

U

HANDBUCH DER PSYCHOLOGIE

—

in 12 Bänden

Herausgegeben von

Prof. Dr. K. GOTTSCHALDT
Göttingen

Prof. Dr. Ph. LERSCH
München

Prof. Dr. F. SANDER
Bonn

Prof. Dr. H. THOMAE
Bonn

Redaktion

Prof. Dr. H. THOMAE
Bonn

1. Band

ALLGEMEINE PSYCHOLOGIE

I. DER AUFBAU DES ERKENNENS

1. Halbband: Wahrnehmung und Bewußtsein

VERLAG FÜR PSYCHOLOGIE · DR. C. J. HOGREFE · GÖTTINGEN

ALLGEMEINE PSYCHOLOGIE

I. DER AUFBAU DES ERKENNENS

1. Halbband: Wahrnehmung und Bewußtsein

Unter Mitarbeit von

Dipl.-Psych. N. Bischof, Prof. Dr. R. Chocholle, Dr. G. Crabbé, Priv. Doz. Dr. J. Drösler, Dipl.-Psych. H. Erke, Prof. Dr. K. Eyferth, Prof. Dr. P. Fraise, Prof. Dr. C. F. Graumann, Prof. Dr. L. M. Hurvich, Prof. Dr. D. Jameson, Prof. Dr. G. Johansson, Prof. Dr. G. Kanizsa, Prof. Dr. W. D. Keidel, Prof. Dr. R. Kenshalo, Prof. Dr. I. Kohler, Prof. Dr. Dr. h. c. W. Metzger, Prof. Dr. A. Michotte, Prof. Dr. J. P. Nafe, Prof. Dr. R. Rausch, Dr. G. Reinert, Prof. Dr. G. L. Tinés, Prof. Dr. H. Werner, Prof. Dr. W. Witte

herausgegeben von

Prof. Dr. Dr. h. c. W. METZGER

Münster/W.

unter Mitwirkung von

Dipl.-Psych. H. ERKE

Münster/W.

P
E 34
60011,1,1

VERLAG FÜR PSYCHOLOGIE · DR. C. J. HOGREFE · GÖTTINGEN

(1966)

Universität München
ev.-luth. Theologie
Seminar für praktische Theologie

W 12280

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright by Verlag für Psychologie, Dr. C. J. Hogrefe, Göttingen, 1966.
Printed in Germany.

Herstellung: Dieterichsche Universitäts-Buchdruckerei W. Fr. Kaestner, Göttingen

INHALTSVERZEICHNIS

I. Teil: Einleitung: Wahrnehmung und Bewußtsein

1. Kapitel: Prof. Dr. Dr. h. c. W. Metzger, Münster i. W.	
Der Ort der Wahrnehmungslehre im Aufbau der Psychologie . . .	3
I. Die Stellung der Bewußtseinslehre im Ganzen der Psychologie . . .	3
II. Die Stellung der Wahrnehmungslehre innerhalb der Lehre vom Bewußtsein	5
III. Wahrnehmungslehre und Erkenntnistheorie	11
IV. Bemerkungen zur Psychophysik	15
2. Kapitel: Dipl.-Psych. N. Bischof, Seewiesen, Obb.	
Erkenntnistheoretische Grundlagenprobleme der Wahrnehmungspsychologie	21
I. Die Standortfrage	21
1. Erste Bedeutung von „Außen“ und „Innen“: Der Andere und ich selbst	21
2. Zweite Bedeutung von „Außen“: Das Physische	23
3. Dritte Bedeutung von „Außen“ und „Innen“: Die Außenwelt und der Organismus	24
4. Vierte Bedeutung von „Außen“ und „Innen“: Das Anschaulich-Körperliche und das Anschaulich-Seelische	25
5. Zweite Bedeutung von „Innen“: Das Phänomenale	26
II. Die kritisch-realistische Konstruktion	27
1. Naiv-phänomenale, kritisch-phänomenale und transphänomenale Welt	27
2. Psychologie auf kritisch-realistischer Basis	30
a) Psychologie und Physik	30
b) Beschreibende (phänomenologische) Psychologie	31
c) Erklärende (funktionale) Psychologie	36
d) Fünfte Bedeutung von „Außen“ und „Innen“: Der „Bewußtseinsinhalt“ und das „Naiv-Gegebene“	38
3. Psychophysik auf kritisch-realistischer Basis	40
a) „Innere“ Psychophysik	40
b) „Äußere“ Psychophysik	40
4. Wahrnehmungslehre auf kritisch-realistischer Basis	42
a) Zur Möglichkeit einer „reinen“ Wahrnehmungspsychologie	42
b) Zum Begriff der Intentionalität	45
c) Sechste Bedeutung von „Innen“: Autonomes (produktionsorientiertes, „formalistisches“) Verständnis der Wahrnehmung	49
d) Sechste Bedeutung von „Außen“: Teleonomes (kognitionsorientiertes, „funktionalistisches“) Verständnis der Wahrnehmung	51

III. Die positivistischen Restriktionen	55
1. Die Hauptrichtungen des modernen Positivismus	55
2. Spielarten des Physikalismus	58
a) Physikalismus und Behaviorismus	58
b) Radikaler Physikalismus	58
c) Revidierter Physikalismus	60
3. Spielarten des Phänomenalismus	62
a) Phänomenalismus und Sensualismus	62
b) Neutraler Monismus	64
c) Revidierter Phänomenalismus	65
IV. Die semi-naiven Kontaminationen	65
1. Allgemeines zum semi-naiven Realismus	65
2. Der semi-naive Physikalismus	66
a) Ältere Sinnespsychologie	66
b) Spekulative Kybernetik	67
3. Der semi-naive Phänomenologismus	70
a) Allgemeine Charakterisierung	70
b) Gestaltkreislehre	71

3. Kapitel: Prof. Dr. C.-F. Graumann, Heidelberg

Bewußtsein und Bewußtheit

Probleme und Befunde der psychologischen Bewußtseinsforschung

I. Der Stand der Bewußtseins-Problematik	79
II. Die Mehrdeutigkeit des Bewußtseins-Begriffes	82
1. Geistesgeschichtliche Grundbedeutungen des Bewußtseins	82
2. Die qualitativen Bedeutungen des Bewußtseins	84
a) Bewußt = belebt, organisch	86
b) Bewußt = beseelt, seelisch	86
c) Bewußt = wach	86
d) Bewußt = überhaupt empfindend, reizbar	87
e) Bewußt = unterscheidend, unterschieden	89
f) Bewußt = mitteilbar	92
g) Bewußt = aufmerksam, bemerkend; bemerkt	97
h) Bewußt = vorsätzlich, absichtlich, regulativ	100
i) Bewußt = wissend, inneseiend; gewußt	105
III. Bewußtheit/Unbewußtheit als Problem der experimentellen Psychologie	109
1. Bewußtheit als abhängige Variable im Lernexperiment	111
2. Bewußtheit als abhängige Variable im Wahrnehmungs-Experiment	112
IV. Deskriptive Elemente einer Bewußtseins-Theorie	115

II. Teil: Die Qualitätssysteme

4. Kapitel: Prof. Dr. L. M. Hurvich und Prof. Dr. Dorothea Jameson,
Philadelphia, Pa.
Aus dem Englischen übertragen von Heiner Erke

Theorie der Farbwahrnehmung 131

 I. Farb-Erscheinungen 131

 II. Die Theorie der Gegenfarben 133

 III. Gegenüberstellung der theoretischen Voraussagen und der psychophysischen Befunde 140

5. Kapitel: Prof. Dr. G. Kanizsa, Triest; Mailand
Bearbeitet und teils aus dem Italienischen übertragen
von Heiner Erke

Die Erscheinungsweisen der Farben 161

 I. Oberflächenfarben, Flächenfarben und Raumfarben 162

 II. Durchsichtigkeit 163

 III. Glanzeindrücke 168

 IV. Leuchten und Beleuchtung 169

 V. Gegenstandsfarben und Beleuchtung 170

 VI. Zwischenstadien und Übergänge von einer Erscheinungsweise zur anderen 175

 VII. Die Funktion der Mikrostruktur, des Randgefälles und der Randform 177

 VIII. Die Abhängigkeit des Kontrastes und der Angleichung von Gestaltverhältnissen 181

6. Kapitel: Prof. Dr. R. Chocholle, Paris
Aus dem Französischen übertragen und bearbeitet
von Heiner Erke

Das Qualitätssystem des Gehörs 192

 I. Frequenzabhängige Aspekte des Gehörs 194

 1. Der Bereich der hörbaren Frequenzen 194

 2. Von der absoluten Frequenz abhängige Merkmale der Gehörserscheinungen 197

 3. Die Frequenzunterschiedsschwelle 199

 4. Tonhöhenskalen 199

 5. Die Beziehungen zwischen Tonhöhe und Intensität 202

 6. Die Beziehungen zwischen Tonhöhe und Dauer 203

 7. Schwebungen und Kombinationstöne 204

 8. Die Tonhöhe rhythmisch veränderlicher (modulierter) Töne 206

 9. Im Ohr erzeugte Verzerrungstöne 206

 10. Das Wiedererkennen von Gehörsqualitäten; das sogenannte absolute Gehör 207

 11. Die Klangfarbe 208

 12. Tondichte, Tonvolumen und Brillanz 209

 II. Intensitätsabhängige Aspekte der Gehörswahrnehmung 209

 1. Die Hörschwellen 209

 2. Die Fühlgrenze und die Schmerzgrenze 211

3. Die Kurven gleicher Lautstärke	211
4. Die Intensitätsunterschiedsschwellen	212
5. Die Lautstärkeskalen	213
6. Verdeckungseffekte	216
III. Zeitliche Aspekte der Gehörswahrnehmung	216
1. Das Ansteigen und Abklingen der Gehörswahrnehmung	217
2. Die Adaptation	217
3. Die akustische Ermüdung	217
7. Kapitel: Prof. Dr. J. P. Nafe und Prof. Dr. D. R. Kenshalo, Tallahassee, Fla.	
Aus dem Englischen übertragen von Heiner Erke	
Somästhesie	221
I. Der Aufbau der Haut	221
1. Das Gefäßsystem der Haut	223
2. Die nervöse Versorgung der Haut	223
3. Punktuelle Verteilung der Empfindlichkeit	224
II. Berührungs- und Druckempfindungen	224
1. Die Rezeptoren	224
2. Die Reizung	225
3. Adaptation	226
4. Schwellen	227
5. Wechselwirkungen zwischen den Nerven	227
III. Temperatursinn	228
1. Reizung	229
2. Der physiologische Nullpunkt und die Adaptation	229
3. Temperaturänderungen	231
4. Hauttemperatur	232
5. Summation	233
6. Schwellen	234
7. Theorie der Reizung	235
a) Temperaturänderung	235
b) Räumliche Gefälle	235
c) Rezeptoren	236
d) Die Hypothese der spezifischen Fasern	236
e) Die Hypothese der spezifischen Gewebe	237
IV. Schmerz	238
1. Methoden der Reizung	238
2. Oberflächenschmerz	239
3. Die Erzeugung von Tiefenschmerz	239
4. Die Reizung	240
5. Schwellen	241
6. Adaptation	241
7. Räumliche Summation	242
8. Doppelter Schmerz	242
V. Sensorische Bahnen	243
1. Das lemniszeale System (Schleifenbahnsystem aus dem Lemniscus medialis)	243
2. Das extralemniszeale System	244

8. Kapitel: Prof. Dr. K. Eyferth, Saarbrücken

Die Chemischen Sinne des Menschen	250
I. Einleitung und Überblick	250
II. Der Geschmack	253
1. Histologie und Physiologie des Geschmackssinnes	253
2. Die Leistungen des Geschmackssinnes	255
3. Die Theorie des Geschmackssinnes	257
III. Der Geruch	259
1. Anatomie und Physiologie des Geruchssinnes	259
2. Die geruchsspezifischen Reize	262
3. Die Leistungen des Geruchssinnes	263
a) Die Geruchsintensität	263
b) Die Unterscheidung von Geruchsqualitäten	266
4. Die Theorie des Geruchssinnes	270

9. Kapitel: Prof. Dr. H. Werner †, Worcester, Mass.

Bearbeitet und teils aus dem Englischen übertragen
von Heiner Erke

Intermodale Qualitäten (Synästhesien)	278
I. Begriff und Einteilung der Synästhesien	278
II. Geschichtliches und Methodisches zum Synästhesieproblem	279
III. Allgemeine Ergebnisse	281
IV. Spezielle Psychologie der Synästhesie: Kurze Übersicht über ihre Ergebnisse	285
V. Zur Theorie der Synästhesien	290
1. Die Assoziationstheorie der Synästhesie	290
2. Die Gefühlstheorie der Synästhesien	290
3. Neurophysiologische Theorien	291
4. Die genetisch-organismische Theorie der Synästhesie	291

III. Teil: Raum und Zeit

10. Kapitel: Dipl.-Psych. N. Bischof, Seewiesen, Obb.

Psychophysik der Raumwahrnehmung	307
I. Die distale Korrelation zwischen Wahrnehmungsraum und physi- kalischem Raum und das Problem der räumlichen Bezugssysteme	307
1. Motorische und perzeptive Raumorientierung	307
2. „Relative“ und „absolute Lokalisation“: Allgemeines zur Pro- blematik der Terminologie	309
3. „Relative“ und „absolute Lokalisation“: Definitionsgesichts- punkte bei verschiedenen Autoren	311
a) „Relative Lokalisation“. Der simultan-konstellative und der retinale Aspekt	311
b) „Absolute Lokalisation“	311
Der egozentrische Aspekt (312) — Der exozentrische Aspekt (313) — Der labyrinthäre Aspekt (314) — Der topomne- stisch-universale Aspekt (314)	
c) Die Stufenordnung der Lokalisationsaspekte	315

4. Funktionale und evidente phänomenal-räumliche Bezugssysteme	316
5. Physikalische und phänomenale Raumstruktur	317
a) Die Struktur des physikalischen Raumes	320
b) Die evidente Struktur des Wahrnehmungsraumes	322
c) Die funktionale Struktur des Wahrnehmungsraumes	326
II. Die zentrale Korrelation zwischen Wahrnehmungsraum und Psychophysischem Niveau und das Problem der Raumwerte	330
1. Zur Legitimation der Fragestellung	330
2. Drei Psychophysiologische Rahmensätze	331
a) Der phänomenologische Grundsatz	331
b) Der Grundsatz der gebundenen Erregungsordnung (Diskontinuitätsprinzip)	331
c) Der Grundsatz der Isomorphie	332
3. Die scheinbare Unvereinbarkeit der drei Rahmensätze: Drei psychophysiologische Lehrmeinungen	332
a) Die Psychophysiologie der atomistischen Theorien	333
b) Die Psychophysiologie der emergentistischen Theorien	333
c) Die Psychophysiologie der Gestalttheorie	335
4. Die Hintergründe der scheinbaren Unvereinbarkeit der Rahmensätze: Drei Zusatzannahmen und ihre Kritik	335
a) Die erste Zusatzannahme: Übertragung und Verarbeitung Gebundene Erregungsordnung und Konstanzannahme (335) — Das Prinzip der rezeptiven Felder (337)	335
b) Die zweite Zusatzannahme: Räumlicher Inhalt und räumliche Nachricht	341
Leib-Seele-Korrespondenz als „Wahrnehmungsakt“ (342) — „Empiristische“ Lokalzeichentheorien (342) — „Nativistische“ Lokalzeichentheorien (345) — Die Parallelfundierung des Anschauungsraumes in der Gestalttheorie (346)	
c) Die dritte Zusatzannahme: Unzerlegbarkeit und Unausgedehtheit	349
Topologischer und „materialistischer“ Elementenbegriff (349) — Das Prinzip der subspezifischen Elementarphänomene (352) — Stoff, Form, Lokalisation und leerer Raum (354)	
III. Die proximale Korrelation zwischen Wahrnehmungsraum und Reiztopographie und das Problem der Raumkonstanz	357
1. Das Problem der gegenstandsgerechten Reizverarbeitung	357
a) Exkurs über kybernetische Terminologie	357
b) Übertragungsschwierigkeiten	360
c) Konstanzleistungen	362
2. Das Rekonstruktionsprinzip	363
a) Die Nutzung der Objektredundanz	363
b) Rekonstruktionsprinzip und Konstanzannahme	364
c) Beispiele für Rekonstruktionsleistungen	366

