Die sowohl kurativen als auch rehabilitierenden Ziele physikalisch-therapeutischer Aktivitäten kommen – abgesehen von akut präventiven Aufgaben – erst zur Anwendung, wenn die anderen Mittel pharmakologisch-chemischer oder operativ-technischer Art bereits wirken. Dem erfahrenen, fürsorglichen Arzt geht es dabei darum, brachliegende, ruhende funktionelle

Kapazitäten des Kranken, z. B. die Leistung seines Herzens, seine Durchblutung, die volle Belüftung der Lunge, die Koordination der Muskeln, ihre Kraft und Ausdauer und anderes mehr, zu beleben.

Die physikalischen Behandlungsmethoden bringen morphologische (Arbeitshypertrophie) und funktionelle Kapazitätsverbesserungen, zu denen der Organismus oft erst findet, wenn der Arzt ihm auch dazu die Wege ebnet. Hier liegt eine der Begründungen, die physikalischen Methoden den „natürlichen“ Heilmitteln zuzuordnen (S. 9). Daraus ergibt sich ein weiterer Grund, sowohl die modernen, mehr „künstlichen“, als auch die älteren, aber nach dem Stand der Naturwissenschaften verjüngten „natürlichen“ Behandlungsprinzipien zusammen in ihrem gemeinsamen Wirken darzustellen. Die Physikalische Therapie wird dabei als ein unentbehrlicher, voll eingegliedert Bestandteil einer umfassenden Krankenbehandlung gesehen.

Das Buch wendet sich zwar an werdende oder fertige Ärzte, dies aber nicht ausschließlich. Es soll dazu dienen, eine bessere Verständigung zwischen den Ärzten, die physikalisch-therapeutische Verordnungen geben und den Helfern des Arztes, die diese Verordnungen zu Behandlungen machen, herzustellen.

Die Assistenzberufe für den Arzt, Krankengymnastinnen und Beschäftigungstherapeuten, Masseure und medizinische Bademeister, verfügen heute über eine gründliche Ausbildung in normaler und pathologischer Physiologie und in der Krankheitslehre. So sind - um jeweils nur ein Beispiel zu nennen - die Krankengymnastinnen mit der Neurophysiologie der Bewegungsbahnung vertraut, die Masseure haben Erfahrung, welche Techniken für die Trophik bzw. den Tonus eines Muskels zuträglich sind, medizinische Bademeister wissen die periphere Durchblutung mit hydrotherapeutischen Reizen zu fördern oder zu drosseln, und alle haben gelernt, mit elektrischen Stromimpulsen Muskeln zu stimulieren oder den Kat- oder Anelektrotonus zu nutzen. Ihre Ausbildung befähigt sie, manches zu erkennen oder zu beobachten, was der diagnostischen Klärung bedarf und Rücksprache mit dem Arzt erfordert.

Von fachlich erfahrenen Helfern des Arztes hört man immer wieder Klagen, daß Ärzte, die für die Hilfsberufe selbst nicht ausbildend tätig waren, die Qualität und den Umfang ihrer Ausbildung unterschätzen oder aber selbst nicht genügend vertraut sind mit der beruflichen Gedankenwelt und den Behandlungsmethoden der Heilberufe. Über diesen bedenklichen Graben will das Buch eine Brücke schlagen und dem Arzt deutlich machen, was er von seinen Mitarbeitern erwarten und verlangen kann. Den Angehörigen der Assistenzberufe mag es andererseits manchen Rat geben und ihnen auch Zusammenhänge erschließen, die aufzeigen, daß sie nur in ständigem Kontakt mit den überweisenden Ärzten ihren Patienten zuverlässige Helfer sein können.

Gewiß ist es problematisch, ein Lehrbuch, das für den Arzt bestimmt ist und entsprechend hohe Ansprüche an die Vorbildung stellt, den Angehörigen eines Berufszweiges zu empfehlen, deren Tätigkeit sich auf eine andere, gewiß nicht geringere, aber weniger anspruchsvolle Ausbildung gründet. Auf keinen Fall darf

dies in die Dürre einer medizinischen Halbbildung und einen therapeutischen Dilettantismus führen. Das würde der praktischen Tätigkeit in einem Heilberuf mehr schaden als nützen. Die nicht ärztlichen Mitbehandler müssen sich stets ihrer Grenzen bewußt bleiben und dürfen nicht einer Selbstüberschätzung zum Opfer fallen, die hier und da vielleicht mangels ärztlicher Führung vorkommt [5]. Den überweisenden Ärzten erwächst hier eine wesentliche beratende Aufgabe.

Daher wird in allen Abschnitten des Buches immer wieder darauf hingewiesen, was in jedem Behandlungsfach der Arzt und sein behandelnder Helfer gemeinsam erarbeiten, was die Krankengymnastin, der Masseur und medizinische Bademeister beachten und gegebenenfalls dem Arzt mitteilen müssen, wieweit sie im Rahmen eines vom Arzt gegebenen Dosierungsspielraumes eigenverantwortlich behandeln dürfen und wo die Grenzen des für den einzelnen Patienten Zuträglichen liegen.

Es mag abschließend noch die Anmerkung erlaubt sein, daß im folgenden in der Krankengymnastik die weibliche Berufsbezeichnung der Krankengymnastinnen in diesem Berufszweig überwiegend angesprochen wird, bei den Massagen und dem medizinischen Badewesen aber die maskuline Berufsbezeichnung gewählt wird.

Das Buch hat drei Teile. Der erste, theoretische Teil führt in das Wesen der Physikalischen Therapie ein und stellt sie gemäß der im Gegenstandskatalog vorgenommenen Einteilung als Reaktions-, Regulations- und Adaptionstherapie vor.

Der zweite, praktische Teil führt in die Methoden der Physikalischen Therapie soweit ein, daß der Arzt, der sie nicht selbst handhabt, wenigstens ihre Grundlagen kennenlernt, ihre Anwendung überwachen und entsprechende Verordnungen geben kann. In diesem methodischen Teil sind aus didaktischen Gründen auch schon vorab einige klinische Probleme dargestellt, soweit sie für bestimmte Krankheiten, z. B. für die infantile Zerebralparese, für einige Störungen der Atemorgane und des Herzens und für die neurogen gestörte Blase wichtig erscheinen. Ansonsten entspricht die Reihenfolge der Darstellung wiederum dem Gegenstandskatalog. Allein die Massagen erscheinen hier vor der Bewegungstherapie, weil dies der historischen Entwicklung entspricht und Massagen für die krankengymnastischen Techniken oft erst den Boden bereiten.

Im dritten, klinischen Teil werden für die Krankheiten und – unabhängig von der organgebundenen Klassifikation – für herausragende Symptome (z.B. Bewegungsstörungen) die sich anbietenden physikalisch-therapeutischen Verordnungen dargestellt. Die nicht der Physikalischen Therapie zugehörigen Verordnungen werden nur insoweit behandelt, wie das für einen Überblick erforderlich erscheint. Die physikalisch-therapeutischen Verordnungen dagegen bilden den eigentlichen Inhalt dieses Teiles. Dabei wird, um dem Leser die Effektivität dieser Maßnahmen vor Augen zu führen, die jeweilige Wirkungsweise der einzelnen Verordnungen auf Organe bzw. auf bestimmte Funktionen oder Symptome eingehend dargestellt.

Schließlich werden zur Dosierung der physikalisch-therapeutischen Reize, die

dem in pharmakologischem Denken ausgebildeten Arzt meist große Schwierigkeiten bereitet, hilfreiche Anweisungen gegeben.

Einige Worte noch zur Benutzung des Buches: Der Lernende kann dieses Handbuch auch als Lesebuch betrachten, darin blättern, hier und dort Anregungen aufnehmen. An zahlreichen Stellen sind in Klammern Seitenzahlen angegeben, die jeweils darauf hinweisen, wo der angesprochene Gedanke ausführlicher behandelt, wo ein bestimmter Ausdruck erläutert oder eine Behandlungstechnik beschrieben wird.

Erleichternd für die Lektüre des Buches sollte auch sein, daß mit wenigen, medizinisch begründeten Ausnahmen, Autorennamen nicht vorkommen. Überall dort, wo eine Äußerung fast ein Zitat ist oder ein Gedankengang aus einer Originalarbeit stammt, wird durch eine Ziffer in eckigen Klammern auf die entsprechende Fundstelle im Literaturverzeichnis verwiesen. Dadurch ist die Zahl der Literaturhinweise für ein Lehrbuch verhältnismäßig groß geworden. Dem speziell interessierten Leser soll anhand der Hinweise ein Weg zu weiteren Quellen erschlossen werden. Auch verschiedene sehr alte, oft zitierte, aber schwer zu findende, weil selten näher bezeichnete Werke, sind hier für medizinisch interessierte Leser aufgenommen worden.

Der Text vermeidet nicht grundsätzlich alle Fremdwörter, sie kommen aber nur dort vor, wo sich zur begrifflichen Klärung ein besseres deutsches Wort nicht anbot. Medizinische Fachausdrücke dagegen, auch solche, für die es gleichwertige oder gar bessere deutsche Wörter gibt, wurden mit der Absicht verwendet, dem Leser die entsprechenden Fachtermini einzuprägen.

Eine Erklärung wesentlicher Fachtermini findet sich in einem Glossar im Anhang des Buches.

Wiederholungen von erklärenden Begründungen ließen sich nicht immer vermeiden. Sie sind nicht Ausdruck mangelnder Übersicht, sondern sollen dem Leser das Suchen von wichtigen Informationen, die an anderer Stelle in anderem Zusammenhang vorkommen, ersparen.

Die Einführung wäre nicht vollständig, brächte sie nicht für die Lektüre des klinischen Teiles besondere Erklärungen. Sie finden sich am Beginn des Teils III, da sie voraussetzen, daß die in den beiden vorausgehenden Teilen enthaltenen Darstellungen zur Theorie und Praxis der Physikalischen Therapie im wesentlichen bekannt sind.

I Allgemeine Grundlagen der Physikalischen Therapie

1. Stellung der Physikalischen Medizin (Therapie) in der Heilkunde

Die Medizin als Naturwissenschaft hat verschiedene Aufgaben. Ihr eigentlicher Auftrag liegt aber in der Krankenbehandlung. Letztlich sind alle ihre Bemühungen auf das Ziel ausgerichtet, Krankheiten zu heilen und zu verhüten.

Einen breiten Raum in diesem umfangreichen Bestreben nehmen die physikalischen Behandlungsmethoden ein. Sie gehen überwiegend auf Heilerfahrungen zurück, die aus der Vergangenheit überliefert worden sind. Die moderne, experimentelle Medizin hat in Gemeinschaft mit der klinischen Forschung inzwischen die wissenschaftlichen Erklärungen nachgeliefert und damit einen wesentlichen Teil dessen, was die alten Ärzte schätzten, bestätigt, anderes als Irrtum ausgewiesen. So wurde nicht nur die Spreu vom Weizen gesondert, sondern es fanden physikalisch-therapeutische Methoden, die als sogenannte natürliche Heilmethoden in der wissenschaftlichen Welt lange Zeit als paramedizinisch galten, ihre Anerkennung.

In der jüngsten Vergangenheit hat die klinische Forschung ungeahnte Fortschritte gemacht. Ihre therapeutischen Erfolge haben allerdings, wie alle Entwicklungen, neue Probleme aufgeworfen: In dem Maße, wie es gelingt, Krankheiten zu beherrschen, die früher das Leben forderten, überleben heute viele Menschen dank der Errungenschaften der naturwissenschaftlichen Medizin. Damit steigt das durchschnittliche Lebensalter mehr und mehr an, und die Zahl derjenigen, die ohne die Hilfen der modernen Medizin nicht mehr auskommen und so einer dauernden behandlerischen Fürsorge bedürfen, wird immer größer. Die physikalischen Behandlungsmethoden gewinnen mit dieser Entwicklung einen Stellenwert, der dem Rang chemisch-pharmakologischer Behandlungen nicht nachsteht und diese auch auf das vorteilhafteste ergänzt. Die Physikalische Medizin stützt sich auf physikalisch meßbare Ergebnisse, die an Beweiskraft beispielsweise den Doppelblindstudien der Pharmakotherapie nicht nachstehen.

Auch alle therapeutischen Verfahren leiten sich mit Ausnahme der Psychotherapie von chemischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten ab.

Das therapeutische Gelingen gründet sich dabei auf Ergebnisse fast aller Naturwissenschaften. Ärztliches Bemühen bezieht mit der Psychologie und der Psychotherapie auch geisteswissenschaftliche Phänomene mit ein, ohne die jede Behandlung eines kranken Menschen Stückwerk bliebe.

Die physikalisch-therapeutischen Methoden haben ihren Wert in allen Fachgebieten der Medizin, soweit diese praktische Behandlungsaufgaben erfüllen. Ihre zahlreichen Verfahren lassen sich didaktisch ordnen nach der Art der physikalischen Kräfte, die therapeutische Wirkungen im Organismus entfalten. Trotz ihrer so weit verzweigten Nutzenwendungen ist die Physikalische Medizin ein in sich geschlossenes Lehrfach. Ihre Einheit ergibt sich aus ihrem Wesen und ihren eigenständigen Wirkungsprinzipien. Davon wird im folgenden die Rede sein.

2. Definition der Physikalischen Therapie

Die Lehre von den Heilkräften physikalischer Natur findet unter den Begriffen „Physikalische Medizin“, „Physikalische Therapie“ und „Physiotherapie“ ihre Darstellung. Alle Bezeichnungen haben die gleiche etymologische Wurzel; sie gehen von dem griechischen Wort „physis-“Natur aus.

Während der Begriff „Physikalische Therapie“ betont, daß auf Naturkräfte zurückgegriffen wird, die die Physik erforscht und beschreibt, weist der Begriff „Physiotherapie“ darauf hin, daß sich das therapeutische Handeln an den natürlichen Lebensvorgängen orientiert, die zu lehren Aufgabe der Physiologie ist.

Es leuchtet allerdings nicht ein, wenn nur diejenigen Verfahren, die mit physikalisch-apparativen Kräften auf den Kranken einwirken, zur Physikalischen Therapie, die Balneo- und Klimatherapie oder die Hydrotherapie im Sinne von Kneipp aber zur „Physiotherapie“ mit der Begründung gezählt werden, hier werde auch das Geistig-seelische angesprochen [311]. Denn alle Teilgebiete der Physikalischen Medizin fußen im somatischen Bereich auf physikalischen Kräften, die ihrerseits mit allen Methoden, auch wenn diese scheinbar „nur“ physikalischen Gesetzmäßigkeiten folgen, unkörperliche und ebenfalls heilsame Ergebnisse zeitigen. Dies gilt neben den an Kurorten gepflegten Behandlungen besonders für die Bewegungstherapie einschließlich der Beschäftigungstherapie.

Der Ausdruck „Physikalische Medizin“ macht eine Einschränkung nötig: Nach der eigentlichen Bedeutung des Wortes gehören logischerweise zur Physikalischen Medizin auch zahlreiche physikalisch-diagnostische Techniken. Die Physikalische Diagnostik setzt aber neben einem hohen Maß an klinischem Spezialwissen technische Kenntnisse voraus, die in ihrer Fülle die Grenzen eines reinen Behandlungsfaches sprengen würden.

Im vollem Sinne Physikalische Medizin ist die Strahlentherapie. Wenn sie dennoch nicht zum Lehrfach der Physikalischen Therapie gezählt wird, so hat dies neben einem ordnenden noch einen ganz prinzipiellen Sinn, der sich in dem Wort „Physiotherapie“ ausdrückt. Diese spricht – ganz anders als die Strahlentherapie – unmittelbar „physiologisch“ ablaufende Lebensfunktionen an. Die Behandlungen mit ionisierenden Strahlen steuern demgegenüber ein entgegengesetztes Ziel an. Sie schalten Krankheitserscheinungen aus (S.9), die Ausdruck morphologisch faßbarer Entartung sind. Sie vernichten lebendes Gewebe. Ihre heilende, lebenserhaltende bzw. ihre lebensverlängernde, einen Brandherd eindämmende Wirkung beruht also auf einem abtötenden, zelluläres Leben auslöschenden Prinzip. Dies ist ebenso segensreich wie unentbehrlich, fördert aber den Organismus nicht in seiner allgemeinen Leistungs- und Widerstandskraft, wie es ganz generell die Physiotherapie anstrebt.

Das entspricht einer schon von R. Virchow [651] ausgesprochenen ärztlichen Verpflichtung: „Seitdem wir erkannt haben, daß Krankheit den Ablauf der Le-

benserscheinungen unter veränderten Bedingungen darstellt, muß natürlich Heilen den Begriff haben, die normalen Bedingungen des Lebens zu erhalten oder wiederherzustellen.“

Die Physikalische Therapie tut dies primär und ausschließlich. Ihre Ziele lassen sich, ganz gleich, welche der drei Bezeichnungen wir gebrauchen, wie folgt zusammenfassen: Die physikalischen Behandlungen haben die Bewahrung der physiologischen Funktionen und deren „normale“ Abstimmung auf die Erfordernisse des Lebens zur Aufgabe. Sie streben an, funktionelle Mechanismen, die krankhaft gestört sind, wieder in eine ausgewogene Harmonie zu bringen. Dabei hat die Physikalische Therapie sowohl alle lokalisierbaren Funktionsstörungen wie auch den Organismus als ein Ganzes als Behandlungsziel im Auge. In weiten Bereichen sind dazu physikalische Anstöße unentbehrlich. Sie verlangen eine ausgefeilte Methodik und gründliche Kenntnisse, da man mit physikalischen Reizen auch schaden kann.

Im folgenden wird neben der jetzt in der Bundesrepublik Deutschland offiziellen Bezeichnung „Physikalische Medizin“ (vgl. GK 3) (in der Deutschen Demokratischen Republik ist der Ausdruck „Physiotherapie“ verbindlich festgelegt) auch von „Physikalischer Therapie“ gesprochen. Damit kommt zum Ausdruck, daß Behandlungen mit den noch zu beschreibenden Verfahren physikalischer Art nicht nur die Fachärzte der Physikalischen Medizin verordnen (also in der Bundesrepublik nicht allein Ärzte, die mangels der entsprechenden Fachangabe die Zusatzbezeichnung „Physikalische Therapie“ führen), sondern daß jeder Arzt diese Verfahren wegen ihrer Wirkungsmöglichkeiten anwendet. Dies geschieht in allen Fachgebieten der Medizin, ganz unabhängig von ihrer Deklaration. Auch im GK 3 ist in Abschnitt 11 (Physikalische Medizin) unter Punkt 1 (Allgemeine Grundlagen) offenbar aus dieser Blickrichtung von „Physikalischer Therapie“ die Rede.

3. Physikalisch-therapeutische Aufgaben der Krankenbehandlung

Eine Krankenbehandlung, die alle ihre Möglichkeiten ausschöpft, gliedert sich in drei Bereiche: die Krankheitsvorsorge, die unmittelbare Krankenbehandlung und die Nachsorge (medizinische Rehabilitation). Diese drei Disziplinen können nicht streng voneinander getrennt werden, meist gehen sie im Verlauf einer Behandlung ineinander über.

3.1 Krankheitsvorsorge

Ein weites Feld findet die ärztliche Tätigkeit auf dem Gebiet der Krankheitsvorsorge: der **Prävention** (lat.: **praevenire** = **zuvorkommen**) und der **Prophylaxe** (gr.: **prophylassein** = **vor etwas Wache halten**).

Die Prävention setzt keine Krankheit voraus. Sie will die Gesundheit erhalten, indem sie Infektionen ausweicht (Isolierung) oder ihnen durch Immunisierung bzw. antibiotischen Schutz vorsorglich den Boden entzieht, Risikofaktoren, wie Fehlernährung, körperliche Inaktivität, Genußmittelmißbrauch und dergleichen, nicht aufkommen läßt und funktionellen Fehlentwicklungen und Abnutzungen mit schonenden Verordnungen oder funktionsübenden Behandlungen – man spricht von „primärer“ Prävention – zuvorkommt.

Die Prophylaxe ist darauf ausgerichtet, bei manifesten Krankheiten zu verhüten, daß mögliche und aufgrund medizinischer Kenntnisse und ärztlicher Erfahrung vorhersehbare Komplikationen den Kranken heimsuchen. Man gebraucht dafür auch den Ausdruck „sekundäre“ Prävention, der aber auch rehabilitierende Bemühungen mit einbezieht. Eine ganz strenge Trennung oder Abgrenzung der beiden Begriffe ist auch hier nicht möglich. Jede Prävention ist gleichzeitig auch Prophylaxe und umgekehrt.

Der Arzt, der Krankheitsvorsorge trifft, empfiehlt nicht nur eine Lebensführung, die ganz allgemein die Gesundheit nicht gefährdet, indem sie schädliche Einflüsse vermeidet, er trifft darüber hinaus auch Vorkehrungen, um all die Krankheiten auszuschließen, die den Menschen bedrohen (Schutzimpfungen, hygienische Gebote).

Diese Vorsorge bliebe unvollständig, würde sie nicht ergänzt durch biophysikalische Antriebe vorbeugender Art, wie sie die Konfrontation mit den natürlichen Umweltreizen bietet. So einfache Maßnahmen wie hydrotherapeutische Abhärtungsreize oder Bewegung im Freien bei Wind und Wetter, sind unter Lebensbedingungen, bei denen eine natürliche Konfrontation mit der rauheren Umwelt

fehlt und eine Verweichlichung oder eine Desadaptation (S. 67) überhand nimmt, für die Gesundheit unentbehrlich geworden.

Die präventiven Bestrebungen der Medizin richten sich nicht allein gegen Krankheiten, die den Menschen in jedem Lebensalter treffen können. Sie finden auch bei den Verbrauchs- und Verschleißerscheinungen des Körpers ihre Anwendung. Mit zunehmendem Alter kommt es zu Funktionsminderungen, denen präventiv allein die Physikalische Therapie im Rahmen physiologischer Grenzen Widerpart bietet.

Abnutzungs- und Verschleißerscheinungen engen zunächst nur die körperliche Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität ein. Sie gestatten in der Regel, ein Leben in normalen Grenzen zu führen. Der alternde Mensch muß aber Belastungen selbst leichter, alltäglicher Art um so eher und mehr vermeiden, je weniger er sich in der Lebensphase mit abfallender körperlicher, vielleicht auch geistiger Leistungskurve ein adäquates Maß an funktionellen Reaktionsnormen bzw. Funktionsreserven erhalten hat. Sehr treffend sind die Alterserscheinungen als die Summe jener Veränderungen definiert worden, durch die der Mensch in zunehmendem Maße für Todesursachen anfälliger wird [117].

Dabei sind es aber meistens keine schicksalhaften Altersprozesse, durch die selbst das gesündeste Leben einmal ein Ende findet, sondern unzureichende physische und auch psychische Anpassungsleistungen an die Ansprüche, die das Leben an die Organe und Organsysteme täglich stellt. Diesen Geboten bis ins hohe Alter gewachsen zu bleiben, erfordert präventive Konsequenzen, denen sich jeder Arzt bei weiterhin steigender Lebenserwartung und zunehmenden Zivilisationschäden immer häufiger gegenübergestellt sieht. Physikalische Maßnahmen, die vermeidbare Verschleißerscheinungen und Risikofaktoren (vgl. GK 3-3), z. B. Bewegungsmangel, ungenügende Anpassung an Temperaturschwankungen und dergleichen bekämpfen, sind während des ganzen Lebens angezeigt.

Zur Krankheitsvorsorge gehört auch die Prophylaxe. Zahlreiche Verordnungen physikalisch-therapeutischer Art sind schon im akuten Krankheitsgeschehen aus prophylaktischer Erwägung indiziert. Man denke nur an die Notwendigkeit, bei Bettlägerigen den Blutkreislauf über ein sich leicht einschleichendes Mindestmaß hinaus aufrechtzuerhalten, weshalb die Kranken täglich mehrmals passiv und aktiv bewegt werden, um Thrombosen zu verhüten; ferner an Atemübungen, mit denen Luft auch in die tieferen Teile der Lunge strömt und die den kleinen Kreislauf unterstützen. Beides verhindert nicht nur hypostatische Pneumonien, sondern auch Muskelatrophien und Gelenkkontrakturen, die leicht unbemerkt auftreten und später den Genesenden behindern. Auch Minderungen der Funktionen von Herz und Kreislauf und des Stoffwechsels im Verlauf von Krankheiten, die diese Systeme nicht unmittelbar treffen, treten nicht auf oder bleiben zumindest in leidlich erträglichen Grenzen, wenn man laufend Funktionsansprüche an diese Systeme stellt. All dies geschieht gezielt und dosiert nur mit einer die Gesundheit erhaltenden Lebensführung oder, im Krankheitsfalle, mit Verordnungen physikalisch-therapeutischer Art.

3.2 Unmittelbare Krankenbehandlung physikalischer Art

Bei akuten und oft auch in Schüben chronischer Krankheiten steht die unmittelbare Krankenbehandlung im Vordergrund. Sie setzt nach diagnostischer Abklärung – zur Linderung von Beschwerden oder im akuten Notfall auch schon vorher – alle indizierten therapeutischen Möglichkeiten ein, um das Leben zu erhalten, von Beschwerden zu befreien und die Krankheit zu überwinden. Diese erste therapeutische Aufgabe, in der die operativen Methoden, die apparativen Hilfen der Intensivtherapie und die pharmakodynamischen Prinzipien den Vorrang haben, nimmt im ärztlichen Handeln den ersten Platz und den größten Raum ein.

Die physikalisch-therapeutischen Methoden, die ebenfalls schon in der Akutphase mancher Krankheit indiziert sind, in der Phase der Besserung (**Konvaleszenz**; lat.: **convalescere = erstarken**), der anschließenden Rekonvaleszenz und bei chronischem Verlauf aber mehr in den Vordergrund treten, werden, wie es auch in der Pharmakologie üblich ist, nach dem Stoff benannt, der wirksam ist. Das ist in der Physikalischen Therapie die Energieart oder der Energieträger, z. B. elektrischer Strom, Wärme oder Wasser, wobei hier der „Stoff“ nicht chemisch verändert und verbraucht wird, sondern Arbeit leistet (vgl. Definition Arbeit und Energie, S.175).

Die Methoden der Physikalischen Therapie werden im Teil II, ihre Eingliederung in eine umfassende Krankenbehandlung im Teil III dargestellt.

Die Physikalische Therapie gliedert sich in:

- a) Die Mechanotherapie. Diese folgt den Gesetzen der Mechanik. Als Untergruppen unterscheidet man die Massagebehandlungen (statische Mechanotherapie), Bewegungsbehandlungen (dynamische Mechanotherapie) und manuelle Techniken, mit denen zum Beispiel blockierte Gelenke gelöst werden,
- b) die Elektrotherapie, die mit galvanischen und Wechselströmen arbeitet,
- c) die Hydrotherapie, die mit dem Wasser den thermischen Wirkungsfaktor aller Temperaturgrade nutzt,
- d) die Thermotherapie, das ist die unmittelbare Wärmebehandlung,
- e) die Lichttherapie,
- f) die Balneotherapie, die an Kurorte gebunden ist, an denen natürliche Heilquellen entspringen,
- g) die Klimatherapie, zu der ebenfalls bestimmte Orte ausgewählt werden, die nicht nur ein anerkanntes Heilklima haben, sondern auch über Kureinrichtungen verfügen müssen,
- h) die Aerosoltherapie, die ihrem Wesen nach eine medikamentöse Behandlung ist, aus technischen Gründen aber der Physikalischen Therapie zugeordnet wird,
- i) die Ultraschalltherapie. Sie beruht auf mechanischen Schwingungen, wird aber aus praktischen Gründen – die elektrotherapeutisch ausgebildeten Assistenzberufe führen sie aus – meistens im Rahmen der Elektrotherapie beschrieben. Manche Verfahren kombinieren als organisatorische Einheit ohne ärztliches

Zutun mehrere der physikalischen Heilkräfte. So ist die Meeresheilkunde gleichzeitig Balneo-, Klima- und auch Lichttherapie. In der Klimatherapie hat ebenfalls das Licht einen mehr oder weniger großen Anteil.

3.3 Nachsorgende physikalisch-medizinische Rehabilitation

Der Begriff „**Rehabilitation**“ (lat. : **re = wieder, habilis = befähigt**) – neben der medizinischen gibt es eine berufliche und eine soziale Rehabilitation – umfaßt die Gesamtheit aller ärztlich-kurativen, berufsfördernden und sozial fürsorgenden Maßnahmen, die der Besserung, Wiederherstellung oder der Erhaltung der Gesundheit und der Arbeits-, Erwerbs- und Leistungsfähigkeit der Menschen dienen.

Die medizinische Rehabilitation ist ein untrennbarer Bestandteil der Krankenbehandlung. Sie setzt mit therapeutischen und prophylaktischen Zielen schon zu Beginn jeder ernsteren Erkrankung ein. Einander überschneidende Aufgaben behandelnder und rehabilitierender Art stellen sich immer dann, wenn Krankheiten zu vorübergehenden oder bleibenden Funktionseinschränkungen führen, die das Problem einer, wenn nicht vollständigen, so doch bestmöglichen Wiederherstellung mit sich bringen, sei es, daß Funktionserleichterungen oder Ersatzfunktionen eingeübt werden müssen, wie es bei Bewegungsbehinderungen, bei Leistungsminдерungen an Muskeln und Gelenken, von Herz, Kreislauf und Stoffwechsel der Fall ist, oder daß Glieder durch Prothesen ersetzt wurden, die zu gebrauchen der Kranke erst lernen muß. Gleiches gilt auch für Erkrankungen, die Störungen der Sinnesorgane und der geistigen Fähigkeiten zur Folge haben.

All diese Erfordernisse verlangen über längere Zeit hinweg funktionsverbessernde Verordnungen. Sie beginnen, zumindest in der Planung und Vorbereitung, mit prophylaktischer Zielsetzung schon im Anfangsstadium einer Krankheit in Gestalt von kontraktionsverhütenden Lagerungen, isometrischen Spannungsübungen, die nicht nur Muskelatrophien verhindern, sondern auch den Kreislauf fördern.

Wenn umfassendere physikalisch-therapeutische Behandlungen aus organisatorischen Gründen oft erst in einem späteren Stadium der Krankheit angewendet werden, dann darf dieser Mangel nicht dazu führen, die ganze physikalisch geprägte Therapie im rechtlichen und administrativen Bereich als Rehabilitation zu deklarieren und zu behaupten, wie das gelegentlich geschieht, diese Verordnungen unterlägen nicht der Kranken-, sondern der Rentenversicherung.

Grundsätzlich hält die Medizin im Interesse der Kranken daran fest, daß alle Behandlungsmaßnahmen, nicht nur die operativen und medikamentösen, sondern auch die physikalischen, vom ersten Tage einer Erkrankung an Ziele verfolgen, die definitionsgemäß dem Auftrag der Rehabilitation entsprechen, als auch zur unmittelbaren Krankenbehandlung gehören.

Einzelheiten zur Prävention und Rehabilitation, soweit sie in den Aufgabenbereich der physikalischen Medizin gehören (vgl. GK 3-3), werden im klinischen Teil immer wieder empfohlen.

4. Wirkprinzipien der Krankenbehandlung

Schon seit dem griechischen Arzt Galen (129–201 n. Chr.) kennt die Medizin das Prinzip, Arzneien zu geben, die gegenläufig zu den Symptomen der Krankheit wirken (**Allopathie, gr.: allos = anders**). Eine bis heute umstrittene Auffassung, die Homöopathie, deren Grundlage das „Organon der Heilkunst“ des deutschen Arztes Hahnemann (1755–1843) darstellt [200], stellt dem Grundsatz der Allopathie das Ähnlichkeitsprinzip der Homöopathie (**gr.: homoios = ähnlich**) gegenüber (S. 611).

Als Allopathie wird häufig auch die herkömmliche Heilkunst (Schulmedizin) bezeichnet. In umfassendem Sinne gehören dazu nicht nur Medikamente, sondern auch operative Methoden und – das sei hier besonders betont – die konservativ physikalisch-therapeutischen Mittel.