3.	Das Kompensationsprinzip	371
	a) Schärfere Fassung des Problems der Wahrnehmungskonstanz	371
	b) Allgemeine Formulierung des Kompensationsprinzips	373
	c) Möglichkeiten der Ermittlung und Einspeisung von Kompensationsignalen	375
	Afferent gesteuerte Fremdkompensation (375) — Efferent gesteuerte Fremdkompensation (377) — Afferent gesteuerte Selbstkompensation (378) — Efferent geregelte Selbstkompensation (380)	
	d) Zum Problem der „Kompensation von Kompensationsbewegungen“	382
	e) Zur Psychophysiologie des Kompensationsprinzips	383
4.	Das Korrekturprinzip	384
	a) Die Methode der mehrfachen Sicherung	384
	b) Die Verarbeitung inkongruenter Signale	385
	Kompromißlösung (386) — Alternativlösung (388) — Simultanlösung (389)	
	c) Zur Teleonomie des Korrekturprinzips. Begriff und Bedeutung des „Signalgewichts“	391
	Fehlerwarnung (391) — Fehlerkorrektur (392)	
	d) Korrektur und Kompensation	395
11. Kapitel: Dipl.-Psych. N. Bischof, Seewiesen, Obb.		
	Stellungs-, Spannungs- und Lagewahrnehmung	409
	I. Einführung	409
	1. Zur Definition des Begriffes „Sinnesorgan“	409
	2. Einteilung der Körpersinne	411
	3. Funktionale Beziehungen zwischen den Körpersinnen	412
	a) Der reflexphysiologische Ansatz	413
	b) Der tonustheoretische Ansatz	415
	c) Der verhaltensphysiologische Ansatz	417
	d) Spezielle Interaktionsprobleme	419
	Lagerezeptoren und Auge (419) — Lage- und Stellungsrezeptoren (419) — Haltungs- und Druckrezeptoren (421) — Spannungs-, Stellungs- und Lagerezeptoren (421)	
	II. Das Erleben des eigenen Körpers	422
	1. Körperschema und Körper-Idh	422
	2. Erscheinungsweise und Grenzen des Körper-Idh	422
	a) Normale Phänomene	422
	b) Abnorme Phänomene	423
	3. Physiologische Voraussetzungen für die anschauliche Präsenz der Körpergestalt	424
	a) Phantomglieder	425
	b) Die anschauliche Präsenz des Körper-Idh	425
	c) Die anschauliche Gestalt des Körper-Idh	426
	III. Periphere und zentrale Grundlagen der Stellungswahrnehmung	428
	1. Stellungsrezeptoren	429
	2. Körperschematisch verankerte Stellungs-Information	430
	3. Stellungsabsicht und Stellungswahrnehmung	430
	a) Allgemeines zum Problem der Willkürmotorik	431
	b) Die Beweglichkeit der Phantomglieder	432

IV. Die Spannungswahrnehmung und der dynamische Aspekt der Körperhaltung	433
1. Grundbegriffe der Muskelphysiologie	433
a) Spannung	433
b) Tetanus	434
c) Tonus	434
2. Das System der Muskel- und Sehnen­spindeln	435
a) Anatomische Grundlagen	435
b) Das Muskelspindel­system als Regelkreis	436
c) Die Rezeptoren des Kraftsinnes	438
3. Stabilisierung und Optimierung sensumotorischer Regelsysteme	439
a) Proportional- und Differentialregelung	440
b) Integralregelung und positive Rückführung	441
c) Störgrößen-Aufschaltung und Programmsteuerung	442
V. Die vestibulären Grundlagen der Lagewahrnehmung	445
A. Anatomie des Labyrinths	445
1. Hauptbestandteile	445
2. Sinnesendstellen und Innervation. Anmerkungen zur Genese	447
3. Einzelheiten zur Anatomie	448
a) Bogengänge	448
b) Statolithenorgane	448
c) Räumliche Lage von Statolithen- und Bogengangsapparat	440
B. Die adäquate Reizung des Vestibularapparates und ihre Auswirkungen auf die motorische und perzeptive Orientierung	450
1. Allgemeines zum Begriff des adäquaten Reizes	450
a) Organ- und rezeptoradäquater Reiz	450
b) Psychologisch, biologisch und physiologisch adäquater Reiz	450
2. Gleichgewichtsfunktion und akustische Funktion. Das Sacculusproblem	451
3. Physiologisch adäquate Reizung der vestibulären Organe	453
a) Bogengangsapparat	453
b) Statolithenapparat	454
4. Rezeptoradäquate Reizung der vestibulären Organe	456
a) Bogengangsapparat	456
b) Statolithenapparat	456
5. Übertragereigenschaften der vestibulären Organe	458
a) Zeitverhalten des reizleitenden Apparates der Bogengänge	459
b) Kennlinieneigenschaften der Cristae	462
c) Richtcharakteristik der Statolithenorgane	463
Reizleitender Apparat (463) — Rezeptoren (465)	
6. Biologisch adäquate Reizung der vestibulären Organe	466
a) Motorische Wirkungen der Bogengangsreizung. Nystagmus	467
b) Motorische Wirkungen der Statolithenreizung	470
Gleichgewichtserhaltende Reaktionen (470) — Kompensatorische Lagereaktionen (471)	

7. Psychologisch adäquate Reizung der vestibulären Organe . . .	472
a) Phänomenale Wirkungen der Bogengangsreizung	472
b) Phänomenale Wirkungen der Statolithenreizung	475
Wahrnehmung der Vertikalrichtung bei ruhendem Körper. Das Aubertphänomen und verwandte Erscheinungen (475) — Wahrnehmung der Vertikalrichtung bei Einwirkung von Trägheitskräften (480) — Das Problem der vestibulären Wahrnehmung geradliniger Bewegungen (483)	
12. Kapitel: Prof. Dr. W. Witte, Münster i. W.	
Haptik	498
I. Einführung in die Problematik an Hand von Fragen betr. haptische Distanzen, Geraden und Dicken	498
II. Verzerrungen	503
III. Zusammenhänge und Beziehungen zwischen visuellen und haptischen Wahrnehmungen	504
1. Einfluß des Sehens aufs Tasten	504
2. Haptisch-optische Gegenläufigkeiten	506
3. Haptisch-optische Gemeinsamkeiten	506
4. Haptisch-optische Beziehungen	510
a) Kontrast	510
b) Konstanz	510
IV. Einfluß der Tastart auf den haptischen Eindruck	511
V. Haptische Gestalten	511
VI. Komplexqualitäten	513
13. Kapitel: Prof. Dr. W.-D. Keidel, Erlangen	
Das räumliche Hören	518
1. Intensitätsdifferenztheorie	526
2. Laufzeittheorie nach Hornbostel und Wertheimer	528
3. „Trading“-Funktionen	530
4. Elektrophysiologie	533
5. Akustische Entfernungswahrnehmung	547
14. Kapitel: Prof. Dr. Dr. h. c. W. Metzger, Münster i. W.	
Das einäugige Tiefensehen	556
I. Wissenschaftsgeschichtliche Vorbemerkungen	556
II. Neufassung der Frage nach der Tiefe des Sehraumes	557
III. Bedeutung des einäugigen Tiefensehens	561
IV. Die einzelnen Faktoren des einäugigen Tiefensehens	564
Fernefaktoren (F)	
1. Die Überkreuzung	566
2. Die Verdeckung	568
3. Der Größenunterschied	569
4. Die Größen-Änderung der Abbildung	571
5. Die Höhenlage	572
6. Der Abhebungsgrad	573
7. Das Helligkeitsrelief	573
8. Die stereoskopischen Eigentümlichkeiten von Farben verschie- dener Wellenlänge	573

9. Die Kopfbewegungsparallaxe	574
Körperlichkeitsfaktoren (K)	
1. Die Verdoppelung (Vervielfachung) übereinstimmender Bilder	575
2. Verzerrung (ausschließlich Verkürzung)	575
3. Der Vollzug bestimmter Arten laufender Verformung eines und desselben Gegenstandes	577
4. Die Helligkeitsverteilung	582
5. Der Vollzug des Wechsels der Licht-Schatten-Verteilung . .	585
 15. Kapitel: Priv.-Doz. Dr. J. Drösler, Göttingen	
Das beidäugige Raumsehen	590
I. Beidäugiges Tiefensehen als Skalierungsaufgabe und als Problem des Zusammenspiels zweier Sinnes-„Kanäle“	590
II. Die Skalierung des beidäugigen Sehraumes	590
1. Fragestellung	591
2. Ortsbestimmung	592
a) Ortsbestimmung im physikalischen Raum	592
b) Ortsbestimmung im visuellen Raum	593
3. Die Abbildung des physikalischen auf dem visuellen Raum .	595
a) Die Abhängigkeit der gesehenen Tiefe von der räumlichen Distanz	598
Die Skalierungsmethode (598) — Die psychophysische Funktion (600)	
b) Entscheidungsexperimente	602
Die Alleinversuche (602) — Die frontalen Geodätischen (604) — Die „Amesschen Zimmer“ (604)	
III. Beidäugige Tiefensignale	606
1. Konvergenz	606
2. Akkomodation	608
3. Querdissparation	608
4. Längsdissparation	610
5. Wechselwirkungen	611
IV. Folgerungen	612
 16. Kapitel: Prof. Dr. I. Kohler, Innsbruck	
Die Zusammenarbeit der Sinne und das allgemeine Adaptations- problem	616
I. Einleitung: Argumente für die Zusammenarbeit der Sinne . . .	616
II. Sensumotorische Zusammenarbeit	620
1. Das Reafferenzprinzip	620
2. Erweiterungen und Grenzen des Reafferenzprinzips	624
3. Zielgelenktes Verhalten	630
III. Intersensorielle Zusammenarbeit	635
1. Assoziation und Klassifikation	636
2. Situationsbedingte Abhängigkeiten	642
IV. Schlußbemerkung über Adaptation	646
1. Adaptation und Unterschiedsempfindlichkeit	646
2. „Situationsbedingte“ Adaptation	649
3. Adaptation und Motorik	652

17. Kapitel: Prof. Dr. P. Fraisse, Paris

Aus dem Französischen übertragen und bearbeitet
von Heiner Erke

Zeitwahrnehmung und Zeitschätzung	656
I. Die Wahrnehmung der zeitlichen Folge	657
1. Die physikalischen Faktoren	657
2. Die physiologischen Faktoren	657
a) Die Entfernung der Sinnesorgane vom Cortex	657
b) Natur und Struktur der Sinnesorgane	658
c) Die Scheinbewegung	658
3. Die psychologischen Faktoren	659
a) Die Einstellung der Versuchsperson	659
b) Die natürliche Ordnung	659
c) Die konstruierte Ordnung	660
II. Wahrnehmung und Schätzung von Zeitstrecken	661
1. Die Anpassung des Tieres an die Zeit	661
a) Die verzögerte Konditionierung	661
b) Die Unterscheidung von Zeitstrecken	663
2. Die Wahrnehmung und Schätzung von Zeitstrecken beim Menschen	664
a) Die Wahrnehmung von Zeitstrecken	665
Das kleinste wahrnehmbare Zeitintervall (666) — Die Qua- lität der wahrgenommenen Zeitstrecken und das Indiffe- renzintervall (666) — Wahrgenommene Dauer und physik- alisches Geschehen (668) — Unterschiedempfindlichkeit und Zeitskalen (669)	
b) Die Schätzung von Zeitstrecken	672
Die Art der Situation (673) — Der Einfluß der Motivation (677) — Der Einfluß des Alters (680)	
III. Die Orientierung in der Zeit	684

IV. Teil:

Realkategorien der Wahrnehmungsstruktur

18. Kapitel: Prof. Dr. Dr. h. c. W. Metzger, Münster i. W.

Figural-Wahrnehmung	693
I. Einleitung	693
II. Die Gestalt- bzw. Gliederungsgesetze	699
1. Faktor der Gleichartigkeit und der geringsten Inhomogenität	700
2. Faktor der Nähe und der größten Dichte	701
3. Faktor des „gemeinsamen Schicksals“	702
4. Faktor der (objektiven) Einstellung	703
5. Faktor des Aufgehens ohne Rest	704
6. Faktor der durchgehenden Kurve	706
7. Faktor der Geschlossenheit	708
8. Verallgemeinerung zum Gesetz der guten Gestalt	708

9. Erfahrung bzw. weitere Vorgeschichte des Wahrnehmungsvorgangs	711
10. Das Verhalten des Beobachters: Blickrichtung, Aufmerksamkeitsverteilung, Auffassungsabsicht	712
III. Figur und Grund	714
IV. Ergänzungs-Erscheinungen (Reizphysiologische Paradoxien)	715
V. Übertragung auf Zeitgestalten	719
1. Systematik der Zeitgestalten	719
2. Zusammenhangs- und Gliederungsverhältnisse bei Vorgängen	721
3. Zusammenhangs- und Gliederungsverhältnisse bei zeitlich ausgedehnten Gebilden (Laut- und Klanggestalten)	723
4. Zusammenhangsverhältnisse bei den medialen Sukzessionen (vermittelnden Folgen)	725
VI. Zusammenhangs- und Gliederungsverhältnisse bei Berührungsmustern und beim Tasten	729
VII. Peripheres Sehen	731
VIII. Die Gegebenheiten bei feinsten Reizverteilung	732
1. Textur und Vorgestalt	732
2. Kleinste Gestalten	735
3. Schlußbemerkung über den Begriff der „Vorgestalt“	736
IX. Zur Theorie der Zusammengefaßtheit	737
19. Kapitel: Prof. Dr. G. Johansson, Uppsala; Stanford, Calif. Aus dem Englischen übertragen von Heiner Erke	
Geschehenswahrnehmung	745
I. Ruhewahrnehmung und Geschehenswahrnehmung	745
II. Einteilung der Geschehenswahrnehmungen	746
III. Die Unzulänglichkeit statistischer Theorien	747
IV. Die Frage der angemessenen Reiz-Beschreibung	749
V. Ableitungen nach der Zeit in der Wahrnehmung	751
VI. Wahrnehmungskonstanten in zeitlich sich ändernden Reizkonfigurationen	755
1. Wahrgenommene Tiefe aus zeitlichen Änderungen der Reizkonfiguration	756
2. Die Relativität der Veränderung und die Konstanten der Wahrnehmung	758
3. Vektorenanalyse in der Wahrnehmung	759
4. Geschehenswahrnehmung bei Änderungen der Reizstärke	763
VII. Über das Sehen von Ortsveränderungen	766
VIII. Wechselnde Erregung und die Ruhewahrnehmung	769
IX. Das Problem der Schwelle in der Bewegungswahrnehmung	770
Die optischen Bewegungsschwellen	771
a) Die absolute Bewegungsschwelle	771
b) Die Verlagerungsschwelle	771
c) Die Beschleunigungsschwelle	772
d) Die Geschwindigkeitsunterschiedsschwelle	772