Viele krankhaften Störungen, die meisten Akutkrankheiten leichter Art, überwindet der Organismus aus eigener Kraft (S. 10). Schwerere Krankheiten, denen die Medizin ihr besonderes Interesse widmet, zwingen den Organismus, alle verfügbaren elementaren Hilfen aufzurufen. So stellt sich zum Beispiel Fieber ein, das sicher etwas mit Abwehr zu tun hat [254]; der Arzt macht es zu einer Abwehr-

Tabelle 1 Wirkprinzipien der Therapie (nach [240])

„Künstliche“ Therapie (a)		„Natürliche“ Therapie (b)	
Direkte	Wirkungen	Indirekte	Wirkungen
Primär-		Sekundär-	
1 a)	<i>Ausschaltung:</i> „Amputation“ Antibiotische Therapie u. a.	1 b)	<i>Schonung:</i> Entlastung Entstörung Abstinenz u. a.
2 a)	<i>Lenkung:</i> Funktionskorrektur Pharmakologische Gegensteuerung Künstliche Normalisierung u. a.	2 b)	<i>Normalisierung:</i> Selbstordnung Regularisierung Ökonomisierung Übung u. a.
3 a)	<i>Ersatz:</i> Substitution Prothetik Funktions- u. Organersatz Passive Immunisierung	3 b)	<i>Kräftigung:</i> Training Spezifische Leistungssteigerung durch Anpassung Immunreaktionen u. a.

waffe gegen die Krankheit. Bei der leukozytären Phagozytose laufen komplizierte Immunreaktionen ab. Diese künstlich aus der Reserve locken zu können, ist eine der großen Leistungen der Medizin. Ferner heilen Wunden aus, Knochenbrüche werden fest, Dendriten sprossen aus und vieles andere mehr.

Dem fügt die moderne Krankenbehandlung vieles hinzu. Dabei haben sich zwei Grundprinzipien herauskristallisiert [240, 255, 257]. Diese sind in der Tabelle 1 in einer schematischen Übersicht gegenübergestellt. Aufgrund des Schemas ergeben sich verschiedene Leitlinien ärztlichen Handelns.

Wo immer möglich strebt der Arzt an, Krankheitsursachen auszuschalten oder, gelingt dies nicht, krankheitstypische Störungen (Symptome) zu bezwingen. Die kausale Therapie ist **ätiologisch** (gr.: **aitia** = Ursache, **logos** = Lehre) oder **pathogenetisch** (gr.: **genesis** = Entstehung, **pathos** = Leiden) ausgerichtet.

Der Organismus braucht einer möglichen kausalen Behandlung zunächst keine eigenen Aktivitäten hinzuzufügen, er bleibt in einer mehr passiven Rolle, wenn man von den unentbehrlichen unspezifischen Reaktionen (S. 64) absieht, ohne die auch kausal wirksame Behandlungsmethoden keine Heilung bringen.

Ein Prinzip ist die **Ausschaltung** von Krankheitsursachen. Der Arzt entfernt operativ lokalisierbare Krankheitsherde (Amputation, Exzision, Resektion). Über einen anderen Weg verfolgt er das gleiche Ziel auf chemisch-pharmakologische Weise oder mit strahlender Energie: Krankheitserreger werden vernichtet oder zelluläre Entartungen zerstört. Auch wenn die immunologischen Entgleisungen im Organismus durch **Immunsuppression** (lat.: **suppressus** = unterdrückt) aufgehoben werden, ist dies in weitgefaßtem Sinne kausale Therapie. Die antibiotische Therapie wurde vergleichsweise sehr anschaulich als „chemische Amputation“ zu den chirurgischen Verfahren in Parallele gesetzt [255].

Die **Lenkung** von meßbaren Größen mit Arzneien ist als Prinzip gleichfalls eine künstliche Hilfe. Der Arzt steuert funktionelle Geschehnisse pharmakodynamisch in der Weise, daß sie zur „Norm“ zurückfinden. Im wesentlichen ist dies eine symptomatische, nicht eine kausale Therapie.

Schließlich hat drittens die moderne Medizin – hier kommt das **Ersatzprinzip** zur Geltung – Methoden entwickelt, die dem Körper fehlende Wirkstoffe künstlich ersetzen (Substitution von Eisen, Insulin, Vitaminen und vielem anderem). Auch ganze Organe werden gegen künstliche (Prothetik) oder gespendete (Transplantation) ausgetauscht. Auch die passive Immunisierung ist, da sie ohne wesentliche Eigenleistungen dem Organismus das gibt, was er zur Überwindung der Krankheit braucht, im Schema dem künstlichen Ersatzprinzip zugeordnet.

Diese Errungenschaften der modernen Medizin ergänzt die Krankenbehandlung seit eh und je durch Bemühungen, die unter dem Sammelbegriff „natürliche Therapie“ all das enthalten, was in den meisten Krankheitsfällen ein unentbehrlicher Partner der künstlichen Heilmaßnahmen sein muß.

Der Organismus trachtet danach, äußere und innere Störfaktoren auszuschalten. Er überwindet aus eigener Abwehrkraft – das Fieber, die Phagozytose und anderes wurden schon genannt – Erreger, entschärft Giftstoffe, nimmt

auch physikalischen Kräften den Störcharakter, indem er sich ihnen durch Umstellungen anpaßt. Er vermag ferner Schädigungen zu regenerieren. Kurz: alle Störungen, mögen sie morphologisch oder biochemisch definierbar sein und die Homöostase (S.51) gefährden, versucht der Organismus selbsttätig zu korrigieren.

Die körpereigenen Korrekturen (Heilkräfte) geschehen durch Aktivitäten, die jeder auf die Erhaltung der Gesundheit programmierte Organismus ständig unterhält und, je nachdem, wie sehr äußere Umwelteinflüsse oder ein inneres Milieu (S. 51) ihn stören oder gar in Gefahr bringen, zur Abwehr nutzt. Das sind Phänomene, deren Wirkungsweise der Arzt und Naturforscher Paracelsus (1493–1541) den „Inwendigen Arzt“ genannt hat. Der „äußere“, d.h. der behandelnde Arzt sucht lediglich und findet auch die Wege, auf denen er dem Organismus auch dann beispringen kann (*natura sanat, medicus curat*), wenn unmittelbare kausale Möglichkeiten nicht zur Verfügung stehen oder allein nicht ausreichen. Die unterstützende Hilfe, die der Arzt hier gibt, ist naturwissenschaftlich begründete Naturheilkunde. Die Physikalische Therapie ist die Repräsentation dieser verpflichtenden ärztlichen Aufgabe. Darüber hinaus führen ihre gezielten Aktivitäten, indem sie die selbstregulierenden Fähigkeiten des Organismus nutzen (S.45), mit normalisierenden und kräftigenden Anstößen viele funktionelle Erfordernisse der Organe und Systeme zu bestmöglichen Leistungen.

Die „natürliche“ Therapie läßt sich, wie die „künstliche“, in die drei in der Tabelle 1 aufgeführten Wirkungsgruppen unterteilen: Die Schonung, die Normalisierung und die Kräftigung.

Die **Schonung** (S. 537) entlastet den ganzen Organismus, durch Bettruhe. Sie gilt auch einzelnen Organen und Funktionen, z. B. einem Gelenk, einem zerbrochenen Knochen, dem Magen-Darm-Trakt, der Leber und dem Stoffwechsel.

Jede Schonung erleichtert die Selbstheilungsprozesse. Schonend ist es auch, wenn der Arzt überschießende oder entgleiste Reaktionen (S.68) dämpft bzw. „normalisiert“. Dies kann „künstlich“ durch Lenkung bzw. durch pharmakologische Gegensteuerung geschehen, aber auch „natürlich“, indem man z.B. eine Durchblutungsstörung durch thermische Reize oder durch Massagen oder Bewegungsansprüche „entstört“, verspannte Muskeln lockert, verkrampfte Bewegungsfunktionen, z. B. die Atmung, erleichtert oder andere, hyperkinetische Funktionen (Spasmen) dämpft oder löst.

Ein zweites Wirkungsprinzip der „natürlichen“ Therapie ist die **Normalisierung** (S.15). „Künstlich“ (vgl. Tab. 1) mit pharmakologischer Substitution, Gegensteuerungen oder **palliativen** (lat.: **palliare = zudecken, lindern**) Hilfen bleibt sie passiv. Die Abhilfe endet, sobald der Organismus die Pharmaka abgebaut und aus dem Körper ausgeschieden hat. Die „natürliche“ Normalisierung tritt ein, wenn es dem Organismus wieder gelingt, gestörte Funktionsabläufe aktiv selbstordnend ins Gleis zu bringen, geregelte und gesteuerte Größen (S.52) auf den Bedarf abzustimmen oder Organleistungen zu **ökonomisieren**. Therapeutisch tritt hier das noch näher zu erläuternde Prinzip der Funktionsübung (S.15) in den Vordergrund. Wie

dies geschehen kann, wird im Abschnitt 6.2 „Die Physikalische Medizin als Regulationstherapie“ (S. 45) beschrieben.

Das dritte Vorhaben einer Behandlung, die auf Eigenleistungen bzw. schöpferische Mithilfe des Organismus abzielt, wurde in dem in der Tabelle 1 wiedergegebenen Schema umfassend als **Kräftigung** eingestuft. Gemeint ist nicht nur ein muskulärer Kraftzuwachs, der den Kraftverlust infolge einer Ruhigstellung, durch Muskelübungen wieder nachholt, oder eine antrainierte Arbeitshypertrophie gesunder Muskeln, die schwache Gewebspartien stützen (muskuläres „Korsett“ in der Orthopädie) oder Ersatzfunktionen für ausgefallene Muskeln übernehmen sollen. Man versteht darunter auch die zahlreichen funktionellen Kapazitätsverbesserungen, die sich in Gestalt von Anpassungsleistungen im Adaptationsgeschehen (S. 61) einstellen und die, gezielt und systematisch geübt, einen großen Raum im Aufgabengebiet physikalisch-therapeutischer Bemühungen einnehmen.

Eine Gegenüberstellung der in der Tabelle 1 enthaltenen Aufträge – Lenkung, Normalisierung und Kräftigung – macht die Unentbehrlichkeit physikalisch-therapeutischer Aktivitäten und ebenso die Notwendigkeit der Kombination beider Unternehmungen deutlich.

Die künstliche Normalisierung durch Pharmaka (Tab. 1) ist symptomatische Therapie, d. h., sie vermag nur die Symptome funktioneller Fehlleistungen zu beherrschen. Dies geschieht in der Regel durch Gegensteuerung, aber auch nur zeitlich begrenzt. So heben oder senken Medikamente den Blutdruck, sie drücken den Blutzuckerspiegel herab, verändern die Kohlendioxidspannung des Blutes, stellen die erhöhte Körpertemperatur etwas niedriger ein und vieles andere mehr. Die Medikamente wirken hier weder kausal noch substituierend. Sie kompensieren oder korrigieren lediglich das Ergebnis (Symptom) einer Fehleinstellung. In Krisensituationen sind solche Hilfen unentbehrlich; sie wirken sofort oder sehr schnell und beherrschen unter Umständen lebensgefährdende Notlagen, die der Organismus in kurzer Zeit nicht bewältigen kann.

Die Pharmaka wirken stets nur in einer Richtung. Die Fähigkeit des gesunden Organismus, lebenswichtige Regulationen jeweils selbsttätig und spontan auf die wechselnden Funktionsansprüche des Lebens einzustellen, d. h. sie einfügsam jedem augenblicklichen Bedarf anzugleichen, kann mit Medikamenten kaum gefördert werden. Ihre stets gleichgerichtete Wirkung endet nicht, wenn sich die Situation des Organismus so ändert, daß die Gegensteuerung nicht mehr sinnvoll, vielleicht sogar schädlich ist, beispielsweise bei einem zu stark gesenkten Blutdruck.

Diese Unvollkommenheit jeder chemisch determinierten symptomatischen Therapie nach dem Prinzip der Gegensteuerung läßt sich zwar in der Regel meistern, macht aber deutlich, daß in den Behandlungen etwas fehlt, nämlich ein Konzept, das darauf ausgerichtet ist, dem Körper seine funktionelle, regulatorische Wendigkeit zu erhalten oder wiederzugeben.

Es kommt hinzu, daß die Medikamente (mit Ausnahme der hautwirksamen) stets das ganze System verändern, also nicht gezielt nur an den Teilen wirken, die

einer anderen Einstellung bedürfen. Am deutlichsten wird dies bei arteriellen Durchblutungsstörungen, z. B. bei der isolierten Arteriosklerose des Gehirns, der Beine, unter Umständen auch des Herzens sichtbar. Eine allgemeine Gefäßweiterung, wie die entsprechenden Medikamente sie hervorrufen, ist hier eher unerwünscht, weil gerade aus den schlecht durchbluteten Gefäßprovinzen, deren Erweiterung ohnehin problematisch ist, leichter Blut abgezogen und in die normal durchbluteten Gegenden umgeleitet wird. Ein so entstehender Mangel ist als Steal- and Lend-Syndrom oder auch als „Abzapfsyndrom“ bekannt.

Dies alles sind zwingende Gründe, dem physikalisch-therapeutischen Prinzip der Funktionsübung, das die Selbstordnungskräfte des Organismus voll in Anspruch nimmt, besondere Beachtung zu schenken. In den Verfahren der Reiz-Reaktions-, Regulations- und Adaptationstherapie mit ihren rhythmisch wiederholten Reizen (Wechselreizen), dem Intervalltraining und der Langzeitbehandlung mit immer wieder gegebenen Antrieben findet dieses unentbehrliche, durch kein anderes Mittel ersetzbare Behandlungsprinzip seinen Niederschlag.

Nachdem die Physikalische Therapie als „natürliche“ Heilweise angesprochen wurde, erscheint abschließend noch ein Wort zur „Naturheilkunde“ angebracht. Ihre Definition macht gewisse Schwierigkeiten, weil nicht immer das gleiche darunter verstanden wird. Die Auslegung, Naturheilverfahren seien diejenigen Methoden, „die . . . in der Natur vorkommende Mittel oder Erscheinungen verwenden, gleichzeitig jede Schädigung des Organismus vermeiden . . .“ [86] gilt auch für manches „künstliche“ Heilmittel. Bewährte Pharmaka entstammen der Natur, z. B. Digitalis, Colchizin, Atropin, Penizillin. Andere Heilweisen sind nach dem Muster der Natur entworfen, z. B. die aktive Immunisierung. Dosierte der Arzt sachgemäß und beachtet er individuelle Unverträglichkeiten, dann schaden sie ebensowenig wie andererseits Naturkräfte, z. B. die Sonne oder elektrische Stromqualitäten, die bei Verstößen gegen diese Grundsätze den Organismus erheblich schädigen können.

Vertreter einer Naturheilkunde berufen sich auf Erfahrungswerte. Solche allein können aber nicht genügen, sofern die Wirkung eines Mittels nicht durch Erkenntnisse, durch Wissen und erklärende Theorie bestätigt wird. Wer allein auf Erfahrung baut – die sogenannte Erfahrungsheilkunde, soweit sie Anspruch auf Originalität stellt, tut dies weitgehend – und seine Eindrücke nicht durch empirische Methoden, wie Beobachtung, Messung und analysierendes Experiment, zu Erkenntnissen aufwertet, läuft immer wieder Gefahr, vermeintliche Erfahrungen blind zu Axiomen zu stempeln. Es wird dabei übersehen, welche ungemein schwierige Problematik mit der scheinbar so einfachen Aufgabe verknüpft ist, eine „richtige“ Beobachtung zu machen und hieraus die „richtigen“ Schlüsse zu ziehen [433].

Definiert man Naturheilkunde weiterhin als therapeutisches Handeln, das sich an die natürlichen Heil- und Ordnungskräfte des Körpers selbst wendet, um sie zu aktivieren, dann ist eine dahin ausgerichtete Physikalische Therapie eine Naturheilmethode, die gegenüber anderen unter diesem Namen auftretenden Außensei-

termethoden einen besonderen Rang hat: Ihre Methoden erfüllen grundsätzlich die Forderungen, die an die wissenschaftliche Medizin gestellt werden.

So ist die Physikalische Therapie auch uneingeschränkt ein Teil der Schulmedizin. Sie übernimmt dabei unentbehrliche Teilaufgaben, indem sie, naturwissenschaftliche Gesetze ausnutzend, Lebensreize wie Licht, Luft, Wärme, Bewegung u. a. zu Heilmitteln gestaltet. So werden die wissenschaftlich begründeten Behandlungsprinzipien aller Arten in einem umfassenden Therapieplan (S. 600), der die „künstlichen“ wie die „natürlichen“ Mittel je nach gegebener Indikation einsetzt, zu einer Einheit. Aus dieser Sicht besteht ein Gegensatz zwischen Naturheilkunde und schulmedizinischer Therapie nicht.

5. Funktionsübung als Prinzip der Physikalischen Therapie

Eine funktionsübende Komponente ist in allen physikalisch-therapeutischen Konzepten enthalten.

Legt man die physiologischen Wirkungen zugrunde, nach denen die Physikalische Therapie eine theoretisch begründete Ordnung erfährt, dann führt beispielsweise die **Reaktionstherapie** nur dann zu einer Wirkung und zu dauerhaften Funktionsverbesserungen, wenn die Organ- und Körpersysteme immer wieder übend beansprucht werden. Alles, was unter der Sammelbezeichnung „Kräftigung“ in der Tabelle 1 zusammengefaßt ist, z. B. Training der Muskeln, des Herzens und des Kreislaufes, der Durchblutung der Beine (vgl. Intervalltraining), die Anpassung an Kaltreize mit dem Ziel einer reaktiven Hyperämie der Haut, der Schleimhäute (S. 612f.) oder ein allgemein abhärtendes Training, steht unter dem kategorischen Imperativ der Übung.

Die Physikalische Therapie ist auch als **Regulationstherapie** ausgewiesen mit dem Ziel der Normalisierung (vgl. Tab. 1) in dem Sinne, daß der Organismus wieder in die Lage kommt, selbstordnend regulierbare Größen, z. B. den Blutdruck, die Herzfrequenz, die periphere Durchblutung, die Thermoregulation aus der „Unordnung“ krankhafter Störungen herauszulösen und wieder in die Ordnung gesunder Regulationen zurückzuführen (S. 45). Das Entlastende, Entstörende des Schonprinzips (S. 11) geht hier mit ein. Eine Ökonomisierung aller regulierbaren Funktionsabläufe als Behandlungsziel ist wiederum nur durch trainierenden Gebrauch aller Funktionssysteme zu erreichen.

Schließlich müssen auch alle Anpassungsreize bzw. -reaktionen in das Konzept einer **Adaptationstherapie** so eingebaut werden, daß sie mit Hilfe der intermittierend und damit übend gegebenen Anstöße überschießende Reaktionen vermeiden und störungsfrei allmählich zur Anpassung führen.

Die für didaktische Zwecke übliche Aufteilung der Physikalischen Therapie in eine Reaktions-, Regulations- und Adaptationstherapie (vgl. GK 3-1) darf nicht als ein Entweder – Oder verstanden werden. Alle physikalischen Behandlungen, mit denen Unvollkommenheiten regulatorischer Art und krankhafte Störungen behoben werden sollen, werden stets in Reizserien gegeben. Alle drei Wirkungsarten, das Reiz-Reaktionsgeschehen, die regulatorischen Ausgleichsfunktionen und die anpassenden Umstellungen treten gleichzeitig in Aktion. Sie werden sowohl durch das animalische (somatische) wie auch das vegetative Nervensystem vermittelt.

Die Folgen physikalisch-therapeutischer Reizserien verlaufen in zwei Phasen: Zunächst beobachtet man z. B. in der Hydrotherapie eine sofort einsetzende, primäre Reaktion (vgl. GK 3-1.1.2), mit der sich der Organismus auf eine plötzlich veränderte Umweltbedingung einstellt. In der Literatur findet man dafür zuweilen noch das entbehrliche Fremdwort „**Immediatwirkung**“ (lat.: **immediatur = unmit-**

telbar). Diese Primärreaktion — sie ist nicht identisch mit der in Tabelle 1 aufgeführten Primärwirkung — zeigt dem Behandler an, daß der Kranke im gewünschten Sinne anspricht und der richtige Weg zum eigentlichen Ziel der Behandlung beschritten wurde. Das ist z. B. bei Gußbehandlungen leicht sichtbar an der Hautfarbe, in der Elektrogymnastik an der Muskelkontraktion. In anderen Praktiken ist die Primärwirkung in Gestalt der Reaktionen auf das Reizgeschehen nur indirekt mit den Sinnen erfaßbar.

Die noch während der Behandlung offenkundigen Erscheinungen — mögen sie normgerechte oder fehlerhafte Bilder zeigen — geben dem Arzt und dem gut ausgebildeten und erfahrenen Behandler Aufschluß darüber, ob die Verordnungen und deren Dosierung erfolgversprechend sind oder gegebenenfalls der Korrektur bedürfen. Eine Art funktioneller Diagnostik ist so mit jeder einzelnen Behandlungsmaßnahme verbunden (S. 29).

Die besseren Qualitäten der Regulationen und der Anpassung treten erst als Sekundärwirkungen (vgl. Tab. 1) der wiederholt ausgelösten Primärreaktionen in Erscheinung, z. B. in Form einer dauerhaft besser ansprechenden Durchblutung, einer empfindlicher reagierenden Kontraktions- und Entspannungsfunktion der unbewußt tätigen, aber willkürlich innervierten Muskulatur (Gleichgewichtsübungen, Komplexbewegungen), eines Leistungszuwachses des Herzens, einer Arbeitshypertrophie der Muskeln. Sie stellen im funktionellen Bereich eine Änderung der Reaktionsweise dar. Jede „Kräftigung“ einer funktionellen Leistung ist ein Anpassungsergebnis an rhythmisch wiederholte Anforderungen und deren herausgearbeitetes Übungsergebnis; man kann das damit verbundene, nicht meßbare Wohlbefinden cum grano salis auch „Umstimmung“ (S. 75) nennen.

Die Endergebnisse der Reiz-Reaktionstherapie und der Regulationsübungen sind weniger als direkte Folgen der definierten Einzelreize anzusehen, sondern vielmehr als Ausdruck umfassenderer körpereigener Leistungen, die gezielt angesprochen werden. Zwei Beispiele mögen dies beleuchten: Sinnvoll dosierte Kaltreize kühlen zwar die Körperoberfläche ab, die Körpertemperatur sinkt aber nicht, weil der Organismus den Wärmeverlust jeweils sofort reaktiv thermoregulatorisch kompensiert und damit diese lebensnotwendige Fähigkeit bei übendem Gebrauch allmählich zu hoher Qualität entwickelt. Das ist der eigentliche Sinn der Verordnung, sofern man die „Abhärtung“ (S. 612) anstrebt. Sauerstoffmangel in der Atemluft im Hochgebirge — ebenfalls in tolerablen Grenzen — verschlechtert nicht die Sauerstoffdiffusion ins Blut, weil der Organismus mit einer größeren Ventilation (primäre Reaktion) den Mangel sogleich regulatorisch behebt, sich aber gleichzeitig (sekundäre Reaktion) nach einer gewissen Zeit einem langanhaltenden spärlichen Sauerstoffangebot in der Atemluft mit einer erhöhten Erythropoese und mehr sauerstoffbindenden Erythrozyten im strömenden Blut anpaßt. Dies wiederum ist eine „Umstimmung“, die an meßbaren Werten sichtbar wird.

Die Beispiele belegen abermals, daß die nach dem Übungsprinzip gestaltete rhythmische Wiederholung gegebener Reize alle drei der charakterisierten Wege (Reaktion — Regulation — Adaptation) beschreitet, die untrennbar miteinander

verbunden sind und gemeinsam und nacheinander zum Ziel führen: nämlich der Kultivierung unzureichender Funktionen, der ordnenden Wiederherstellung gestörter, reaktionsträger oder überschießender Funktionen und ihrer Sicherung in Form gestärkter und geweckter körpereigener Leistungen. Dies setzt aber voraus, daß sich die Wirkungen der einzelnen Behandlungen summieren, aber nicht stören. Nur so kommen die sekundären Effekte zustande, die nachhaltiger sind als die primären Reaktionen und die ein Bestandteil dessen sind, was noch näher als Anpassung zu definieren bleibt.

Zum Verständnis der primären und sekundären Reaktionen auf therapeutische Reize und zur Einsicht in die Verlaufsmerkmale der Reaktionstherapie (Behandlungskrisen, Normalisierung als Ausdruck gesteigerter Regulationsleistung oder adaptiver Funktionsentlastung) bietet die Beschreibung der Physikalischen Therapie sowohl als Reiz-Reaktions-, wie auch als Regulations- und Adaptationstherapie gute Definitionshilfen. Im folgenden werden deshalb diese drei inhaltsreichen Konzeptionen einzeln besprochen.

6. Theoretische Begründung der Physikalischen Medizin

6.1 Heilsame Kräfte des Reiz-Reaktionsgeschehens und deren Wirkungsweise

Die Ergebnisse physikalisch-therapeutischer Bemühungen sind die Folge von Reizen physikalischer Art. Reaktionen sind im biologischen Sinn Reizantworten des Organismus auf innere und äußere Einwirkungen oder Zustandsänderungen. Im Prinzip sind es Abwehrmechanismen, mit denen sich der Organismus gegen schädigende Einflüsse schützt. Alle physikalisch-therapeutischen Maßnahmen nutzen dies aus. Als „heilsame Störungen“ entfalten sie ihre Wirkkräfte, die Reizcharakter haben und damit sowohl das **Reaktions-** als auch das **Regulations-** und **Adaptationsgeschehen** auslösen.

Die Reaktionen können auch örtlich begrenzt bleiben, ohne den Organismus als Ganzes zu beeindrucken, beispielsweise Durchblutungsreaktionen nach Teilmassagen oder kleineren hydrotherapeutischen Anwendungen, Turgoränderungen der Haut oder der Muskeln nach Massagen. Örtliche Reaktionen werden gezielt angesteuert, z. B. die Sekretion der Schleimhäute in den Atemwegen, falls sie zu trocken sind, eine befristete Obstruktion der Bronchien, die es – etwa im Asthmaanfall – zu lösen gilt, die Peristaltik des Darmes, die angeregt werden soll. Die meisten physikalisch-therapeutischen Verfahren haben aber durch überörtliche Reaktionen eine viel breitere Wirkung, sofern das Übungsprinzip zur Geltung kommt. Dies wird im folgenden wiederholt herausgestellt werden.

Der Begriff „Reiz“ wurde von R. Virchow [650] definiert als Einwirkung, durch die der Organismus bzw. die Zelle zu gewissen Tätigkeiten angeregt wird. Virchow hat damit den Grundsatz des Kausalgesetzes, des Gesetzes der ursächlichen Verknüpfungen (sogenannter Kausalnexus) zwischen zwei oder mehreren Vorgängen, auf das Lebendige übertragen und dafür den Ausdruck „Reiz-Reaktionsgeschehen“ gewählt.

In der Sprache der modernen Neurophysiologie stellen Zustandsänderungen in der äußeren Umwelt oder im Körperinneren einen Reiz für lebende Zellen dar, wenn die Abweichungen an erregbaren Strukturen Erregungen oder Erregungsänderungen hervorrufen. Therapeutisch nutzbar wird dies dadurch, daß oft wiederholte Reize (Übungsprinzip) die Anpassungsergebnisse zeitigen. Für die Anwendung therapeutisch wirksamer Reize hat A. Bier [48] die Bezeichnung „Reiztherapie“ vorgeschlagen.

Jede Reiztherapie, die funktionsübende Ergebnisse haben soll, wendet sich an die „reaktiven Lebensprozesse“ [179]. Dabei kommt es nicht allein auf die Reize und Reaktionen als solche an, sondern auch darauf, daß die Reaktionen, die der

Kranke unter den therapeutischen Reizen zeigt, im Rahmen physiologischer Reizantworten ablaufen und darüber hinaus geeignet sind, Reaktionsschwächen oder -abweichungen zu beheben, die Ausdruck krankhafter Störungen sind. Die heilsame Reaktion ist nicht etwas Passives, keine einfache Ursache-Wirkungsbeziehung, wie in der unbelebten Natur, sondern eine positive Leistung des Lebendigen, wobei zwischen Reiz und Reaktion die dauernd veränderliche Reaktionsfähigkeit des Organismus eingeschaltet ist [256]. Auf diesen Umstand richtet der Physikalische Therapeut sein besonderes Augenmerk.

6.1.1 Neurophysiologie physikalisch-therapeutischer Reizwirkung

Äußere Einwirkungen auf den Körper, die große Mehrzahl der physikalisch-therapeutischen Reize, aber auch Änderungen im Inneren des Körpers, werden von Endstrukturen des Nervensystems, den Rezeptoren, aufgenommen und weitergegeben. Dies geschieht durch das Hervorrufen von **Erregungen**, die in der Physikalischen Medizin stets gewünschte, vorhersehbare Reaktionen zur Folge haben müssen. Über die Rezeptoren setzt sich der Organismus mit der Umwelt auseinander, indem adäquate Reize über ein System von Schaltungen auf die zu regulierenden Stellgrößen (S. 54) Einfluß nehmen. Dies innerhalb physiologischer „natürlicher“ Variationsbreiten geschehen zu lassen (Naturheilkunde), ist eine Kunst der Dosierung.

Die höher entwickelten Organismen verfügen über reiz- (energie-)spezifische **Exterorezeptoren** (Fühler), die sogenannten Thermo-, Druck-, Berührungs-, Dehnungs-, Chemo- und Photorezeptoren. Sie sprechen auf **adäquate** Reize an, z. B. Wärmefühler auf Temperaturänderungen, wobei unsere Sinnesorgane gleiche, unverwechselbare, „spezifische“ Empfindungen als Wärme- oder Kältegefühl vermitteln. Die Massagen, die Hydro-Thermotherapie und die Lichtbehandlungen finden damit Zugang zu den Organsystemen.

Manche Rezeptoren nehmen auch andere, **nicht adäquate** Reize auf. Diese müssen dann eine wesentlich größere physikalische Energie haben. So lösen z. B. nicht nur adäquate Lichtreize aller Abstufungen Licht- oder Farbpfindungen aus, sondern in entstellter Art schaffen dies auch inadäquate, sehr grobe Druck- oder elektrische Reize (beispielsweise beim Sterne sehen nach einem Schlag auf das Auge). Ein aus dem Physiologieunterricht bekanntes Beispiel ist die sogenannte Webersche Täuschung, nach der uns ein kaltes Gewicht schwerer erscheint als eine wärmere, gleich schwere Last, weil Druckrezeptoren zusätzlich durch Kälte erregbar sind.

Neben den Exterorezeptoren gibt es **Enterorezeptoren** (gr.: enteron = Inneres), z. B. **Propriorezeptoren** der Muskel- und Sehnenspindeln (lat.: proprius = eigen). In diesem Fall lösen die im Organ selbst aufgenommenen Reize einen Effekt aus, etwa eine Muskelkontraktion (vgl. Eigenreflexe, S. 131). Die krankengymnastische Bewegungstherapie bedient sich vielfach dieser Vermittler.

Außerdem kennt man die **Interorezeptoren** (lat.: *inter* – *esse* = *dazwischen sein*). Sie liegen in den Eingeweiden, werden deshalb auch **Viszerorezeptoren** (lat.: *viscera* = *Eingeweide*) genannt, und in den Blutgefäßen. Sie sprechen auf Temperaturänderungen im Körper und auf innere Druckschwankungen an. Sie vermitteln unter anderem die auch für die Physikalische Therapie interessanten viszerokutanen Reflexbeziehungen (S. 47).

Neben der **Erregbarkeit** ist die **Erregungsleitung** eine charakteristische Eigenschaft des Nervengewebes. Über die morphologische und funktionelle Einheit der Nervenzellen (Neurone) mit ihren die Erregung aufnehmenden und weiterleitenden Ausläufern, den Neuriten (auch Axone oder Achsenzylinder genannt) und den Dendriten (verzweigte synapsenreiche Nervenzellfortsätze), gehen Informationen (S. 51) zu den Regel- oder Reflexzentren und von diesen in gleicher Weise an die entsprechenden Organe.

Die Wände aller Nervenzellen wie auch aller anderen Zellen bestehen aus einer mehrschichtigen Membran. An den neuronalen Membranen, die das Zellinnere vom Zelläußeren trennen, ändert sich unter den Reizen die Ionenkonzentration zwischen außen und innen. Elektrophysiologisch zeigen sich unter diesen Änderungen transmembrane, elektrische Spannungsschwankungen. Diese elektrischen Potentialdifferenzen (Unterschiede elektrischer Kräfte bei aufgeladenen Körpern) schwellen bei Erregung an und wieder ab. Die elektrophysikalischen bzw. -chemischen Vorgänge an Nerven und Muskelzellen als Motor der Erregung und Erregungsleitung werden im Teil II, Kapitel 4 „Elektrotherapie“ eingehender dargestellt (S. 341).

Hier interessiert zunächst, daß Reize in den Rezeptoren Potentiale erzeugen, die als Nervenimpulse (Aktionspotentiale) fortgeleitet werden. Mit anhaltenden Reizen folgen neue Potentiale. Die Erregungen der Rezeptoren und aller Nervenzellen dienen dazu, Informationen (vgl. kybernetische Definition des Begriffes Information, S. 51) weiterzuleiten. Die elektrischen Signale (hier sind nicht Ströme

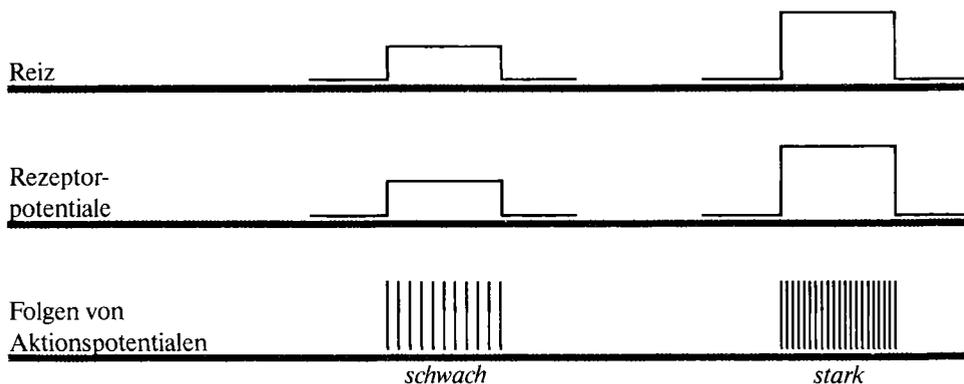


Abb. 1 Beziehung zwischen Reizstärken, Rezeptorpotentialen und entsprechenden Folgen von Aktionspotentialen.

gemeint) können mit komplizierten Methoden sichtbar gemacht werden; dies führt uns die Empfindlichkeit des Systems vor Augen. Ein Reiz löst zunächst ein lokales, mittels Kathodenstrahlzillograph als Impuls registrierbares Aktionspotential aus. Es wird auch Spitzenpotential oder engl. „Spike“ genannt.

Die Frequenz der aufeinander folgenden Impulse bestimmt den Informationswert. Ein starker nozizeptiver Reiz (S. 135) löst einen heftigen Schmerz aus, ein schwacher derartiger Reiz tut nur etwas weh. Im Muskel sorgt die Dichte der Impulsfolgen für die Effektivität der Kontraktion (vgl. Abb. 2). Die Abbildung 1 stellt die Beziehung zwischen Reiz, Rezeptor- und Aktionspotential schematisiert dar.

Ob und wie einzelne Glieder auf Reize ansprechen, hängt von der Reizempfindlichkeit aller Teile des Systems ab. Deshalb können therapeutische Einwirkungen physikalischer Art auf den Körper nicht allein an Hand der physikalischen Definition eines Reizes beurteilt werden. Die Behandlungen erhalten erst durch die biologischen Reizantworten ihre Qualifikation als Reiztherapie. Ist die physikalische Kraft so gering, daß der Organismus keine Reaktionen erkennen läßt, dann verliert der Ausdruck „Reiz“ seinen Sinn [183].

Um eine Reaktion zu erwecken, muß eine spezifische Reizschwelle im Sinne des „Alles- oder Nichts-Gesetzes“ überschritten werden. Bleibt ein Reiz unterhalb dieser Schwelle, dann geschieht „nichts“, überschreitet er sie, dann sehen wir „alles“ an Reaktion des innervierten Gefüges. Das „Alles“ bezieht sich also auf die Tatsache, nicht auf die Art oder das Ausmaß des Reagierens, das durch die Größe des Verbandes, die Anzahl der gleichzeitig oder nacheinander innervierten Strukturen bestimmt wird. Dies hängt wiederum von den Modalitäten der Reize und von der Reaktionsfähigkeit des Kranken ab.

Die Amplituden der Aktionspotentiale sind konstant, Intensitätsunterschiede übermitteln sie nicht. Eine größere oder geringere Reizintensität verändert lediglich die Anzahl der Aktionspotentiale in der Zeiteinheit (vgl. Abb. 2). Wird zum Beispiel, wie schon angedeutet, ein Druckrezeptor durch kräftigen Druck oder ein

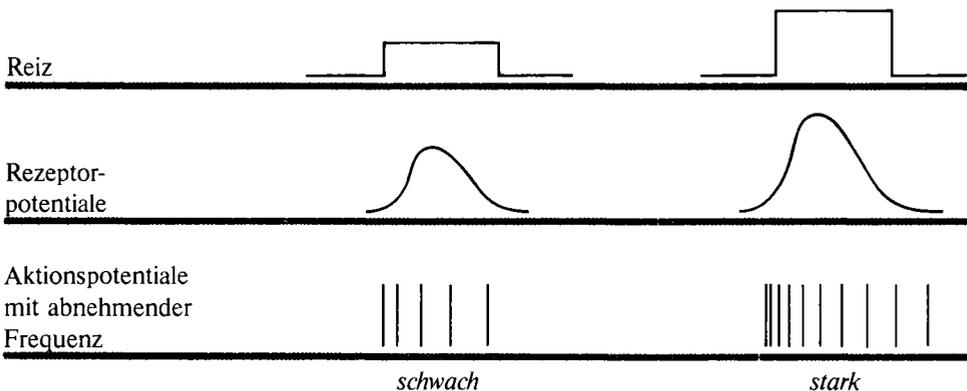


Abb. 2 Adaption von Rezeptoren: Die Rezeptorpotentiale und die entsprechenden Impulsreihen der Aktionspotentiale nehmen mit der Dauer des Reizes ab.

Temperaturfühler durch eine höhere Temperaturdifferenz stärker gereizt, dann steigt die Impulsdichte, d. h. die Zahl der Impulse pro Sekunde an. Diese lineare Beziehung nennt man proportionale Empfindlichkeit der Rezeptoren (P-Rezeptoren). Sie informieren über einen bestehenden Zustand.

Ein Beispiel eines proportional reagierenden Rezeptors ist der sekundär sensible Anteil der Muskelspindel (S. 125). Die Impulsdichte, die bei der Dehnung des Muskels an die Zentren geht, ist proportional dem absoluten Längenzuwachs des Muskels. Dieses Verhältnis bestimmt die Dehnungsreize, die die Krankengymnastin anwendet.

Die primär-sensiblen Muskelrezeptoren wie auch die Thermorezeptoren sprechen aber nicht nur auf die Änderung einer Größe (beim Muskel die Dehnung) an, sondern gleichzeitig auch auf einen Zeitfaktor, d. h. auf die Geschwindigkeit, mit der eine Änderung zu- oder abnimmt. Die Frequenz der informierenden Impulse ist vom zeitlichen Differentialquotienten der veränderlichen Größen abhängig. Also: Im gegebenen Bereich vom Längenzuwachs L in der Zeit $t = dL/dt$, oder bei thermischen Reizen von der Temperaturänderung D in der Zeit $t = dD/dt$. Es besteht also eine sogenannte Differentialquotientenempfindlichkeit, mit der die meisten Rezeptoren nicht allein auf den energetischen Reiz ansprechen, sondern auch auf die Änderungsgeschwindigkeit dieses Reizes. Diese Rezeptoren haben also eine gemischte, eine sogenannte PD-Empfindlichkeit. Eine Reizantwort erfolgt um so intensiver, je schneller ein Reiz oder ein Temperatursprung sich in der Zeiteinheit ändert. Praktisch bedeutet das: Zu Beginn eines Reizes sprechen die PD-Rezeptoren mit hoher Impulsfrequenz auf die Änderungsgeschwindigkeit an, dauert die gleiche Reizintensität aber länger an, bleibt die Impulsfrequenz konstant.

Diese Eignung der Rezeptoren, die Geschwindigkeit von Reizänderungen zu registrieren, begründet auch deren **Adaptationsfähigkeit**. Bei den meisten Rezeptoren nimmt im Verlauf eines konstanten Reizes die Frequenz der Aktionspotentiale ab. Ihre graphische Darstellung sieht also anders aus als in der Abbildung 1. Die Abbildung 2 zeigt schematisiert das Bild einer Rezeptorenadaptation auf jeden einzelnen Reiz.

Große praktische Bedeutung hat die Fähigkeit der die Reize aufnehmenden und weiterleitenden Strukturen, sich in gewisser Weise an Dauer- oder Serienreize zu adaptieren. Im Verlauf von Behandlungen mit Reizen gleicher Qualität geht die Zahl der Rezeptorpotentiale (Impulsdichte) zurück, der Körper wird gegen den Störcharakter weniger empfindlich, z. B. gegen Kaltreize und anderes mehr (vgl. Habituation, Adaptation, funktionelle Adaptate, S. 61 f.).

Wesentlichen Anteil an diesem Geschehen haben die differentialquotientenempfindlichen Rezeptoren. Ihr Anteil – und damit die Adaptationsfähigkeit – ist bei den verschiedenen Sinnessystemen unterschiedlich groß. Bei Schmerzrezeptoren ist er am geringsten; an Schmerzen gibt es deshalb praktisch keine Adaptation.

Für die Dosierung physikalisch-therapeutischer Reize hat der reizphysiologische Begriff der Anstiegssteilheit große Bedeutung (vgl. Elektrotherapie, S. 366).

Alle Rezeptoren haben einen bestimmten Steilheitsbedarf. Steigt die Intensität eines Reizes bis zu seinem Spitzenwert zu flach an, dann bleibt die Erregung aus. Der Grund liegt darin, daß der für eine Erregung erforderliche Ionenaustausch an den Zellmembranen in diesem Fall zu langsam erfolgt. Dieses Phänomen wird bei dem Einschleichprinzip praktisch genutzt (S.964).

Zur Beurteilung physikalisch-therapeutischer Reizqualitäten für ein Organ, z. B. einen Muskel oder die Durchblutung eines größeren Gebietes, ist weiterhin bedeutsam, daß gleichartige, nah beieinander liegende Rezeptoren in der Regel recht ungleiche Reizschwellen haben. Die Reizschwelle ist definiert durch die Stärke eines Reizes, die gerade noch eine Erregung auslöst. Die Empfindlichkeitsunterschiede gleichartiger Rezeptoren in einem umschriebenen Gebiet macht es verständlich, daß alle Rezeptoren eines behandelten Gebietes nur durch starke Reize erregt werden, weil nur diese alle Schwellen, seien sie niedrig oder hoch, überschreiten. Schwächere Reize dagegen erregen nur die wenigen Rezeptoren, die eine entsprechend niedrige Reizschwelle haben, für die der schwache Reiz also zur Erregung noch ausreicht. So wird die praktische Erfahrung verständlich, daß man trotz der „Alles oder Nichts-Regel“ mit schwachen Reizen eine geringe Wirkung erzielt, weil eben nur wenige Rezeptoren ansprechen. Dieses Phänomen bildet wiederum die Ebene, auf der eine individuelle Dosierung sich darstellt.

Zum Verständnis der physikalisch-therapeutischen Wirkungen, insbesondere der krankengymnastischen Methoden, ist noch ein Blick auf die Funktion der **Synapsen** (gr.: **synapsis = Verbindung**) notwendig. Synapsen sind die Schalt- und Übergangsstellen der nervösen Erregungen von einem Neuron auf ein anderes oder von einem Neuron auf das Erfolgsorgan.

Es gibt mehrere Arten von Synapsen. Hier interessieren besonders ihre drei hervorstechenden Eigenschaften: Einmal besitzen sie eine Ventilfunktion, d. h. sie lassen die Erregungen nur in einer Richtung passieren (S. 345). Zum anderen haben sie eine sogenannte Plastizität, d. h. sie lernen bei häufigem Gebrauch, die Erregungen leichter zu übertragen; bestimmte, eingeübte Bewegungsmuster werden so nach und nach müheloser (S.168). Schließlich erfolgt auch die Bahnung und Hemmung von Bewegungen (S.139), auf denen die Methoden der Behandlung spastischer Haltungs- und Bewegungsstörungen aufbauen, über eine Synapsenfunktion.

Nach dieser letztgenannten synaptischen Funktion unterscheidet man **exzitatorische** (lat.: **excitare = anregen, erregen**) von **inhibitorischen** (lat.: **inhibere = hemmen**) Synapsen. Zwischen den verbindenden Synapsen zweier aneinandergrenzender Neurone befindet sich ein Spalt. Hier werden bestimmte chemische Überträgersubstanzen wirksam. Der synaptische Spalt wird gebildet durch eine präsynaptische Membran des ersten und die sub- oder postsynaptische Membran des zweiten Neurons.

Erregungen, die an der präsynaptischen Membran ankommen, machen hier **Transmittersubstanzen** (lat.: **transmittere = hindurchschicken**) frei: Azetylcholin (cholinerge Synapse), die Katecholamine Adrenalin, Noradrenalin (adrenerge

Synapse), deren Vorstufe Dopamin u. a. Diese Transmitter erleichtern an der erregenden Synapse kurzdauernd die **Permeabilität (lat.: permeare = durchdringen)** für Natriumionen (Natrium-Einstrom S.341). Die Folge ist an der postsynaptischen Membran eine Depolarisation, die als **exzitatorisches postsynaptisches Potential (EPSP)** bezeichnet wird. Es fördert bzw. bahnt die Erregbarkeit des Neurons.

An hemmenden Synapsen sind die Transmitter noch nicht bekannt - wahrscheinlich ist Glyzin eine hemmende Substanz für Synapsen spinaler Motoneurone (S.123). Sie rufen an diesen Synapsen eine Hyperpolarisation (Kalium-Ausstrom) hervor. Dies wirkt entgegengesetzt zum EPSP. Ein **inhibitorisches postsynaptisches Potential (IPSP)** hemmt die Erregbarkeit des Neurons.

Die Aktivierung einer einzelnen Synapse genügt nicht, eine Erregung auf das nachgeordnete Neuron überzuleiten, weil die Reizschwelle nicht erreicht wird (S.21). Erst wenn mehrere Synapsen gleichzeitig aktiviert werden, summiert sich der depolarisierende Effekt an der postsynaptischen Membran, und das Aktionspotential kann passieren; wir haben es mit einer **räumlichen Bahnung** zu tun. Treffen dagegen schnell nacheinander mehrere Erregungen an einer exzitatorischen Synapse ein, dann addieren sich die Depolarisationen, die Schwelle wird überschritten und ein Aktionspotential fortgeleitet. Dies ist eine **zeitliche Bahnung**.

Die krankengymnastische Erfahrung hat gelehrt, daß man sowohl bahnende Aktivitäten als auch hemmende Mäßigungen gezielt ansprechen und nutzen kann, um die willkürliche Motorik in geordnete Bahnen zu lenken (S.163).

6.1.2 Wert- und Größenmaßstäbe physikalisch-therapeutischer Reize

Die therapeutischen Reize physikalischer Natur, deren sich die Medizin bedient, sind Einwirkungen von Energie. Ihre Eigenarten beschreibt die Naturlehre nach der konventionellen Einteilung als Physik der Materie oder als Physik der elektromagnetischen Schwingungen und Wellen.

Tabelle 2 Behandlungsmethoden und ihre physikalische Einordnung

Behandlungsmethode	Physikalische Deutung
Thermotherapie: Kalt- und Warmreize	Wärmelehre: mechanische bzw. kinetische Energie der Moleküle
Ultraschalltherapie: thermische und mechanische Reize	Akustische Wellen, elastische Schwingungen der Materie (Reibungswärme)
Massagen: mechanische Reize	manuelle, mechanische Druck- und Zugwirkung
Bewegungstherapie: (Krankengymnastik Beschäftigungstherapie) Bewegungsreize	Synthese der physikalischen Begriffe Statik, Dynamik, Kinematik mit der Physiologie der Bewegungen

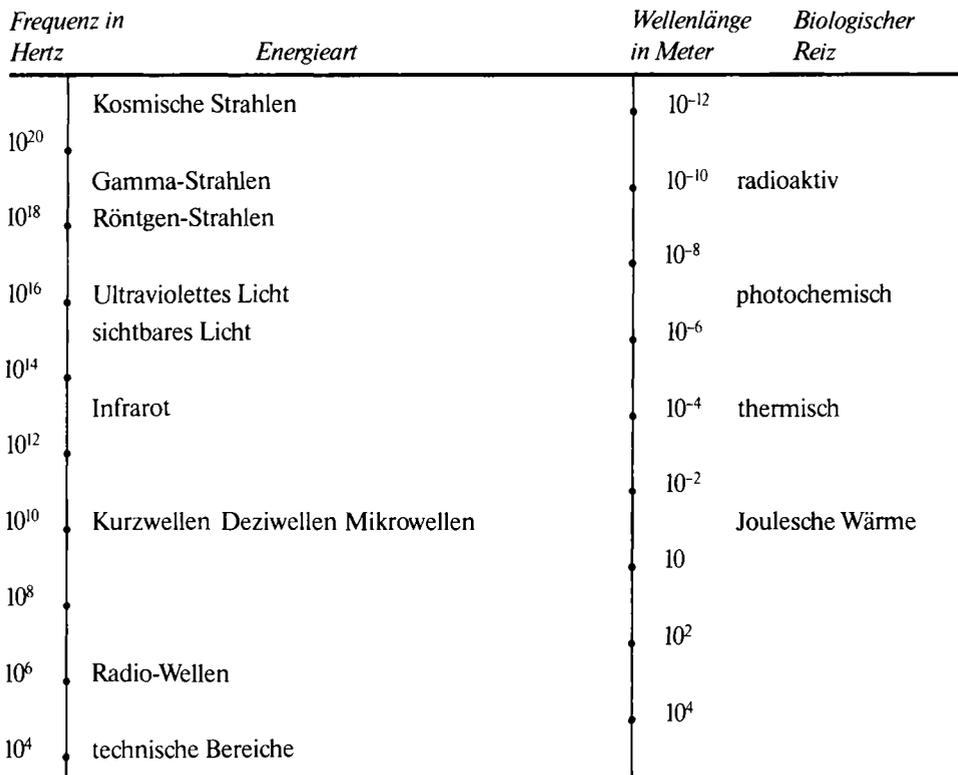


Abb. 3 Elektromagnetisches Energiespektrum.

Die Physik der Materie findet in folgenden Behandlungsmethoden ihre praktische Anwendung (Tab. 2).

Die Physik der elektromagnetischen Schwingungen macht sich die Medizin mit den Methoden der Elektro- und der Strahlentherapie einschließlich der Licht- und Wärmebestrahlung zunutze. In einem elektromagnetischen Energiespektrum sind die physikalischen Erscheinungen in systematischer Ordnung dargestellt (Abb. 3).

Tabelle 3 Übersicht über Reizqualitäten

Einstellbare Größen	Individuelle Bedingungen
1. die Reizstärke	1. die Ausgangslage
2. die Reizdauer	2. der Tonus des vegetativen Systems
3. die Reizfläche	3. die Reaktionstypen
4. der Reizort	4. die aktuelle Reaktionsbereitschaft
5. die Reizintervalle	5. die Reizgewöhnung
6. Die Art der aus 1 bis 5 zusammengestellten Reizgestaltung = Reizgüte	

Die Art der Reize ergibt sich aus der biophysikalischen Qualität und Quantität der einwirkenden Energie bzw. aus der Kombination verschiedener Kräfte, die über die Steuerungsmechanismen zu einem gemeinsamen Ergebnis führen. Bestimmte Faktoren für die Reizgüte sind die willkürlich einstellbaren Größen und die individuellen Umstände des Patienten. Die Tabelle 3 gibt einen Überblick.

Der Arzt und die von ihm beauftragten Behandler gestalten aus diesen Parametern die Reizgüte, die ein Produkt ist aus den einzelnen Größen, ihrer Kombination und der zeitlichen Einordnung in die biorhythmischen Bedingungen (S.41) und der Beachtung der individuellen Situation des Patienten.

6.1.3 Einstellbare Reizgrößen

Die **Stärke** physikalisch-therapeutischer Reize ist eine Frage der Methodik. Ein Reiz ist im physikalischen Sinne um so stärker, je größer die einwirkende mechanische bzw. elektrische Energie ist; im neurophysiologischen Sinne, je höher die Impulsdichte (S. 20) ist, die er in den erregbaren Strukturen induziert. Die Reizstärke ist theoretisch nach Maß und Zahl zu bestimmen. In der Praxis ist das allerdings nicht immer möglich. Hier läßt dann allein die Erfahrung des Behandlers und die Beobachtung des Patienten das rechte Maß finden. Das gilt besonders für die Massagen und die sogenannte kleine Hydrotherapie.

In der Bewegungstherapie liegt die Reizstärke in dem Aufwand an Energie, den der Patient selbst mitbringt (physikalisch meßbarer und in der Persönlichkeit gelegener Anteil). Zum Verbrauch für die geforderte Muskelarbeit summiert sich der Bedarf für die Organsysteme Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel.

Hinsichtlich der Reizstärke gilt für viele physikalisch-therapeutische Reize der Erfahrungswert: Je stärker der Reiz, desto deutlicher die Reaktion. Für alle Reize gilt in der Praxis der Leitsatz: Schwache Reize regen an, mittelstarke Reize fördern, starke Reize hemmen die Reizantwort (sog. Arndt-Schulz-Gesetz). Statt „hemmen“ heißt es besser: Starke bzw. zu starke Reize leiten die Reizantwort in eine Fehlrichtung.

Dieses biologische Grundgesetz muß im Bereich der Physikalischen Medizin allerdings modifiziert werden. Schwache Reize können biologische Reizantworten zwar anregen, indem sie nur einige wenige, aber nicht alle Rezeptoren erregen (S. 20), haben aber keine Leistungssteigerungen von Organen oder Funktionen regulatorischer oder stählender Art zur Folge, da sie die funktionelle Leistungsfähigkeit nicht genügend beanspruchen und damit keinen Anpassungs- und keinen Trainingsreiz darstellen.

Zu starke und auch zu lang dauernde Reize führen dagegen zu überschießenden Reaktionen oder zu Entkräftung. So erlebt man nach übertriebenen Kaltreizen statt einer Gefäßkontraktion eine Lähmung der **Gefäßmukularis** und damit eine unerwünschte Gefäßerweiterung. Nach erschöpfenden Kontraktionen kranker Muskeln zeigt der Kranke übermäßige Ermüdungserscheinungen, die nicht voll

reversibel sind und dann statt einer Besserung eine Minderung der Kontraktionsfähigkeit bzw. der Muskelkraft zur Folge haben, die ein solcher Muskel unter Umständen selbst nach einer längeren Erholung nicht wieder voll erreicht. Bei gesunden Muskeln zeigen sich nach sportlichem Übertraining sogenannte Ermüdungskontrakturen, wenn die Nachbildung von Betriebsenergie (vgl. ATP-Mangelkontraktur, S. 85) mit dem Verbrauch nicht Schritt halten konnte. Auf überschießende Reaktionen im Rahmen eines Adaptationsgeschehens wird auf Seite 66 besonders eingegangen.

Für den zeitlichen Zuschnitt der **Reizdauer** gibt es keine festen Regeln. Reizdauer bedeutet nicht nur, wie lange Zeit ein Einzelreiz braucht, bis das Objekt reagiert (neurophysiologisch ausgedrückt: bis der Reiz ein Aktionspotential auslöst, groß genug, daß ihm eine Reaktion, z. B. eine Muskelkontraktion folgt), sondern auch, wie lange eine Behandlung mit einzelnen Reizen etwa Muskelkontraktionen fordert, Massagedruck- oder Zuggriffe aneinanderreicht, thermische Wechselreize gibt, bestimmte Bewegungen und dergleichen verlangt (vgl. dazu Reizintervalle), bis sich schließlich das gewünschte Ergebnis einstellt. Das rechte Maß zeigt sich oft erst während oder nach dem ganzen Vorgang. Die Dauer jeder einzelnen Handtierung und der in sich geschlossenen Behandlung muß der individuellen Reaktionsfähigkeit des Patienten entsprechen (vgl. Standardwerte).

Bleibt eine Reaktion aus, dann bedeutet das nicht unbedingt, daß es am unzulänglichen, zu schwachen oder zu kurzen Reiz liegt. Der Arzt wird gegebenenfalls prüfen, ob ein Behandlungsobjekt, z. B. eine sklerosierte Gefäßprovinz, ein denervierter Muskel, ein stenotisch verengtes Alveolargebiet auf adäquate Reize noch anzusprechen vermag. Den Wirkungseintritt schon während der Behandlung zu beobachten, ist aber nicht immer möglich. Auch hier setzt dann die Erfahrung stellvertretend ein, und von einer zur anderen Behandlung wird langsam deutlich, ob die Reize nach Dauer und Stärke dem Befund angemessen sind.

Der Begriff „Reizdauer“ bezieht auch in sich geschlossene Behandlungen mit ein, bei denen die reizenden Elemente andauernd bestehen. Dies gilt für Klimareize, die abgesehen von den dosierbaren Klimafaktoren (S. 548f.) so lange permanent wirken, bis der Mensch akklimatisiert ist; das bisher ungewohnte Klima verliert damit einen wesentlichen Teil seines Reizcharakters (vgl. Kurdauer, S. 595).

Auch die Gesamtdauer der Serienbehandlungen, die aus der mehrfachen Wiederholung gleicher Einzelbehandlungen bestehen, wie Serien von Massagen, Bädern, Trinkkuren, Kurzwellendurchflutungen, krankengymnastische Übungen, die über mehrere Wochen täglich oder jeden 2. bis 3. Tag gegeben werden, muß unter dem Stichwort „Reizdauer“ bedacht werden (vgl. Übungsprinzip).

Die Größe der **Reizfläche** bietet Gelegenheit, die Intensität thermischer und taktiler Reize zu gestalten. So wird in der Kneipptherapie das Einschleichprinzip nicht nur durch die größer werdende Differenz zwischen Haut- und Wassertemperatur, sondern auch über die mit jeder Behandlung größer werdende Reizfläche verwirklicht. Vergleichbares gilt für die Heliotherapie. Für alle über die Körper-

decke vermittelten Reize gilt die Regel: Je größer die Angriffsfläche, um so intensiver die Reizwirkung (vgl. dazu auch Halbbad – Vollbad, S. 263 f.).

Der **Reizort** ergibt sich für die meisten Behandlungen durch die örtlich faßbare Symptomatik der krankhaften Störungen. Das gilt auch für Reflexzonenmassagen. Ihre Reizantworten kommen über die Existenz der kuti-viszeralen Reflexbeziehungen zustande (S. 47). Der Arzt nutzt sie gezielt aus, ebenso weiß er durch genaue Ortsbestimmung der Reizwirkung unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden.

So zeigt z. B. die Erfahrung in der Hydrotherapie, daß bei einem kalten Unterfuß der systolische Blutdruck initial höher ansteigt als bei einem gleichen Oberfuß, der seinerseits den diastolischen Blutdruck mehr und nachhaltiger erhöht [83]. Auch die bekannte Bradykardie nach Kaltreizen weist eine deutliche topographische Abhängigkeit auf: Die Frequenzminderung ist selbst bei kleinflächigen Abkühlungen der oberen Körperregion ausgeprägter als bei gleichen Reizen an den unteren Extremitäten, wengleich sonst segmentale Zuordnungen der Hautreize zum Herzen nicht nachgewiesen sind [244].

Bei kräftigen taktilen Reizen, z. B. bei der Unterwasserdruckstrahlmassage, drohen unbeabsichtigte schädliche Wirkungen durch Reizung von Nervenzentren wie des Sinus caroticus oder von besonders empfindlichen Körperregionen, wenn die Behandler diese Gefahren nicht kennen (S. 104).

Unter **Reizintervall** versteht man in der Reizphysiologie die zeitlichen Abstände zwischen Einzelreizen. Als Intervall bezeichnet man gelegentlich auch die Pausen zwischen zwei Behandlungen.

Reizintervalle, die der Behandler als Pausen zwischen den Aktionen im Verlauf einer Behandlung einlegt, dienen z. B. in der Impulsstrombehandlung dazu, die Erregbarkeit eines Muskels dadurch zu sichern, daß nach jeder Einzelzuckung die Refraktärzeit abgewartet wird, bis die Repolarisationsphase abgeklungen ist. Die notwendige Dauer dieser Pausen ist jeweils eine exakt definierbare Größe, die der Behandler am Gerät in Millisekunden einstellt.

Bei den tetaniformen Muskelkontraktionen der krankengymnastischen Bewegungstherapie nach dem Prinzip des Wechsels zwischen submaximalen Anforderungen und Erholungsphasen dienen die Pausen dazu, eine mehr oder weniger aufkommende Ermüdung (vgl. Sauerstoffschuld, S. 169) möglichst lange, zumindest für die übliche Dauer einer Einzelbehandlung, nicht zu groß werden zu lassen. Viele kurze Pausen, in denen eine geringe Sauerstoffschuld schnell abgetragen wird, sind besser als wenige längere Pausen.

Das gilt besonders auch für Anforderungen, die eine reaktive Mehrdurchblutung zum Ziel haben. In den Pausen erst kann sich das sauerstoffhungrige Gewebe auf Grund der Mehrdurchblutung voll mit Sauerstoff versorgen. Darauf beruht z. B. das Intervalltraining bei der Behandlung der peripher-arteriellen Durchblutungsstörungen der Beine.

Lange Intervalle – mehrere Stunden bis Tage – sind bei Übungsbehandlungen notwendig, damit sich nach geforderten Leistungen die Trainingseffekte in Gestalt

der Anpassungsumstellungen ausbilden können. Zu schnell aufeinanderfolgende Behandlungen gefährden unter Umständen diese Entwicklung durch überschießende oder erschöpfende Reaktionen (vgl. Stadium der Erschöpfung im Adaptationsgeschehen, auch Kurkrisen, S. 66 u. 483).

Bei Übungsbehandlungen, die innere Organe, wie z. B. das Herz (Rehabilitation nach Infarkt), die Atmung, den Kreislauf, den Blutdruck, den Stoffwechsel (Diabetes), und damit den ganzen Organismus zu besseren Leistungen bringen sollen, bestimmt das vielfach meßbare reaktive Ergebnis die optimalen Intervalle zwischen den Anforderungen aktiver muskulärer Betätigung. Meist bringen hier ein bis zwei Übungsbehandlungen pro Tag die besten Ergebnisse. Geht es allein darum, eine vorhandene muskuläre Leistungsfähigkeit zu erhalten, dann genügen Kraftübungen, die mit längeren zeitlichen Intervallen regelmäßig wiederholt werden, z. B. nur an Wochenenden.

Intervalle nach langen Reizserien (z. B. Kneippkur), also Pausen von Monaten bis zu zwei Jahren, in denen der Patient nur relativ reizschwache Anregungen selbst gestaltet (z. B. Hydrotherapie im Badezimmer oder Freizeitsport), machen den durch Zivilisationsschäden reaktionsarmen Menschen immer wieder empfänglich für intensivere, wohltuende und funktionsverbessernde Reiz-Reaktionsbehandlungen in Gestalt von Kurwiederholungen.

6.1.4 Art der Reizgestaltung (Reizgüte)

Das Reaktionsgeschehen unter physikalischen Behandlungen, so auch die Reizgüte, sind von der modifizierenden Gestaltung der Reize abhängig. Diese bedürfen, wie die Pharmaka und die psychotherapeutischen Ansätze, eines sorgsam angemessenen Zuschnittes. Ihre Qualität ist vielfältig wandelbar. Individuelle Verordnungen erfordern ärztliche Erfahrung und ein wachsames Auge.