20. Kapitel: Prof. Dr. E. Rausch, Frankfurt a. M.

Probleme der Metrik (Geometrisch-optische Täuschungen)	776
I. Grundlagen	776
1. Das Gegenstandsgebiet	776
2. Das Abbildungsprinzip der Figurwahrnehmung und die For- derung nach ganzheitlicher Methodik	776
3. Die figuralen Hauptbestimmungen	777
4. Die Symbolisierung der Abbildungsverhältnisse	778
5. Bestimmungsmethoden für Äquivalente figuraler Teilgrößen	779
6. Der zur Demonstration dienende Spezialfall der Täuschungen	780
7. Das Phänogramm als Äquivalent eines ganzen Figurphäno- mens	781
8. Ein Beispiel	783
9. Geometrisch-optische Täuschung als Abweichung des Phäno- gramms vom Ontogramm	784
10. Erweiterung des g. o. T.-Begriffsumfangs	785
II. Geschichte	787
1. Die Anfänge	787
2. Die Forschung um die Jahrhundertwende	788
3. Allgemeine Merkmale der damaligen g. o. T.-Erforschung	789
4. Form und Funktion der Netzhaut	789
5. Sogenannte Raumwerte der Netzhaut. Anisotropie des Seh- raums	790
6. Form des Gesichtsfelds	792
7. Perspektive (empiristisch verwendet)	792
8. Augenbewegungen	795
9. Einfühlung	795
10. Vermengung	796
11. Aufmerksamkeit	797
12. Gestaltwahrnehmung	797
13. Funktionelle Zusammenhänge zwischen g. o. Tn und Schein- bewegungen	798
14. Funktionelle Zusammenhänge zwischen g. o. Tn und stereo- skopischen Effekten	799
III. Neuere Entwicklung	800
1. Entzerrung	801
2. Angleichung und Kontrast	808
3. Variabilität und Konstanz	813
4. Zusammenhänge zwischen Simultan- und Sukzessiveffekten	822
5. Täuschungen in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit ihrer Realisierung	829
6. Blick- und Aufmerksamkeitsverhalten	832
7. Täuschung und Lebensalter	840
8. Täuschung und Typus	844
9. Ergänzungen	848

21. Kapitel: Prof. Dr. E. Rausch, Frankfurt a. M.

Das Eigenschaftsproblem in der Gestalttheorie der Wahrnehmung	866
I. Unterscheidungen im Bereich der Eigenschaften ohne ausdrück- liche Verwendung des Gestaltsbegriffs	866
II. Gestalttheorie der Eigenschaften ohne ausdrückliche Verwendung des Prägnanzbegriffs	876

1.	Komplexqualität und Gestaltqualität	876
2.	Transponierbarkeit. Dominanz der Gestaltqualität	880
3.	„Gestaltkriterien“	884
4.	Summativität und Nichtsummativität	885
5.	Exkurs über einen Hilfsbegriff („Isolierung“)	888
6.	Ganzes und Teil	890
7.	„Wirkungsakzente“	893
8.	Eigenschaft und Bezugssystem	894
9.	Teil-Ganzes und Figur-Grund	897
10.	Einzelgegenständlichkeiten. Mitgebrachte Eigenschaften	899
11.	Variabilität und Konstanz. Ähnlichkeit	901
12.	Dreiteilung im Bereich der Gestalteigenschaften	901
III.	Der Prägnanzbegriff in der Gestalttheorie der Eigenschaften	904
1.	Prägnanz und Prägnanztendenz	904
2.	Prägnanzstufen	906
3.	Prägnanz als doppelte Auszeichnung	907
4.	Zwischenbetrachtung	908
5.	Die Prägnanzfunktion	909
6.	Die drei ersten Aspekte des allgemeinen Prägnanzbegriffs	911
7.	Vergleichende Diskussion	915
8.	Übertragung auf das Lageproblem	919
9.	Prägnanzstufe und Prägnanzaspekt	921
10.	Quantitative Merkmale	921
11.	Der vierte Prägnanzaspekt: Einfachheit der Strukturierung	924
12.	Komplexität	925
13.	Kompliziertheit und Komplexität	928
14.	Komplexität („Gefügefülle“) als fünfter Prägnanzaspekt	932
15.	Über die Möglichkeit eines sechsten und siebten Prägnanz- aspekts	937
16.	Ergänzungen zum Problem der Prägnanzaspekte	941
IV.	Schlußbemerkungen	946
22.	Kapitel: Prof. Dr. A. Michotte †, Louvain Unter Mitwirkung von Georges-Louis Thinès, übersetzt und bearbeitet von Günther Reinert	
	Die Kausalitätswahrnehmung	954
I.	Einleitung	954
II.	Allgemeine Beschreibung der Grundversuche: Entrainement-Versuch und Lancement-Versuch	956
III.	Erscheinungsbedingungen der Kausalantworten in den Grund- versuchen	958
1.	Zeitliche Bedingungen	958
2.	Größe und Form der Objekte	959
3.	Kinetische Bedingungen	960
a)	Die absolute Geschwindigkeit	960
b)	Die Geschwindigkeitsverhältnisse	960
c)	Die Länge der Bahnen	960
d)	Die Richtung der Bahnen	961
e)	Die Kontinuität und die Diskontinuität der Bahnen	962
4.	Einfluß der geistigen Entwicklung auf die Kausalantworten	963
IV.	Die kausalen Wahrnehmungsstrukturen	964
V.	Die Abhängigkeitsstrukturen	972
VI.	Zusammenfassung und allgemeine Schlußfolgerungen	973

23. Kapitel: Prof. Dr. A. Michotte †, Prof. Dr. G.-L. Thinès,
Dr. Geneviève Crabbé, Louvain,
übersetzt und bearbeitet von Günther Reinert

Die amodalen Ergänzungen von Wahrnehmungsstrukturen	978
I. Einleitung: Die modale Ergänzung	978
II. Die amodale Ergänzung als Schirm-Effekt	980
1. Der Schirm-Effekt bei statischen Konfigurationen	980
a) Einfacher statischer Schirm-Effekt	980
b) Schirm-Effekt bei festen Körpern	985
2. Der Schirm-Effekt bei kinetischen Konfigurationen	986
a) Einfacher kinetischer Schirm-Effekt	986
b) Tunnel-Effekt	988
c) Piston-Effekt	993
d) Scheinbarer Piston-Effekt	995
e) Entrainement-Effekt hinter einem Schirm	995
III. Die amodale Ergänzung ohne Schirm-Effekt	996
IV. Zusammenfassung und allgemeine Schlußfolgerungen	998

24. Kapitel: Prof. Dr. W. Witte, Münster i. W.

Das Problem der Bezugssysteme	1003
I. Konventionelle Bezugssysteme	1003
II. Natürliche Bezugssysteme	1003
III. Bezugssystemforschung	1005
IV. Absolute Eindrücke und Urteile	1006
V. Wegweisende Ideen der Bezugssystemforschung	1008
1. Wertheimers Anregungen	1008
2. Koffkas universaler Ansatz	1009
3. Metzgers Systematik der Fragen	1011
VI. Helsons Begriff des Adaptationsniveaus	1013
VII. Mnemisch stabilisierte Bezugssysteme	1021

V. Teil: Grenzprobleme

25. Kapitel: Prof. Dr. C.-F. Graumann, Heidelberg

Nicht-sinnliche Bedingungen des Wahrnehmens	1031
I. Der Problemkreis	1031
II. Die wahrnehmende Person	1034
1. Persönlichkeits-Konstanten der Wahrnehmung	1035
2. Kognitive Strukturen im Wahrnehmen	1039
a) Steuerungs-Prinzipien	1039
Nivellierung und Pointierung (1040) — Toleranz gegen- über unrealistischen Erfahrungen, Instabilität und Ambi- guität (1040) — Äquivalenzumfang (1042) — Fokussie- rung (1043) — Koartierte bzw. flexible Steuerung (1043) — Feldabhängigkeit bzw. -unabhängigkeit (1044)	
b) Kognitive Stile	1046

3. Die aktualgenetische Konzeption der wahrnehmenden Persönlichkeit	1047
III. Wahrnehmungs-Lernen	1050
1. „Erfahrung“ und „Lernen“	1050
a) Empirismus gegen Nativismus	1050
b) Grundkonzeptionen der Erfahrungs-Wirkung	1054
2. Formen des Wahrnehmungs-Lernens	1061
a) Wahrnehmungs-Lernen als Differenzierung	1061
b) Wahrnehmungs-Lernen als (assoziative) Anreicherung	1062
c) Weitere Konzeptionen des Wahrnehmungs-Lernens	1063
3. Die Wahrnehmung sprachlicher Reize und die Verbalisierung des Wahrgenommenen	1066
a) Nicht-sensorische Wortparameter	1067
b) Reaktions-Tendenzen	1068
4. Sensorische Deprivation	1070
IV. Das eingestellte und motivierte Wahrnehmen	1071
1. Einstellungs-Effekte in der Wahrnehmung	1074
a) Selektivität	1074
b) Auffassung	1076
c) Andere Einstellungs-Wirkungen	1077
2. Motivationale Bedingungen	1078
3. Die soziale Bedingtheit	1080
26. Kapitel: Dipl.-Psych. H. Erke, Münster i. W.	
Der Traum	1097
I. Traumdeutung und Traumforschung	1098
1. Die Traumdeutung	1098
2. Die Traumforschung	1100
II. Der experimentell kontrollierte Traum	1102
1. Das Schlaf-Elektronenzephalogramm	1102
2. Die Augenbewegungen im Schlaf	1103
3. Zeitpunkt und Art des Weckens und sein Einfluß auf den Traum	1107
4. Das Erinnern von Träumen im Verlauf des Schlafes in Zusammenhang mit den periodischen EEG-Veränderungen und den Augenbewegungen	1108
5. Träumer und Nicht-Träumer	1111
6. Traumdauer und Traumgeschwindigkeit	1113
7. Augenbewegungen und Trauminhalt	1114
8. Die aktive Teilnahme des Träumers am Traum	1116
9. Der Einfluß äußerer und innerer Reize und situativer Bedingungen	1117
10. Trauminhalt	1122
11. Der hypnotisch induzierte Traum	1124
12. Notwendigkeit oder Nichtnotwendigkeit des Träumens	1126
Namen-Register	1135
Sach-Register	1158

11. Kapitel

Stellungs-, Spannungs- und Lagewahrnehmung

Norbert Bischof

I. Einführung

1. Zur Definition des Begriffes „Sinnesorgan“

Die vorliegende Abhandlung hat es mit einer Gruppe von Wahrnehmungsleistungen zu tun, die in der klassischen Aufzählung der „fünf Sinne“ fehlen und sich auch nicht (wie allenfalls etwa der Temperatur- und Schmerzsinne) durch Aufspaltung einer der geläufigen Sinneskategorien nachträglich in diese einordnen lassen. Es handelt sich um die Leistungen jener Organe, die zum Aufbau der phänomenalen Welt vornehmlich Information über den *eigenen Körper* — seine Raumlage, die Stellung seiner Glieder und die Spannungsverteilung in seiner Muskulatur — beitragen.

Mindestens ein Grund für ihre Sonderstellung liegt darin, daß sie sämtlich in der einen oder anderen Hinsicht außerhalb des „Prägnanzbereichs“ dessen liegen, was man gemeinhin unter einem Sinnesorgan versteht; gerade sie geben deshalb in sinnesphysiologischen Lehrbuchdarstellungen häufig Anlaß zu Bemühungen um eine genauere Inhaltsbestimmung dieses üblicherweise nicht eben klar definierten Begriffes.

Generell gehören Sinnesorgane zur Klasse jener Übertragungsglieder im organismischen Wirkungsgefüge, welche nicht-nervöse (externe)¹⁾ in nervöse (interne) Signale umzuwandeln haben. — Um von einem „Organ“ sprechen zu können, muß es sich dabei um einen anatomisch-histologisch wohlstrukturierten Zellverband und nicht nur um reizempfindliche Einzelzellen handeln; letztere bezeichnet man meistens als „Rezeptoren“²⁾ (z. B. Auge = Lichtsinnesorgan; Stäbchenzelle = Photorezeptor).

Dasselbe Begriffspaar wird allerdings auch noch in einem anderen Sinn verwandt: Man nennt auch Organe „Rezeptoren“, wenn ihre Reizung ohne direkten Einfluß auf das phänomenale Geschehen bleibt (z. B. Muskelspindeln, s. u. S. 435 ff.), und fordert demgegenüber von einem „Sinnesorgan“, daß unter seinen unmittelbaren (d. h. auf interner Übertragung beruhenden) Wirkungen auch psychophysische sein müssen (Sherrington 1948); beide Organtypen werden dann zuweilen unter der Bezeichnung „Rezeptionsorgane“ zusammengefaßt (Gottschick 1955, S. 306).

1) Vgl. o. S. 374.

2) Vgl. die Unterscheidung von „organadäquatem“ und „rezeptoradäquatem“ Reiz u. S. 450.

Über die Art der erlebniskonstitutiven Wirksamkeit von Sinnesorganen werden nun häufig noch speziellere Annahmen gemacht, und erst hierdurch entstehen Schwierigkeiten für die Einordnung der nachfolgend zu behandelnden Organsysteme.

a) Vornehmlich auf Helmholtz geht die noch heute vielfach antreffbare Unterstellung zurück, ein Sinnesorgan müsse zur Hervorbringung einer bestimmten *Modalität* von „Empfindungen“ befähigt sein (Rein-Schneider 1956), worin zugleich der Gedanke an eine mögliche Einteilung der Sinnesorgane nach jeweils „spezifischen Sinnesenergien“ (J. Müller 1834/40) anklingt.

Obwohl die allgemeinspsychologischen Voraussetzungen dieser Forderung in der modernen Psychologie prinzipiell aufgegeben sind (Metzger 1954), sind ihre Nachwirkungen doch noch allerorts zu verspüren, in unserem Problembereich besonders an zwei häufig anzutreffenden Fehlinterpretationen der Labyrinthfunktion:

1. Den vestibulären Erregungen wird definitionsgemäß eine eigene Modalität von Empfindungen zugeordnet, und zwar entweder irgendwelche (qualitativ gedachten) „Lage-“ oder „Gleichgewichtsempfindungen“ (Mach 1875, v. Cyon 1900) oder der Schwindel (Hautant 1927).

2. Der Vestibularapparat wird ausdrücklich als „reines Reflexorgan“ bezeichnet (Rein-Schneider 1956), das nur bei unphysiologisch starker Reizung (Wodak 1953) oder nur mittelbar durch seinen Einfluß auf die Blickmotorik (Leiri 1927, Mowrer 1932) bzw. auf den Tonus der Körpermuskulatur (Wapner et al. 1951 b) die Wahrnehmung beeinflussen kann.

Im Gegensatz zu beiden Ansichten ist festzustellen, daß nach dem derzeitigen Stand der Forschung durchaus direkte vestibuläre Einflüsse auf die Wahrnehmung angenommen werden dürfen — nicht allerdings in Form einer *qualitativen* Anreicherung der phänomenalen Welt, sondern, wie nachfolgend noch auszuführen sein wird, in Form einer Kontrolle phänomenal-räumlicher *Bezugssysteme*.

b) Häufig, namentlich in der psychologischen³⁾ Literatur, wird die phänomenale Leistung von Sinnesorganen ferner einseitig in dem (freilich umfangreichsten und auch prototypischen) Teilbereich der *Außenweltwahrnehmung*⁴⁾ gesehen.

Ausdrücklich findet sich diese Restriktion bei Lersch (1956), der denn auch konsequentermaßen die Berechtigung, von einem kinästhetischen „Sinn“ zu sprechen, aus dessen Mitbeteiligung an Vollzügen des „Weltinnewerdens“ ableitet. Auch der Begriff „sensory“ bei Werner u. Wapner (1949) bezieht sich ausschließlich auf die Außenwahrnehmung, während die Lage-, Stellungs- und Spannungsmeldungen mit unter die vage Kategorie „tonic“ subsumiert zur denken sind.