Arzt und Behandler beobachten ständig den Patienten und beurteilen seine Reaktionen, die sowohl sehr schnell als auch erst in einer Nachphase auftreten können. Dies ermöglicht eine Art dynamisch-funktioneller Diagnostik, die ebenso wertvoll ist wie die statischen Meßwerte chemischer und physikalischer Untersuchungen, die der Arzt in der Sprechstunde ermittelt.

Die Schulen für medizinische Assistenzberufe bilden ihre Absolventen, die später in Abwesenheit des Arztes behandeln, so aus, daß sie die Reaktionen zu werten vermögen, das bedeutet, sie lernen mit geschulten Augen zu erkennen, ob der Patient regelgerecht oder fehlerhaft reagiert. Ausbleibende oder überschießende Reaktionen machen eine Änderung der Behandlung im Rahmen des Dosierungsspielraumes (S. 916) erforderlich.

In der modifizierenden Gestaltung der Reize bewährt sich das **Einschleichprinzip**. Es bietet die Möglichkeit, einerseits Reizantworten eine Zeitlang zu umgehen oder sie nicht zu heftig, nur langsam zunehmend aufkommen zu lassen, andererseits auch höhere Reizintensitäten erträglich zu machen.

So gelingt es z. B. in der Elektrogymnastik mit langsam linear oder exponential ansteigenden Reizströmen, die **Akkommodabilität** (lat.: **accommodare = anpassen**) (S.962) gesunder Muskelfasern nutzend, deren Kontraktion zu vermeiden, während paretische Fasern, denen die Fähigkeit der Anpassung fehlt, selektiv auf solche Stromqualitäten bereits mit einer Zuckung antworten.

Schwellströme, die aus Serien von langsam an- und abschwellenden Impulsen bestehen (S.366), überschreiten mit jedem höheren Impuls eine jeweils höhere Reizschwelle (S.23), so daß nacheinander immer mehr Fasern ansprechen. So kommt statt einer Zuckung eine zunehmende Kontraktion des ganzen Muskels, eine fließende Bewegung zustande.

Vergleichbares gilt für Temperaturreize. Die Thermorezeptoren der Haut vermögen sich mittelschnell (Dehnungsrezeptoren der Muskeln sehr langsam) anzupassen. Hat der Arzt höhere Wärmegrade verordnet, dann toleriert der Patient sie eher, wenn der Bademeister sie langsam bis zur verordneten Höhe steigert.

Für die Reizdauer kommt man in der Praxis der Physikalischen Therapie nicht ohne **Standardwerte** aus. Sie geben für thermische und taktile Reize an, wie lang erfahrungsgemäß jeweils eine bestimmte Einstellung anhalten soll. Ihre Einhaltung ist immer dann sinnvoll, wenn eine erfassbare Sofortreaktion nicht oder nur angedeutet zu erwarten ist. Für eine große Zahl von Verordnungen trifft dies zu, z. B. für viele Bäder, für die Bewegungstherapie – sofern nicht die genannten Ermüdungserscheinungen auftreten, bevor die Standarddauer abgelaufen ist, für Massagen, für Teile der Hydrotherapie, für elektrotherapeutische Verfahren.

In den Verordnungen werden solche Standardwerte oft nicht angegeben, weil sie als selbstverständlich gelten und der Arzt sie bei den Behandlern als bekannt voraussetzt.

Demgegenüber findet man aber nicht selten – aus dem verständlichen Bedürfnis heraus, dem Behandler eine klare Verordnung zu geben – minutiöse Angaben zur Dauer vor allem der hydrotherapeutischen Maßnahmen, die der Reaktionsbereitschaft (S.33) eines Patienten, die großen individuellen und rhythmischen Schwankungen unterliegt, selten oder nie entsprechen. Sie werden ganz sinnlos, wenn sie zu einem Schematismus führen, der das Reaktionsgeschehen übersieht und daher eher stört als nützt. Nicht die Uhr, allein die Reaktion entscheidet darüber, ob die Dauer eines Reizes zu kurz oder zu lang ist. Sind solche Reaktionen nicht sogleich zu erwarten, dann müssen die Standardwerte für den Behandler so flexibel sein (vgl. Dosierungsspielraum, S.916), daß er auf die individuellen, rhythmischen und auch situationsabhängigen Reaktionsunterschiede subjektiver und objektiver Prägung eingehen kann.

Die **Reizgüte** zu beurteilen, ist eine für Arzt und Behandler gleichermaßen bedeutsame Aufgabe. Es gibt eine Reihe von Kriterien. Über die meßbaren Reizantworten finden sich in Teil II (S.80) die wichtigsten Hinweise.

Oft ist die angestrebte Reaktion **sichtbar**. Spricht z. B. die peripher-arterielle Durchblutung gut an, dann zeigt sich eine frische Rötung der Haut als Ausdruck einer Hyperämie. Die rein arterielle Kältehyperämie ist hellrot, nach Wärme sieht

man eine tiefrote Hyperämie mit starker Beteiligung der Venen [324]. Nach mechanischen Reizen (Bürsten, Massagen, CO₂) ist die Rötung dagegen heller, während das aktinische Lichterythem verschiedene Tönungen zeigt. Blässe oder livide Färbung offenbaren eine Fehlreaktion. In der kleinen Hydrotherapie ist Schwitzen oder Frieren stets ein auch objektiv augenfälliger Hinweis auf eine unerwünschte thermische Gesamtsituation.

Sichtbar ist auch stets die nachlassende Ausführbarkeit muskulärer Anforderungen. Bei allgemeiner (zentraler) Ermüdung (S.169) werden die Bewegungen langsamer, die Bereitschaft des Patienten zur Mitarbeit läßt nach, er sieht angestrengt, vielleicht blaß aus, die Pulsfrequenz übersteigt die vorgegebene Grenze, Erscheinungen, auf die eine geschulte Krankengymnastin achtet, um die Behandlungsanforderungen situationsgerecht zu gestalten. Es ist sinnvoll, die Ermüdungsgrenzen festzuhalten, um mit ihrer Hilfe von Mal zu Mal das rechte Maß für die Behandlungsanforderungen zur Hand zu haben.

Bei der Elektrostimulation einzelner Muskeln achtet der Behandler sorgsam auf die nachlassende Kontraktilität (vgl. periphere Ermüdung, S.169), weil weitere Stromimpulse jetzt sehr schaden würden.

Reaktive Ergebnisse sind oft auch **fühlbar**: ein verspannter Muskel wird lockerer, die Haut fühlt sich wärmer an, ein fehlender Puls, z. B. über der Arteria dorsalis pedis, kehrt wieder. Das sind Werte, die der Behandler tastend erfaßt.

Subjektiv fühlbare Ergebnisse, daß der Patient beispielsweise leichter atmet, schmerzfrei wird oder einer körperlichen Anforderung leichter nachkommt, bestätigen die gewählten Reizparameter als gut und zweckerfüllend.

Im Schema der Tabelle 1 sind die Wirkprinzipien der Therapie als primäre und sekundäre Vorhaben klassifiziert. Die als „natürlich“ angesprochene Physikalische Therapie mit dem Prinzip, indirekte Sekundärwirkungen zu erzielen, verläuft in ihren Folgen in aller Regel in zwei Phasen: Zunächst beobachtet man – unverkennbar in der Behandlung mit thermischen Reizen – eine örtliche, sofort einsetzende primäre Reaktion (vgl. GK 3-1.1.2), mit der sich der Organismus auf eine plötzlich veränderte thermische Außenbedingung einstellt. Diese Primärreaktion zeigt dem Behandler an, daß oder ob der Kranke in dem gewünschten Sinne anspricht, der Weg zum eigentlichen Ziel der Behandlung also betreten wurde. Die Reaktion ist – wie oben erwähnt – leicht sichtbar an der Hautfarbe, in der Elektrogymnastik an der Muskelkontraktion, in anderen Praktiken meist erst später oder nur indirekt.

Die noch während der Behandlung offenkundigen Erscheinungen – mögen sie normgerechte oder fehlerhafte Bilder zeigen – geben dem Arzt und dem gut ausgebildeten und erfahrenen Behandler Aufschluß darüber, ob die Verordnungen und deren Dosierung erfolgversprechend sind oder gegebenenfalls der Korrektur bedürfen. Eine Art funktioneller Diagnostik ist so mit manchen einzelnen Behandlungsmaßnahmen verbunden.

Die Reizgüte ist gewissermaßen das „Stellglied“ für das angestrebte Ziel der Behandlung. Dieses Ziel – und darin liegt der Auftrag der Physikalischen Therapie

– ist die anhaltend bessere Qualität der Regulationen, die Steigerung funktioneller Kapazitäten (S. 63) und eine bleibende Qualität der Anpassung. All das ergibt sich erst als Sekundärwirkung (vgl. Tab. 1) der wiederholt ausgelösten Primärreaktionen, z. B. eine dauerhaft besser ansprechende Gefäßregulation, eine empfindlicher reagierende Kontraktions- und Entspannungsfunktion der unbewußt tätigen, aber willkürlich innervierten Muskulatur (Gleichgewichtsübungen, Komplexbewegungen), ein Leistungszuwachs des Herzens, die Arbeitshypertrophie der Muskeln. All dies stellt im funktionalen Bereich eine Änderung der Reaktionsweise dar (vgl. „Umstimmung“, S. 75).

6.1.5 Individuelle Bedingungen für die Reizqualität

Die Qualität der physikalisch-therapeutischen Reize hängt nicht allein von der technischen Gestaltung dieser Kräfte ab. Der individuelle Zustand des Menschen zum Zeitpunkt der Behandlung hat großen Einfluß darauf, ob und wie gegebene und physikalisch definierte therapeutische Reize den Organismus bzw. bestimmte, anvisierte Funktionen ansprechen. Die in der Tabelle 3 aufgeführten individuellen Gegebenheiten haben schon einen Überblick gegeben über die Faktoren, die zu beachten sind, damit eine Verordnung die Qualität eines wirkungsvollen therapeutischen Anstoßes erhält.

6.1.5.1 Ausgangslage

Der physikalische Therapeut beobachtet täglich, daß gleiche Verordnungen keineswegs immer, auch nicht beim gleichen Patienten, zu gleich starken Reaktionen führen. Er richtet deshalb die Dosierung der Reize an Stärke und Dauer danach aus, wie der Kranke während der Behandlungszeit erkennbar anspricht. Dies richtig einzuschätzen und in die Praxis umzusetzen, verlangt viel Erfahrung und gegenseitige Information zwischen Arzt und Behandler.

Die auf einen Reiz zu erwartende Reaktion ist von der Ausgangslage der vegetativen Innervation abhängig (vgl. GK3-1). Ein von J. Wilder [692] als **Ausgangswertgesetz** formulierter, etwas schablonenhafter Grundsatz besagt: „Je höher der Ausgangswert der geprüften Funktion, desto geringer ist die Neigung zum Anstieg bei fordernden, desto größer die Tendenz zum Abfall bei hemmenden Einflüssen; umgekehrt: je niedriger der Ausgangswert, desto größer die steigernde Wirkung der fördernden, desto geringer die senkende Wirkung der hemmenden Agenzien“. Unter Ausgangswert ist hier der Grad (Tonus) einer noch zu beschreibenden Erregung der sympathischen oder parasympathischen Innervation zu verstehen, mit „Agenzien“ sind wirksame Reize jeder Art gemeint.

In der Praxis der physikalischen Therapie wird man eine Gesetzmäßigkeit nach der Wilderschen Regel nicht immer eindeutig erkennen, zuweilen scheint die Regel selbst bei ausgeprägten vegetativen Störungen zu versagen.

Sie soll nach einer anderen Auffassung [41] nur im Bereich des störungsfreien vegetativen Verhaltens Gültigkeit haben. Danach wird, ergänzend zur Wilderschen Regel, unterschieden zwischen einer „Reaktionslage mit Richtungstendenz“, die durch die Ausgangswerte bestimmt wird, einer „Reaktionsfähigkeit“, als deren Maß die Reaktionsstärke gelten kann und einer „Reaktionslabilität“, die sich durch schwankende Verlaufswerte darstellt.

Es gibt eine Fülle von Untersuchungsarten, mit denen solche Einstellungen erfaßt werden: neurologische, hämatologische, biochemische, kreislaufanalytische und andere Methoden. Sie bieten neben der Möglichkeit, konstitutionelle Reaktionsweisen (S. 38) zu prüfen auch Hilfen, organische Erkrankungen zu erkennen und gegen Funktionsstörungen abzugrenzen, die weniger organisch-somatisch, sondern mehr als „funktionell“ interpretierbar sind.

Aber auch mit aller diagnostischer Feinheit ist es keineswegs leicht, im voraus zu bestimmen, ob oder wie ein Kranker auf die therapeutischen Maßnahmen ansprechen wird, zumal im Krankheitsgeschehen die einseitige Richtungstendenz oft fehlt und die „Reaktionslage“ danach nicht eindeutig zu erkennen ist.

Die Ausgangslage ist einmal Ausdruck einer augenblicklich gegenwärtigen, aber vorübergehenden physischen Situation, die als aktuelle Reaktionsbereitschaft (S. 40) bezeichnet werden kann. Sie kann allerdings auch durch eine typologische Eigenheit des Kranken determiniert sein, mit der seine Reaktionsweise generell mehr in die eine oder andere Richtung tendiert, die durch einen vegetativ-nervösen Tonus gekennzeichnet ist. Aufgrund einer solchen Feststellung sind erstmals Reaktionstypen beschrieben worden (S. 38).

6.1.5.2 Tonus des vegetativen Systems – ergotrope, trophotrope Funktionslage

Die Aufgabe der vegetativen Regulationen besteht darin, durch energetisch-nervale und humorale Steuerungen im körperlich-vegetativen und psychisch-vitalen Bereich eine Funktionslage einzustellen und aufrecht zu erhalten, die sich den jeweiligen, von der Innen- und Umwelt gestellten Anforderungen als adäquat erweist [169].

Die Verästelungen des vegetativen Systems versorgen alle Organe des Körpers mit Ausnahme der Skelettmuskulatur. Anders als das motorische Nervensystem, das gezielt, unter willkürlicher Kontrolle (S. 121), einzelne Muskeln oder Muskelgruppen innerviert und zu geordneten Bewegungen führt, wird die funktionelle Tätigkeit der Organe über das vegetative System lediglich moduliert, indem es hemmende oder fördernde Hilfen gibt.

Mit einer als Reiz-Reaktions-Geschehen geplanten Therapie strebt der Arzt neben organisch-spezifischen, funktionellen Verbesserungen gegebenenfalls auch eine Änderung (Umstimmung) der Grundeinstellung (Tonus) der vegetativen Innervation an.

Die alten Ärzte hatten schon die Erfahrung gemacht, daß manche Arzneimittel,

aber auch physikalische Behandlungen, zuweilen nicht nur individuell sehr verschieden, sondern nicht selten auch bei den gleichen Patienten zu verschiedenen Zeiten sogar gegensätzlich wirken (vgl. Ausgangswertgesetz). Dies führte, nachdem die Bedeutung der steuernden Regie des vegetativen Systems erforscht war, zu der Erkenntnis, daß zwischen der Tätigkeit der beiden Partner dieses Systems, dem Sympathikus und Parasympathikus (Vagus), ein funktioneller Antagonismus die treibende Kraft des vitalen Geschehens ist [135].

Ein solcher wirkt sich an den bzw. über die zentralen vegetativen Formationen (das limbische System, den Hypothalamus und die Formatio reticularis) auf alle Organe und Systeme aus. Das bedeutet: Das „autonome“ System ist nicht so unabhängig, wie die Kennzeichnung „autonom“ vermuten läßt.

Die Existenz eines Antagonismus zwischen Sympathikus und Parasympathikus macht eine veränderliche Einstellung dieses Systems möglich, die mal der einen, dann wieder der anderen Seite das Übergewicht gibt. An peripheren Strukturen wird die jeweilige Aktualität gut sichtbar, z. B. an der Pupille – wobei allerdings der Antagonismus der Iriseinstellung über zwei verschiedene Muskeln erfolgt – oder an der Farbe der Haut bzw. deren Durchblutung. An allen inneren Organen ist das vorherrschende Maß vegetativ-nervöser Prägung meßbar.

Für die Medizin, nicht zuletzt für die Physikalische Therapie, ergeben sich aus diesem Antagonismus zahlreiche Erkenntnisse: Unter dem Einfluß des **Sympathikus** schlägt das **Herz** schneller, es fördert auch mehr Blut (Minutenvolumen) mit mehr Kraft bei erhöhter Erregbarkeit. Jede mit therapeutischen Reizen ausgelöste Reaktion, die Energie verbraucht, stimuliert über den Sympathikus das Herz.

Die **Blutgefäße** der tätigen Organe stellen sich weiter, während gleichzeitig in den Verdauungsorganen die Durchblutung abnimmt. Eine solche sympathikotone Funktionslage der Blutgefäße – sie sind nicht parasympathisch innerviert, sondern reagieren über Variationen des Sympathikus; der Ausdruck „antagonistisch“ paßt hier also strenggenommen nicht – stellt sich sogar innerhalb gleichartiger Gefäßgebiete spezifisch antagonistisch ein, indem z. B. bei Arbeit der Beinmuskeln etwa auf dem Trekkurbelergometer, die Durchblutung der Arme abnimmt, beim Handkurbelergometer, der umgekehrte Effekt erreicht wird. In der Bewegungstherapie der Durchblutungsstörungen ist dies gegebenenfalls zu beachten.

Die **Atmung** wird sympathisch über das Atemzentrum stärker erregt, die Bronchien erweitern sich, Atemvolumen und Lungendurchblutung nehmen zu. Die Kombination der Atembehandlungen mit erregenden hydrotherapeutischen Anwendungen (kalten Waschungen, Brust- und selbst Blitzgüssen und dergleichen) nutzen dies aus.

Der **Stoffwechsel** steigt unter sympathischer Überlegenheit an, mehr Eiweiß wird verbrannt, mehr Glukose freigestellt und energetisch verwertet. Dies macht den guten Einfluß der Bewegungsübungen bei Diabetikern verständlich.

Die **Verdauungsorgane** sind, hat der Sympathikus die Führung, weniger aktiv. Es wurde schon gesagt, daß dies unter Muskelarbeit stets der Fall ist. Ruht der Körper aber oder schläft der Mensch, dann betätigen sich die Verdauungs- und Aus-

scheidungsorgane unter parasympathischem Vortritt lebhafter; Sekretion und Peristaltik nehmen zu.

Zum Verständnis des noch ausführlicher zu behandelnden „Allgemeinen Adaptationssyndroms“ (S. 66) wird hier nur kurz erwähnt, daß die Nebennieren unter sympathischem Einfluß vermehrt Hormone produzieren.

Überwiegt bei all den genannten Funktionen aber der **Parasympathikus**, dann kommt es zu einer gegenläufigen Beeinflussung der Organtätigkeiten, das Herz schlägt langsamer mit geringerem Aufwand und freilich auch geringerer Leistung, weniger Blut durchströmt die ruhenden Organe, die Atmung wird flacher. Im Asthmaanfall sind die enggestellten Atemwege bei gleichzeitig weniger erregbarem Atemzentrum Ausdruck einer parasympathisch stimulierten Verstrickung. Verdauungsorgane, Stoffwechsel und endokrine Funktionen verhalten sich gleichfalls spiegelbildlich zu ihrer sympathisch geprägten Aktivität.

Natürlich sind diese Wechselwirkungen viel diffiziler, als es in dieser kurzen Darstellung wiedergegeben werden kann. Ein gewisser Antagonismus besteht auch innerhalb einzelner Organe. So versorgt – um nur einen Beleg zu bringen – im Herzen der Parasympathikus vorwiegend den Schrittmacher im AV-Knoten, während die Arbeitsmuskulatur des Herzens mehr unter dem Einfluß des Sympathikus steht [547]. Die beiden vegetativen Betreiber der Herzfunktion wirken also auf das autonom tätige Herz antagonistisch zueinander.

Die früher übliche strenge funktionelle Trennung zwischen somatisch innervierten, animalischen und vegetativ autonom gesteuerten Leistungen erwies sich als nicht immer begründet. Deshalb nahm W. R. Hess [232] das Funktionsziel der nervösen Einstellungen oder eine entsprechende Funktionslage als Maß und stellte einem mehr ergotropen einen mehr trophotropen Zustand gegenüber.

In der **sympathisch** betonten **ergotropen Funktionslage** (gr.: **ergon** = Tätigkeit, **tropos** = Richtung) ist der Organismus vegetativ und animalisch aktiviert. Er entfaltet und verbraucht Energie und stellt sich so auf äußere Bedingungen ein. In der **parasympathisch** geprägten **trophotropen Einstellung** (gr.: **trophein** = ernähren, hier **Restitution von Energie bildenden Phosphaten**) (S. 145) erholen sich die Muskeln und der Organismus, er entfaltet und verbraucht weniger Energie, aufgezehrte Energiereserven sammeln sich wieder an.

Diese Gegenüberstellung wird nicht allein den jeweils gegebenen Situationen gerecht; auch in der Grundeinstellung ist, unabhängig von den alltäglichen oder gegenwärtigen Anforderungen, ein Überwiegen des einen oder anderen Zustandes oft deutlich und gegebenenfalls Anlaß zu therapeutischen Korrekturen.

Eine übertriebene ergotrope Einstellung ist mit einem unverhältnismäßig hohen, erschöpfenden Verbrauch an Lebensenergie verbunden. Ein klinisch klar definiertes Beispiel ist die Hyperthyreose. Aber auch unter komplexen äußeren Reizen, wie z. B. einem erregenden Reizklima, einer überdosierten Bäderserie oder einer sonst anstrengenden physikalisch-therapeutischen **Polypragmasie** (gr.: **polypragmateein** = vielerlei Sachen treiben), vielfach auch durch eine Lebensüberlastung bzw. der vegetativen Fehlregulation (S. 717), verstrickt sich der Organismus

bald in eine belastende, Lebensenergie verschwendende ergotrope Sympathikotonie.

In einem solchen Fall trachtet der Arzt danach, über das vegetative System Zugang zur Genesung oder Erholung zu finden, indem er medikamentös dämpft oder die therapeutischen Reize vorsichtiger dosiert oder vorübergehend aussetzt und damit den Boden bereitet für eine wieder mehr vagotone Einstellung, die sich dann selbstregulatorisch zur „Normotonie“ einpendelt. Ist ein solcher Zustand das Spiegelbild einer Lebensüberlastung, dann gelingt die Befreiung von den „nervösen“ Störungen überhasteter, vegetativ gesteuerter Funktionen besser und nachhaltiger mit „natürlichen“ physikalischen Mitteln: einer Klima- oder Badekur und hydro- und bewegungstherapeutischen Verordnungen.

Bringt dies im Verlauf einer Kurbehandlung den Organismus in eine anhaltend trophotrop geprägte Funktionslage, dann erbringt der Organismus alle den äußeren Anforderungen entsprechenden Leistungen mit weniger Aufwand. Die reaktiven Ergebnisse bleiben gedämpfter, sparsamer, ökonomischer; auf längere Zeit steigen damit die Energiereserven an, die Leistungsbereitschaft kehrt zurück, der Mensch fühlt sich erholt.

In der Frühzeit der Erforschung vegetativer Steuerungen entstand zunächst der Eindruck, es gäbe eine strenge Polarität zwischen **Sympathikotonie** und **Parasympathikotonie**. Demgegenüber lehrt die klinische Erfahrung, daß es diese Polarität in ausgeprägter Form kaum oder gar nicht gibt. Dennoch kann das alte Bild, die beiden Teile des vegetativen Nervensystems verhielten sich wie die Schalen einer gleicharmigen Balkenwaage (vgl. Abb. 4) eine anschauliche Vorstellung davon vermitteln, wie der Mensch unter den Reizen der Physikalischen Therapie anspricht. Sein reaktives Verhalten kann aber nicht – wie schon angedeutet – unter der so einfachen, bildlich dargestellten Annahme gesehen werden, daß ein vegetativ-nervöser Tonus nur zwischen den beiden Alternativen, Erregung des einen und Dämpfung des anderen, wechselt. Um die vegetative Reaktionslage zu erfassen, reicht ein statischer Querschnitt, sozusagen als arithmetisches Mittel der verschiedenen Tonuslagen in den einzelnen Organsystemen [166] nicht aus. Nur eine dynamische Betrachtungsweise, mit der wir die dauernden Veränderungen des vegetativen Tonus erfassen, der sich so lediglich in einem labilen Fließgleichgewicht hält, läßt auch innerhalb der einzelnen Organsysteme die sehr unterschiedliche funktionelle Dynamik erkennen.

Das Bild von der Balkenwaage soll noch einmal herangezogen werden, um die unspezifischen Ergebnisse physikalisch-therapeutischer Spielpläne auf die vegetativen Einstellungen als Einheit ins Blickfeld zu bekommen. Beide Glieder des autonomen Systems können gleichzeitig einen erhöhten oder verminderten Tonus haben bzw. annehmen. Viele therapeutische Bemühungen dämpfen oder stimulieren nicht nur eine Seite der vegetativen Erregbarkeit. So eindeutig wie z. B. der humorale Wirkstoff Azetylcholin die parasympathische Seite stimuliert bzw. das Noradrenalin die sympathische Betriebsamkeit ermuntert, wirken sich die physikalisch-therapeutischen Kräfte in der Regel nicht aus; weder unmittelbar, noch als

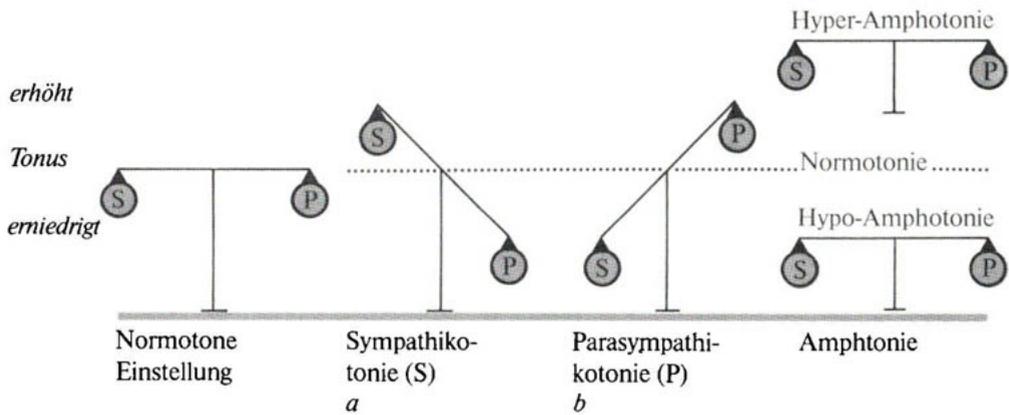


Abb. 4 Grundeinstellung des vegetativ-nervösen Tonus.

Ergebnis der Serienbehandlungen. Sie stoßen vielmehr ganz unspezifisch das vegetative System als Ganzes an, das damit wieder in eine selbstregulatorische Ordnung hineinfindet.

Dies führt zu der erweiterten Vorstellung, daß an die Stelle einer alles beherrschenden Vagotonie oder Sympathikotonie eine „**Hyper- oder Hypo-Amphotonie**“ (gr.: **amphoter** = beide) tritt, das bedeutet, der ganze Waagebalken wird auf eine niedrigere oder höhere Ebene verlagert [99]. Mit anderen Worten: Eine reziproke Innervation, wie wir sie von der Muskelfunktion her kennen (S. 131), nach der vergleichsweise unter der Erregung des Sympathikus ausnahmslos der Parasympathikus gedämpft würde, gilt hier nicht als Regel; vielmehr können beide Systeme auch gleichzeitig erregt oder gedämpft sein. Derartiges wurde unter physikalischen Behandlungen nachgewiesen. Die Metapher vom Waagebalken macht die beiden theoretisch möglichen Grundeinstellungen des vegetativ-nervösen Tonus in der Abbildung 4 deutlich.

Noch ein anderes Bild trägt zum besseren Verständnis der wechselhaft mehr antagonistisch oder mehr amphoton eingestellten Funktionseinheiten im Organismus bei: Auf einem zweispännigen Wagen verhält sich der Kutscher „amphoton“, wenn er die Zügel gleichzeitig anzieht oder mehr frei gibt, so daß die Pferde je nach Bedarf langsamer oder schneller, immer aber im Gleichtakt laufen. In den Kurven muß das äußere Pferd zulegen, das innere verhalten, damit der Wagen ungestört und ruhig seine Bahn zieht. Hier ist also eine antagonistische Einstellung erforderlich, bis der Wagen in die gewünschte Richtung gelenkt ist. Vergleichsweise war das äußere Pferd in der Kurve (sympathikoton) übererregt, das innere ging (vagoton) gedämpfter. Daß beide Pferde (Effektoren) auf die gegebenen Hilfen des Kutschers (vegetative Innervation) ansprechen und dieser seine Hilfen (physikalisch-therapeutische Reize) dem Gelände (vgl. Reaktionsbereitschaft, S. 38) anpaßt, ist ein Problem der vegetativen **Eutonie** (gr.: eu- = gut, ausgeprägt), der Do-

sierung und Auswahl adäquater Reize und der übenden Gewöhnung (Einfahren der Pferde).

Die klinische Erfahrung hat gezeigt, daß der einzelne Mensch zu verschiedenen Zeiten auf mancherlei Einflüsse unterschiedlich reagiert. Die Erkenntnisse über die vegetative Innervation haben deutlich gemacht, daß die Einstellung des Systems, die sich in der vegetativen Funktionslage ausdrückt, bei der Art und dem Grad der Reizantworten wesentlich mitwirkt. Nicht nur mit dem Schlafen und Wachsein unterliegen die Funktionszustände einem rhythmischen Wechsel – der Schlaf ist das Modell des trophotropen Zustandes – auch im Tagesverlauf (vgl. tagesrhythmische Umstellung der Thermoregulation, S. 42) ist eine zeitabhängige Periodik unverkennbar. Selbst eine Jahresrhythmik, die offenbar mit der wechselnden Belichtung der Erdoberfläche zusammenhängt, geht mit periodisch wechselnden „vegetativen Gesamtumschaltungen“ einher (S. 74), die den Tonus des Systems bzw. seiner beiden Schenkel bestimmen.

Beim Menschen macht es keine Schwierigkeit, eine momentan vorherrschende vegetative Reaktionslage diagnostisch klar zu erfassen (S. 32) und bestimmte Zustandsbilder als mehr sympathikoton oder mehr vagoton gefärbt zu unterscheiden. Die dauernde Überlegenheit eines der beiden Wettstreiter, die eine Reaktionsweise und oft auch ein Krankheitsbild prägen (z. B. Vagotonie des Asthmatikers, Sympathikotonie beim hyperdynamen Herzsyndrom) ist nicht nur sehr selten, sondern auch in der Regel kaum mit Sicherheit auszumachen. Dennoch hat eine solche Differenzierung als Ordnungsprinzip [256] nicht nur großen wissenschaftlichen Wert, sondern auch praktische Bedeutung, da schon ein nur angedeutetes Übergewicht – nicht unbedingt Über- oder Unterfunktion – die Therapie bestimmt.

6.1.5.3 Reaktions-(Konstitutions-)typen

Die Gegenüberstellung von Vagotonie und Sympathikotonie legt nahe, die Existenz einer vagotonen bzw. sympathikotonen Konstitution zu postulieren. Sie kommt aber, wie im vorherigen Abschnitt dargestellt, in so eindeutigem Kontrast auch als Konstitutionstyp praktisch kaum vor. Für die Klinik hat sie mehr theoretisches Interesse. Eine entsprechende Tendenz sollte aber in der Praxis der physikalischen Behandlungen nicht übersehen werden, weil der Arzt sich damit im voraus ein gewisses Bild machen kann, welche Behandlungen und welche Reizqualitäten und -quantitäten dem Patienten zuträglich sein werden.

Insgesamt ist es recht schwierig, einzelne Menschen einem bestimmten Reaktionstyp zuzuordnen. Dies liegt daran, daß die Konstitutionstypen alternierende Extreme darstellen, die große Mehrheit der Menschen aber nur zwischen den beiden Extremen, also als Mischtypen, eingeordnet werden kann.