3) Sinnesphysiologische Veröffentlichungen lassen eine ähnliche Einseitigkeit gelegentlich in der Formulierung erkennen, doch wird die Körperwahrnehmung hier in der Regel mindestens de facto einbezogen und in der klassischen Einteilung Sherringtons („Extero-“, „Proprio-“ und „Enterzeptoren“) auch systematisch berücksichtigt.

4) „Außen“ im dritten Sinn; vgl. o. S. 24.

Wieweit diese Einengung des Sprachgebrauchs damit zusammenhängt, daß im Zuge der schrittweisen Überwindung des naiven Realismus das Welt-innewerden eher und deutlicher zum Problem wird als das Erleben der eigenen, dem Subjekt scheinbar „direkt zugänglichen“ Leiblichkeit, mag dahingestellt bleiben; immerhin legt sie erkenntnistheoretische Fehldeutungen dieser Art nahe und sollte daher vermieden werden (vgl. auch o. S. 25 ff.).

2. Einteilung der Körpersinne

Bei den nachfolgend darzustellenden Rezeptionsorganen handelt es sich um 1. die *Stellungsrezeptoren* in und an den Gelenken und Wirbeln, 2. die *Spannungsrezeptoren* in den Sehnen, 3. den *Vestibularapparat* im Labyrinth des inneren Ohres, der sich seinerseits in die zwei Teilorgane *Statolithenapparat* und *Bogengangsapparat* aufgliedert. — Ein viertes Rezeptorsystem, die *Muskelspindeln*, hat zwar wahrscheinlich keine unmittelbare Wahrnehmungsaufgabe, ist aber funktional so weitgehend mit den drei genannten verknüpft, daß es bei deren Besprechung nicht ausgeklammert werden kann.

Wenn man im vorliegenden Zusammenhang von „Sinnen“ sprechen will, so bieten sich am ehesten die Bezeichnungen 1. *Stellungssinn*, 2. *Kraftsinn*, 3. *Lagesinn* an, sofern man, was sprachlich gerechtfertigt erscheint, unter „Stellung“ die räumliche Beziehung von Gliedern zueinander, unter „Lage“ hingegen die Orientierung des Körpers oder seiner Teile zu den Hauptrichtungen der Körperumgebung, speziell zur Vertikalen, versteht⁵⁾.

Ein Sammelbegriff für alle drei Sinnesgebiete (wie etwa „Körpersinne“) bzw. für die zugeordneten Rezeptionsorgane hat sich bisher nicht eingebürgert. Die von Sherrington (1906) geprägte Bezeichnung „Propriozeptoren“ würde zwar so, wie der Autor selbst sie handhabt, gerade den Anforderungen entsprechen, doch wendet man sie heute meist unter Ausklammerung des Vestibularapparates auf Stellungs- und Spannungsrezeptoren (incl. Muskelspindeln) allein an (vgl. Ruch 1950)⁶⁾.

Der im medizinischen Schrifttum verbreitete Ausdruck „Tiefensensibilität“ (Ruch 1950, Gottschick 1955) leitet sich primär von der anatomischen Lage der Rezeptoren her und umfaßt demgemäß zusätzlich zu Stellungs- und Spannungsrezeptoren die in den tieferen Geweben liegenden Druck- und Schmerzrezeptoren, nicht jedoch wiederum die vestibuläre Gruppe.

5) Dabei sollen jeweils auch zeitliche Veränderungen der bezeichneten Größen mit unter die genannten Oberbegriffe subsumierbar sein; allerdings ist zu vermerken, daß diese teilweise durch bewegungsspezifische Rezeptorsysteme (z. B. Bogengangsapparat, Vater-Pacinische Körperchen, Optomotorik) *gesondert* festgestellt werden (vgl. u. S. 440).

6) Wir vermerken in diesem Zusammenhang, daß die Unterscheidung „Proprio-“ und „Exterozeptoren“ das Mißverständnis nahelegt, es gäbe Rezeptionsorgane, die *ausschließlich* der Eigen- bzw. Außenwahrnehmung dienen. Dies trifft indessen nicht zu (vgl. auch v. Holst u. Mittelstaedt 1950): Alle „Propriozeptoren“ beteiligen sich auch an der Erschließung der Umwelt (vgl. z. B. für die Rolle des Kraftsinnes bei der Gewichtswahrnehmung v. Frey 1926), und alle „Exterozeptoren“ können Information auch über den eigenen Körper vermitteln (vgl. die optische Richtungs- und Bewegungsinduktion auf die wahrgenommene Körperlage, o. S. 378 ff.).

Entsprechendes gilt für den „somästhetischen Sinn“ angelsächsischer Autoren (z. B. Jenkins 1951) als Sammelbezeichnung für Tiefen- und Oberflächen-sensibilität (vgl. dazu Nafe u. Kenshalo in diesem Hdb.).

Kraft- und Stellungssinn werden ferner häufig als „kinästhetischer Sinn“ zusammengefaßt (Bastian, zit. n. Ruch 1950), ein wenig glücklich gewählter Ausdruck, der beide Bereiche eher kontaminiert denn verbindet und dessen Wurzeln in dem bis zur Gegenwart weitverbreiteten Mißverständnis liegen, die in „Muskeln und Sehnen“ befindlichen Rezeptoren seien auch primär oder ausschließlich mit der Aufgabe der Stellungsmeldung betraut (vgl. dazu u. S. 438⁷).

Eigentümlicherweise wurde bisher noch nie eine gemeinsame Bezeichnung für *Lage-* und *Stellungssinn* vorgeschlagen, obwohl doch beiden — im Unterschied zum Kraftsinn — die Besonderheit zukommt, auf das Wahrnehmungsgeschehen gleichsam nur formal, nämlich durch dessen räumliche Organisation, Einfluß zu nehmen. Es wäre nicht abwegig, sie als *Haltungssinne* zusammenzufassen, da wir unter einer „Haltung“ im allgemeinen eine ganzheitliche, sowohl Stellungs- als auch Lagemerkmale umgreifende räumliche Bestimmtheit des Körpers verstehen.

3. Funktionale Beziehungen zwischen den Körpersinnen

Wenn man in der Humanphysiologie von einem „Sinn“ spricht, so meint man im allgemeinen die durch ein peripher- und zentralnervöses Teilsystem gewährleistete Fähigkeit des Organismus, eine bestimmte Merkmalskategorie der physischen Welt zur phänomenalen Repräsentation zu bringen. Fast alle Teilsysteme dieser Art sind gegeneinander in mehrfacher Hinsicht *offen*: Wenngleich sich für jeden der üblicherweise unterschiedenen Sinne auch ein spezielles Rezeptionsorgan aufweisen läßt, das diesen in typischer und selten voll ersetzbarer Weise fundiert, gibt es doch kaum Rezeptionsorgane, deren Information ausschließlich in einem einzigen sensorischen System verwertet wird. Das gilt vornehmlich gerade für die Körperwahrnehmung, und da wir heterosensorische Verflechtungen dieser Art nachfolgend aus Raumgründen kaum berühren können, soll das Problemgebiet wenigstens einleitend in den Grundzügen umrissen werden.

In der Geschichte der Wahrnehmungsforschung wurden intersensorische Zusammenhänge natürlicherweise vornehmlich seitens anti-atomistischer Denkrichtungen in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt, und zwar besonders nachdrücklich seitens einer Gruppe von Theorien, die wegen ihres gemeinsamen Charakteristikums — einer sogleich näher zu erläutern- den speziellen Auffassung vom Wesen der *Sensumotorik* — ungeachtet mancher Unterschiede im einzelnen unter der einheitlichen Bezeichnung „Tonustheorien“ zusammengefaßt werden können (Goldstein 1934, 1939,

7) Es ist bezeichnend, daß das etwas schillernde Wort „kinesis“ dieser Konstruktion den Namen gab, da natürlicherweise gerade bei *Gliedbewegungen* Erlebnisse von Spannungen und (sich verändernden) Stellungen besonders eng miteinander verbunden sind.

Gelb 1922, 1926, Hoff u. Schilder 1927, Schilder 1951, Quadfasel 1937, 1938, Kleint 1936—1940, Werner u. Wapner 1949, 1952 a, 1956, Wapner u. Werner 1957 a)⁸⁾). Ausgangspunkt dieser Richtung war eine in Antithese zur klassischen Reflexlehre entwickelte Plastizitätsauffassung⁹⁾ des Nervensystems (Goldstein), letztes Entwicklungsstadium eine integrative Wahrnehmungstheorie („sensutonische Feldtheorie der Wahrnehmung“, Werner u. Wapner); vornehmlich die letztere ist für unser Thema von unmittelbarem Belang.

Wir versuchen nachfolgend, die Auffassungen der Tonustheorien aus einer Gegenüberstellung mit der Gedankenwelt der Reflexlehre deutlich zu machen. Zweckmäßigerweise umreißen wir daran anschließend sogleich die Konzeption einer weiteren Schulrichtung, die in Auseinandersetzung sowohl mit der Reflexphysiologie als auch mit den Plastizitätslehren entstanden ist und deren Gedankengängen wir in den späteren Darlegungen weitgehend folgen werden, nämlich der kybernetisch präzisierten *Verhaltensphysiologie* (vgl. Tab. 1).

a) *Der reflexphysiologische Ansatz*

Die Reflexlehre betrachtet den Organismus unter dem Außen₁-Aspekt¹⁰⁾ des manipulierenden Experimentators, nämlich als eine Gegebenheit, die *auf Reize reagiert* (vgl. auch o. S. 308 f. und S. 398 f.). Der *Wirkungssinn* dieses Geschehens (wie übrigens auch aller innerorganismischen Prozesse) ist nicht umkehrbar: Die Sinnesorgane stellen die Eingangspforte, die Muskulatur die Ausgangspforte des Organismus dar. Die Ordnung der Reiz-Reaktions-Beziehung ist *neuroanatomisch* bis ins einzelne festgelegt; ändert sie sich, so deshalb, weil die Leitungsstruktur sich geändert hat (Modelle der Einschleifung oder Unterbrechung von Verbindungen, der Umstellung von Weichen usw.). Die Betrachtungsweise der Reflexlehre ist *atomistisch*, d. h. die Leistungen des Nervensystems werden verstanden als Verknüpfung isolierbarer Elemente, die einander auf Grund *qualitativer* Verschiedenheit ursprünglich fremd sind; dies gilt sowohl für den Aufbau der Verhaltensweisen aus Reflexen¹¹⁾ und der Wahrnehmungsinhalte aus Empfindungen (und Lokalzeichen) als auch — erst recht — für die Beziehung zwischen Wahrnehmung und Motorik und innerhalb der ersteren für die Beziehung zwischen den einzelnen Sinnesgebieten. Das „Material“ der nervösen Prozesse, die *Erregung*, fungiert in der Metaphorik¹²⁾ der Reflexlehre als eine

8) Vgl. für verwandte Gedankengänge auch v. Uexküll (1920), Bethe (1930), Roelofs (1936), v. Weizsäcker (1940) und Buytendijk (1956).

9) Zur Plastizitätslehre im einzelnen vgl. Bethe (1930).

10) Vgl. o. S. 21 f.

11) Die für die atomistische Betrachtungsweise allgemein kennzeichnende Affinität zu qualitativen Unterscheidungen äußert sich in der Lehre von den Reflexen in deren Zuordnung zu thematisch heterogenen Einzelzielen („das“ Sich-Kratzen, „der“ Lidschlag usw.).

12) D. h. in den unreflektierten Modellvorstellungen, die der Theorie- und Begriffsbildung insofern zugrunde liegen, als von ihnen wesentlich mitabhängt, was als erklärungsbedürftig und welcher Typus von Erklärungen als „einleuchtend“ erscheint.

Tabelle 1

	Reflexlehre	Tonustheorien	Verhaltens- physiologie
Standort (s. o. S. 21 f.)	Außen ₁	→ Innen ₁	→ Innen ₁
Erkenntnis- theoretische Position (s. o. Kap. 2)	Physikalismus (radikal) (gemäßigt) (semi-naiv)	Phänomenolo- gismus (semi-naiv)	Realismus (kritisch)
Einstellung zum Teleono- mieproblem (s. o. S. 45 ff.)	„funktionalistisch“ und „formalistisch“	eher „formalistisch“	eher „funktionalistisch“
Betrachtung des Gesamt- organismus	atomistisch („Reflex“)	ganzheitlich („Feld“)	ganzheitlich („Wirkungs- gefüge“)
Prototypischer Interaktions- modus (s. o. S. 358)	weder Rück- wirkung noch Rückführung	Rückwirkung	Rückführung
Inter- agierende Faktoren	thematisch heterogen	thematisch homogen	thematisch heterogen
Organisation	substrat- gebundene Zwangsordnung (Zentrenlehre)	substrat- entbundene Selbstordnung (Plastizitäts- lehre)	substrat- gebundene Selbstordnung (revidierte Zentrenlehre)
Prozeß- kategorien	statisch	dynamisch	dynamisch
Metaphorik für das „Material“ der Prozesse	kraft- und masseloses „Fluidum“	„Energie“	Information
Erhaltungs- sätze	ja	ja	nein

durch *Erhaltungssätze* charakterisierte Wesenheit, eine Art „Substanz“, die „als“ Reiz in den Organismus eingedrungen sein muß, um ihn „als“ Re-

aktion wieder verlassen zu können¹³); der Organismus selbst spielt dabei lediglich die Rolle eines Gefäßes. Die Erregungs-„Substanz“ ist jedoch quasi kraft- und masselos gedacht: Sie paßt sich den Leitungsbedingungen und deren Modifikationen widerstandslos und ohne Verzögerung an, weshalb bei der Interpretation von Prozessen „dynamische“ Kategorien (Trägheit, Reibung, Elastizität u. ä.) keine wesentliche Bedeutung erlangen.

b) Der tonustheoretische Ansatz

Die Tonustheorien verlassen den einseitigen Außen₁-Standpunkt der Reflexlehre und betrachten Organismus und Umwelt als miteinander in *Auseinandersetzung* („coming to terms“, Goldstein 1939) begriffene, gleichgewichtige Partner in einem gemeinsamen Aktionsfeld. Der Organismus handelt und reagiert dabei stets *als Ganzer* in einer Weise, die nie allein von dem aktuell zu beantwortenden Einzelreiz, sondern zugleich von der Gesamtreizsituation und der innerorganismischen Gesamtverfassung („organismic state“, Werner u. Wapner 1956) abhängt. Im Bestreben, den Atomismus der Reflexlehre zu überwinden, gehen die Tonustheorien weit über die (primär am Atomismus der Empfindungslehre ansetzende) Gestalttheorie hinaus, der sie geradezu zum Vorwurf machen (Goldstein 1939, S. 369), die ganzheitliche („holistic“) Betrachtungsweise lediglich auf den Wahrnehmungssektor angewandt und den Atomismus der *Funktionen* somit nicht überwunden zu haben. Dasselbe Verhältnis wie zwischen Wahrnehmungsgestalten und ihren analytisch aufweisbaren Bestandteilen bestehe aber auch zwischen der organismischen Gesamtaktivität und den einzelnen Funktionen (Motorik, Emotionalität, Einzelsinne usw.): Diese sind ausgegliederte Teilbereiche eines Prozeßganzen („total dynamic process“); ihre beobachtbare *Interaktion* ist demgemäß keine — als solche letztlich unverständlich¹⁴) bleibende — Verkittung qualitativ heterogener Elemente, sondern Ausdruck ursprünglicher und in gemeinsamen „dynamischen“ Eigenschaften („common dynamic properties“ s. u.) aufweisbarer Wesensgleichheit (Werner u. Wapner 1949). Das System der Nervenbahnen und Ganglien ist zwar Träger dieser Prozesse, erzwingt aber nicht deren Ordnungsform; es hat die Struktur eines diffusen Netzes, innerhalb dessen sich das Erregungsgeschehen — nach Maßgabe situationsabhängiger *Gleichgewichtsbedingungen* — *selbst organisiert* (Goldstein 1934). Zum Verständnis dieser Selbstorganisation wird ihr „Material“

13) Diese von Metzger (1954, S. 247 f.) erwogene Deutung erscheint durchaus plausibel. Sie macht verständlich, warum die Reflexlehre der Annahme peripher- und zentralnervöser *Spontanaktivität* (v. Holst 1939) stärkste Bedenken entgegenbrachte (vgl. auch die Ewaldsche Erklärung für die Dauertätigkeit der Bogengänge, u. S. 462 Anm. 98), und ferner, warum als Effekt eines Reizes stets mit Selbstverständlichkeit eine *Bewegung* erwartet und bei deren Ausbleiben konsequent auf Fehlen oder wenigstens Hemmung der Reizwirksamkeit geschlossen wurde (vgl. z. B. die Unterschätzung der Rolle der Halsstellungsrezeptoren beim Menschen auf Grund fehlender „Halsreflexe“, v. Holst u. Mittelstaedt 1950, S. 474). Neuartig am „Reafferenzprinzip“ v. Holsts war daher nicht zuletzt gerade die Deutung vieler Fälle von Bewegungslosigkeit (in Wahrnehmung und Motorik) als Resultat der *gegenseitigen Aufhebung* (Kompensation, s. o. S. 398 f.) polarer Erregungsmeldungen.