Aufgrund morphologischer Eigenheiten hat E. Kretschmer erstmals Konstitutionstypen differenziert. Zwischen leptosom-asthenischem, athletischem, und pyknischem Habitus sind spezifische Reaktionsunterschiede unverkennbar [361], wobei sich nicht nur körperbauliche Unterschiede, sondern auch Wesenszüge des

Menschen und eine gewisse Reaktionsbereitschaft, z. B. eine Disposition zu bestimmten Krankheiten, abzeichnen.

Als Erweiterung der körperbaulich determinierten Typologie wurde ein in Grenzen divergierendes bzw. kontrastierendes funktionelles Reaktionsgeschehen zur Typisierung herangezogen [377], das am deutlichsten im Verhalten auf Kalt- und Warmreize sichtbar werden soll. Diese Typologie unterscheidet einen A-Reaktionstyp – man könnte ihn parasympathikoton nennen und körperbaulich dem Astheniker zuordnen, der auf definierte Reize weniger intensiv (mikrokinetisch) und vor allem langsamer antwortet – von einem B-Typ, der schnell und intensiv (makrokinetisch) reagiert und damit eine mehr sympathikotone Einstellung zeigt, die eher dem pyknischen Habitus entspricht.

Noch ein anderes Merkmal, nämlich die ungleiche Wetterempfindlichkeit der Menschen wurde zum Beweggrund [98], im Rahmen einer allerdings strittigen allgemeinen Konstitutionslehre einen W-Typ, der gegenüber Warmfronten (S. 544) empfindlicher sei, von einem K-Typ zu unterscheiden, der Kaltfrontbedingungen gegenüber weniger anpassungsfähig sein soll.

Die typologischen Differenzierungen im reaktiven Verhalten gegenüber thermischen Umweltänderungen haben etwas Gemeinsames, das ihnen einen praktischen Wert gibt: die Reaktionsunterschiede finden durch die Wärmeisolierung des Körpers eine Erklärung. Das Unterhautfettpolster, das hinreichend durch die Relation Körpergewicht-Sollgewicht abgeschätzt werden kann, schützt mehr oder minder vor Wärmeverlust. Dünne Menschen sind eher einer zentralen Auskühlung ausgesetzt als die Dicken. Dennoch reagieren die Mageren nicht unbedingt empfindlicher auf kurze Kaltreize, wenn ihre thermoregulatorische Beweglichkeit gut funktioniert. Dauert die Kälteexposition aber länger an oder sind große Temperaturdifferenzen zwischen Hauttemperatur und Kaltreiz vorhanden, dann verlieren Dünne mehr und eher Wärme als Menschen mit dickerem Fettpolster [495].

Mit Hilfe der Bestimmung des Hautfettpolsters, meßbar an der Hautfaltendicke, ist ein Mittel gegeben, das die reaktiven Antworten auf Kalt- und Warmreize besser und leichter im voraus einigermaßen zuverlässig abzuschätzen erlaubt.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die **akrale (gr.: akron = am äußersten Ende, also Finger, Zehen)** Hauttemperatur unter einem standardisierten Kaltreiz zu messen. Menschen mit einer niedrigen akralen Hauttemperatur zeigen gegenüber Menschen mit höherer Hauttemperatur eine verzögerte Wiedererwärmung [108]. Die Bestimmung der thermischen Ausgangslage mittels Messung der Hauttemperatur ist für das praktische Handeln aber zu kompliziert, so daß sich der einfache Grundsatz täglich bewähren muß: mit Kaltreizen erst beginnen, wenn der Körper, besonders an Händen und Füßen, die maßgebliche Effektoren der physikalischen Thermoregulation sind, warm ist.

In der praktischen Physikalischen Therapie ist der Arzt stets bestrebt, statt oder neben der morphologischen eine funktionelle Reaktionsdiagnostik zu betreiben, die es erlaubt, alle Behandlungen der Reaktionsfähigkeit anzugleichen. Ist die Erregbarkeit – gemessen an Dermographismus, Reflexverhalten, Pulsfrequenz u. a.

– gegenüber der Erwartung gesteigert und die Reaktionsgeschwindigkeit erhöht, spricht dies für eine mehr sympathikotone Einstellung; sind beide herabgesetzt, dann reagiert der Kranke offensichtlich mehr parasympathikoton. Dergleichen zeigt sich unter der Behandlung an Primärreaktionen: In der Hydrotherapie an der Vasodilatation oder -konstriktion der Hautgefäße, in der Bewegungstherapie an Pulsfrequenz, Atmung, Blutdruck und Aussehen des Patienten, in der Massage-therapie am Tonus der Muskeln und dergleichen.

Auch anamnestische Angaben, z. B. über die Reaktionsstärke und den Zeitpunkt einer Quaddelbildung nach Insektenstichen, zum Wetterempfinden (S. 573), über die Vorliebe für mehr wärmere oder kältere Umgebung, helfen dem Arzt konstitutionell bedingte Sensibilitätsunterschiede richtig einzuschätzen. Unabhängig von der Konstitution verändert auch das Lebensalter die Reaktionsfähigkeit bzw. -geschwindigkeit des Menschen; diese ist im Alter vermindert und verlangsamt. Die zeitbedingten Änderungen der vegetativen Grundeinstellung können den Rang eines Reaktionstypenwechsels erreichen.

6.1.5.4 Aktuelle Reaktionsbereitschaft (Reaktionsfähigkeit)

Die Bereitschaft des Menschen, auf äußere Reize zu reagieren, genauer, seine nicht dem Willen unterworfenen Fähigkeit, dies zu tun, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Soweit diese Bereitschaft durch die im vorherigen Abschnitt dargestellten konstitutionellen Gegebenheiten erkennbar geprägt ist, kann der Arzt schon in den Verordnungen einer voraussichtlichen Situation Rechnung tragen. Selbstverständlich gibt auch das Lebensalter Richtlinien für die Reizgestaltung entsprechend der Reagibilität des Patienten.

Bei jedem Menschen ist darüber hinaus eine aktuelle Reaktionsweise zu beachten, die durch augenblicklich bestehende, psychisch-affektive Umstände oder durch Schwankungen der Reizempfindlichkeit aufgrund vorhandenen oder fehlenden Wohlbefindens veränderlich ist.

Emotionale Belastungen ebenso wie Anstrengungen körperlicher oder geistiger Art, fehlende Entspannung, schlechter Schlaf, unmäßiger Genuß von Nikotin und Alkohol, Verstimmungen von Magen und Darm, Kopfschmerzen, allgemeine Unpäßlichkeit, Erkältungserscheinungen und vieles andere stören die organisch-funktionelle Reaktionsfähigkeit. Auch das Wetter (S. 573) läßt manchen sensiblen Menschen an verschiedenen Tagen auf eine gleichbleibende Verordnung unterschiedlich ansprechen.

Derartige Reaktionen verlangen in bestimmten Grenzen eine behandlerische Selbstständigkeit. Ist z. B. bei einem Patienten zu Beginn einer hydriatischen Behandlung die Wärmebilanz gerade noch erhalten, droht aber ein Wärmedefizit, erkennbar daran, daß der Patient bei abgekühlter Körperschale schon fröstelt oder auch nur kalte Füße hat, dann sollten verordnete Kaltreize, die etwa im Rahmen von gefäßtrainierenden Wechselreizen durchaus ihre Indikation haben, erst dann gegeben werden, wenn mit einem aufsteigenden Fußbad, einer heißen Dusche

oder dergleichen die Wärmesituation in der Weise verbessert wurde, daß die die Wärmebilanz schützende Engstellung der peripheren Gefäße sich unter der Wärmegabe wieder gelöst hat.

Erst jetzt ist eine Reaktionsbereitschaft entstanden, die es erlaubt, die Güsse abwechselnd kalt und warm zu geben. Nun ist durch deren thermischen Reizcharakter ein entsprechendes reaktives Gefäßspiel zu erwarten. Bei noch fehlender Reaktionsbereitschaft als Ausdruck eines unausgeglichenen Wärmehaushaltes würde es nicht gelingen, das Behandlungsziel zu erreichen, vielmehr blieben unerwünschte Rückwirkungen auf die Wärmebilanz und das Wohlbefinden nicht aus.

Für die Behandlungspraxis gilt deshalb stets die Regel, daß, bei aller Sorgfalt in der individuellen Verordnung physikalisch-therapeutischer Maßnahmen durch den Arzt, dem Behandler die Aufgabe zufällt, die Verordnung auch situationsgerecht zu gestalten, indem er den Kranken beobachtet und je nach eintretender oder ausbleibender Reaktion versucht, im Rahmen des gegebenen Dosierungsspielraumes (S.916) Reiz und erwünschte Reaktion miteinander in Einklang zu bringen. Immer bleibt gültig, daß nicht technische Regeln die Qualität eines therapeutischen Reizes ausmachen, sondern der individuelle Zuschnitt auf die Besonderheiten des einzelnen Kranken, auf seine wechselhafte Reizempfindlichkeit und seine Reaktionsbereitschaft. Hier liegt eine große Verantwortung, aber auch ein beruflicher Anreiz für die Mitarbeiter aus den medizinischen Assistenzberufen, denen der verordnende Arzt die Behandlung seiner Patienten anvertraut.

Die Physiologie hat mit der Erforschung der rhythmischen Schwankungen beim Menschen (Biorhythmik) Zusammenhänge aufgedeckt, die für die Therapie wichtige Einsichten in die wechselnde Reaktionsfähigkeit des Menschen ableiten lassen. So zeigt die Körpertemperatur und demzufolge auch die Hauttemperatur des Menschen einen von äußeren und inneren Wärmebedingungen unabhängigen Verlauf, der einer rhythmischen Ordnung des biologischen Tages folgt [241]. Einer Phase der Aufheizung in der ersten Tageshälfte (3–15 Uhr) folgt eine Phase der Entwärmung in der zweiten Tageshälfte (15–3 Uhr) (Abb. 5).

Aus diesem rhythmologischen Geschehen läßt sich ableiten, daß der Mensch zu verschiedenen Tageszeiten ungleich temperaturempfindlich und gegenüber thermischen Reizen entsprechend (in Grenzen antagonistisch) reaktionsbereit ist. In der Aufheizungsphase am Vormittag, in der unser Körper aus einer mehr vagotonen langsam in eine mehr sympathikotone Einstellung überwechselt, reagieren wir heftiger auf Kaltreize, weil jetzt jede Abkühlung gegenregulatorisch eine Verstärkung der bestehenden Aufheizungstendenz herausfordert. Sie dosiert zu gefährden, ist eine heilsame Störung, die das reaktive Geschehen anstößt. Nachmittags spricht der Organismus lebhafter auf Warmreize an, weil er zu dieser Zeit auf eine langsam aufkommende Entwärmung umgeschaltet ist; er intensiviert also seine wärmeabgebenden oder drosselt seine wärmebildenden Bemühungen (vgl. negative Rückkopplung, S.55).

In der Praxis der physikalischen Behandlungen ist es organisatorisch nicht einfach, solche feineren physiologischen Einstellungen mit tagesrhythmisch wech-

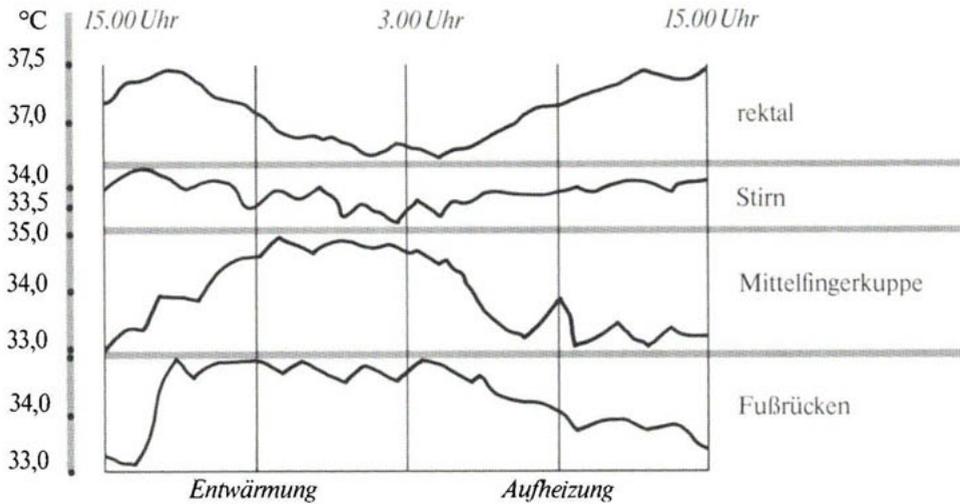


Abb. 5 Rhythmischer Tagesgang der Haut- und Körpertemperatur.

selnder Richtung therapeutisch zu berücksichtigen. Grundsätzlich, wie auch im Einzelfall, muß der Arzt sich entscheiden, ob er die tageszeitlichen Schwankungen der Reizempfindlichkeit und der Reaktionsbereitschaft durch unterschiedliche Dosierung lediglich ausgleichen oder aber therapeutisch nutzen will [239].

Wirkt man der tagesrhythmischen Spontan Tendenz entgegen, indem man in der Entwärmungsphase am Nachmittag eine Hyperthermiebehandlung vornimmt, etwa ein Überwärmungsbad verabfolgt, einen Besuch in der Sauna verordnet, eine Wärmepackung oder dergleichen gibt, dann fordert dies den Organismus stärker, weil die therapeutische Maßnahme zu diesem Zeitpunkt der physiologischen Temperaturbewegung entgegensteht, die Ausgleichsmechanismen also stärker in Anspruch genommen werden als zu einem anderen Termin. Das gleiche gilt für abkühlende Behandlungen in der Aufheizungsphase, die mit dem Wärmeentzug gestört wird. Die beliebte kühle Dusche am Morgen fordert den Organismus also mehr als die gleiche Übung nach Feierabend. Entsprechende Überlegungen zu anderen Anforderungen regulatorischer Art an den Organismus – ob z.B. eine Gymnastikstunde abends zwischen 20 und 22 Uhr noch sinnvoll ist – dürfen die Rhythmik des biologischen Tages nicht außer acht lassen.

Für eine Reiztherapie kann es aber durchaus sinnvoll sein, thermische Reize tageszeitlich so einzusetzen, daß sie spontanrhythmische Tendenzen gezielt stören. Solche Störfaktoren zwingen den Organismus, sich wärmeregulatorisch stärker zu engagieren. Im Einzelfall wird jeweils zu klären sein, ob derartige im Sinne eines „heilsamen Stoßes ins vegetative System“ (S. 18) angezeigt ist.

6.1.5.5 Reizgewöhnung – Notwendigkeit der Reizsteigerung

Es liegt im Wesen des Reiz-Reaktions-Geschehens, daß unter wiederholt gegebenen Anwendungen eine begrenzte Gewöhnung sowohl an einen Einzelreiz wie an Reizserien aufkommt, mit der sich der Reizeffekt abschwächt oder gar ganz verliert.

Die physiologischen Vorgänge der Habituation, der Adaptation und der Akklimatisation (S.61), sind Arten bzw. Ergebnisse der Reizgewöhnung oder Reizanpassung.

Die Gewöhnung an bestimmte Reize ist ein positiv zu wertendes Behandlungsergebnis, sofern eine Anpassung an Umweltbedingungen oder -anforderungen erwartet wird. Dies offenbart sich als Änderung der Reizempfindlichkeit, die sich z. B. elektrophysiologisch durch geringere Impulsdichte in Nervenfasern unter rhythmischer Wiederholung gleichbleibender Reize (S.22) zeigt. Sie wird auch durch eine langsam absinkende AzetylcholinKonzentration an den präsynaptischen Membranen erklärt (S.23 u. 345), obwohl diese Deutung umstritten ist.

Die Gewöhnung kann auch Ausdruck eines meßbaren Leistungsanstieges sein, der, ist er erreicht, höhere Reizintensitäten in Form von größeren Leistungsanforderungen notwendig macht, um weiterhin als Reiz wirksam zu bleiben.

Ein Beispiel aus der Muskelphysiologie, das uns den Zeitbedarf für die Spätergebnisse verständlich macht, ist die unter Kontraktionsreizen langsam wachsende Muskelkraft (S.143). Die Muskelleistung ist dabei abhängig von der Produktion und zeitgerechten Bereitstellung der chemischen Energie für die Muskelarbeit.

In der Hydro- und Thermotherapie, zum Teil auch in der Elektrotherapie, werden Gewöhnungseffekte auch an Empfindungen deutlich. Sogenannte Abhärtungserscheinungen gegen Kälteeinwirkungen (S.612f.), die Parallelen auch in der Gewöhnung an sensorische Einströme anderer Art, an affektive (visuelle, akustische) Reize, haben, sind Beispiele für eine Gewöhnung an Reizqualitäten, die der verordnende Arzt wie auch der Behandler beachten müssen, damit in der Reiz- und Reaktionstherapie mit gegebenenfalls höher dosierten Reizen gute reaktive Ergebnisse erreicht werden. Bei den Empfindungen bleibt es allerdings jeweils fraglich, wie weit echte Adaptate vorliegen oder ob es mehr subjektive Einstellungen zur Reizart sind, die die Empfindlichkeit verändern. Bei den Schmerzreizen wurde schon darauf hingewiesen (S.22), daß es bei fehlender Differentialquotientenempfindlichkeit der Schmerzfasern eine funktionelle Adaptation kaum gibt.

6.1.6 Kombination physikalisch-therapeutischer Reize

In der Physikalischen Therapie ist es vielfach notwendig, mehrere adäquate Reize zu kombinieren, weil einförmige Behandlungen, die nur einen Wirkungsfaktor enthalten, nicht immer zu einem guten funktionellen Ergebnis führen. Allerdings

muß man darauf achten, daß verschiedene Einzelreize sich in der Kombination nicht gegenseitig stören. Dies geschieht, wenn ein nachfolgender Reiz eine vorausgehende Reaktion in ihrer vollen Entfaltung hindert oder sie übersteigert.

In der **Mechanotherapie** ist die Verbindung von Massagen mit einer vorausgehenden Erwärmung des Gewebes die wohl häufigste kombinierte Verordnung. Massagen, die verspannte, verhärtete Muskeln weich machen sollen, haben ein besseres Ergebnis, wenn Wärme die Muskeln schon vorher lockert und besser durchblutet. Die Unterwasserdruckstrahlmassage (S. 102) ist eine solche schon vorgegebene Kombination, mit der zu den detonisierenden und hyperämisierenden mechanischen und thermischen als dritter Wirkungsfaktor noch der Auftrieb hinzukommt, der besonders die Haltemuskeln entspannt. Die höhere Kontraktionsbereitschaft, die ganz bevorzugt die Beuger unter großflächig streichenden Massagen zeigen, wird an anderer Stelle erläutert (S. 134).

In der **Bewegungstherapie** ist die Kombination des Auftriebs im warmen Wasser mit gezielten, krankengymnastisch geführten Komplexbewegungen bei Lähmungen und Kontrakturen eine unentbehrliche Zusammenstellung (Bewegungsbad, Schmetterlingswanne).

Aus der **Elektrotherapie** ist die Kombination von Willensimpulsen zur Muskelkontraktion nach Foerster (S. 370) mit einer Stimulation des gleichen Muskels durch Stromimpulse ein bewährtes Verfahren der sinnvollen Verbindung ganz verschiedener therapeutischer Spielregeln mit sich ergänzendem Wirkungseffekt.

Häufig werden physikalisch-therapeutische Ziele nicht zufriedenstellend erreicht, wenn nicht eine **medikamentöse** Unterstützung hinzukommt. So löst sich z. B. eine schmerzhafte Kontraktur durch Bewegungen nicht selten erst dann, wenn zuvor ein Analgetikum gegeben wurde. Hier muß nun die Kunst der vorsichtigen Dosierung der Bewegung das richtige Maß der zuträglichen Dehnung finden (S. 125 u. 752).

Für die Bewegungstherapie ist die Verabreichung von kompensierenden Herzmitteln unter Umständen eine unabdingbare Voraussetzung, sofern bei einer Belastungsinsuffizienz aktive Leistungen gefordert werden müssen, um eine Remobilisierung der Kranken zu erreichen.

Die Kombination von spasmolytisch wirksamen Arzneien, etwa Bronchospasmolytika in der Atemtherapie, muskelrelaxierende Substanzen in der Behandlung spastischer Muskeln (S. 141), diätetische Verordnungen in Verbindung mit physikalischen Maßnahmen zur Anregung der Darmperistaltik sind weitere Beispiele für die einander unterstützende Verbindung mehrerer Behandlungsangebote. Im klinischen Teil III wird immer wieder darauf hingewiesen werden.

Manche therapeutischen Methoden bestehen aus Wirkungskomplexen, in denen eine glückliche Kombination verschiedener Faktoren den Wert der Behandlung darstellt. Dies gilt vor allem für die **Klimatherapie** und für die **Hydrotherapie**, besonders in Gestalt der Kombinationsbehandlung einer Kneippkur (S. 270), bei der der Arzt noch weitere therapeutische Methoden, z. B. Bewegungsaktivitäten oder beschützende, warmhaltende Ruhephasen in Form von Liegekuren, in der

dunkleren Jahreszeit dosierte künstliche UV-Lichtgaben, gelegentlich auch sedierende Pharmaka hinzufügt, um das ganze aus Einzelbausteinen bestehende Mosaik der therapeutischen Reize zu einer geschlossenen Behandlungsmethode zu gestalten.

6.2 Physikalische Medizin als Regulationstherapie

Die physikalischen Behandlungsmethoden finden ihre bedeutendste Legitimation in der schon mehrfach belegten Tatsache, daß sie die eigengesetzlichen Bestrebungen des Organismus, Störungen aller Art abzuwehren, wirksam unterstützen bzw. den Organismus, wenn dieser in der Krankheit entkräftet ist, wieder aufrichten.

Das geschieht in weiten Bereichen über Regulationen, mit denen der Organismus gestörte funktionelle Ordnungen wiederherstellt und „normalisiert“ (vgl. Tab. 1) oder zu erhalten versucht. All das, was zum Tonus des vegetativen Systems im Reiz-Reaktions-Geschehen bereits gesagt wurde ist ein Teil auch der regulatorischen Ausgleichsmechanismen.

Viele der regulierenden Korrekturen, so die sogleich unter therapeutischen Reizen einsetzenden reaktiven Antworten, kommen über Reflexe zustande, zum Teil über Axonreflexe, d. h. innerhalb eines Neurons ohne Vermittlung von Synapsen (S.23), mehr noch über Reflexbögen mit einer (Eigenreflex) oder mehreren (Fremdreflex) Synapsen erregender oder hemmender Funktion.

Die Reflexe vereinfachen das regulierende Geschehen im Organismus, sie reagieren auf immer wieder vorkommende Umweltreize in unveränderlicher Art und Weise schnell und ohne besonderen Aufwand.

Der Begriff „Regulation“ steht für die automatische Führung funktioneller Geschehnisse, die von Regelsystemen gelenkt werden. Funktionelle Steuerung ist ein Teil des Regelgeschehens (vgl. „gesteuerte“ und „geregelt“ Größen, S. 51 f.). Das Ziel dieser Abläufe ist die **Kompensation (lat.: compensare = ausgleichen)**. Die biologischen Regulationen dienen dazu, die Homöostase (S. 51) aufrechtzuerhalten.

Allerdings sind die kybernetischen Wege (S. 51), die viele der Regulationen gehen, noch nicht vollständig aufgedeckt worden. Dennoch ist es unzweifelhaft, daß funktionelle Einstellungen sich gegebenenfalls unter adäquaten therapeutischen Reizen auf rationellere Werte so einregulieren, daß sie einer gegebenen Situation bzw. den wechselvollen Ansprüchen des Lebens besser gerecht werden. Weitgehend geklärt sind die Regelkreismechanismen der Thermoregulation (S. 237).

Die Physikalische Therapie ist als Regulationstherapie das Muster einer „natürlichen Therapie“ (S.9), unter deren Anstößen sich die regulatorische Ordnung wiederherstellt. Diese macht einen wesentlichen Teil der Gesundheit aus, in jeder Krankheit ist sie mehr oder weniger gestört. Da es die Regulationseinrichtungen des Organismus sind, auf die alle physikalisch-therapeutischen Maßnahmen zielen, wurde für ihre Methoden der meist unspezifischen Reizungen mit Wärme

oder Kälte, mit Massagen und Bewegungsansprüchen, elektrischen Impulsen oder Lichteffekten und für die Verfahren der Balneo- und Klimatherapie der Ausdruck „Regulationstherapie“ geprägt [255].

Die heilsamen Folgen physikalisch-therapeutischer Maßnahmen, die z. B. gezielt die Herzfähigkeit an notwendige Leistungen heranführen, die Atmung ergiebiger machen, die Muskeln kräftigen und Komplexbewegungen einschleifen, die Durchblutung bestimmter Gefäßgebiete vermehren, den Stoffwechsel anregen, erhalten ihren Wert durch die selbstregulatorische Umstellung, mit der die Organe und Systeme die Anregungen der therapeutischen Reize beantworten. Unter der Regie der Übungsbehandlungen münden die kurzfristigen Änderungen, die sich stets – sichtbar oder verborgen – einstellen, in eine beständige Erweiterung funktioneller Leistungen ein (vgl. GK 3 – 1.1.2: Primäre und sekundäre Reaktionen auf therapeutische Reize). Der Organismus paßt sich damit den Anforderungen der Umwelt wieder an.

Die Umstellungen (vgl. „Umstimmung“, S. 75) werden zum Teil von Regelkreisen über die vegetative Innervation vermittelt (vgl. z. B. Thermoregulation, S. 234f.). In der übenden Bewegungstherapie sind es auch die somatisch-reflektorischen Mechanismen des peripheren Nervensystems, auf deren Grundlage funktionelle Besserungen, vor allem der Muskeln, erarbeitet werden. Zahlreich sind die vegetativen Reflexbögen, die Beziehungen zwischen Haut, Muskeln und Eingeweiden vermitteln. Die Adaptationstherapie führt unter anderen auch über hormonale Aktivitäten zu Kapazitätsverbesserungen (S. 63). Über weitere humorale Regulationen, z. B. an den Enzymsystemen, ist unter physikalischen Behandlungen noch wenig bekannt; allerdings ist die balneologische Forschung schon zu Ergebnissen gekommen, die auch in diese Richtung weisen.

6.2.1 Bedeutung der reflektorischen Funktionswege für die Physikalische Therapie

In das komplexe Geschehen der funktionellen Organisation des Lebens sind verschiedene klar definierbare Mechanismen eingebaut. Sie werden von den Umweltreizen bzw. den therapeutischen Reizen angesprochen und erklären die augenblickliche Wirkung der therapeutischen Anwendungen sowie das Langzeitergebnis ganzer Reizserien. So ist z. B. das Funktionsgeschehen der reflektorischen Antworten ein ständig verfügbares und in der Physikalischen Medizin ständig in Anspruch genommenes Attribut ineinandergreifender Ursache-Wirkungs-Beziehungen.

Reflexe kann man definieren als unwillkürliche, meist nicht bewußt wahrgenommene, stereotype und in der Regel zweckmäßige Antworten lebenden Gewebes auf sensible Reize. Sie laufen von peripheren Rezeptoren über nervöse Bahnen und ihre Zentren im Rückenmark zum Erfolgsorgan (Effektor). So ist jedes mit Rezeptoren ausgestattete Organ über sensible, afferente Nerven über die Schalt-

stellen im Rückenmark und von hier segmental über efferente, motorische Nerven mit dem Erfolgsorgan in einem Reflexbogen verbunden. Reflexe sind auch wesentlich an der Regelung und Steuerung der Motorik beteiligt; darauf wird in der neurophysiologischen Begründung der Bewegungstherapie eingegangen (S. 121).

Es gibt verschiedene Reflexverbindungen zwischen sympathischen und somatischen, d. h. zum sympathischen und zum animalischen Nervensystem gehörenden Neuronen. Der einfachste somatische Reflexbogen ist der monosynaptische Dehnungsreflex, ein Eigenreflex (S. 122). Die vegetativen Reflexe sind polysynaptisch (Fremdreflexe). Sie leiten sowohl somatische Impulse aus den Hautrezeptoren als auch viszerale Impulse aus den Eingeweiden.

Afferente, zum Zentralnervensystem ziehende Fasern von den Rezeptoren der Haut, der Muskeln und Gelenke (somatische Afferenzen) vermitteln Reize aus der Umwelt – also auch die äußeren physikalisch-therapeutischen Reize – oder Reize aus inneren Organen (viszerale Afferenzen). Vom ZNS in die Peripherie ziehen efferente Fasern, zu den Muskeln motorische (somatische), zu den Organen vegetative (viszerale) Efferenzen. Die meisten Nerven sind gemischter Natur; so enthalten Haut-, Muskel- und Gelenknerven neben ihren somatischen auch vegetative Fasern.

Zwischen den beiden Gefügen neuronaler Versorgung, dem animalen und dem vegetativen System, bestehen enge funktionelle Beziehungen. Die klinische Erfahrung weist darauf hin, daß die viszeralen und somatischen Efferenzen auf segmentaler Ebene im Rückenmark miteinander synaptisch verschaltet sind.

In das Wirkungsgeschehen zahlreicher physikalisch-therapeutischer Verfahren sind vegetative Reflexbögen eingeschaltet. Verschiedene solcher Verbindungen vermitteln Symptome und auch Möglichkeiten zu deren Behandlung.

Viszero-kutane Reflexe (Abb. 6 a): Sie kommen von inneren Organen und erreichen über Verschaltungen im Rückenmark und Grenzstrang Hautrezeptoren in zugeordneten Dermatomen (S. 91). Hier wird gelegentlich (bei Gallenblasen- oder Blinddarmenzündung) eine Rötung sichtbar, die Hautdurchblutung ist vermehrt, die Spannung der Haut, zuweilen auch die lokale Schweißsekretion erhöht. Diagnostische Verfahren, wie z. B. Messung der elektrischen Leitfähigkeit und des Widerstandes der Haut, beruhen auf solchen reflektorischen Änderungen.

Kuti-viszerale Reflexe (Abb. 6 b): Diese gehen in umgekehrter Reihenfolge von Hautrezeptoren aus und wirken auf innere Organe. Thermische Reize, besonders solche hydrotherapeutischer Art wie Wickel und Packungen, vermehren so von der Bauchhaut aus die Durchblutung intestinaler Organe. Sie lösen damit auch schmerzhaftes, übermäßige Bewegungen oder Verkrampfungen (Koliken) beweglicher innerer Organe (Magen, Darm, Gallenblase, Ureter) und lindern oder entwirren die Fehlfunktion.

Mehr diagnostisches Interesse finden **kuti-kutane Reflexe**: Die lokalen Gefäßreaktionen nach Hautreizen, z. B. der Dermographismus, erlauben gewisse Rückschlüsse auf den Grad der vegetativen Erregbarkeit (vgl. Tonus des vegetativen Systems, S. 33).