14) „Interaction paradox“ (Werner u. Wapner 1949), s. u. S. 418.

konkreter gefaßt als in der Reflexlehre: Es verliert die passiven Eigenschaften eines quasi immateriellen Fluidums und wird zu einer aktiven Potenz — die Erregung ist wesentlich Spannkraft, *Energie* (Goldstein 1934, Werner u. Wapner 1949, S. 102). Die innerorganismischen Prozesse folgen demgemäß aus einer Auseinandersetzung von Kräften miteinander und mit (trägen, elastischen usw.) Widerständen, woraus sich der typisch „*dynamische*“ Geschehensablauf erklärt (Verzögerung, Latenz, gegensinnige Nachwirkungen, Ein- und Ausschwingphänomene, Oszillation usw.: Kleint 1940, S. 72 ff.). Quelle der organismischen „Energie“ sind nicht vorwiegend oder ausschließlich Reizvorgänge und damit indirekt die Außenwelt, sondern primär der Organismus selbst: Er befindet sich in einem dauernden, autochthon (durch Stoffwechsel, Atmung u. dgl.) gespeisten Erregungszustand, der sich innerlich in der *Intensität* der Wahrnehmung und der sonstigen Erlebnisvollzüge, äußerlich im *Tonus* der Muskulatur (s. u. S. 434 f.) manifestiert¹⁵). Die Orientierung an den *Erhaltungssätzen* wird in abgewandelter Form beibehalten: Die gesamtorganismische Energie ist innerhalb gewisser Grenzen konstant; erhöhte Aktivität in einem Teilbereich wird daher von einer Senkung des Energieniveaus in anderen begleitet¹⁶), Hemmung eines Vollzuges (z. B. äußere Verhinderung der Bewegung eines Gliedes) führt dazu, daß die Erregung sich einen anderen Ausweg (z. B. ein anderes Glied) sucht, gleichsam in das nächstgelegene „Tal“ abfließt („Tonustal“, v. Uexküll 1920, „transfer of tonic energy“, Schilder 1951, „vicarious channelization“, Werner u. Wapner 1956). „Stellvertretungen“ dieser Art finden nicht nur innerhalb der einzelnen Funktionsbereiche (z. B. Wahrnehmung oder Motorik), sondern auch *zwischen* diesen statt — so z. B. zwischen wahrgenommener und ausgeführter Bewegung¹⁷) (Werner 1945; vgl. auch v. Weizsäcker 1940). Die Gleichgewichtslage des organismischen Erregungszustandes ist keine reine Binnenangelegenheit sondern wird entscheidend durch die jeweilige Umweltsituation (Richtungs- und Bewegungsgefüge, Schwerpunktverteilung usw.) modifiziert. Diese Einflußnahme erfolgt nicht in Form einsinnig gerichteter Verläufe, sondern als *Wechselwirkung* in einem Umwelt und Körper umfassenden „Feld“: Die Umwelt beeinflußt nicht nur (als Reiz) die Sinnesorgane („sensory“ factors), sondern ebenso direkt (als physische Kraft —

15) Dabei besteht zumindest die Tendenz, den Tonusbegriff auf das organismische Erregungsgeschehen insgesamt auszudehnen (vgl. auch u. S. 435). Im übrigen bleibt sein unterlegter Bedeutungsgehalt unklar und uneinheitlich, doch bestehen erkennbare Beziehungen zu den Kategorien „Libido“ in der Psychoanalyse (vgl. Werner u. Wapner 1949, S. 103) und „Vitalität“ in der Ausdruckskunde (vgl. die Bezugnahme auf den Ewaldschen „Biotonus“ in der Erläuterung des Vitalitätsbegriffs bei Lersch 1956, S. 83).

16) Goldstein (1939) nennt als Beispiel die reduzierte Lebhaftigkeit der Wahrnehmung bei gleichzeitig intensivem Nachdenken.

17) Als Beleg für diese These wird etwa die von Rorschach (1941) behauptete negative Korrelation zwischen dem Grad der körperlichen Motilität und der Häufigkeiten von B-Deutungen angeführt, ferner die Scheinbewegung der Umwelt bei intendierter, aber mechanisch veränderter Augenbewegung (Krus et al. 1953, vgl. auch o. S. 378) und schließlich gewisse Veränderungen in Dauer und Verlauf des autokinetischen Phänomens bei Armbewegungen (Goldman 1953). Daß die offensichtliche Heterogenität dieser Phänomene nicht berücksichtigt wird, darf als typisch für die gesamte Denkweise gewertet werden.

(„tonic“ factors), und beide Einflußnahmen können im Prinzip identische Effekte in bezug auf das innerorganismische Energiegleichgewicht haben („functional equivalence“, Werner u. Wapner 1956); umgekehrt wirken Änderungen der Erregungsverteilung nicht nur auf dem muskulären Weg auf die Umwelt, sondern auch auf dem Wahrnehmungsweg — durch „projektive“ Modifikation der wahrgenommenen Objekte (Werner u. Wapner 1949), vor allem in der Weise, daß deren erlebte *Raumordnung*, d. h. ihre Verteilung, Ausrichtung und Bewegung in bezug auf die räumlichen Hauptachsen, sich in einer das jeweils bestehende organismische Erregungsgleichgewicht spiegelnden Weise organisiert¹⁸).

c) Der verhaltensphysiologische Ansatz

Gleich den Tonustheorien verläßt auch die Verhaltensphysiologie den Außen₁-Standort der Reflexlehre und begreift das Verhalten als aktive Auseinandersetzung des Lebewesens mit seinem Lebensraum (vgl. o. S. 21 f.). Den theoretischen Rahmen für diese Auseinandersetzung liefert nunmehr aber nicht mehr das Feldmodell, sondern das Konzept des *Wirkungsgefüges* (Mittelstaedt 1954 a). Die vage Voraussetzung einer ubiquitären Wechselwirkung wird hierbei aufgegeben; die Verhaltensphysiologie kehrt zur Reduktion des Systemgeschehens auf *einsinnig gerichtete* Wirkungen zurück. Damit verbindet sie jedoch zugleich eine Abwendung von atomistischer Betrachtungsweise: Während die klassische Reflexlehre mit der Beschränkung auf gerichtete Wirkungsverläufe zugleich ein Denken in Wirkungsketten verband (Prototyp: der „Kettenreflex“), richtet die Verhaltensphysiologie auf Grund ihrer kybernetischen Orientierung nunmehr ihr besonderes Augenmerk auf die tatsächlich bestehenden komplexen Quer- und Rückverbindungen im Nervensystem (Prototyp: der „Regelkreis“). Wirkungsgefüge dieser Art sind nur *ganzheitlich* zu verstehen: Im allgemeinen genügt ein geringfügiger Eingriff in die Systemstruktur, um das Geschehen im Gesamtsystem nachhaltig zu verändern (vgl. Kohler 1960). — Durch die Einführung des von aller Organetik¹⁹ abstrahierenden *Signalbegriffs* wird die verhaltensphysiologische Systembetrachtung ohne Verlust an Exaktheit grundsätzlich davon entbunden, zur Frage der *neuroanatomischen* Bedingungen zentralnervöser Organisation Stellung zu nehmen. Soweit sie dennoch darauf eingeht, tendiert sie zu einer Anschauung, die zwischen den Extremen äußerster anatomischer Fixierung und völlig freizügiger Selbstorganisation des Erregungsgeschehens die Mitte hält (v. Holst u. v. Saint-Paul 1960, vgl. o. S. 331 f.). Das „Material“ des Prozeßgeschehens wird nunmehr von allen halbanschaulichen Modellvorstellungen konsequent gereinigt und als „*Information*“ bestimmt. Im Unterschied zu den entsprechenden reflex- und tonustheoretischen Metaphern gelten für „*Information*“ *keine Erhaltungssätze*:

18) Der semi-naive Charakter dieser „Feld“-Vorstellung liegt auf der Hand und wird noch durch den von Werner u. Wapner (1955 a, S. 134) ausdrücklich erhobenen Anspruch unterstrichen, gerade durch dieses Konzept die nach Brunswik (vgl. o. S. 51) für die Gestalttheorie charakteristische „Einkapselung der Psychologie in den Organismus“ überwunden zu haben.

19) Zum Begriff der Organetik vgl. o. S. 357 Anm. 74.

Sie ist eine transportable, aber vernichtbare bzw. spontan erzeugbare Entität²⁰). Trotz dieser folgenreichen Abkehr bleibt eine gewisse Verwandtschaft mit den tonustheoretischen Vorstellungen insofern erhalten, als auch die verhaltensphysiologische Prozeßbetrachtung ihr Augenmerk besonders auf die oben S. 416 genannten *dynamischen* Erscheinungen richtet und der *Gleichgewichtskategorie* entscheidende Bedeutung beimißt (v. Holst u. Mittelstaedt 1950, vgl. auch o. S. 399). Und eine formale Annäherung an die reflexphysiologische Metaphorik kann man evtl. darin erblicken, daß nunmehr anstelle der tonustheoretischen Homogenitäts-Spekulationen wieder eine Art *qualitativ-differenzierender* Betrachtungsweise Platz greift.

Der eigentliche Ansatzpunkt der „sensutonischen“ Überlegungen war das sog. „*interaction paradox*“ gewesen (s. o. S. 415 Anm. 14), die Frage also, wie heteromodale Sinne bzw. Sensorik und Motorik trotz ihrer „qualitativen“ Verschiedenheit miteinander in Wechselwirkung treten könnten. Dieses „Paradox“ hatte die Tonustheorie dadurch aufzulösen versucht, daß sie die Qualitätsunterschiede der interagierenden „Faktoren“ quasi als Transformationseffekte einer einheitlichen „sensutonischen Energie“ deutete.

Nach verhaltensphysiologischer Ansicht bedeutet dies indessen die Scheinlösung eines Scheinproblems. Die Richtigstellung lautet nunmehr:

1. Dem Bestreben, die Möglichkeit von Interaktionen durch den Aufweis qualitativer Gleichheit der interagierenden Faktoren plausibel zu machen, kann völlig auf *organetischer* Ebene Genüge getan werden: Was hier interagiert, sind allemal Nervenregungen, gegen deren kausale Verknüpfung sich vernünftigerweise überhaupt nichts einwenden läßt.

2. Hingegen besteht zwischen den genannten Faktoren sehr wohl eine thematische Heterogenität, die sich aus dem *semantischen* Charakter der nervösen Prozesse ergibt: Die Meldungen der einzelnen Sinnesorgane, die Kommandos an die Muskulatur haben eine — durchaus qualitativ verschiedene — Bedeutung, und auf dieser Betrachtungsebene bedarf es in der Tat einer Rechtfertigung nicht zwar, wieso sie interagieren können, wohl aber, wieso sie es dürfen.

Als generelles Regulativ für die Behandlung des Interaktionsproblems fungiert somit in der Verhaltensphysiologie — abweichend vom tonustheoretischen „Formalismus“²¹) — der *teleonome* Aspekt. Wie sich dies konkret auf die Hypothesenbildung auswirkt, sei sogleich an einigen Beispielen erläutert.

20) Vgl. dazu das o. S. 375 zum Prinzip der „gegabelten Wirkung“ Gesagte.

21) Vgl. o. S. 50. — „Formalistisches“ Denken findet sich übrigens auch außerhalb der Tonustheorien in einer Reihe von Arbeiten zum vorliegenden Themengebiet. Als Beispiel nennen wir die Formulierung Wodaks (1953), das Körpergleichgewicht des Menschen werde durch die drei „Faktoren“ Labyrinth, Auge und Tiefensensibilität reguliert, von denen der letztgenannte der wichtigste sei, da sein Ausfall (Tabes dorsalis) zu stärkeren Gleichgewichtsstörungen führe als Blindheit bzw. Verlust der Vestibularfunktion. Ein solches Nebeneinanderstellen formell gleichwertiger „Faktoren“ kann nur Unklarheiten stiften, da es nicht auf die *Rolle* eingeht, die jedem derselben (und auch jedem der unter „Tiefensensibilität“ zusammengefaßten Sinne für sich) in höchst spezifischer Weise bei der Gesamtleistung zukommt.

d) Spezielle Interaktionsprobleme

α) Lagerezeptoren und Auge

Allen Meldungen der vestibulären Organe sind bestimmte optische Signale äquivalent²²⁾; sämtliche vestibulären Reaktionen und Wahrnehmungseffekte lassen sich demgemäß auch optisch auslösen. Im einzelnen entspricht der Reizung der Bogengänge die optokinetische, der Statolithenreizung die optostatische Induktion (s. o. S. 380 f.). Nicht äquivalent hingegen sind die beiden Komponenten bezüglich der Meldung geradliniger Körperbewegungen. Hier liefert das Auge eindeutige Information (Gibson 1954), nicht aber der Vestibularapparat; ob und wie die Meldungen des letzteren in diesem Zusammenhang ebenfalls verwertet werden, ist gegenwärtig noch undurchsichtig (vgl. dazu u. S. 483 ff.).

β) Lage- und Stellungsrezeptoren

Zur Regelung des Körpergleichgewichts benötigt das ZNS in erster Linie Information über die Lage des *Körperstammes* im Raum. Diese kann prinzipiell (s. u. S. 421) durch Propriozeptoren (Stellungs-, Spannungs- und Druckrezeptoren) im Rumpf bzw. in den Extremitäten vermittelt werden (Trendelenburg 1906, 1907). Zusätzlich besteht aber noch die weitere Möglichkeit, den Vestibularapparat für diese Leistungen heranzuziehen (v. Holst u. Mittelstaedt 1950, Mittelstaedt 1961 a). Da sich die vestibulären Signale jedoch auf die *Kopflage* beziehen, wäre zu fordern, daß sie für den genannten Zweck zunächst mit den Meldungen der Halsstellungsrezeptoren verrechnet werden, und zwar auf eine Weise, die formal unter das Kompensationsprinzip fällt (s. o. S. 371 ff. und 398 f.).