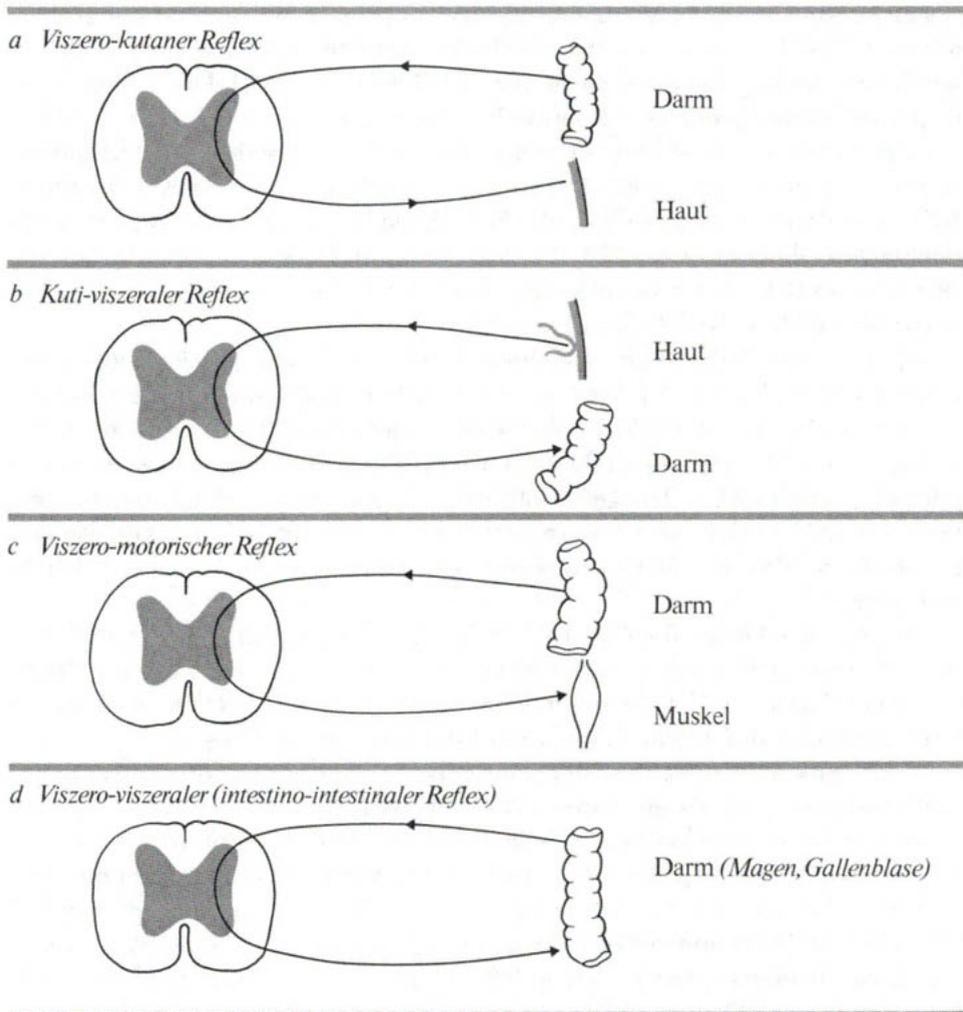


Abb.6 Vegetative Reflexe. Schematische Darstellung der segmentalen Verschaltung viszeraler und somatischer Afferenzen mit vegetativen Efferenzen. (Die Interneurone und vegetativen Ganglien und ihre Synapsen sind hier nicht eingezeichnet.)

Viszero-motorische (auch vzero-somatisch genannte) Reflexe (vgl. Abb.6c): Diese gehen von inneren Organen, Magen, Gallenblase, Darm über sensible vegetative Fasern zu den somatischen Alpha-Motoneuronen (S. 123) des entsprechenden Segmentes und über motorische Fasern zu quergestreiften Muskeln, deren reflektorischen Tonus (S. 83) sie bei krankhaften Störungen ändern. So kommt, von Schmerzrezeptoren ausgehend, die Abwehrspannung der Bauchdecken zustande. Umgekehrt kann man, sofern es sich um funktionelle Fehleinstellungen handelt, mit lockernden Massagen der Muskelzonen (S. 92) die zugeordneten Organe ent-stören.

Vizero-viszerale Reflexe (Abb. 6 d): In inneren Organen nehmen die hier liegenden Thermo- und Druckrezeptoren bestimmte therapeutische Reize, z. B. Hochfrequenzwärme, die in der Tiefe entsteht, oder rhythmische Druckschwankungen bei der Kolonmassage, auf und veranlassen das Organ zu erhöhter oder gedämpfter motorischer oder sekretorischer Aktivität. Definitionsgemäß sind dies, obwohl polysynaptisch verschaltet, Eigenreflexe. Es gibt auch noch eine andere Art dieser Reflexe innerhalb oder zwischen Organen, indem viszerale Afferenzen aus einem inneren Organ auf sympathische Efferenzen zu diesem überspringen. Der Reflex ist therapeutisch nicht nutzbar, er erklärt aber z. B. die gefürchtete Darmatonie nach dem „Reiz“ einer Bauchoperation.

Da die große Mehrzahl der physikalisch-therapeutischen Reize an der Hautoberfläche angreift, sind besonders die kuti-viszerale Reflexe unentbehrliche und effektive Vermittler dieser Behandlungsmethoden zu tiefer liegenden Organen, ebenso wie die viszero-kutanen Reflexe neben informativen Hinweisen auch die Angriffsorte bestimmter äußerer Anwendungen zeigen. Die somatischen und vegetativen Reflexe sind aber – wie erwähnt – miteinander verwoben. Aus den Eingeweiden kommende Afferenzen und Impulse aus den Thermo- und Schmerzrezeptoren der Haut treffen in den Ganglienzellen des Grenzstranges zusammen. Hier und im Rückenmark werden die verschiedenen Impulse integriert, und über eine gemeinsame aufsteigende spinothalamische Bahn gelangen sie zum Großhirn. Lokale Empfindungen werden damit verwischt und die Information über den Ursprungsort einer Störung geht verloren. Ein Schmerz aus der Tiefe wird z. B. auf der Haut wahrgenommen (vgl. übertragener Schmerz, S. 93). Wir haben eine Head-Zone vor uns (S. 92), die uns sowohl den diagnostischen Weg weist, wie sie auch – noch effektiver sind die vergleichbaren Muskelzonen – Ansätze für therapeutische Konzepte bietet. Die Abbildung 6 zeigt dies in schematischer Darstellung.

Bedingte Reflexe als Grundlage erlernbarer Funktionen

Eigen- und Fremdre reflexe sind angeboren. Sie sind sehr beständig und kaum wandelbar. Unter therapeutischer Zielsetzung sind sie stets in gleicher Art nutzbar, d. h. sie zeigen keine Änderungen im Sinne der Reizanpassung.

Demgegenüber gibt es Reflexe, die das Ergebnis eines Lernvorganges sind. Unter anhaltenden Serien von neuronalen Erregungen erlernt der Organismus im Laufe des Lebens bestimmte automatische, nervös-motorische Antworten auf sensible Reize, die vom Willen unabhängig sind. Diese erworbenen, bedingten Reflexe befähigen den Organismus, die wechselhaften Situationen der äußeren Umwelt leichter zu bewältigen. In der physikalischen Therapie werden solche reflektori-schen Lerneffekte auf verschiedene Art und Weise angestrebt, insbesondere in der Bewegungs- und Beschäftigungstherapie.

Die bedingten Reflexe bauen sich auf der Grundlage der angeborenen, physiologischen, unbedingten Reflexe auf, d. h. bedingte Reflexe entwickeln sich nur, wenn mit einem beliebigen Reiz anderer Art jeweils gleichzeitig auch ein angeborener Reflex ausgelöst wird.

Diese Beziehung wird an dem bekannten, 1897 unternommenen Versuch von I. P. Pawlow ersichtlich. Er löste beim Hund den unbedingten Speichelsekretionsreflex aus, indem er ihm Nahrung vor die Nase hielt (differenter Reiz für das Riechepithel). Jedesmal gab er gleichzeitig einen akustischen (indifferenten) Reiz. Nach einiger Zeit setzte die Speichelsekretion allein auf das akustische Zeichen sofort ein, der indifferente Reiz war zu einem differenteren Reiz geworden, der einen unbedingten Reflex zu einem bedingten oder **konditionierten** Reflex werden ließ.

An der Formung bedingter Reflexe ist also das Gehirn beteiligt. Solche Reflexe bilden sich aus, wenn eine feste zeitliche Beziehung zwischen einem gleichbleibenden indifferenten Reiz und einer durch einen ebenfalls gleichbleibenden differenteren Reiz wiederholt ausgelösten unbedingten reflektorischen Reizantwort des Organismus besteht. Erst nach einer längeren Reihe von Wiederholungen (Übungsprinzip) wird die, in diesem Fall erlernte, reflektorische Funktion (im Beispiel Speichelfluß) sogleich mit dem indifferenten (akustischen) Reiz eintreten, auch ohne daß der angeborene unbedingte Reflex (durch Wittern der Nahrung) ausgelöst wurde.

Derartige bedingte Reflexe sind jedoch nicht konstant. Sie gehen, wenn der unbedingte Reflex längere Zeit unterbleibt oder wenn sie selbst nicht mehr genutzt werden, wieder verloren. Sie sind auch in ihrer Auslösbarkeit durch Veränderung der äußeren Bedingungen wandelbar. Damit wird verständlich, daß bedingte Reflexe, die im reaktiven Verhalten des Organismus eine große Rolle spielen, durch die Reizgestaltung und -dosierung der physikalischen Therapie modifizierbar sind und der Behandler sie auf die Reaktionsfähigkeit des Organismus abstimmen kann. Andererseits wird damit das Übungsprinzip und gegebenenfalls die Notwendigkeit von Wiederholungsbehandlungen (Kurwiederholung, S. 643) erklärbar begründet.

Nun sind die Verhältnisse in der Physikalischen Therapie nicht so leicht faßbar wie in dem einfachen Versuch von Pawlow. Im Reiz-Reaktions-Geschehen des Menschen, wie es therapeutisch systematisch angesprochen wird, ist das Pawlowsche Reiz-Reaktionsschema nur vorstellbar, wenn man eine Reihe komplizierterer Arten von bedingten Reflexen unterstellt. Es gibt offenbar in unbekannt großer Zahl erworbene, unter natürlichen Lebensbedingungen erlernbare, bedingte Reflexe höherer Ordnung, die auch entstehen können, ohne daß sie definierbare unbedingte reflektorische Vorgänge voraussetzen, wie sie im Experiment von Pawlow deutlich werden. Auch die indifferenten, in der Therapie als unspezifisch bezeichneten Reize (S. 73) erwecken gegebenenfalls eine Reihe bedingter Reflexabläufe. So kann man die feinere Anpassung des Organismus an die wechselnden Umweltbedingungen als Funktion zahlreicher bedingter Reflexe ansehen, deren neurophysiologische Erklärung aber zum großen Teil noch undurchsichtig ist. Der Eigenart solcher erlernbarer Reflexe entsprechend bedürfen sie „übender“ Wiederholungen, damit sie sich voll ausbilden und bestehen bleiben. Hier können auch Beziehungen zu dem kritisch beleuchteten Begriff „Umstimmung“ (S. 75) und zu der Förderung körpereigener Abwehrleistungen gesehen werden.

Es ist nicht bekannt, aufgrund welcher Vorgänge die Erscheinungen der erlernbaren bedingten Reflexe zustande kommen. Hypothetisch wird angenommen, daß an den neuronalen, synaptischen Membranen und den beteiligten aktivierten Neuronen biochemische Veränderungen eintreten, die solange verfügbar bleiben, wie das bedingte Reflexgeschehen immer wieder genutzt wird.

6.2.2 Informationen, Regelungen, Steuerungen unter physikalisch-therapeutischen Maßnahmen

Viele Erscheinungen des Lebens, darunter auch die reaktiven Folgen äußerer Anstöße in Gestalt physikalisch-therapeutischer Reize, sind an die Vermittlung von Nachrichten gekoppelt, die den Organismus zu automatischen und sehr sinnvollen Reaktionen und Einstellungen seiner Funktionsgrößen veranlassen.

Die „Nachricht“ tritt als Grundbegriff neben Materie und Energie. Für Nachricht kann auch Information stehen, sofern damit nicht Belehrung oder Unterrichtung gemeint ist [374].

Die funktionelle Organisation des Lebens, für deren Erklärung die älteren Erkenntnisse der reflektorischen und stoffwechselaktiven Mechanismen allein nicht ausreichen, bekommt durch die Informationstheorie einen Erkenntnishintergrund. Diese Theorie faßt die Gesetzmäßigkeiten zusammen, die uns die Steuerungen und Regelungen verständlich machen. Die Wege, auf denen Nachrichten an ihr Ziel gelangen, sind die Nerven. Wie die „Signale“ über diese Bahnen laufen, wird im Teil II, Kapitel 4: „Elektrotherapie“ (S.341) dargestellt. Die Lehre von der Informationsübertragung und ihrer Verarbeitung in Steuerungen und Regelungen nennt man **Biokybernetik** (gr.: **bios = Leben, kybernetes = Steuermann**).

Umwelteinflüsse und krankhafte Verwicklungen, wie z. B. ungewohnte klimatische Bedrängnisse (vgl. Klimawechselzumutung, S. 537), überstürzter Wetterwechsel, Krankheiten aller Art (Infektionen, Toxineinwirkungen), Verletzungen stören die inneren Lebensbedingungen. Auch Änderungen in Funktionsphasen des Organismus, etwa durch Nahrungsaufnahme mit Rückwirkungen auf Regelungsgrößen (S. 53), z. B. auf den Blutzucker, stören die Homöostase. Dies nötigt den Organismus ständig, derartige Störungen wieder in Ordnung zu bringen, bzw. die Homöostase im Gleichmaß zu halten.

Unter dem von W. Cannon [85] geprägten Begriff „**Homöostase**“ (gr.: **homiois = gleich, stasis = Zustand**) versteht man die Beständigkeit eines immer wieder regulatorisch und gegenregulatorisch richtig gestellten und damit annähernd gleichbleibenden „inneren Milieus“, wie Claude Bernard es genannt hat [44]. Dies muß garantiert sein, damit der Mensch gesund, widerstands- und leistungsfähig bleibt.

Eines für unzählige weitere Beispiele ist die Körpertemperatur: Ob es draußen kalt ist oder warm, der Organismus **regelt** seine Kerntemperatur (S. 239) auf einen gleichbleibenden Wert, den sogenannten Sollwert (S. 53). Kann er diesen Sollwert

nicht erhalten, dann sinkt seine Temperatur. Geht es dagegen – ein anderes Beispiel – um einen veränderlichen Bedarf, z. B. um mehr Blut in einem bestimmten Stromgebiet mit erhöhtem Energieumsatz, dann wird die Nachfrage, für die es keinen konstanten Sollwert gibt, durch regulatorische Umstellungen befriedigt. Der Organismus **steuert** so weit wie möglich Blut an den Ort des Geschehens, um den zeitweise bestehenden Bedarf zu decken.

Steuerungen und Regelungen können dabei als Auswirkung von Nachrichten bzw. von Information definiert werden [374], beispielsweise als Information darüber, daß Kälte an der Körperoberfläche herrscht. Der Organismus reagiert aufgrund der Information, indem sich die peripheren Gefäße enger stellen, so daß die Haut weniger durchblutet wird, das bedeutet, daß weniger Wärme konvektiv (S. 234) an der Oberfläche den Körper verläßt. Verliert der Körper trotzdem noch Wärme, weil bei anhaltender Kälte die Isolierfunktion der Körperschale nicht ausreicht (S. 239), dann setzen weitere Regelmechanismen ein, die unter anderem auch die chemische Wärmebildung anfachen (S. 238), wenn die Körpertemperatur bereits abzusinken beginnt. All dieses wird veranlaßt durch Informationen bzw. „Signale“, die ihrerseits einen Energiestrom (Impulse an die Muskularis der Arterien) oder einen Stofftransport (z. B. humorale, vasoaktive Stoffe u. a.) nach sich ziehen und so Funktionsgrößen, im Beispiel die periphere Durchblutung, ändern, um eine Regelgröße, z. B. die Kerntemperatur, zu halten oder einzuregeln (S. 59).

Die Vorstellung von den biologischen Steuerungen und Regelungen wird erleichtert durch den Vergleich mit den einfachen, aber im Prinzip gleichen Mechanismen, die in der Technik bestimmte Größen auf einen veränderten Bedarf einstellen oder sie durch automatische Regelvorgänge entgegen allen verändernden Einflüssen konstant halten.

So unterscheidet man vergleichsweise auch in der Biologie bei den Realitäten, die Steuerungen und Regelungen veranlassen, **Ausgangsgrößen**, von denen die Notwendigkeit einer Änderung ausgeht, und **Eingangsgrößen**, auch **Störgrößen** genannt. Beispiele für Ausgangsgrößen sind die nicht passende Temperatur eines Körperabschnittes (etwa kalte Füße oder Hände), zu hoher oder zu niedriger Blutdruck und der übermäßig steigende oder zu tief sinkende Blutzuckerspiegel, Beispiele für Eingangsgrößen bzw. Störgrößen sind äußere Kälte, eine Schrecksituation, eine kohlehydratreiche Mahlzeit. Deren Folgen werden zu Ausgangsgrößen, die zu Korrekturen Anlaß geben und über Steuerungen und Regelungen eine Änderung im regelnden Sinn veranlassen.

In dieser Definition sind auch alle physikalisch-therapeutischen Reize Störgrößen, von denen gesagt wurde, daß sie einen heilsamen Stoß in die Systeme darstellen. Störgröße bzw. Eingangsgröße bedeutet im kybernetischen Sinn, daß durch sie die Steuersignale veranlaßt werden, die zur selbstregulatorischen Korrektur zwingen. Es muß also ein funktioneller Zusammenhang zwischen beiden Parametern bestehen: nämlich der Störgröße und ihrer Folge, der Ausgangsgröße. Dies setzt voraus, daß die Störgröße von spezifischen Rezeptoren registriert wird und von diesen als Information an das zuständige Zentrum geht, von dem aus, wieder-

um über entsprechende Informationen, eine Gegensteuerung erfolgt, durch die in dem mehrfach genannten Beispiel der peripheren Durchblutung eine Änderung des Gefäßtonus bewirkt wird oder durch die ein Muskel eine Änderung seiner Spannung und seiner Länge (S. 128) erfährt.

Nicht nur die vegetativ innervierten Funktionen, sondern auch die spinale Motorik und anderes werden mit den Regelsystemen in Ordnung gehalten, d. h. auf die Lebensnotwendigkeiten ständig einreguliert. Der Organismus gleicht sich damit über automatische Mechanismen – Reflexe, Regelungen, Steuerungen – den schwankenden Einflüssen der Umwelt, den wechselnden inneren Milieuänderungen und den therapeutisch wirksamen Reizen an.

Unter Regelung versteht man die Selbsttätigkeit eines Systems, mit der der Organismus eine biologische Größe (Regelgröße) auf einem bestimmten Wert hält.

Die Biologie hat die Fachausdrücke der Regelungen von der Technik übernommen. Zu den gemeinsam gebrauchten Begriffen werden im folgenden zum besseren Verständnis jeweils einige Beispiele aus den biologischen Regelungen angeführt. Diese machen vor allem die Wirksamkeit der Thermo-Hydrotherapie und der Bewegungstherapie verständlich.

Übereinstimmend in Technik und Biologie ist die folgende Terminologie gebräuchlich:

- **Regler** sind in der Biologie Zentren im Zentralnervensystem, die das Regelgeschehen lenken. Dies sind z. B. das Wärmezentrum im Hypothalamus (S. 243), die Atemzentren in der Medulla oblongata und im Zwischen- und Mittelhirn und für die Muskeln die Alpha-Motoneurone (S. 123) in den Vorderhörnern;

- **Regelgrößen** sind Werte, die der Organismus mit regelnden Korrekturen, entsprechend der oben gegebenen Definition, von störenden Einflüssen möglichst freizuhalten versucht (vgl. Eingangs-Ausgangsgröße, S. 52). Jede Regelgröße hat ihren eigenen Regelkreis (S. 55). Regelgrößen sind all die Bereiche, für die es einen vorgegebenen Soll-Wert gibt, der gehalten werden soll, z. B. die Körpertemperatur, eine notwendige Muskellänge, der pH-Wert des Blutes. Der jeweils gegebene Wert, der **Istwert**, wird dem Regler übermittelt und dort mit dem Sollwert verglichen (S. 57).

Für das ganze Regelungsgeschehen bzw. für alle Regelgrößen gibt es **Führungsgrößen**. Damit bezeichnet man die auf einen **Sollwert** eingestellten Erregbarkeiten, die geweckt werden, sobald ein Sollwert nicht mehr situationsgerecht ist. Die Führungsgröße, definierbar als Differenz zwischen dem Sollwert einer zu regelnden Größe und ihrem **Istwert** (Regelabweichung, die zur Ausgangsgröße wird), informiert den Regler über die anzustrebende Änderung.

Für die Thermoregulation ist die Körperkerntemperatur die konstant zu haltende Regelgröße. Da sie, ob es draußen kalt oder warm ist, einen lediglich rhythmisch leicht schwankenden, sonst aber feststehenden Wert hat, spricht man hier auch von **Festwertregelung** (auch Halteregler).

Für die Atmung, für Atemtiefe und -frequenz, ist der CO₂-Gehalt des Blutes Regel- und Führungsgröße. Automatisch, d. h. durch regelnde Impulse, atmet der

Mensch bei erhöhtem CO_2 -Wert tiefer und schneller. Dabei wird mehr CO_2 abgeatmet. Regeltechnisch ausgedrückt: ein zu hoher Istwert wird auf den Sollwert zurückgeregelt. Dies ist ein weiteres Beispiel für eine Festwertregelung.

Andererseits folgt die Atmung auch einer **Folgeregelung**, die einem Bedarf folgt, indem, z. B. bei schwerer körperlicher Arbeit, die vergrößerte Atmung dem Blut Gelegenheit bietet, soviel Sauerstoff aufzunehmen, wie nötig ist, um den Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes konstant auf seinem Sollwert zu halten, unbeschadet durch den enorm vermehrten Sauerstoffverbrauch in der Peripherie.

Viele Regelgrößen, z. B. die Herzschlagfrequenz, müssen – wie die Atmung – bedarfsweise veränderlich sein. Bei körperlicher Arbeit brauchen wir einen schnelleren Pulsschlag als in Ruhe oder im Schlaf (vgl. ergo- und trophotrope Einstellung, S.33). Die Regelgröße „Frequenz“ folgt spontan einer Führungsgröße, die sich am Blutbedarf in der Peripherie orientiert; dies ist ein weiteres Beispiel einer Folgeregung.

Stellgröße für die Motorik mit Sollwerten ist die unbewußt gegen die Schwerkraft eingenommene Haltung oder eine gewollte bzw. nach Anweisung der Krankengymnastin „gesollte“, weil zu korrigierende Stellung oder Bewegung. Sie regelt das Zusammenspiel der antagonistischen Beuger und Strecker unter Vermittlung der Zentren in Gehirn und Rückenmark (S. 119).

Stellgröße ist jede Regelgröße, die vom Sollwert abweicht und damit zu einer Ausgangsgröße (S. 52) wird, die in ihrer nunmehr angenommenen Eigenschaft als Stellgröße den Sollwert wieder einstellt. Die Stellgröße ist dabei ein vom Regler „errechneter“ Wert einer Regelabweichung, der den regelnden Anstoß gibt, beispielsweise die Wärmebildung kräftig anfacht oder umgekehrt mehr Wärme nach außen befördert, bzw. bei der Regelung der Muskellänge mit einer anderen Frequenz der Aktionspotentiale in den Alpha-Motoaxonen einen passenden Muskeltonus einstellt.

Solche Neueinstellungen in den Funktionskreisen laufen über die **Regelstrecke**. So bezeichnet man ein System, das die Veränderung eines Energie- oder Stoffflusses ermöglicht, der jeweils den Istwert korrigiert und den Sollwert konstant hält. Regelstrecke der Körpertemperatur ist der ganze Körper als „Thermostat“ (S. 53), für die Muskeln der ganze Muskel mit Sehnen und Gelenkstellungen, für die Atmung die funktionelle Kapazität von Brustkorb und Atemmuskeln.

Stellglieder an der Regelstrecke sind die Funktionssysteme, die Leistungsänderungen einbringen. Für die Regelung der Körpertemperatur sind das die periphere Durchblutung in ihrer Eigenschaft als Wärmetransportmittel (die thermischen Reize der Thermo-Hydrotherapie, auch des Reizklimas, stoßen ihre Reagibilität an), die Wärmebildung im Stoffwechsel und die Wärmeübergangsbedingungen innerhalb des Körpers und nach außen. Für die Muskeln sind es deren extrasufasale Fasern (S. 126), die den Informationen aus den Stellgrößen folgen.

Stellglied für die Blutdruckregelung ist der periphere Kreislauf. Wir haben hier die nicht seltene Erscheinung vor uns, daß verschiedene Systeme, hier Wärmehaushalt und Blutdruck, ein Stellglied gemeinsam haben: den Kreislauf. So nimmt

jede therapeutische Wärmezufuhr das Stellglied der Körpertemperatur, den Kreislauf, in Anspruch und sichert regelnd über weitgestellte Gefäße die Wärmebilanz. Mit dem vermehrten Blutstrom fließt die eindringende Wärme ab und verläßt an anderen Stellen den Körper, so daß die Wärme sich nicht aufstauen kann. Andererseits sinkt mit einer Gefäßerweiterung – wie immer sie zustande kommt – der periphere Gefäßwiderstand und somit auch der Blutdruck, wenngleich dies nur ein lediglich unterstützender Teil eines komplizierten Regelmechanismus ist.

Stellglied für die Atmung ist die Atemmuskulatur. Es wurde schon dargestellt (S. 53), daß die Atmung sowohl einer Festwert- als auch einer Folgeregelung unterliegt. Bei Bettlägerigen, bei leicht somnolenten Kranken oder bei Patienten, bei denen die Atembewegungen sehr schmerzhaft sind und bewußt vermieden werden, versagen beide Regelungen; zumindest erfüllen sie nicht ganz ihren Zweck. Hier wird die Atemgymnastik über das Stellglied der Atemqualität effektiv. Eine verordnete Atmung ist deshalb immer dann indiziert, apparativ oder manuell und willkürlich (Atemgymnastik), wenn durch ungenügende Atemgrößen die atemabhängige aktuelle Reaktion des Blutes von ihrem Sollwert abweicht. Gegebenenfalls wird die Störung durch atemgymnastische Behandlung, z. B. beim Pickwick- oder dem Effortsyndrom (S. 215 u. 717) sogar ursächlich behoben.

Verändert der Organismus gewisse Sollwerte (Festwerte) selbsttätig, dann spricht man von **Sollwertverstellung**. Stellt er z. B. die Körpertemperatur auf einen höheren Sollwert ein, wie es im Fieber geschieht (S. 9), dann trägt das Fieber zur unspezifischen Abwehr bei. Man muß kurzfristige Verstellungen, wie sie den Folgeregelungen zugrundeliegen, von den langanhaltenden unterscheiden, mit denen der Organismus z. B. eine Fieberkontinua unterhält oder das Tier die ausgeprägte Hypothermie während des langen Winterschlafes beibehält.

Der hohe Wirkungsgrad des Regelgeschehens und seine Zuverlässigkeit ermöglicht es, mit physikalisch-therapeutischen Reizen spezifische und mehr noch unspezifische Umstellungs- und Anpassungsreaktionen zu entwickeln, wobei Regler und Regelstrecken, anders als bei linearen Steuerungen, zu einer Kreiswirkung verbunden sind, so daß jede Abweichung einer Regelgröße von ihrem Sollwert alle vorstehend erläuterten Segmente des Funktionskreises antreibt. Das System wirkt also auf sich selbst ein, jede Abweichung wird zur Ursache ihrer Beseitigung [126]. Ein weiterer, grundsätzlicher Unterschied zur stereotypen Reaktion des Reiz-Reflexerfolges besteht darin, daß der Informationsfluß in den geschlossenen Wirkungskreisen kontinuierlich stetig ist.

So laufen im Regelkreis (vgl. Abb. 7) fortwährend Erregungen im Kreise. Charakteristisch für die Regelung ist, daß die Signalübertragungen nicht, wie bei den Steuerungen, nur einbahnig und rückwirkungsfrei erfolgen, sondern durch **Rückkopplungen (Feedback-Mechanismus)** eine Umkehr erfahren können. Die Regelgrößen nehmen so über die Regeleinrichtungen Einfluß auf die Stellgrößen, die wiederum auf die Regelgrößen zurückwirken; der Kreis schließt sich. Die im folgenden gebrauchten Begriffe „Umkehr“ oder „Gegenrichtung“ geben natürlich keine räumliche, sondern eine effektive Richtung an. In der Abbildung 7 zeigen

Rückkopplung sein. Daraus wird das Behandlungsprinzip verständlich, therapeutische Reize als Störgrößen einzuplanen, etwa kalte Waschungen zu machen, mit denen man Wärme leicht entzieht, solange die Wärmebilanz positiv ist, die den Körper aber veranlassen, gegensteuernd den Wärmeverlust zu mindern, damit die Bilanz nicht negativ wird. Das bedeutet praktisch: Übung der Stellgliederfunktion des peripheren Kreislaufs.

Als Beispiel für die Motorik: Bewegungen kommen durch antagonistisch wirkende Muskelgruppen zustande, die ein Glied im Gelenk beugen und strecken. Die jeweils gewünschte Stellung – man könnte sie als Sollwert bezeichnen – wird willkürlich eingehalten. Unbewußt und ganz unwillkürlich erfolgt aber die Regelung dieser Motorik, indem den Zentren im Rückenmark und Gehirn aus den sensiblen Endorganen in Muskeln, Sehnen und Gelenken ständig Informationen über den jeweiligen Stand des bewegten oder gehaltenen Gliedes, bzw. über den Tonus und die Länge der beteiligten Beuger und Strecker zugehen, die über Rückkopplungen auf die gewünschte Einstellung eingeregelt werden.

Die schon empfindliche, regelnde Wechselwirkung zwischen den zentralen Stellen und der Peripherie ist mit dem Rückkopplungsgeschehen allein noch nicht genügend erklärt, da dies in Gestalt einfacher Reflexe viel zu zögernd verlaufen würde. Diese Schwierigkeit wird durch die hypothetische Annahme eines Reafferenzprinzips überbrückt [265].

Am Beispiel einer motorischen Innervation ist das komplizierte Funktionsgeschehen in Abbildung 8 schematisch dargestellt.

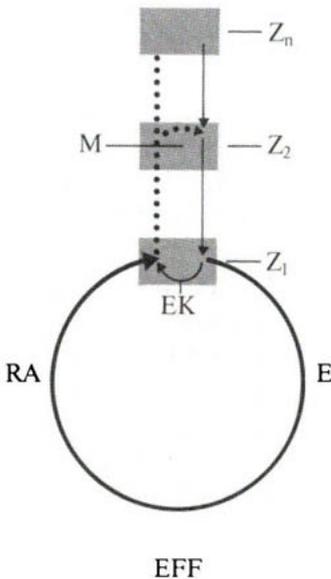


Abb. 8 Schematische Darstellung des Reafferenzprinzips (leicht modifiziert nach [265]).
 Z_1 = motorisches Zentrum; Z_2 , Z_n = übergeordnete motorische Zentren; E = motorische Efferenz; RA = sensorische Reafferenz; EK = Efferenzkopie; M = Meldung (Information); EFF = Effektor.

Von einem motorischen Zentrum Z_1 gehen zum Muskel (Effektor, EFF) Efferenzen (E). Diese erhalten aus übergeordneten motorischen Zentren $Z_n - Z_2$ Zuströme, die z. B. Willenseingebungen berücksichtigen oder gespeicherte Programme oder extrapyramidal-motorische Korrekturen zuschalten. Dies geschieht über Kommandos (K), die in die efferente Impulsfolge eingehen und diese verändern. Gleichzeitig verbleibt im motorischen Zentrum Z_1 eine Kopie dieser Änderung, die Efferenzkopie (EK).

Vom Effektor geht ein Erregungsabbild, die sogenannte Reafferenz (RA), zum motorischen Zentrum Z_1 zurück. Dort werden die beiden Informationen EK und RA miteinander verglichen oder verrechnet, wie der kybernetische Fachausdruck lautet.

Bezeichnet man – wiederum nach [265] – die Efferenz und ihre im Zentrum Z_1 verbliebene Kopie mit +, die Reafferenz mit –, dann würden sich die beiden Informationen, solange die Efferenz den Ansprüchen entspricht, die an den Muskel gestellt werden, gegenseitig aufheben, d. h. die Efferenz bleibt unverändert bestehen, da die Reafferenz mit der Efferenzkopie übereinstimmt, bzw. der Vergleich die Summe 0 ergibt. Entspricht aber durch irgendeine Änderung am Effektor (z. B. einen Dehnungsreflex) die Afferenz nicht mehr der jetzt änderungsbedürftigen Efferenz und damit auch nicht mehr der Efferenzkopie, dann stimmt der Vergleich nicht mehr, einer der Werte ist entweder zu groß oder zu klein. Es ergibt sich in Z_1 ein Überschuß von + oder –. Dies veranlaßt eine Meldung (M), die über Abzweigungen in Z_2 an das bis dahin beherrschende Kommando geht, das nun modifiziert wird und zwar so lange, bis das System von Z_2 an abwärts wieder zu einem Gleichgewicht, zu einer sich ausgleichenden 0-Summe eingeregelt ist.

Die funktionelle Organisation des Lebens wird dadurch noch wendiger, daß Steuerungen schneller auf äußere und so auch auf therapeutische Reize ansprechen. Für die Steuerungen ist charakteristisch, daß im Unterschied zu den Regelungen die Ausgangsgrößen keinen direkten Einfluß auf die Eingangsgrößen und damit keine Rückwirkung (Rückkopplung) auf die von den Eingangsgrößen veranlaßten Änderungen haben. Die Steuerungen veranlassen nur einbahnig gerichtete Aktivitäten und stellen eine offene Kette dar. Es fehlt die für Regelkreise charakteristische Rückmeldung, die ein Zuviel an Änderung wieder korrigieren könnte. Steuerungen werden deshalb auch als Regelung bzw. Wirkungskette ohne Rückkoppelung bezeichnet. So hält z. B. eine lokal begrenzte, periphere Gefäßkonstriktion zuweilen noch an, obwohl längst das Gegenteil, eine Dilatation situationsgerecht wäre. Etwa wenn ein Patient nach einer Kaltanwendung die reaktive Hyperämie vermissen läßt und mit kalten, blaß-bläulich aussehenden Beinen davongeht oder wenn nach einem Besuch der Sauna oder schwerer körperlicher Arbeit, die auch einer Steuerung unterliegende periphere Durchblutung in kalter Winterluft zu lange auf eine Hyperämie eingestellt bleibt.

Die funktionelle Pathologie bzw. die Krankheitslehre kennt viele solche zu einseitigen Steuerungen, z. B. bei den peripher-arteriellen Durchblutungsstörungen die Neigung zu Spasmen, vielleicht als pathogenetischen Faktor bei den Erkältun-

gen die nicht korrigierte Fehlsteuerung der thermisch isolierenden peripheren Durchblutung, bei dem Orthostasesyndrom die fehlende Gegensteuerung des Blutdruckes.

Diese Steuerungen sind nicht genau genug, so daß sie für eine endgültige Einstellung der konstant zu haltenden Größen nicht ausreichen. Dies kann nur über die Regelkreise geschehen [374, 663]. Die zeitlichen Verzögerungen, mit denen die Regelmechanismen den steuernden Korrekturen folgen, treten in den Nervenleitungen und an den Synapsen auf. Diese oft nachteilige längere Laufzeit kann gegebenenfalls durch ärztliche Verordnungen mit den Programmsteuerungen (S. 60) kompensiert werden, bis auch die Regelungen funktionsbereit sind. So finden z. B. die Gleichgewichts- und Koordinationsübungen und auch das mentale Training (S. 60), das in der krankengymnastischen Bewegungstherapie wie im Leistungssport eine gleichermaßen große Bedeutung hat, ihre physiologische Erklärung und ihre Indikationen.

Alle Methoden der Physikalischen Medizin erhalten ihre therapeutischen Qualitäten dadurch, daß sie die Funktionskreise, die Steuerungen und Regelungen nur so weit und nur so anhaltend beanspruchen, daß sich ihre Einwirkung auf das komplexe Geschehen unterstützend, aber nicht erschöpfend auswirkt.

Es gelingt in der Regel mit physikalisch-therapeutischen Reizen funktionelle Unvollkommenheiten zu verhindern oder in positivem Sinne zu beeinflussen, indem eine sogenannte **Störgrößensteuerung** vorgenommen wird. Hier bezieht sich das Wort „Steuerung“ nicht nur auf die funktionelle Tätigkeit (Reizantwort) des Organismus, sondern auch auf die gezielte Absicht des Behandlers. So korrigieren z. B. langsam ansteigende Warmreize – neue Eingangs- oder „Störgröße“ ist die von außen angreifende Wärme – eine fehlgesteuerte Ausgangsgröße: die zu niedrige Temperatur bzw. Durchblutung eines Körperabschnitts aufgrund eines zu eng gestellten peripheren Stromgebietes. Dieses muß sich jetzt, um die von außen eindringende Wärme wegzutragen, erweitern, bevor – falls die Wärmebilanz bedroht wird – übergeordnete Regelmechanismen anspringen.

Werden solche therapeutischen Störgrößensteuerungen systematisch nach dem Übungsprinzip in Form von täglich verabreichten Warmreizen oder, um das Gefäßspiel aus beiden Richtungen anzustoßen, mit wechselwarmen Teilbädern oder -güssen, die eine rhythmische Gefäßerweiterung und -verengung zur Folge haben gestaltet, wobei der Organismus auch gesteuerte Größen ständig korrigiert, dann erwirbt das System langsam eine funktionelle Kapazitätsverbesserung (vgl. *Adaptation*, S. 61). Die Störgrößensteuerung wird auch Vorwärtssteuerung genannt, weil sich die Eingangsgröße unmittelbar funktionell auf die Ausgangsgröße auswirkt (vgl. *Vorwärtshemmung in der Regelung der Muskelfunktion*, S. 132).

In prophylaktischer und auch schonender Weise nehmen wir im täglichen Leben Einfluß auf die Störgrößensteuerung, wenn wir uns morgens, nach einem Blick auf das Außenthermometer, wärmer kleiden [378] und damit die Störgröße, die auf den Körper wirkende Kälte, abmildern und den Störcharakter dieses Umweltreizes verkleinern. Steigt nun im Laufe des Tages die Außentemperatur an, so

daß es uns im Mantel zu warm wird – also eine andere Störgröße eintritt – dann entspricht unsere erste willkürlich eingestellte Störgrößensteuerung nicht mehr den Gegebenheiten. Wir können sie korrigieren, indem wir den Mantel ausziehen und damit die steuernde Störgröße, die Temperatur, die auf den ganzen Organismus als „Thermoelement“ wirkt, besser auf das Ziel des thermischen Komforts (S.553) ausrichten. Der Organismus selbst besorgt vielfach solche Störgrößensteuerungen lokal an peripheren Gefäßen über Axonreflexe (S.230), wobei er gleichartig wirkende Regelmechanismen, die zentral den Wärmehaushalt aufrecht erhalten, zunächst nicht in Anspruch nimmt. All dies hat das Ziel, die Homöostase (S.51) lokal durch Störgrößensteuerung oder insgesamt durch Regelmechanismen zu erhalten.

Bedeutsamer noch für das genannte Übungsprinzip sind die **Programmsteuerungen**. Sie können bewußte Aktionen automatisieren. Ihre Steuersignale gehen aus Erfahrungen und erlernten, eingeübten Programmen hervor, die gewissermaßen auf Abruf in einem Speicher liegen. So werden z. B. die vom Gehirn induzierten, den quergestreiften Muskeln über das pyramidale und extrapyramidale System auferlegten Willkürbewegungen, die der Mensch zum Teil erst nach der Geburt lernt, über Programmsteuerungen koordiniert und zu einer Gebrauchsbewegung komponiert, ohne daß wir bewußt darauf Einfluß nehmen. Alle gezielten Willkürbewegungen, mit denen wir etwa gehen lernen oder handwerkliche Fähigkeiten erwerben, setzen die Speicherung erlernter Programme voraus. Aus dem Speicher werden die von äußeren Einflüssen oder Willensimpulsen eingehenden Informationen in Ausgangsgrößen (Wirkungen) umgesetzt, die frühere Erfahrungen verwerten. Die so koordinierten Bewegungsfunktionen bilden sich unbewußt durch zielgerichtete Übungen aus, wobei auch bedingte Reflexe (S.49) mitwirken. Hierin liegt eine Begründung für die krankengymnastischen und beschäftigungstherapeutischen Übungsprogramme, deren tägliche Wiederholung als Lernprozeß die programmgesteuerten Funktionen einschleift. In differenzierterem Maße lernt der Mensch auch sprechen und schreiben mit Hilfe der Programmspeicherungen und -steuerungen; die Logopädie setzt über diese Mechanismen an. Das sogenannte **mentale (lat.: mens = das Denken) Training**, das in der Bewegungstherapie eine wertvolle Hilfe sein kann, stellt eine bewußte Programmsteuerung dar. Wie allerdings das Denken und Wollen in kortikale Impulsmuster umgesetzt wird, darüber ist bisher noch kaum etwas bekannt. Sind solche Programmsteuerungen gespeichert und eingeschliffen, dann findet eine Regelung als rückschauende Kontrolle nur noch in relativ langen Zeitabschnitten statt, während die Bewegungsvorgänge selbst, die schnell reagieren müssen, durch die vorbereiteten Programme gesteuert werden.

Der Organismus meistert die animalischen Funktionen der Willkürmotorik und die zahlreichen vegetativen Lebensvorgänge nur dann ausgereift und harmonisch, wenn sich die steuernden und regelnden Mechanismen gegenseitig unterstützen und zu einer Einheit verbinden. All dies ist nur möglich durch die funktionelle Organisation des Lebens.

Die Regelungstheorie verdeutlicht das dynamische Geschehen, mit dem das Leben trotz dauernder Störeinwirkungen gesichert und erhalten bleibt. „Wo der erste Regelmechanismus war, war das erste Leben“ [663]. Auch das Phänomen der Adaptationen (s. u.) an fortwirkend belastende Störeinflüsse und ebenso an gezielte therapeutische Reizeinwirkungen längerer Dauer kommt über den wiederholten Gebrauch solcher Mechanismen zustande. An den funktionellen Kapazitätsverbesserungen der Regulationen und der Regelsysteme werden therapeutische Erfolge meßbar.

6.3 Physikalische Therapie als Adaptationsanstoß

Die Physikalische Medizin ist ihrem Wesen nach auch als **Adaptationstherapie** (lat.: **adaptare = anpassen**) ausgewiesen, indem der Anpassung an ihre Reizkräfte heilsame Qualitäten zukommen.

Im Leben des Menschen ist die physiologische Adaptation das Instrument, das ihm, wie allen Lebewesen, die Fähigkeit gibt, sich in Grenzen an die unvermeidbaren Umwelteinwirkungen physikalischer Art (Kälte, Wärme, veränderten Sauerstoffpartialdruck in der Höhe, Sonnen- und Himmelstrahlung, Anforderungen an die Muskelkraft) in der Weise zu gewöhnen, daß Schäden nicht aufkommen, die Gesundheit erhalten bleibt und die Leistung (Belastbarkeit) steigt. In dieses Geschehen greift die Physikalische Therapie fördernd, unterstützend, gegebenenfalls auch hemmend (Schonprinzip) ein.

Die Grenzen, innerhalb derer sich solche natürlichen Begebenheiten abspielen, sind phylogenetisch-konstitutionell festgelegt. Sie sind aber im Rahmen physiologischer Regelgüte fließend; dadurch ergeben sich große therapeutische Möglichkeiten. Zwischen optimaler Nutzung aller funktionellen und auch morphologischen Kapazitäten, die den Menschen widerstands- und leistungsfähig machen, und dem Nichtgebrauch dieser gegebenen Fähigkeiten, deren Folge eine Resistenz- oder Leistungsschwäche ist, finden wir den Raum abgesteckt, in dem brachliegende Abwehr- oder Leistungsreserven übend entwickelt werden können. Die methodische Architektonik der Hydro- und Thermo-therapie, der Bewegungsbehandlungen, der Klimatherapie und zum Teil auch der Elektrotherapie basiert auf diesen Grundgegebenheiten des Lebens.

6.3.1 Grundbegriffe therapeutisch nutzbarer Adaptation

Unter physiologischer Adaptation (vgl. GK 3-1) versteht man die Modifikation von Organen oder Funktionssystemen [73], die sich entfalten, wenn ein Reiz anhaltend bestehen bleibt oder der gleiche Reiz wiederholt einwirkt (vgl. Abb. 10).

Modifikationen entwickeln sich langsam; sie sind beständig, solange der Reiz zur Anpassung erhalten bleibt (vgl. bedingte Reflexe, S.49), sie bilden sich zum Teil aber zurück, obwohl der auslösende Reiz fortbesteht, wenn dieser auf Grund einer Gewöhnung (vgl. Habituation, S.71; vgl. Akklimatisation, S.579) seinen Reizcharakter verloren hat.

Kurzfristige Änderungen über Sinnesrezeptoren, z.B. die Adaptation der Pupille an veränderte Lichtreize, oder kurzdauernde Umstellungen, etwa ein größeres Atemvolumen während einer Höhenfahrt mit der Bergbahn, liegen auf einer anderen Ebene der physiologischen Adaptation; sie interessieren therapeutisch nicht unmittelbar.

Die Reize, die unsere natürliche Umwelt bietet, werden auch **Stressoren** [3, 597], die Modifikationen, die sich unter den Stressoraktivitäten ausbilden, **Adaptate** genannt. Die möglichen Adaptate sind bei der großen Zahl von Stressoren unüberschaubar.

Man unterscheidet **morphologische Adaptate**, beim Tier z. B. den Winterpelz, der sich unter dem anhaltenden Stressor „Kälte“ entwickelt, von **funktionellen Adaptaten**, z. B. die beständige Sollwertverstellung (S.55) der Körpertemperatur bei Tieren, die einen Winterschlaf halten. Vielfach ist eine morphologische Modifikation das anatomische Substrat für eine funktionelle Kapazitätsverbesserung, z. B. eine breitere Nebennierenrinde für eine größere hormonelle Leistung dieses endokrinen Organs (vgl. Allgemeines Adaptationssyndrom nach Selye, S.66).

Beispiele morphologischer Modifikationen beim Menschen aufgrund von Leistungsanforderungen sind:

- die Hypertrophie arbeitender Muskeln; sie ergeben das morphologische Adaptat, mit dem der Mensch mehr Kraft entwickelt, um sich an entsprechende Anforderungen anzupassen;
- die Vermehrung und Vergrößerung der Mitochondrien in den Muskeln; diese sind der Energiespender für das funktionelle Adaptat erhöhter Leistungen;
- die Vergrößerung stärker arbeitender in- oder exkretorischer Organe; z. B. der Nebennierenrinde oder einer Niere nach Entfernung ihres kranken Paarlings und dergleichen;
- die Vermehrung der Erythrozyten bei Sauerstoffmangel; diese ergeben das funktionelle Adaptat einer ausreichenden Versorgung des Organismus mit Sauerstoff trotz verminderten Angebotes in der Atemluft.

Funktionelle Modifikationen sind entweder Kapazitätsverbesserungen der Effektoren (Erfolgsorgane) oder Änderungen an Regelsystemen [74] (Tab.4).

Die Physiologie unterscheidet **stressorspezifische** von **stressorunspezifischen** Adaptaten. „Spezifisch“ bedeutet hier: nur ein bestimmter, und nur dieser Stressor bewirkt das Adaptat, die Modifikation. Stressorunspezifisch ist ein Adaptat, wenn es sich in gleicher Weise unter ganz verschiedenen Stressoren bildet (S.64).

Spezifische Adaptationen sind Spezialisierungen, z. B. der schon genannte Winterpelz beim Tier, der speziell nur gegen Kälte schützt. Er bleibt dicht und wärmt, solange der Stressor „Kälte“ anhält und immer wieder „reizt“. Beim Menschen ist

Tabelle 4 Funktionelle Adapte

Kapazitätsverbesserungen	Änderungen an Regelsystemen
effektivere Hautdurchblutung (S. 54)	Sollwertstellung (vgl. S. 55)
vermehrte Wärmebildung (S. 245)	Schwellenwertverschiebung
Erhöhung des Schlagvolumens (S. 246)	
Relative Abnahme der Herzfrequenz unter Belastung (S. 690)	

z. B. die Arbeitshypertrophie der Muskeln ein Muster dafür, daß sich ein Adaptat, der größere Querschnitt eines Muskels und damit seine größere Kraft, unter Anforderungen ausbildet, aber wieder verloren geht, wenn der Muskel nicht mehr gefordert wird, der permanente Reiz des Leistungsanspruches also unterbleibt.

Die Physiologie kennt die Überlagerung zweier oder mehrerer Adaptate, die unter verschiedenen Stressoren entstehen. Eine solche Erscheinung nennt man **gekreuzte Adaptation**. Tierexperimentell hat sich z. B. ergeben [3], daß zwei verschiedene Stressoren, die Kälte und der Sauerstoffmangel in der Atemluft, sich auf verschiedene Modifikationen gegenseitig fördernd oder hemmend (positiv oder negativ gekreuzt) auswirken können.

Beispiele für positiv gekreuzte, synergistische Adaptationen gibt es auf den ersten Blick für den Menschen nur wenige. In der Hydrotherapie nutzt man eine solche positive Kreuzadaptation. Unter abhärtenden Maßnahmen steigt die Bereitschaft zu reaktiv-regulatorischer Vasokonstriktion, die vor Wärmeverlust schützt. Genauer: das wandelbare Gefäßspiel lebt auf (1. Adaptat), gleichzeitig verbessert sich auch (2. Adaptat) die orthostatische Kreislaufregulation [300], auch wenn kein anderer als der Stressor Kältereiz gegeben wurde. Bei Tier und Mensch hat sich auch gezeigt, daß zwei Stressoren gleichzeitig zwei Adaptate heranbilden. Unter körperlichem Training (1. Stressor) und in der Kälte (2. Stressor) wächst sowohl die körperliche Leistungsfähigkeit, gleichzeitig nimmt auch die Kältetoleranz zu. Weiterhin verbessern trainierende Körperübungen im Tiefland bei normalem Sauerstoffpartialdruck sogar die Toleranz des Sauerstoffmangels [28], wie wir ihn im Hochgebirge antreffen. Dies ist ein ganz unspezifisches Adaptat (S. 64), da der spezifische Stressor fehlt. Positiv gekreuzte Adaptation bedeutet bei strenger Auslegung, daß der Organismus sich nicht nur an einen spezifischen Stressor, sondern gleichzeitig auch noch an einen zweiten (oder sogar dritten?) Stressor adaptieren kann.

Sehr viel häufiger beobachtet man – zumindest im Experiment – negativ gekreuzte, antagonistische Adaptationen. Das bedeutet, daß ein entstehendes Adaptat gleichzeitig die Entwicklung eines anderen, stressorspezifischen Adaptates behindert. So geht mit steigender Kälteresistenz (vgl. Distress, S. 67) die Höhenresistenz verloren bzw. sie bildet sich nicht aus. Umgekehrt setzt aber eine bessere Höhenresistenz die Kälteresistenz herab. Offenbar kann sich der Organismus, werden konkurrierende Funktionssysteme beansprucht, doch nicht so leicht an

mehrere Stressoren adaptieren [75], zumindest nicht stressorspezifische Adaptate ausbilden. Die für die Therapie so wichtige Frage, ob der Organismus mehrere stressorunspezifische Adaptate gleichzeitig ausbilden kann, bedarf noch der besonderen Besprechung.

Zunächst spricht manches dafür, daß die physiologische Anpassung ein überwiegend stressorspezifischer Vorgang ist [3], bei dem ein Adaptat den Vorrang hat, ein anderes unterdrückt wird. Andererseits schränkt aber die Tatsache, daß es einzelne Adaptate gibt, die sich unter ganz verschiedenen Stressoren entwickeln, z. B. die Vergrößerung der Nebennierenrinde (vgl. Allgemeines Adaptationssyndrom, S. 66), mehr noch die Existenz positiv gekreuzter Adaptate, die Hypothese einer beherrschenden Spezifität im Adaptationsgeschehen ein und lenkt das Interesse auf die stressorunspezifischen Modifikationen. Sie haben für die Physikalische Therapie größere Bedeutung, weil sie offenbar den Menschen vielseitiger an die Anforderungen des Lebens anpassen.

6.3.2 Stressorunspezifische Reaktionen in der Physikalischen Therapie

Nur für einige wenige Situationen ist erwiesen, daß sich der Organismus gleichzeitig spezifisch gegen mehrere Stressoren adaptieren kann (S. 63). Dies scheint aber für das tägliche Leben keine große praktische Bedeutung zu haben. Die meisten Adaptate, die der Mensch entwickelt, sind stressorunspezifisch.

Im einfachen Experiment mit ein oder zwei klar definierten Stressoren erscheint es, als sei die Zahl nebeneinander beständiger Adaptate sehr begrenzt. Dies ist aber für die Therapie nicht unbedingt schlüssig, einmal weil in allen Tierexperimenten jeweils sehr starke Intensitäten gewählt wurden, wie sie in der Therapie nicht üblich sind; der Organismus würde damit über die Grenze der Belastbarkeit hinaus beansprucht (vgl. Alarmreaktion, S. 67) und seine Adaptationskapazität würde überzogen. Zum anderen würden solche Bedingungen mit isolierter Einwirkung einzelner Stressoren nicht den natürlichen Gegebenheiten entsprechen [238], die praktisch immer komplexer Natur sind, z. B. das Klima und die Stressoren aller anderen Kurbehandlungen.

Die Erfahrung in der Physikalischen Medizin lehrt uns, daß mehrere kombinierte, gut verträgliche therapeutische Reize ein gleiches oder auch mehrere verschiedene Adaptate erzeugen, die für sich allein betrachtet, als spezifisch interpretierbar sein mögen, die in ihrer Gesamtheit aber eine unspezifische Resistenzsteigerung bedeuten. Einige Beispiele machen dies deutlich.

Die Effektoren der Thermoregulation, die peripheren Gefäße, genauer, ihre Ansprechbarkeit und damit die thermoregulatorische Funktion der Hautdurchblutung erfahren nicht allein durch thermische Reize in der Hydrotherapie, sondern auch unter Bewegungsansprüchen in Sport und Gymnastik, durch die mechani-

schen Reize der Massagen oder im Licht der UV-Strahlen – also durch eine Reihe von verschiedenen Stressoren – eine funktionelle Verbesserung des regulatorischen Gefäßspieles. Es handelt sich dabei um ein gleiches Adaptat.

Diese Vergrößerung einer funktionellen Leistung tritt zunächst als Primärreaktion (reaktive Hyperämie) auf eine ungewohnte äußere Einwirkung auf den Plan. Später erst nimmt als Ergebnis einer ständigen Wiederholung (Übungsbehandlung – Sekundärreaktion, vgl. GK 3 – 1.1) das Adaptat die Gestalt einer funktionellen Kapazitätsverbesserung an, dies erst macht den Organismus thermoregulatorisch wendiger. Er erwirbt diese Art einer Kälteresistenz aber auch, wenn das funktionelle Adaptat des gut ansprechenden Gefäßspieles nicht durch thermische, sondern durch mechanische oder aktinische Reize zustande gekommen ist. Der Organismus erwirbt also hinsichtlich der bedarfsabhängigen Durchblutung der Peripherie eine bessere Adaptation gegen thermische Belastungen (Abhärtung), wenn sich das lebendige periphere Gefäßspiel als funktionelle Kapazitätsverbesserung unter den sehr verschiedenen, soeben genannten physikalischen Reizen, also unspezifisch entwickelt hat.

Ein praktisches Beispiel dafür, wie mit verschiedenen physikalisch-therapeutischen Bemühungen unspezifischer Natur sich gleichzeitig und nebeneinander mehrere Adaptate entwickeln, bietet die komplexe physikalische Behandlung der chronischen Bronchitis. In der relativ kühlen, trockenen Luft eines Klimakurortes im Gebirge bildet sich das funktionelle 1. Adaptat einer reaktiven Hyperämie der Schleimhäute in den oberen Atemwegen (S. 582). Die dynamischen Atemwerte bringen unter der atemgymnastischen Anforderung der Atemtechnik, die sich den atemgymnastischen Anforderungen anpaßt (2. Adaptat), der Atmung eine bessere Effektivität; gleichzeitig erfährt die Thermoregulation durch genutzte Abkühlungsreize des Klimas auf der ganzen Körperoberfläche im Freien einen höheren Wirkungsgrad (3. Adaptat). Das Ergebnis ist nicht allein eine Art Abhärtung (S. 612f.), vielmehr kräftigen sich unter den Bewegungsansprüchen auch Herz und Kreislauf (4. Adaptat), und neben der Besserung der Krankheitssymptomatik an den Atemwegen nimmt auch die unspezifische Resistenz gegen banale Erkältungsinfekte zu (5. Adaptat).

Zunächst führen, wie oben schon erwähnt, alle einzelnen Reize zu sogleich oder sehr bald eintretenden Reizantworten. Sie werden als „**Immediatwirkung**“ (lat.: **in = ohne, medium = Vermittler**) den Langzeitwirkungen – das sind die Adaptate – gegenübergestellt. Akute Wirkungen macht man sich zunutze, wenn es darum geht, einen Spasmus zu lösen, Frösteln oder Schwitzen zu beheben und dergleichen mehr. Die schnell aufkommenden Wirkungen werden zum Teil über das vegetative Nervensystem als „ergotrope Umstimmung“ [232] oder, wenn sie stark sind, als sympathische Aktivierung über die Nebenniere (Adrenalin-Noradrenalinausschüttung) in Gestalt der Cannonschen Notfallreaktion [85] oder, sind sie anhaltend und summieren sie sich, über eine Stimulierung des Zwischenhirn-Hypophysen-Nebennierenrinden-Systems als „Alarmreaktion“ (S. 67) in Erscheinung treten. Erst bei längerer Dauer mit wiederholt gegebenen, gleichen Reizen

bilden sich die Adaptate aus; die unspezifischen finden durch das „Allgemeine Adaptationssyndrom“ ihre Erklärung.

6.3.3 Das Allgemeine (unspezifische) Adaptationssyndrom

Krankheit, wie auch wechselnde Ansprüche der Umwelt, zwingen den Organismus, Umstellungen vorzunehmen, die mit den Systemen der vegetativen Innervation und der hormonellen Steuerungen zustande kommen.

Krankheiten haben einige unspezifische Charakteristika, mit denen sie sich vom Zustand der Gesundheit unterscheiden, z. B. Entzündung, Fieber, Leukozytose.

Über die nervös gesteuerten Regulationen in der Krankheit und unter therapeutischen Reizen wurde im Abschnitt 5.2 berichtet. Ebenso bedeutsam sind die auf humoralen Wege gegebenen Reize, die Rezeptoren des Körpers erregen und damit Reizantworten veranlassen. Solche Reize können Schädigungen (Verletzungen, Infektionen, Überanstrengungen und dergleichen) oder ausgewählte, dosierte, physikalisch-therapeutische Verordnungen sein. Alle zu spezifischen und zu unspezifischen Adaptaten führenden Stressoren lösen, sofern ihre Reizstärke und -dauer groß genug ist, unter anderem auch Anpassungsreaktionen aus, indem als Vermittlerorgan die Nebennierenrinde stimuliert wird. Sie verbreitert sich, nach dem Übungsprinzip immer wieder angestoßen, unter dem Einfluß des adrenocortikotropen Hormons (ACTH) der Hypophyse und bildet damit ein morphologisches Adaptat, zugleich erhöht sie mit ihrem größeren Volumen ihre sekretorische Aktivität – ein funktionelles Adaptat. Die unspezifische Resistenz des Organismus gegen die auslösende Störung wird damit eingeleitet (S. 68). H. Selye hat diese Gesetzmäßigkeiten als Lehre vom „Allgemeinen Adaptationssyndrom“ [598, 599] formuliert, die uns verständlich macht, weshalb der erkrankte oder gefährdete Organismus so einheitlich, also unspezifisch reagiert.

Im Rahmen dieser „einheitlichen“ Theorie der Medizin, wie Selye es genannt hat, wurde ursprünglich für die Reaktion des Körpers auf äußere oder auf innere Anlässe der englische Ausdruck „**stress**“ übernommen, der hier die gegenseitige Beziehung zwischen einer Kraft, z. B. dem Druck und einer damit herausgeforderten Gegenkraft, beispielsweise dem Widerstand bzw. der Elastizität, kennzeichnet, mit der eine „Störung“ abgewendet wird. Einen Weg, solche, die normalen Funktionsabläufe störenden Anlässe unschädlich zu machen, findet der Organismus, indem er sich ihnen mit größerer funktioneller Leistung anpaßt und ihnen damit den Störcharakter nimmt. Die Kräfte, die den Streß zur Folge haben, heißen „Stressoren“.

Heute ist es üblich geworden, die Begriffe Streß und Stressor synonym zu verwenden; jedermann spricht von „Streßüberflutung“, von Schul- oder Arbeitsstreß und dergleichen. Streß wird allgemein – hier begrifflich wieder korrekt – als Zustand der Überforderung durch körperliche, geistige oder seelische Stressoren an-

gesehen. Im medizinisch-somatischen Sinn kann man den Streß interpretieren als die unspezifische Antwort des Körpers auf jedwede Anforderung, die vorwiegend die vegetativ gesteuerten Funktionen in Anspruch nimmt, deren Ergebnis ein Adaptationssyndrom ist.

Streß muß aber nicht ein Zustand der Überforderung sein. Er kann auch sehr nützlich, unentbehrlich sein, die allgemeine Resistenz erhöhen und damit gegen viele Krankheiten schützen [89]. Es liegt nahe, dies zum therapeutischen Prinzip zu machen, das ohne Kenntnis dieser Zusammenhänge schon in der vorwissenschaftlichen Medizin angewandt wurde und woraus sich die Übungsbehandlungen der Hydrotherapie und der Krankengymnastik entwickelt haben.

Jedes Zuviel an Beanspruchung, das uns schadet, wird wegen der mehrdeutigen Auslegung des Wortes „Streß“ heute als „**Distress**“, dem abhärtenden, übenden, trainierenden „Streß“ oder „**Eustress**“ (gr.: eu = wohl) gegenübergestellt [600]. Die körperliche Bedeutung einer Streßsituation ist meßbar an der Höhe des Katecholaminspiegels (S. 688); seine Konsequenzen machen das Maß der Streßbelastung aus.

Es ist Sache des Arztes, individuell für jeden Patienten im körperlichen Bereich durch Testuntersuchungen die Grenzen der Belastbarkeit und die therapeutischen Reize so zu wählen, daß sie unterhalb der physischen Belastbarkeitsgrenze bleiben, aber die positiven, gesundheitsfördernden Ergebnisse des „Übungsstreß“ zeitigen. Daß in Kurbehandlungen äußere Gegebenheiten bei sensiblen Menschen auch in einen psychisch geprägten Distress führen können, sollte der Arzt nicht übersehen.

Das allgemeine Adaptationssyndrom verläuft – allerdings nicht zwangsläufig – in zwei, gegebenenfalls drei Stadien: Zuerst antwortet der Organismus mit der **Alarmreaktion**, in der er zwar noch keine Adaptation erreicht, die adaptierenden Reaktionen werden aber angestoßen, sofern der Arzt gegebenenfalls dafür sorgt, daß nicht die überschießenden Reaktionen die Entwicklung der Anpassung stören oder gar verhindern. Das zweite Stadium führt zur **Resistenz**, die Adaptation ist jetzt optimal. Der Organismus kann aber bei zu kräftigen Stressoren in ein drittes Stadium, das der **Erschöpfung** geraten, in dem eine schon ausgebildete Adaptation wieder verloren geht [27], ein Zustand, der auch als „Desadaptation“ bezeichnet wird.

Das erste und das dritte Stadium sind Folgen einer zum Distress gewordenen Beanspruchung; beide sind also in der Reiz-Reaktionstherapie Ausdruck von Fehldosierungen. Das Stadium der Resistenz dagegen repräsentiert das therapeutische Ziel. Ist es erreicht, dann bedarf es dauernd weiterer adäquater Reize, damit es erhalten bleibt (vgl. bedingte Reflexe, S. 49).

Zur maßvollen Alarmreaktion, die ein bindendes Glied in der physiologischen Adaptation ist, sind noch einige erläuternde Hinweise notwendig. Die Alarmreaktion ist charakterisiert durch reaktive Erscheinungen aller Art, akute Einwirkungen der Stressoren bringen sie in Gang. Die Alarmreaktion ist Ausdruck einer Störung der Homöostase (S. 51), wird aber – das ist das entscheidende therapeuti-

sche Mittel – in der Regel durch Gegenregulationen wiederhergestellt. Laufen diese Gegenregulationen aus dem Kurs, werden sie zu stürmisch, weil die Anstöße überdosiert sind, dann gerät der Organismus gewissermaßen in eine Verzerrung der Alarmreaktion hinein. Selye hat dafür den Sammelbegriff „systemic stress“ gebraucht [600], der durch überschießende Reaktionen charakterisiert ist. Ist er bei hoher Stressorintensität sehr heftig oder bei wiederholter Überforderung anhaltend, dann vermag der Organismus die typischen stressorspezifischen Adaptate nicht mehr auszubilden; zu starke Stressorintensitäten haben also einen blockierenden Effekt auf die Anpassung [2]. Sie setzen auch die allgemeine Widerstandskraft herab und haben eine unspezifische Nebenwirkung schädlicher Art. Für die Therapie ergibt sich daraus die Konsequenz, die Verordnungen (Stressorintensitäten) so vorsorglich zu dosieren, daß die physiologische Adaptation ungestört in das Stadium der Resistenz, sowohl der reizspezifischen, als auch der unspezifischen, hineinführt. Man beginnt vorsichtig zu behandeln und steigert langsam, wie es der überlieferten Erfahrung entspricht. Nur so vermeidet der Arzt, daß sein Patient in ein Stadium der überstürzten Alarmreaktionen oder gar in das der Erschöpfung gerät.