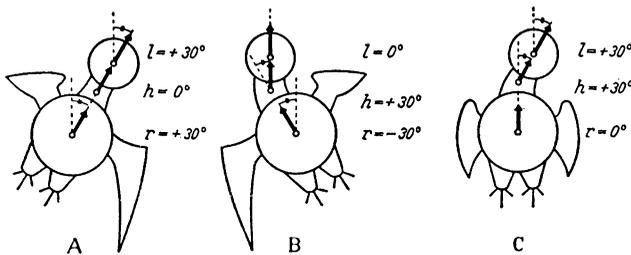


Abb. 1

Auslösung von Gleichgewichtsreaktionen bei der Taube (aus Mittelstaedt 1961 a). Der Versuchsleiter hält Rumpf und Beine des Vogels fest mit der einen Hand, den Kopf mit der anderen umfaßt. Die Taube ist durch eine Kopfkappe geblendet. l = Labyrinthlage (Winkel zwischen Kopfachse und Lot), h = Halsstellung (Winkel zwischen Kopf- und Rumpfachse), r = Rumpflage (Winkel zwischen Rumpfachse und Lot).

Kippt man etwa unter Ausschluß optischer Information den Körper einer Taube nach rechts (Abb. 1 A), so bewirkt nach dieser Annahme die Statolithenreizung typische Gleichgewichtsreaktionen der Flügel; zu einem genau spiegelbildlichen Effekt führt Ausschwenkung des Körperstammes im Gegen-

22) S. o. S. 359 und 384 ff.

zeigersinn bei aufrechtem Kopf (Abb. 1 B), wofür in diesem Fall die Halsrezeptoren verantwortlich sind. Wird jedoch der Kopf allein im Uhrzeigersinn abgelenkt (Abb. 1 C), so bleiben die Flügel reaktionslos, da in diesem Fall der Statolithenapparat in derselben Weise wie bei A, die Stellungsrezeptoren ebenso wie bei B gereizt werden und die beiden zueinander symmetrischen Reaktionstendenzen einander demgemäß gerade zu Null kompensieren (Abb. 2).

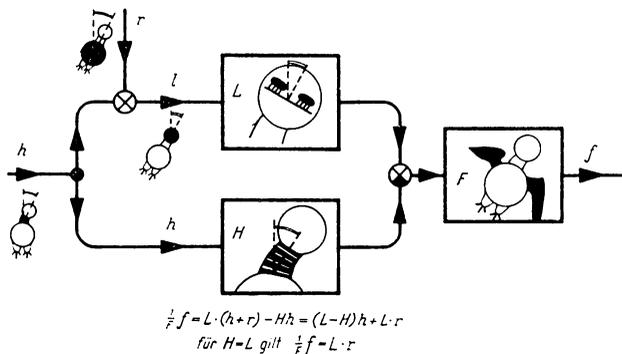


Abb. 2

Wirkungsplan zu Abb. 1 (aus Mittelstaedt 1961 a). Zeichenerklärung siehe Abb. 13 o. S. 377, l, h und r wie in Abb. 1. f = Grad der Flügelasymmetrie („Tonusasymmetrie“ im Sinne Goldsteins); rechter Flügel mehr gestreckt = positiv. L = labyrinthäres Teilsystem (Statolithen- und Bogengangssystem), H = Halsstellungsrezeptoren-Teilsystem, F = Teilsystem, das die Flügelbewegung der Taube steuert. — Wenn das dynamische Verhalten von H und L gleich ist, hängen die Gleichgewichtsreaktionen des Rumpfes (f) nur noch von der Rumpflage (r) ab.

Nach demselben Prinzip wirken beide Organsysteme, wie man erwarten darf, auch bei der *Wahrnehmung* der Körperlage (bzw. bei der *haptischen* Vertikalkonstanz, s. u. S. 476 f.) zusammen. Grundsätzlich anders ist es jedoch bei der *optischen* Vertikalkonstanz: Wegen der festliegenden Raumbeziehung zwischen Auge und Vestibularapparat können die Signale des letzteren unmittelbar zur Kompensation kopfschräglagebedingter Verdrehungen des retinalen Umweltbildes herangezogen werden; die Halsstellung ist dabei im Prinzip bedeutungslos. Da die Haltungen A und B in Abb. 1 für Landlebewesen allerdings anormal sind, treffen Abbiegungen in den Halswirbeln meist auch mit entsprechenden Kopfschräglagen zusammen, und die Halsstellungsmeldungen können demgemäß bedingt als *äquivalente* Unterstützung der vestibulären Kompensationsgröße (s. o. S. 377) Verwendung finden. An der externen Kompensation (Augenrollung, s. u. S. 471 f.) beteiligen sie sich tatsächlich in diesem Sinn (v. Holst u. Mittelstaedt 1950)²³, ob auch bei der internen (s. u. S. 475 ff.) ist zweifelhaft (Fischer 1927).

23) Führt man daher im Laborversuch die Situation B herbei, so kommt es zu einer leichten Rollung der Augen (und demgemäß zu einer etwa gleich großen Kippung der anschaulichen Vertikalrichtung) nach links (Fischer 1927).

γ) Haltungs- und Druckrezeptoren

Wird ein beidseitig labyrinthloses Kaninchen auf ein Brett gelegt, so richtet es den Kopf auf; die Reaktion verschwindet, wenn man es auf der Oberseite mit einem weiteren Brett berührt („Körperstellreflexe auf den Kopf“, Magnus 1924). In diesem Fall wirkt offenbar die Druckverteilung auf der Hautsinnesfläche als Lageindikator. Eine entsprechende²⁴⁾ Mitwirkung des Tastsinnes auch bei der menschlichen Lagewahrnehmung bzw. Vertikalkonstanz wurde häufig erwogen (neuerdings auch von Schöne 1962, S. 69); die experimentelle Klärung dieser Frage steht allerdings noch aus.

Bei der *Gleichgewichtsregelung* besteht noch eine weitere Interaktionsmöglichkeit. Der Organismus hat hier die Aufgabe, durch geeignete Bewegungsvollzüge den Körperschwerpunkt und die jeweilige Unterstützungsfläche so zueinander zu orientieren, daß die Projektion des ersteren entlang der Schwerkraftrichtung dauerhaft in den Bereich der letzteren fällt (Buytendijk 1956). Welcher Körperbereich momentan als Unterstützungsfläche fungiert, zeigt dabei der Drucksinn an; Tasteindrücke (bzw. ihr Fehlen) können also — selbst wenn der Organismus sich bei der Ermittlung der Körperlage vornehmlich auf die eigentlichen Haltungssinne verläßt — gegebenenfalls entscheidend bewirken, daß die Gleichgewichtsthematik als solche in die aktuelle Mitte des vitalen Interesses rückt²⁵⁾, und es ist denkbar, daß die *Wahrnehmung* der Körperlage davon nicht unbetroffen bleibt.

δ) Spannungs-, Stellungs- und Lagerezeptoren

Zur Sicherung von Körperhaltungen im Schwerfeld sind Muskelkräfte (Spannungen) erforderlich (s. u. S. 433 f.), deren Dosierung und Verteilung aus physikalischen Gründen in bestimmter Weise von der Stellung der Glieder zueinander und der Lage des Gesamtkörpers zur Schwerkraft abhängen müssen. Auf Grund dieses Zusammenhanges können Stellungs- und Kraftsinn *gemeinsam* Lageinformation vermitteln. Dabei sind allerdings systematische Fehler zu erwarten, wenn die Körpermasse durch zusätzliche Lasten (einseitig gehobene Gewichte) bzw. das äußere Kraftfeld durch ungewöhnliche Zusatzkräfte („Kopftonusversuch“) asymmetrisch verändert wird, und in der Tat sind unter solchen Bedingungen Mißweisungen der anschaulichen Vertikalen festzustellen (Kleint 1937). Auch der Befund, daß bei Leistungen der Vertikalkonstanz eine durch Muskelkraft aufrechterhaltene Kopf- oder Körperschräglage stärker kompensiert wird als eine durch Haltevorrichtungen gestützte (Werner et al. 1951), spricht für eine kinästhetische Komponente der Lagewahrnehmung²⁶⁾.

24) D. h. äquivalent mit den Haltungssinnen.

25) Vgl. u. S. 470 Anm. 115.

26) Dieser Effekt ist auch in Zusammenhang mit der soeben erwogenen Rolle des Drucksinnes zu sehen; beide Erklärungsmöglichkeiten schließen einander nicht aus.

II. Das Erleben des eigenen Körpers

1. Körperschema und Körper-Ich

Aus neurologischen und elektrophysiologischen Untersuchungen ist seit längerem bekannt, daß der Körper und seine Glieder im ZNS topographisch repräsentiert sind. Am gründlichsten untersucht wurde die *kortikale Repräsentation* im Bereich der hinteren und vorderen Zentralwindung, eine verzerrte und teilweise unstetige Abbildung der Körperoberfläche, die unter der Bezeichnung „(Sensorischer bzw. Motorischer) Homunculus“ bekanntgeworden ist (Penfield u. Boldrey 1937, Penfield u. Rasmussen 1950; vgl. auch Gottschick 1955).

Head hatte solche zentralnervöse Instanzen als „Körperschemata“ bezeichnet (Head u. Holmes 1911); in der Folge wurde dieser Begriff, meist im Singular, vorwiegend in einem weiteren, auch die *phänomenale Körperlichkeit* mitumfassenden Sinn verwandt (Schilder 1924), was insofern nahelag, als das Körpererlebnis ja zweifellos irgendwelche Prozesse in derartigen Repräsentationsfeldern zur unmittelbaren Grundlage hat. Einige Autoren verwenden zur Akzentuierung des phänomenalen Aspektes gesonderte Bezeichnungen („Körperbild“, Auersperg 1960; „Körper-Ich“, Metzger 1954); im Interesse terminologischer Klarheit soll auch in der nachfolgenden Darstellung durchgehend zwischen *Körper-Ich* (phänomenal) und *Körperschema* (neurophysiologisch) unterschieden werden.

In Lehrbuchdarstellungen der Wahrnehmungspsychologie wird dem Körper-Ich nicht eben häufig der ihm gebührende Raum gewidmet; monographische Abhandlungen liegen vornehmlich aus dem Bereich der Medizin oder medizinischen Psychologie vor (Pick 1915, Schilder 1924, 1950, Katz 1921, Mikorey 1952, Hécaen u. Ajuriaguerra 1952), angeregt einmal durch neurologische und psychiatrische Befunde (v. a. Apraxien und Agnosien), zum anderen durch das Studium der Amputationsphänomene.

2. Erscheinungsweise und Grenzen des Körper-Ich

a) Normale Phänomene

Das Körper-Ich läßt sich phänomenologisch definieren als eine leibhaftig wirkliche (d. h. aus Stoff geformte und mit mechanischen Eigenschaften wie Trägheit, Schwere, Elastizität u. dgl. ausgestattete²⁷) freibewegliche Raumgestalt, die durch das Wesensmerkmal des „Eigenen“, „unmittelbar zu mir selbst Gehörenden“, „von meinem Ich (meiner Seele) Durchdrungenen“ ausgezeichnet ist, innerhalb derer ferner meine Krafterlebnisse und an deren Grenzfläche meine Berührungserlebnisse sich lokalisieren und an deren Teilen und Gliedern mein Wille unmittelbar angreifen kann.

²⁷ Mechanische Qualitäten dieser Art sind deutlich erlebbar etwa bei der (tänzerischen oder sportlichen) Ausführung schwungvoller Bewegungen (vgl. Dal Bianco 1944, Auersperg 1944, 1950) oder wenn sich ihre Erscheinungsweise — wie z. B. bei Parkinsonismus (Jacob 1955) oder auch im Traum — abnorm verändert (Gefühl der Schwere, „wie Blei“ u. ä.).

Die Grenzen dieses Bereichs sind in der Regel weiter als die des physischen Körpers, zugleich auch variabler und teilweise weniger scharf. Wie von praktisch allen Autoren übereinstimmend bemerkt wird, umfassen sie nicht nur die leblosen Teile des Körpers (z. B. Haare und Fingernägel), sondern auch die Kleidung sowie unter Umständen (nämlich dann, wenn diese Objekte in einem festen Funktionsverband mit dem eigentlichen Körper stehen) Werkzeuge und Fahrzeuge²⁸).

b) *Abnorme Phänomene*

Unter pathologischen Bedingungen kann das Körper-Ich beträchtliche Veränderungen in bezug auf Merkmale der Abgrenzung, Gliederung und Zentrierung erfahren. Eine vollständige Darstellung dieser Phänomene, aus denen sich in einem künftigen Forschungsstadium zweifellos wichtige Hinweise auf die zentralen Systemgrundlagen des Körpererlebnisses und der Körpermotorik entnehmen lassen werden, würde im vorliegenden Zusammenhang zu weit führen (vgl. hierzu Hécaen u. Ajuriaguerra 1952); zur Veranschaulichung seien jedoch einige Beispiele angeführt.

Verzerrungen der Körpergestalt: In Gifträuschen (Meskalin: Šerko 1913, zit. nach Jaspers 1948; Lysergsäureäthylamid: Arnold u. Hoff 1953, vgl. auch Lienert 1955/56) und bei neurologischen Schäden (Scheitelhirnverletzungen: Lenz 1960) nehmen Körper und Glieder zuweilen bizarre Formen an, teilweise in Annäherung an die Proportionen des „Homunculus Penfield“²⁹) (Vergrößerungen des Mundes, der Füße und Hände, speziell des rechten Daumens). — Verlust der *räumlichen Kontinuität* des Körpers: Einzelne Glieder (Bein, Kopf) trennen sich vom Rumpf (Šerko, a. a. O.), der Gesamtkörper teilt sich längs der Medianen in zwei Hälften (bei Hirnstammprozessen: Störing 1948, Mikorey 1952), die sich evtl. übereinanderschieben (Hoff u. Schilder 1927). — *Einengung* der Körper-Ich-Grenzen: Einzelne Glieder werden als nicht zum Ich gehörige Fremdkörper erlebt (bei Hemiplegie: Mikorey 1952). — Umgekehrt auch *Ausdehnung* bzw. *Auflösung* des Körper-Ich-Bereichs: Der Körper wird als ohne Grenzen in die Umgebung übergehend empfunden (bei Schizophrenie: Werner 1953). — *Exzentrischwerden* des Ichkernes in bezug auf den Körper („Außersichsein“): Das Subjekt blickt von einem entfernten Punkt aus auf den eigenen Körper, ja auf die eigenen Augen zurück (bei Epilepsie: Zutt 1953). — Hiermit möglicherweise verwandt ist die häufig beschriebene *Verdoppelung* des Körper-Ich (Heautoskopie) bei Hemiplegie, Epilepsie, Schizophrenie, seltener bei endogener Depression, zuweilen auch bei Gesunden in besonderen Belastungssituationen (Mikorey 1952, Menninger-Lerchenthal

28) Diese Erweiterungen fügen sich in der Tat in den Rahmen der eingangs gegebenen Definition: Das Selbstgefühl des mit seinem Sportwagen „verwachsenen“ Autofahrers bezieht seine Nahrung unmittelbar auch aus der Kraft des Fahrzeuges, ebenso wie er bei einiger Sensibilität eine etwaige Überlastung des Motors gleichsam unmittelbar „kinästhetisch“ zu fühlen vermeint. Auch die Berührungserlebnisse sind keineswegs fest an den Ort der entsprechenden Tangorezeptoren gebunden, sondern lokalisieren sich bevorzugt wiederum an der *erweiterten* Körpergrenze (Schuhsohle, Spitze von Stock oder Sonde). — Freilich können sich bei geeigneten Bedingungen die eben noch in das Körper-Ich eingeschlossenen Teile auch wieder von diesem trennen — besonders eindrucksvoll, wenn Umstände eintreten, die zu einer gewaltsamen „Entfremdung“ führen (durchnäßte Kleidung, Jacob 1955).

29) Vgl. o. S. 422.

1953, Leischner 1961): Die Patienten nehmen im äußeren Raum nochmals leibhaftig sich selbst wahr; der „Doppelgänger“ kann ihnen dabei bis in die Kleidung, Haltung und Bewegung hinein genau gleichen (Jaspers 1948, S. 76), zuweilen jedoch auch komplementäre Züge aufweisen (als Gesprächspartner fungieren, stellvertretend bedrohliche Krankheitssymptome übernehmen oder tabuierte Triebhandlungen ausführen; vgl. auch das bekannte Doppelgängererlebnis Goethes: Menninger-Lerchenthal 1932).

Es ist zu vermerken, daß Reizverarmung oder Inkongruenzen im Bereich des optisch-vestibulären Systems auch bei neurologisch Gesunden abnorme Körper-Ich-Phänomene der genannten Art hervorrufen können. Kleint (1940) berichtet von Versuchspersonen, die in Experimenten über induzierte Richtung und Bewegung, Autokinese usw. neben Fremdheits- und Unwirklichkeitserlebnissen (vgl. o. S. 392) auch Veränderungen der anschaulichen Körpergröße, -gestalt und -schwere zu Protokoll gaben: Das Körper-Ich erschien verkleinert oder vergrößert, „gummiartig“ zusammengedrückt oder gedehnt, wie ein „Hohlraum“ oder wie ein „Punkt“, nahm eine gekrümmte Form an oder büßte überhaupt seine Dimensionen ein, die Glieder „zogen sich ein“, die Umgebung verlor die Abständigkeit vom Ich, „gehörte mehr zu mir“ usw. — Ein Patient Bonniers (zit. n. Hécaen u. Ajuria-guerra 1952 und Leischner 1961), der infolge einer krankhaften Veränderung der Eustachischen Röhre beim Schneuzen und Niesen Schwindelanfälle erlitt, spürte dabei jeweils, daß er sich längs der Medianen in zwei Hälften teilte, von denen die linke unverändert wie er selbst, die rechte hingegen als „eine neue Person“ erschien. — Menninger-Lerchenthal (1953) schließlich erwähnt Dissoziationsercheinungen des Körper-Ich beim schnellen Auf- und Abwärtsfahren im Lift und glaubt enge Beziehungen der Hcautoskopie zu „Störungen der Vestibularisfunktion“ feststellen zu können (vgl. auch Leischner 1961).

3. Physiologische Voraussetzungen für die anschauliche Präsenz der Körpergestalt

Unter den das anschauliche Körper-Ich bestimmenden Merkmalskategorien sind im Rahmen unseres Themas vor allem diejenigen wichtig, welche die Einordnung des Körpers als gegliedertes Ganzes in den *Raum* betreffen. Man wird hier zweckmäßigerweise unterscheiden zwischen den später zu behandelnden *Merkmalen der Lage und Stellung* einerseits und den durch die Bezeichnung Körper-„Schema“ wohl primär angesprochenen *morphologischen Bestimmungen der Körpergestalt* (Form, Maße und Anordnung der Körperteile) andererseits.

Ein wichtiger Unterschied beider Merkmalsgruppen besteht darin, daß uns über die erstgenannte vornehmlich *aktuelle* Sinnesmeldungen (die Haltungsaferenz) informieren, während dies für die letztere in weit geringerem Maße gilt: Wir haben die räumliche Gestaltung unseres Leibes auch dann „im Gefühl“, wenn wir sie nicht durch Betrachten oder Betasten kontrollieren. Daß die gesamte Körperoberfläche ein einziges ausgedehntes Sinnesorgan ist, welches praktisch ununterbrochen afferente Meldungen zum ZNS entsendet, bietet in diesem Zusammenhang nur eine beschränkte Erklärungsbasis, da sich die Physiognomie des Leibes natürlich nicht auf die Hautsinnesfläche „abbildet“ wie die eines gesehenen Körperteils auf die

Retina oder wie die Kopflage auf den Statolithenapparat. Die somästhetische Afferenz kann uns zwar darüber belehren, daß Körper und Glieder „noch vorhanden sind“, nicht aber, „wie sie aussehen“; vielmehr muß das ZNS umgekehrt bereits Information über die Körpergestalt besitzen, um diese Afferenz sinnvoll verwerten und in den Dienst der Weltorientierung stellen zu können.

a) *Phantomglieder*

Aufschlüsse über diesen Problemkomplex sind vornehmlich aus dem Studium einer Gruppe von Halluzinationserscheinungen zu erwarten, für die Weir Mitchell (1871) die Bezeichnung „Phantomglieder“ geprägt hat: Bei plötzlichem Verlust von Gliedmaßen, die über die Konturen des Körperstammes hinausragen (Extremitäten, auch Nase, weibliche Brust u. ä.), also fast stets (in 95 % der Fälle: Mikorey 1952) nach Amputationen, seltener auch bei Unterbrechung der nervösen Versorgung eines Körperabschnittes (Plexuserreißung: Mayer-Gross 1929, Mikorey 1952; Rückenmarksverletzung: Becker 1949; Thalamusläsion: Schilder 1950), bleibt das verlorene Glied — oft viele Jahre lang — phänomenal existent und wird in natürlicher Fortsetzung des Amputationsstumpfes außerhalb desselben im leeren Raum lokalisiert. Es handelt sich dabei nicht um eine „Vorstellung“ im phänomenologischen Sinn, sondern um eine *schlicht antreffbare* Gegebenheit, die sogar häufig, namentlich früh nach dem Erwachen (Katz 1921), nicht einmal im Modus des „anschaulichen Scheins“ (Metzger 1954), sondern mit kaum geminderter phänomenaler Realität auftritt: Die Patienten greifen mit dem Phantomarm nach Gegenständen, stürzen bei dem Versuch, auf das Phantombein zu treten, zucken mit dem Stumpf zurück, wenn ein Schlag gegen das Phantomglied geführt wird o. ä. und sind allgemein bereit, dem Phantomglied trotz intellektuellen Wissens um das Faktum der Amputation doch eine besondere, „seine“ Wirklichkeit zuzugestehen (Riese 1932).

b) *Die anschauliche Präsenz des Körper-Ich*

Vertaubt man durch Kokainisierung der Amputationsnarbe die dort durchtrennten afferenten Nerven, so erlischt das Phantom (Katz 1921). Dieser Effekt legt die bereits von Descartes (zit. n. Mikorey 1952) geäußerte Annahme nahe, daß Phantomerlebnisse unspezifische Reizvorgänge im Narbengebiet zur Voraussetzung haben³⁰), bzw. allgemeiner, daß die das Körper-Ich fundierenden zentralnervösen Prozesse nicht ohne *periphere Aktivität* in Gang bleiben: Es bedarf eines dauernden afferenten Zustromes zum ZNS, damit wir Körper und Glieder „spüren“, d. h. ihrer als existent innerwerden können.

30) In dieselbe Richtung weist der Tatbestand, daß Phantome so gut wie stets in einem von der Norm abweichenden Reizzustand (Ameisenlaufen, mildes Prickeln, innerer Druck, seltener — dann aber häufig sehr quälend — Schmerz) und intensiver als das intakte Glied erlebt werden (Katz 1921, Henderson u. Smyth 1948, Simmel 1958).

Die Hauptbedeutung dürfte dabei dem somästhetischen Sinnesbereich (Berührung, Temperatur, Schmerz)³¹⁾ und hier wiederum bevorzugt dem Kraftsinn zukommen (Abbatucci 1894, Katz 1921). Der Gesichtssinn ist offenbar von geringerer Relevanz; man müßte sonst erwarten, daß Phantome beim Blick auf den Stumpf verschwinden, was nach den genannten Autoren jedoch in der Regel nicht der Fall ist³²⁾. Unklar schließlich ist im vorliegenden Zusammenhang die Rolle des Stellungssinnes. Wenn Katz darauf hinweist, daß man im lauwarmen Wannenbad bei geschlossenen Augen und optimal entspannter Haltung im Zweifel darüber sein könne, ob man noch im Besitze der Hand sei, selbst wenn man die Aufmerksamkeit auf sie richtet, so spricht dies immerhin dafür, daß die Afferenz der (adaptationsfreien!) Stellungsrezeptoren nicht wesentlich zur phänomenalen Existenz der Gliedmaßen beiträgt; im Zusammenhang mit dem o. S. 412 über den „formalen“ Charakter der Stellungs-Information Gesagten dürfte diese Beobachtung, wenn sie sich experimentell erhärten läßt, von Interesse sein.

c) Die anschauliche Gestalt des Körper-Ich

Peripher angeregte somästhetische Erlebnisse allein könnten nicht zur Ausbildung von Phantomgliedern führen, wenn sie nicht durch zentralnervöse Systembedingungen die für das verlorene Glied spezifische *Gestaltung* und eine *Lokalisation* an dessen natürlichem Ort, d. h. außerhalb des Restkörpers, erfahren würden. Paßt sich das zentrale Organisationsschema dem faktischen Gliedverlust an wie zuweilen im Zuge gymnastischer und handwerklicher Übungen, so erlischt demgemäß das Phantom — trotz evtl. weiter bestehender Afferenz: Elektrische Reizung des Nervus tibialis bei Knieamputierten, die vor dem erwähnten Training wie auch bei Nichtamputierten zu Parästhesien in den Zehenspitzen (des Phantombeines) geführt hatte, erzeugt *nach* diesem nur mehr Sensationen im Stumpf selbst (Auersperg 1950).

Die Frage nach der Natur der für die räumliche Ordnung der Körpererlebnisse maßgeblichen zentralen Faktoren — die insgesamt eben als das „Körperschema“ bezeichnet werden können — stellt sich unter einem Doppelaspekt: Man kann einmal nach ihrer *Wirkungsweise* fragen, zum anderen nach der *Herkunft der in ihnen enthaltenen Information* über die Proportionen des physischen Leibes.

31) In der Tat bringen etwa taktile Sinnesmeldungen nicht nur die Existenz und Beschaffenheit der ertasteten Objekte, sondern zugleich auch die der tastenden Hautpartien zum Erleben — allerdings je nach Situation in sehr unterschiedlicher Gewichtsverteilung (vgl. den Abschnitt über „gegabelte Wirkung“ bei Metzger 1954). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß taktile Empfindungen mit erlebtem Objektbezug (eine Manschette schiebt sich über die Hand, ein gummiartiger Körper wird durch die Finger zusammengedrückt u. ä.) bei Phantomgliedern sehr selten sind — weitaus überwiegend wird lediglich das Glied selbst in irgendeinem Reizzustand erlebt (Katz 1921).

32) Hingegen wird ein Erlöschen von Phantomerlebnissen bezeichnenderweise unter dem Einfluß heftiger *Bewegungen* des Stumpfes berichtet (Katz 1921, Auersperg 1950).

1. Das erstgenannte Problemgebiet ist noch sehr undurchsichtig. Ähnlich wie im optischen Sektor wird man jedenfalls auch hier mit einer etappenweise erfolgenden kon- und divergenten Signalverarbeitung zu rechnen haben (vgl. o. S. 337 und speziell Mountcastle 1957), wobei die erste Stufe wahrscheinlich schon im Rückenmark liegt (Dusser de Barenne 1913); bereits Hoff u. Schilder (1927) sprechen in diesem Sinn von einer „Tiefenstaffelung“ des Körperschemas.

Aus Gründen, die oben S. 354 ff. bei der Besprechung des Raumzeichenproblems dargelegt wurden, nehmen wir an, daß im Zuge dieser Verarbeitungsvorgänge das Mosaik peripherenervöser Elementarsignale mit jeweils punktuell-intensivem Inhalt in eine Matrix von Elementarsignalen mit *strukturellem* (d. h. Nachbarschafts-, Abstands-, Symmetrieverhältnisse³³) usw. einschließendem) Bedeutungsgehalt transformiert wird. Von diesem Ansatz her wird im Prinzip auch ohne Rekurs auf feldtheoretische Erwägungen (Modell der gasgefüllten Blase, Katz 1921, Metzger 1954, S. 267 f.) verständlich, daß bei genereller Reduktion des peripher-afferenten Zustromes durch Amputation und ihre Folgeerscheinungen

a) am Körper-Ich nicht verstreute und bizarr begrenzte Teilskotome auftreten, sondern ein *geordneter*, dem Zentrierungsprofil des intakten Gliedes entsprechender Gesamtausfall größerer Gliedbereiche³⁴),

b) gemeinsam mit diesem Ausfall auch eine *Deformation* der Phantomerscheinungen stattfindet (Katz 1921, Hoff u. Schilder 1927, Mikorey 1952, Simmel 1956 a, 1958), und zwar schrumpfen diese allmählich bis auf die Größe von Kindergliedern und schieben sich zudem wie die Teile eines Fernrohres ineinander („telescoping“) — evtl. so weit, daß die Phantomhand gänzlich in den Stumpf einwandert³⁵).

2. Hinsichtlich der Herkunft der für die Organisation des Körperschemas erforderlichen Information neigt die Mehrzahl der Autoren zu einer Erfahrungstheorie: Katz (1921) spricht von zentralen „Residuen“, die sich allmählich unter dem Einfluß „adäquater“ Reizvorgänge bei motorischen Vollzügen u. dgl. gebildet haben, und Simmel (1958) schreibt im Anschluß an Head die Existenz des Körperschemas überhaupt der „Fähigkeit und Gelegenheit des Individuums zum Lernen“ zu. Die letztgenannte Formulierung

33) Ein allgemeines, durch die Symmetrie des Körperbaus bedingtes Strukturmerkmal ist etwa die Seitigkeit. Über neurologische Störungen der Rechts-Links-Unterscheidung am eigenen Körper existiert eine umfangreiche Literatur (vgl. Bürger 1929 und Schilder 1950); als Beispiel seien hier die Erscheinungen der Allo-, Syn- und Achirie genannt, bei denen ein einseitiger Berührungszusammenstoß von Patienten auf der Körpergegensseite, auf beiden Seiten zugleich oder überhaupt ohne Seitigkeit empfunden wird.

34) Zunächst erlöschen die stumpfnächsten Teile (Oberarm, Ellenbogengelenk usw.), so daß schließlich Hand oder Finger losgelöst im Raum zu schweben scheinen. Die Rangordnung der Eindringlichkeit bzw. die Reihenfolge des Ausfalls richtet sich — mit Ausnahme höchstens der Gelenkpartien — nach der relativen Größe der zugehörigen Repräsentationsfelder am Homunculus Penfield (Simmel 1956 a).

35) Eine entsprechende anschauliche Verkürzung erfährt übrigens auch das Ende des Amputationsstumpfes selbst (Katz 1921).

ist sicher überspitzt, doch kann kaum ein Zweifel bestehen, daß genetisch angelegte Organisationsbedingungen einen weiten Spielraum lassen, innerhalb dessen sich erst im Zuge manipulierender Auseinandersetzung des Kindes mit dem eigenen Körper konkrete Systemstrukturen ausbilden, und daß diese auch später einer langfristigen Bestätigung durch die Erfahrung bedürfen bzw. sich an ihr fortlaufend korrigieren³⁶⁾.