In den Zuständen der Alarmreaktion wie auch der Resistenz gibt es eine Art Kreuzungsphänomen; es erklärt und bestätigt die alte klinische Erfahrung, daß mit kombinierten Reizen, sind sie insgesamt überdosiert, die unspezifische Abwehr geschwächt wird (Desadaptation), während eine abgewogene, wohl dosierte Abstimmung verschiedener Reizqualitäten die Abwehr fördert. Ist der Organismus gegen Kälte resistenter geworden, dann ist er auch widerstandsfähiger gegen andere Stressoren, z. B. aufgrund der Abhärtung (S. 612) gegen Infekte mit Common-Cold-Viren (S. 613) und selbst gegen körperliche Belastungen (vgl. positiv gekreuzte Adaptation). In der englischsprachigen Literatur wird dieses Phänomen „cross-resistance“, gekreuzte Resistenz, genannt. Die Bestrebungen einer unspezifischen Therapie – sie sind eines der Grundmotive der Physiotherapie – finden da, wo sie ihre Ergebnisse als „allgemeine Umstimmung“ interpretieren, unter anderem auch aus dieser Sicht eine Rechtfertigung. Im Stadium der Erschöpfung ist der Mensch gegen Anforderungen weniger resistent. Er ist gefährdet und erkrankt leicht, auch wenn er mit nur einem Stressor überfordert wurde. In der therapeutischen Praxis kann sich somit jede Überdosierung selbst einzelner Reize auch allgemein schädlich auswirken. Das gilt auch für unvermeidbare, äußere Reize. Mit dem Schonprinzip (S. 9) bietet die Physikalische Medizin hier aktive Hilfen, z. B. im Schonklima, mit bewegungstherapeutischen Entlastungen und dergleichen.

Aufgrund alter Erfahrungen wird für die Wirksamkeit der physikalisch-therapeutischen Maßnahmen unterstellt, daß es eine unspezifische Adaptation gibt; allein das Phänomen der allgemeinen Erholung, die so schwer zu interpretieren ist, die aber jedermann spürt, spricht für diese Tatsache. Es hat sich gezeigt, daß unter Stressoreinwirkungen nach einiger Zeit auch bei anhaltendem und wiederholtem Reizgeschehen die sekretorische Aktivität der Nebennierenrinde nachläßt und zwar in dem Maße, in dem sich spezifische Adaptate ausbilden [171]. Dies könnte

ein Ausdruck dafür sein, daß das Übermaß des erwähnten „systemic stress“ überwunden ist.

Für die Physikalische Therapie ist die Frage von entscheidender Bedeutung, wie einerseits der „systemic stress“, der sich möglicherweise in Mißempfindungen unter den einzelnen Reizen oder im Verlauf von Serienbehandlungen äußert, abgeschwächt werden, andererseits die Resistenz aber dennoch gefördert werden kann. Die Erfahrung lehrt, daß man eine Behandlung besser nicht unterbricht, sondern die Stressoren in Gestalt physikalischer Behandlungen im Rahmen des Kurplanes weiterwirken läßt, aber in einer Form bzw. Dosierung, die dem Patienten wohltut. Dies entspräche einer mehr unspezifischen Adaptation und bedeutet praktisch, daß der Organismus auf die weiteren, jetzt wesentlich milderen Einflüsse nicht mehr überschießend, aber auf dem Boden einer Habituation (verminderte Reflexantwort infolge Gewöhnung) angepaßt reagiert [73].

Experimentelle Untersuchungen am Menschen, die ein solches Geschehen sicher erkennen lassen, gibt es zwar noch nicht, immerhin legen aber tierexperimentelle Ergebnisse eine solche Annahme nahe. Auch die klinische Erfahrung mit den sogenannten Adaptationskrankheiten – mit Krankheiten, bei denen die Adaptationsmechanismen entgleisen – spricht in diesem Sinne. Diese können dadurch verhütet oder gebessert werden, daß der Mensch unter dosierten Reizen zwar in eine Streßsituation (Eustress) hineinsteuert, ein entsprechender Distress aber nicht aufkommt, indem der Organismus sich gewissermaßen dagegen „abhärtet“. Solche Überlegungen tragen zur theoretischen Begründung der Physikalischen Medizin bei, wengleich eine solche Interpretation noch weiterer Stützen bedarf.

6.3.4 Auswahl und Gestaltung therapeutischer „Stressoren“

Stressorspezifische Adaptate bei Versuchstieren hervorzurufen bzw. ihr Wachstum in der Natur zu beobachten ist nicht schwierig. Beim Menschen ist eine Art stressorspezifischer Adaptatbildung, nämlich die Immunisierung, weitgehend erforscht und in ihrer therapeutischen Nutzung hoch entwickelt. Stressorspezifische Adaptate an physikalische Reize gibt es beim Menschen offenbar nur wenige. Das bekannteste Beispiel ist die Arbeitshypertrophie der Extremitäten oder des Herzmuskels. Es ist aber zu vermuten, daß als Einzelglieder in die Kette der allgemeinen, unspezifischen Resistenz manches noch unbekanntes stressorspezifische Adaptat eingefügt ist.

Eine Vorstellung davon, wie sich beim Menschen eine „Umstimmung“ bzw. eine stressorunspezifische Resistenzsteigerung herausbilden könnte, gewinnt man aus den Ergebnissen tierexperimenteller Versuchsanordnungen. Offensichtlich kommt es auch hier, wie ganz generell in der Reiz-Reaktionstherapie, auf die Modalität der Reize an, z. B. auf ihre Qualität, Stärke, Dauer und die Intervalle der Einwirkung.

Drei verschiedene Reizmodifikationen (Typen) konnten aufgrund tierexperimenteller Versuchsanordnungen abgeleitet werden. Diese tragen auch zum Verständnis der physikalisch-therapeutischen Ergebnisse und Erfahrungen bei. In der Abbildung 9 lassen sich, modifiziert nach [75], die drei Reizmodi wie folgt darstellen.

- Typ 1: Ein Stressor setzt sprunghaft ein und hält unverändert an (Rechtecksprung, Abb. 9 a). Dies geschieht z. B. durch plötzlich einsetzende, beständige Kälte, wie sie Soldaten im Wintermanöver zugemutet wird oder durch längeren Aufenthalt in sauerstoffarmer Luft im Hochgebirge nach unverzüglicher Fahrt dorthin.
- Typ 2: Eine mit der Zeit (Abb. 9 b) stetig ansteigende Belastung, z. B. Anpassung an sehr große Höhen mit mehreren, tagelangen Aufenthalten auf Zwischenstationen oder Anpassung an Kälte, indem z. B. Haustiere im Herbst so lang auf der Weide bleiben, bis sich in der immer kälter werdenden Umgebung der Winterpelz ausgebildet hat.
- Typ 3: Die Reize werden intermittierend gegeben (Abb. 9 c) und so täglich ein- oder mehrmals wiederholt. Dies entspricht ganz generell der Reizgestaltung artifizierlicher Art in der Physikalischen Therapie, der Mechano-, Thermo-, Hydro-, Elektro-, Balneo- und Lichttherapie und auch der dosierbaren Reize der Klimatherapie.

Unter jedem dieser drei Reiztypen entwickelt sich – untersucht wurde dies an der Kälteresistenz der Ratte – die verbesserte Toleranz in ca. 3–4 Wochen zu praktisch gleicher Effizienz. Dies entspricht auch der Erfahrung beim Menschen, z. B. bei der Akklimatisation an Klimaexpositionen (S. 578 f.). Bei Typ 1 und 2 steigt die chemische Wärmebildung in der Zeiteinheit an (funktionelles Adaptat) und die Wärmeisolation (morphologisches Adaptat Pelz) wurde dichter [389], bei Typ 3 fehlte beides, d. h. spezifische, funktionelle oder morphologische Adaptate blieben aus, die Resistenz gegen Kälte entwickelte sich aber ebenso gut wie bei Typ 1 und 2.

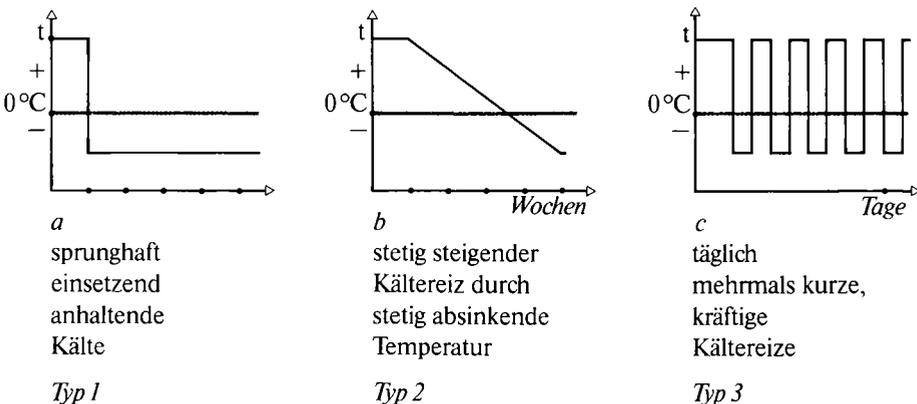


Abb. 9 Reiztypen (modifiziert nach [74]).

Die Frage ist, wie kommt es hier angesichts der fehlenden meßbaren Adaptate, die zur quantitativen Verbesserung der Kälteresistenz erforderlich wären, dennoch zu einer ganz überlegenen Kältetoleranz im Vergleich zu den nicht auf diese oder andere Weise adaptierten Tieren? Es hat sich gezeigt, daß es die **Ausdauer** ist, also eine **qualitative** Steigerung, die die reaktive, kaum erhöhte Wärmebildung sehr viel länger anhalten läßt; sie erschöpft sich nur sehr verzögert.

Eine Analogie könnte nach klinischer Erfahrung in manchen physikalisch-therapeutischen und klinisch therapeutischen Kurmaßnahmen gesehen werden, deren Ergebnis eine größere Qualität der körperlich funktionellen Lebensleistungen ist, die unter anderem am Verhalten des Kreislaufs sichtbar wird [15].

Die intermittierende Stressorwirkung nach Typ 3 gilt als Muster für alle physikalisch-therapeutischen Maßnahmen, und selbst in der Klimatherapie mit ihrer intermittierend gestalteten Exposition trägt das gleiche Prinzip Früchte. Sehr anschaulich wurde dies in der folgenden Formel ausgedrückt [74]:

$$E = f(I, t, n)$$

Das Ergebnis (E) einer derart aufgebauten Reiztherapie ist eine Funktion der Intensität (I), der Dauer des einzelnen Reizes (t) und der Häufigkeit (n) der Reizung (Behandlung).

Bei verschiedenen Verordnungen der Hydrotherapie und der Massagen geht noch die Fläche mit in die Gleichung ein (S. 27).

Die Gleichung gilt natürlich nur in den Grenzen der Belastbarkeit. Zu starke oder zu lang anhaltende Reize führen in den „systemic stress“ (S. 68); die Adaptation wird blockiert, spezifische Adaptate bilden sich nicht. Auch die unspezifischen Ergebnisse einer Reiztherapie, mit der die allgemeine Widerstandskraft besser würde, bleiben aus oder nehmen unter Umständen sogar gegenteilige, eher schädliche Formen an (Stadium der Erschöpfung).

Intermittierend gegebene Reize (Typ 3) wohldosierter Intensität, aber kurzer Dauer, verhindern überschießende Reaktionen. Sie schwächen das Reizgeschehen ab, erhöhen aber dennoch die Resistenz (im Beispiel die Kältetoleranz), ohne die Gefahr des „systemic stress“ heraufzubeschwören. Durch einen einfachen Versuch mittels eines Kaltreizes, der sogenannten Cold-Pressur-Reaktion, die sich in einem systolischen Blutdruckanstieg zeigt, wenn man eine Hand für Sekunden in sehr kaltes Wasser taucht, konnte gezeigt werden, daß unter wiederholten Reizen dieser Art die Reaktionsgröße langsam abnimmt [240], der Blutdruck mit der eintretenden Gewöhnung an den gleichen, wiederholten Reiz also weniger ansteigt.

Dies ist ein Beispiel für eine praktisch sehr wichtige Teilerscheinung der Anpassung: die Habituation (vgl. Reizgewöhnung, S. 43), die für die Gestaltung und Dosierung der physikalisch-therapeutischen Techniken eine große Rolle spielt. Die Habituation kommt durch zentralnervöse Dämpfungsmechanismen zustande, unter denen die sympathischen Mitreaktionen, die ganz unspezifisch durch Reize aller Art aktiviert werden, relativ schnell abnehmen [177]. Das führt in der Praxis dazu, daß unter allen wiederholt gegebenen Reizen, wie am Cold-Pressure-Test

demonstriert werden kann, die Reaktionen mit der Zeit weniger ausgeprägt in Erscheinung treten. Für die Therapie bedeutet dies eine bessere Ökonomie der Reaktionen, indem diese zunehmend auf das unbedingt notwendige Maß eingeschränkt werden. Daß dieser unspezifische Effekt in relativ kurzer Zeit reversibel ist, macht es verständlich, daß manche Reizbehandlung, z. B. die Abhärtungsmaßnahmen in Gestalt der Exposition an Wettereinflüsse (vgl. regimen refrigerans, S. 617) oder einfache hydrotherapeutische Gepflogenheiten wie kaltes Duschen ständig wiederholt werden müssen, um wirksam zu bleiben.

Man kann eine solche Erscheinung, die eine Art Lernprozeß ist (S. 49), besonders deutlich bei der Kneipptherapie an der subjektiven Gewöhnung an Kaltreize beobachten. Auch im Luftbad mit ungefähr gleichbleibender Temperatur, in dem die Expositionsdauer täglich länger werden kann, bevor man zu frieren beginnt, läßt sich dies feststellen. Habituation ist also gewissermaßen eine Stufenleiter, über die der Mensch langsam zu einer vollwertigen Adaptation gelangt.

Die Habituation wirkt sich sowohl an vegetativ gesteuerten Funktionen, an Leistungsmaßen wie auch an endokrinen Reaktionen aus: So sinkt beispielsweise die Herzfrequenz unter regelmäßig wiederholten, gleichartigen Ansprüchen ab. Das ist ein Ausdruck dafür, daß die Adaptation an eine Anforderung in Gestalt einer größeren und ökonomischeren Leistung im Gange ist (S. 689). Die Gefäßkonstriktion wird unter gleichbleibenden Kaltreizen geringer, der initiale Blutdruckanstieg bei großflächigen kalten Güssen läßt nach und dergleichen mehr. Endokrin wird die Aktivität der Nebennierenrinde (S. 66) in dem Maße weniger beansprucht, in dem sich Adaptate ausbilden. Auch hier ist als Zwischenstufe das Phänomen der Habituation sichtbar, das besonders in der ersten Phase einer Reiztherapie zur Adaptation beiträgt, indem es gewissermaßen als Lotse durch schnelle Gewöhnung an die Einzelreize den Organismus durch das Stadium der Alarmreaktion in das der Resistenz hineinsteuert, ohne an den Klippen überschießender Reizantworten anzustoßen.

7. Eigenheiten der Physikalischen Therapie

In den vorhergehenden Abschnitten wurde begründet, weshalb und auf welche Weise die physikalisch-therapeutischen Bemühungen ein bewegendes, anstoßendes Prinzip in das Reiz-Reaktions-, das Regulations- und Adaptationsgeschehen des Organismus einbringen. Daraus ergeben sich Eigenheiten, die einzig und allein die Physikalische Therapie auszeichnen, die dadurch ein spezifisches und unentbehrliches Teilstück zu einer umfassenden Krankenbehandlung beisteuert.

Die meisten ihrer Behandlungskonzepte haben ein doppeltes Ergebnis. Neben speziellen Abhilfen, wie z. B. meßbar bessere funktionelle Leistungen des Herzens und Kreislaufes, der Atmung, der Beweglichkeit, örtlicher Durchblutung und manchem anderen, bringen sie noch weitere, nicht immer klar definierbare, „unspezifische“, den Organismus „umstimmende“, belebende Ergebnisse, wobei ihre besseren funktionellen Kapazitäten bereits ein Teil dessen sind, was noch als „Umstimmung“ zu definieren bleibt (S. 75).

Es entspricht aber dem Wesen des aktiv reaktiven Geschehens (Primärreaktionen) im Organismus, daß die heilsamen Anstöße physikalisch-therapeutischer Art für ihre Sekundärwirkungen (S. 31), für all das, was als „Normalisierung“ und als „Kräftigung“ der „natürlichen“ Therapie eigen ist (vgl. Tab. 1), eine Zeit der Entwicklung brauchen. Dies erfordert systematische, in Serien aufeinanderfolgende Wiederholungen der treibenden Kräfte, eine Bedingung, die als Übungsprinzip in die Behandlungspraxis eingeht.

Das Unspezifische in der Physikalischen Therapie wird an mehr oder weniger augenfälligen Erscheinungen sichtbar. Zwar ist die Absorption physikalischer Energien im Organismus, z. B. der Wärme, der Lichtquanten, auch chemischer Elemente oder Verbindungen in der Bädertherapie, als ein spezifischer Vorgang interpretierbar [266], dennoch ist das Ergebnis vielfach nicht oder nicht nur als spezifisch zu werten.

Dies gilt beispielsweise für die lokal begrenzten Reizantworten unter erwärmenden Maßnahmen, von denen eine die Erweiterung der Gefäße ist. Sie ist als Einzelwert unspezifisch, denn die gleiche Reaktion tritt auch unter galvanischer Durchströmung ohne Wärmeeffekt ein. Auch die Massagen lösen mit den von der Haut perzipierten Druckreizen reflektorisch eine gleichartige Gefäßerweiterung aus. Ferner zeigt sich hier das unspezifische Geschehen in weiteren Folgen: der Schmerzlinderung und der Detonisierung verspannter Muskeln. Beides ist wiederum auch der Wärme und den galvanischen Strömen eigen.

Das Beispiel belegt, daß diese oder jene spezielle Verordnung physikalischer Art eine oder mehrere gleichartige, angestrebte Umstellungen im Organismus bewirken kann. Die Ergebnisse sind also nicht an eine ganz bestimmte Behandlungsmaßnahme gebunden [567]. Mehrere zeitigen, gegeneinander austauschbar, gleiche Folgen, die wir unspezifisch nennen.

Das unspezifische Geschehen ist recht umfangreich. Seine Vielfalt macht nicht nur das reichhaltige Angebot an therapeutischen Hilfen physikalischer Art aus, es bringt auch eine besondere noch näher zu deutende Festigung gegenüber Fährnissen des Lebens. Die komplexen Ergebnisse physikalisch-therapeutischer Energieströme lenken den Blick auf das Gesamtergebn ihrer Anregungen, z. B. Bewegungsanforderungen, dosierte Kälteexpositionen, eines veränderten Klimas, der Bäderserien, Kneippkuren.

Eine Vorstellung von der Bedeutung einer solchen Breitenwirkung vermitteln die sehr sorgfältig analysierten Konzepte der „Vegetativen Gesamtumschaltung“ und des „Allgemeinen Adaptationssyndroms“, die gleichfalls Reizantworten sind, deren Aufklärung zu Grundpfeilern medizinisch-naturwissenschaftlicher Erkenntnisse wurden [256, 598].

Danach setzen sehr verschiedene Reize physikalischer oder chemischer Art einheitliche, komplexe Reaktionsweisen in Gang; sie laufen gesetzmäßig ab. Im Bereich der meßbaren vegetativen Reaktionen sind es zwar kurzfristig aufkommende, nur kurze Zeit anhaltende „Umschaltungen“ (Primärreaktionen), sie zeigen aber an, wie umfassend der Organismus unspezifisch zu reagieren vermag.

Die sorgfältig kurgemäß aufgebauten und dosierten Serienbehandlungen bringen dazu anhaltende unspezifische Werte ein, die sich in einer besseren, ausgewogenen, entstörten physiologischen Reaktionsbereitschaft oder -fähigkeit insgesamt zeigen, z. B. als erhöhte Resistenz gegen Infekte der Erkältungsgruppe, als Besserung der nervlichen und körperlichen Belastbarkeit und dergleichen. Die Erklärung des allgemeinen Adaptationssyndroms macht manches davon verständlich.

Während aber spezifische Ergebnisse der Krankenbehandlung, z. B. die nach aktiver Immunisierung sich aufbauende Infektabwehr auf dem Boden zellulärer und humoraler Qualitäten oder die verbesserte Qualität meßbarer Funktionsgrößen, leicht belegt und erklärt werden können, gelingt dies für all die Beobachtungen, die man als unspezifische Resistenzsteigerung deutet, bisher nicht in befriedigendem Maße. Lediglich die klinische Erfahrung weist darauf hin, daß, z. B. nach einer Bade-, Klima- oder Kneippkur, hingefällige Menschen gegen Infekte oder äußere Störungen anderer Art weniger empfindlich sind. Eine Feststellung, die zunächst nur als unspezifische Verbesserung der allgemeinen Widerstandskraft interpretierbar ist, obgleich dabei wahrscheinlich auch ganz spezifische Vorgänge eine Rolle spielen. So wurde z. B. nach Schwefelbadekuren ein erhöhter Properdinspiegel gefunden [635]. Auch noch andere Gründe sprechen dafür, daß die spezifische Abwehr (Immunität) durch an sich unspezifische Reize beeinflußt wird. So hemmt Kälte, wenn sie bis zur Auskühlung einwirkt, die meßbare spezifische Abwehr, Wärme fördert sie, sofern eine Hyperthermie eine gewisse Zeit anhält [367].

Wie immer man aber die Wirkungen der physikalischen Behandlungen auslegen mag, die Tatsache, daß solche Behandlungen nicht nur einzelne Funktionen, sondern ganze Systeme anstoßen (den vegetativ-nervösen Tonus, das zentrale Nervensystem über die Hirnrinde und den Hirnstamm) sowie reflektorische Abläufe (bedingte Reflexe, S. 49) über das periphere Nervensystem in Gang setzen und en-

dokrine Kräfte über die Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse mobilisieren und unzweifelhaft auch psychische Haltungen meist in positivem Sinne beeinflussen, spricht für eine Breitenwirkung, die den Ausdruck „unspezifische Therapie“ rechtfertigt.

Die über lange Zeit oder dauernd anhaltenden Änderungen, die sowohl in der Reizbarkeit der Systeme, als auch in den Besserungen ihrer funktionellen Kapazitäten (S. 63) nach physikalisch-therapeutischen Serienreizen auftreten, sind schon früh als „Umstimmung“ bezeichnet worden [179]. Der Begriff entspricht nicht mehr oder nicht mehr ganz unseren heutigen Ansprüchen; er hat etwas zu Allgemeines, obwohl er all das enthält, was in der Tabelle 1 im Therapieschema als spezielle, selbstordnende und Kräfte entwickelnde Leistung des Organismus definiert wurde. Dennoch hat der Begriff immer noch etwas Nebelhaftes an sich. In der experimentellen Literatur ist der Terminus kaum noch zu finden, weil, wie im methodischen Teil II noch weiter zu belegen sein wird, das ganze Geschehen mehr und mehr in meßbare Einzelfaktoren aufgelöst werden konnte, die sehr viel präzisere Aussagen über das physiologische Geschehen unter physikalisch-therapeutischen Reizen gestatten.

Für den praktisch tätigen Arzt ist der Begriff „Umstimmung“ als Sammelbezeichnung aber immer brauchbar, wenn er damit seine Bestrebungen umschreibt, den Organismus mit physikalisch-therapeutischen Verordnungen in seiner Reaktionsweise auf eine geeignetere, bessere, der rauhen Umwelt adäquatere Weise „umzustimmen“. Jeder Kurarzt kennt aus eigener, fast alltäglicher balneo- oder klimatherapeutischer Erfahrung die Kurreaktionen (S. 483) als Ausdruck einer allerdings unerwünschten Umstimmung, die hier die soeben gestellte Forderung nach meßbaren Belegen stets erfüllt und damit auch offenbart, daß der Begriff Umstimmung - wenn auch zunächst noch als Hilfskonstruktion - eine wirkliche Situation umschreibt.

Als weitere Eigenheit der Physikalischen Therapie wurde die Notwendigkeit genannt, die Reaktionen, die durch aktive Leistungen des Organismus bzw. einzelner seiner Glieder gekennzeichnet sind, in Serien zu wiederholen, d. h. übend zu behandeln, um Trainingseffekte zu erzielen. Es leuchtet jedem Patienten ein, daß eine Kräftigung (vgl. Tab. 1), z. B. bestimmter Muskeln, aber auch des Herzens und Kreislaufs, der Durchblutung der Beine (Intervalltraining, Wechselfußbäder), eine leichtere Atmung und vieles andere nur unter übender Gestaltung der Verordnungen Wirklichkeit werden kann.

Das gilt natürlich auch für die „Normalisierung“, deren Ziel es ist, den Organismus dahin zu bringen, daß er selbstordnend regulierbare Größen, z. B. den Blutdruck, die Herzfrequenz, die periphere Durchblutung, die Thermoregulation aus der „Unordnung“ krankhafter Störungen herauslöst und wieder auf die jeweiligen Erfordernisse des Lebens einzustellen lernt (S. 45). Das Entlastende, Entstörende des Schonprinzips (S. 11) geht hier mit ein. Auch eine Ökonomisierung aller regulierbaren Funktionsabläufe als Behandlungsziel ist wiederum nur durch trainierenden Gebrauch aller Funktionssysteme erreichbar.

Unter dem Übungsprinzip der rhythmisch wiederholt gegebenen Reize führen alle drei der charakterisierten Wege der physikalischen Therapie, die Reaktion, die Regulation und die Adaptation, gemeinsam und nacheinander zum Ziel der Kultivierung unzureichender, der ordnenden Wiederherstellung gestörter, reaktionsträger oder überschießender Funktionen und ihrer Sicherung in Gestalt gestärkter und wiedererweckter körpereigener Leistungen. Nur unter der Übung kommen die sekundären Effekte zustande, die nachhaltiger sind als die primären Reaktionen und die ein Bestandteil dessen sind, was als Anpassung, als Umstimmung, als Steigerung der körpereigenen Resistenz seit eh und je postuliert wurde und heute in vielem wissenschaftlich erwiesen ist.

II Methoden der Physikalischen Therapie

1. Massagebehandlungen

1.1 Einleitung

Mechanische Kräfte wurden schon seit dem Altertum in Form von Massagen zur Krankenbehandlung wie zur Gesundheitspflege genutzt. Die Massagebehandlungen finden ihre biologische Begründung in der Tatsache, daß die Muskulatur in ihren Funktionen, ihrem Stoffwechsel und ihrer Durchblutung auf Druck- und Dehnungsreize anspricht. Auch die Haut und das subkutane Bindegewebe sind im Kontakt mit der Umwelt stets Druck- und Zugwirkungen ausgesetzt, auf die das Gewebe sich mit Anpassungsvorgängen im Rahmen physiologischer Reaktionen fortwährend einstellt. Damit wird verständlich, daß man mechanische Kräfte als therapeutisch effektive Reize nutzen kann.

Der Masseur muß dabei die Techniken seines Faches beherrschen und über Kenntnisse in der Krankheitslehre verfügen. Wie der Arzt braucht er Berufserfahrung und dazu manuelles Einfühlungsvermögen. Das alles macht ihn zu einem unentbehrlichen Helfer bei der Krankenbehandlung.

Gute Massagen erfordern eine sachkundige Auswahl der geeigneten Technik und deren Anpassung nicht nur an die Beschaffenheit des zu massierenden Gewebes, sondern auch an den Gesamtzustand des Kranken. Da bei Massagen die Hand des Masseurs in die Muskeln greift, lassen sich die damit übertragenen Kräfte nicht nach Maß und Zahl bestimmen. Maßstäbe für die aufzuwendende Kraft sind der Widerstand, den die massierende Hand wahrnimmt, die Kriterien des Lokalbefundes, der Tonus sowie die Schmerzempfindung des Patienten. Die dem Kranken zuträgliche Dosierung der mechanischen Einwirkung und die Dauer der einzelnen Behandlung muß der Masseur deshalb in eigenverantwortlicher Tätigkeit mit den Anweisungen des Arztes in Einklang bringen (vgl. Dosierung, S.914).

Physikalisch gesehen ist die Massage eine Druck- und Zugeinwirkung auf nicht komprimierbares Gewebe. Der auf das Gewebe ausgeübte Druck setzt sich, sofern das Objekt nicht ausweichen kann (Massagebank), bis auf die feste Unterlage, z. B. den Knochen, fort. Dadurch geht die aufgewendete Energie verlustlos auf das behandelte Gewebe über.

Die Massagen werden durch systematische, rhythmische Wiederholung bestimmter Griffe zu einer Behandlung, die mit dem Wechsel und der Kombination verschiedener, unterschiedlich wirkender Techniken sehr wandlungsfähig ist.

Die Massagegriffe unterscheiden sich durch die Richtung der Energieeinwirkung, die Stärke, mit der die Hand das Gewebe dehnt oder drückt sowie durch die Geschwindigkeit und den Rhythmus, mit denen die auf das Gewebe einwirkenden Kräfte an- und abschwelen oder einander abwechseln.

1.2 Wirkungen der Massagen – allgemeine Übersicht

Obwohl die Massagen mit zu den ältesten Behandlungsmethoden zählen und bis heute eine der meist verordneten physikalisch-therapeutischen Anwendungen sind, ist es nicht möglich, aus dem Effekt einer einzelnen Massage, gemessen an Kreislauf und Stoffwechsel, die therapeutische Wirkung einer Serie von Massagen abzuleiten [299].

Fehlende Erklärungsgründe sollten aber nicht dazu führen, Massagen dort, wo sie aus Erfahrung lindernde und heilsame Ergebnisse versprechen, im Therapie-konzept unberücksichtigt zu lassen. Unentbehrlich sind sie bei der Behandlung zahlreicher Symptome der Muskeln bzw. bei der Wiederherstellung des Tonus der Muskeln nach großen körperlichen Anstrengungen.

Die Wirkungen der Massagen sind dabei ohne Zweifel komplexer Natur. Die örtlich ansetzenden mechanischen Druck- und Zugkräfte lösen zunächst direkte lokale Reaktionen im Gewebe aus. Darüber hinaus kommt es aber auch zu neuro-reflektorischen Fernwirkungen und Reaktionen in verschiedenen Funktionssystemen (Kreislauf, Stoffaustausch) sowie zu Erregungsänderungen in nervalen Strukturen. Tabelle 5 zeigt die vielfältige Wirksamkeit der Massagen in einer Übersicht.

Tabelle 5 Übersicht über die Massagewirkungen

Technik	Lokale Wirkungen	Fernwirkungen
Klassische Massage	Lockerung } Erhöhung } des Muskeltonus Lösung von Muskelfehlspannungen und Myogelosen Steigerung der Durchblutung im massierten Gewebe über humorale Effekte (histamin- und azetylcholinartige Stoffe werden frei) Kreislaufanregung ohne vermehrte Herzarbeit Förderung des venösen Rückflusses	Allgemeine, unspezifische Wirkungen: Anregung, Entspannung
Klassische und Bindegewebsmassage	Lockerung unelastischen Unterhaut-Bindegewebes Verbesserung des Gewebsturgors	
Reflexzonen- und Bindegewebsmassagen		Reflektorische Wirkung auf innere Organe Steigerung der Durchblutung in entfernt gelegenen Gefäßgebieten Spasmenlösung in inneren Organen und peripheren Gefäßgebieten