Hierfür spricht z. B. das Fehlen von Phantomerlebnissen bei angeborenen Verstümmelungen oder bei Amputation vor dem 3. Lebensjahr (Simmel 1958), ferner die Beobachtung, daß Phantome bei handwerklichem Gebrauch des Stumpfes allmählich verschwinden (vgl. o. S. 426) bzw. umgekehrt bereits eingetretene Teleskop-Effekte durch Anpassung einer Prothese rückgängig gemacht werden können (Weir Mitchell 1872, Abbatucci 1894, Simmel 1958). Auch das Ausbleiben von Phantomerscheinungen bei *langsam* fortschreitendem (z. B. leprösem) Gliedverlust wird häufig in dem Sinn interpretiert, daß das Körperschema hier sozusagen „Zeit habe“, sich den veränderten Verhältnissen anzupassen (Simmel 1956 b).

Andererseits gibt es jedoch auch genügend Fälle, in denen Phantome sich ohne Bezugnahme auf die Prothese deformieren (Katz 1921, Simmel 1958). Ferner existiert in der Literatur immerhin wenigstens ein einziger Bericht über Phantomerscheinungen auch bei angeborenem Gliedausfall (linker Arm: Mikorey 1952). Besonders auffällig und gegenwärtig noch ungeklärt ist schließlich die gut belegte Beobachtung, daß sich in den meisten Fällen, in denen ein durch lepröse Prozesse bereits weitgehend (und ohne Auftreten von Phantomerscheinungen) zerstörtes Glied vollends amputiert wird, nicht nur doch noch ein Phantom ausbildet, sondern dieses dann voll ausgestaltet ist und die zuvor bereits langfristig verlorenen Teile mitenthält (Simmel 1956 b, 1958).

III. Periphere und zentrale Grundlagen der Stellungswahrnehmung

Die räumliche Entfaltung des Körper-Ich ist durch die Organisation des Körperschemas allein nicht ausreichend bestimmt, da die letztere keine³⁷⁾ Information über die variable Stellung der Glieder zueinander enthält. Das Körperschema ist vielmehr, wie Mikorey (1952) sagt, als eine Art „Koordinatensystem“ aufzufassen, in welches fortlaufend aktuelle Stellungsmeldungen eingetragen werden müssen — ein Vorgang, den man sich nach dem oben S. 352 ff. und S. 427 Gesagten wohl am ehesten so vorzustellen hat, daß die Stellungs-Afferenz primär ausgedehntere Strukturelemente (z. B. möglicherweise die Hauptachsen) der Glieder als Ganze räumlich festlegt,

36) Die Gesetzmäßigkeiten, nach denen diese Korrektur erfolgt, d. h. die Kriterien des optimalen „Zueinanderpassens“ der Einzeldaten (Geschlossenheit, Einfachheit, gemeinsames Schicksal usw.), können allerdings nicht ihrerseits der Erfahrung entstammen, sondern müssen im Organismus — als Bereitschaft zur bevorzugten Verwirklichung bestimmter Ordnungsformen — a priori angelegt sein (vgl. dazu Lorenz 1943).

37) Oder jedenfalls keine ausreichende, vgl. u. S. 430.

während sich die Lokalisation einzelner Körperorte hieraus erst sekundär ableitet.

Dabei ist außerdem zu beachten, daß beispielsweise die Stellung des Schultergelenkes alle weiteren Glieder des Armes mitlokalisiert, die des Ellenbogengelenkes den gesamten Unterarm usw.; in der Fingerspitze des Körperschemas muß also die Stellungsafferenz aus dem gesamten Arm zusammenfließen — modifiziert jeweils nach Länge der zwischen zwei Gelenken liegenden Gliedabschnitte. Es leuchtet ein, daß bei allein auf dieser Basis (d. h. rein taktil) ausgeführten Lokalisationsleistungen gewisse Ungenauigkeiten und auch systematische Fehler (z. B. bei Vertikalstellung eines Stabes mit rechter oder linker Hand allein: Sachs u. Meller 1903 oder beim Zeigerversuch: Wodak 1927) unvermeidlich sind; dessenungeachtet bleibt die Präzision des Systems noch erstaunlich genug.

1. Stellungsrezeptoren

Das Wissen um die für Stellungsmeldungen verantwortlichen Sinnesorgane war bis vor kurzem noch sehr spärlich. Erst in neuester Zeit wurde hinreichend wahrscheinlich gemacht, daß vor allem drei Typen von Rezeptoren in Frage kommen (vgl. hierzu Eldred 1960, Rose u. Mountcastle 1960):

1. Den häufigsten Rezeptorentyp bilden *Ruffinische Nervenendigungen* (Boyd u. Roberts 1953) ähnlich denen, die auch als Tangorezeptoren in der Haut verbreitet sind; sie finden sich in großer Zahl in den Gelenkkapseln, sprechen auf Dehnung in einer von ihrem Bau abhängigen Richtung an, arbeiten mit hoher Präzision (Abb. 8) und adaptieren bei Dauerbelastung kaum. Da jede Gelenkkapsel viele hinsichtlich Lage und Ansprechrichtung streuende Rezeptoren dieser Art aufweist, ist bei jeder Gliedstellung wenigstens ein Teil derselben aktiv; Variationen der Stellung äußern sich in Veränderungen des Erregungsmusters.

2. In den Gelenkbändern sitzen Rezeptoren, die den *Golgischen Sehnen-spindeln* (s. u. S. 436) ähneln. Sie sind seltener als die Ruffiniorgane, haben aber im übrigen ähnliche Eigenschaften.

3. Gelegentlich findet man als die Stellungsrezeptoren schlechthin die im perikapsulären Bindegewebe antreffbaren *Vater-Pacinschen Körperchen* genannt (Jenkins 1951), wogegen sich einwenden läßt, daß diese nach derzeitigem Kenntnisstand sehr rasch adaptieren³⁸⁾ und daher lediglich der Anzeige von *Stellungs-Änderungen* dienen können (Gray u. Malcolm 1950, Gray u. Sato 1953; vgl. auch v. Holst 1956 und Burkhardt 1960).

Anmerkend ist zu erwähnen, daß Stellungsrezeptoren neuerdings auch in den Halswirbeln nachgewiesen wurden (McCouch et al. 1951), sodaß die noch heute gängige Annahme, wir würden allein durch Sehnen-³⁹⁾

38) Genauer: Es handelt sich um Rezeptoren vom D-Typ, vgl. u. S. 440.

39) Eine *Mitbeteiligung* der Spannungsrezeptoren am Stellungssinn ist auf Grund der oben S. 421 umrissenen Zusammenhänge nicht ausgeschlossen, würde allerdings Einbeziehung weiterer Information (Lagerezeptoren, Efferenzkopie o. a.) voraussetzen.

oder gar Muskelspindeln der Halsmuskulatur über die Stellung unseres Kopfes informiert, als widerlegt gelten darf.

2. Körperschematisch verankerte Stellungs-Information

Die o. S. 428 aufgestellte Behauptung, daß im Körperschema selbst keine Stellungs-Information angelegt sei, erfordert möglicherweise eine Einschränkung: Es liegt zumindest nahe, daß sich zusammen mit der Aussonderung und räumlichen Festigung der anschaulichen Körperteile auch eine Einengung ihres relativen Bewegungsspielraumes — gemäß den wirklichen Beweglichkeitsgrenzen der physischen Glieder — dispositiv ausbildet. Hierfür spricht, daß die Achse von Phantomgliedern normalerweise relativ zum Stumpf in natürlicher Orientierung erlebt wird; allerdings werden dabei gelegentlich Überstreckungen von Gelenken, die am intakten Glied nicht möglich wären, berichtet (Katz 1921).

Auch unter den physiologisch möglichen Stellungen sind nicht alle gleichermaßen wahrscheinlich: Es gibt besonders ausgezeichnete, „bequeme“ Haltungen, die der Körper bevorzugt einzunehmen trachtet, und diese ihrerseits könnten im ZNS dauerhaft repräsentiert sein und — gleichsam bis zum Erweis des Gegenteils durch die Stellungsaffferenz — die phänomenale Körperhaltung und Gliederstellung bestimmen (Theorie der „sensibel-sensorischen Primärlagen“ von Hoff u. Schilder 1925, 1927; vgl. auch die Begriffe „Normtendenz“ bei Kleint 1940 und „Tendenz zum ausgezeichneten Verhalten“ bei Goldstein 1929, 1934). Für diese Möglichkeit sprechen Phänomene wie die Aristotelische Täuschung (scheinbare Verdoppelung einer mit gekreuztem Zeige- und Mittelfinger betasteten Kugel) sowie eine Reihe von Rupp (1907) und vor allem Skramlik (1925) mitgeteilter Beobachtungen, die sich sämtlich als Kompromißlösungen (s. o. S. 386) zwischen „Primärlagen“ und afferent gemeldeten ungewöhnlichen Gliederstellungen interpretieren lassen.

Auch der Befund, daß die Finger der Phantomhand in der Regel gekrümmt erlebt werden, läßt an die Manifestation einer Primärlage (Greifstellung: Skramlik 1925) denken. Allerdings kann die Dauerstellung von Phantomgliedern in vielen Fällen auch anders interpretiert werden: Katz (1921) bringt die relativ häufig zu beobachtende Anwinkelung des Phantomunterarmes um etwa 90° in bezug auf den Oberarmstumpf in Zusammenhang mit der Tatsache, daß das verwundete Glied vor der Amputation wahrscheinlich längere Zeit diese Stellung (etwa beim Tragen einer Binde) eingenommen hat. Die populäre Annahme, daß das Phantom häufig die Stellung des intakten Gliedes unmittelbar im Moment der Verletzung widerspiegelt, wird von Simmel (1956 a) allerdings bestritten.

3. Stellungsabsicht und Stellungswahrnehmung

Das Problem der Stellungswahrnehmung läßt sich nun noch unter einem ganz anderen Aspekt betrachten: Man kann fragen, wieweit das ZNS über Tatbestände eigens informiert werden muß, die es zuvor durch die Steue-

rung der Muskeltätigkeit selbst erstrebt und bewirkt hat — mindestens teilweise verbürgt ja bereits der *Wille* zu einer bestimmten Haltung auch deren faktische Einnahme und kann somit selbst als Informationsquelle herangezogen werden.

a) *Allgemeines zum Problem der Willkürmotorik*

Was der Ausdruck „Wille“ *psychophysiologisch* zu bedeuten hat, ist eine gegenwärtig noch nicht einmal im Prinzip beantwortbare Frage, die sich bei kybernetischer Betrachtung zum Glück durch die formale Feststellung, es handle sich um eine besondere Klasse von Führungsgrößen (s. u. S. 437) im Wirkungsgefüge der Sensumotorik, einigermaßen umgehen läßt.

Phänomenal erscheint ein Willensakt als die Hinwendung einer dem Ich frei verfügbaren „Kraft“ auf einen bestimmten „Angriffspunkt“ (Pikler 1929). Schauplatz solcher Aktivität ist bevorzugt — mit der bedeutsamen Ausnahme der willkürlichen Augenbewegung⁴⁰⁾ — das Körper-Ich. Dabei werden nicht die den Körper oder seine Glieder faktisch bewegenden Muskeln, sondern die bewegten Glieder bzw. Werkzeuge selbst als motorisch aktiv erlebt, und an diesen wiederum diejenigen Stellen, deren Lageänderung am auffälligsten und daher am besten geeignet ist, die Bewegung des Gesamtgliedes zu repräsentieren (Pikler 1929) — obwohl sie sich bei bewegungsphysiologischer Betrachtung fast stets gerade als das passivste Glied am ganzen Prozeß erweisen.

Zur Aufklärung dieses scheinbaren Widersinns macht die gestalttheoretische Schule (Metzger 1954) die Annahme, daß durch den Willkürimpuls eine „Störung des Gleichgewichts“ im zentralnervösen Körperschema — nämlich zwischen der intendierten und der afferent gemeldeten Gliedstellung — hervorgerufen werde, die ihrerseits den Charakter einer „Spannung“ trage; der Organismus strebe dann nach Ausgleich dieser Spannung durch entsprechende motorische Innervationen. In kybernetische Sprache übersetzt besagt diese Interpretation nichts anderes, als daß dem Willkürkommando die Funktion der Führungsgröße in einem Regelsystem zukommt, deren Verstellung an einem bestimmten Ort des Körperschemas (nämlich eben am „Angriffspunkt des Willens“) dort eine Regelabweichung hervorruft. Diese gelangt sodann in den nicht-psychophysischen Bereich des ZNS und wird weitgehend erst dort in entsprechende Kontraktionsmuster der beteiligten Muskulatur umgesetzt; der Regelkreis schließt sich, indem über die Afferenz der Stellungs-(und Spannungs-)rezeptoren eine „Vollzugsmeldung“ des Willkürkommandos erfolgt (vgl. auch u. S. 436 ff.).

40) Diese wird in der Regel durch Aufmerksamkeitsverlagerung im *Objektfeld* geführt; allerdings ist es außerdem auch möglich, den Willensakt unter tunlicher Nichtbeachtung des Gesehenen unmittelbar am Auge selbst anzusetzen. Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Auslösungsmöglichkeiten scheint u. a. im Zusammenhang mit Leistungen der Richtungskonstanz von Bedeutung zu sein (Hofmann 1925, Kleint 1938).

b) *Die Beweglichkeit der Phantomglieder*

Bei Amputation eines Gliedes wird der eben beschriebene Regelkreis „aufgeschnitten“: Das efferente Kommando endet blind im Stumpf und hat keine Möglichkeit, die ihm entsprechende Stellungsafferenz hervorzurufen. Erstaunlicherweise vermag nun jedoch ein beträchtlicher Teil der Amputierten seine Phantomglieder willkürlich zu *bewegen* — ein Phänomen, das an anschaulicher Realität nicht hinter dem Phantomerlebnis selbst zurücksteht.

Allerdings bestehen gewisse Unterschiede zur Bewegung intakter Glieder. Zunächst tritt das Phänomen nicht mit der von Weir Mitchell (1872) ursprünglich vermuteten Regelmäßigkeit auf: Es gibt Amputierte mit völlig starren Phantomen (Katz 1921). Ferner betrifft die Beweglichkeit in der Regel nicht das gesamte Phantomglied, sondern nimmt, parallel zum Eindringlichkeitsgefälle, von den Fingern zum Stumpf hin beträchtlich ab. Manche Patienten können außerdem nur einige Finger bei Starrheit der übrigen bewegen oder nur Gruppenbewegungen ausführen (Faust ballen); zuweilen bestehen auch Einschränkungen hinsichtlich der Freiheitsgrade insofern, als ausschließlich Beugung bzw. Streckung (mit nachfolgender selbständiger Rückkehr des Fingers in die Ruhestellung) möglich ist. Theoretisch am interessantesten ist schließlich wohl der Befund, daß die Phantomglieder dem Bewegungskommando normalerweise⁴¹⁾ nur zäh, wie gegen einen Widerstand, Folge leisten — eine Erfahrung, die ähnlich jeder Nichtamputierte bei *geträumten* Bewegungen machen kann⁴²⁾.

Eine systemtheoretische Erklärung der Phantombewegungen steht bislang noch aus. Abzulehnen sind jedenfalls ältere Theorien (z. B. Müller u. Schumann 1889), nach denen die genannten Erlebnisse auf faktisch ausgeführten und über den Kraftsinn rückgemeldeten Muskelkontraktionen — entweder im Stumpf selbst oder (fälschlicherweise auf das Phantom bezogen) auf der Körpergegensseite — beruhen sollen. Gegen die letztere Annahme spricht schlagend die Möglichkeit von Phantombewegungen auch bei beidseitiger Amputation (Katz 1921) und gegen die erstere, daß dann nicht die Motilität der Finger, sondern gerade umgekehrt die der rumpfnächsten Phantomteile am besten erhalten bleiben müßte.

Es bleibt also wohl nur der Ausweg, die Erklärung in *zentralen* Wirkungszusammenhängen — etwa nach Art einer „Efferenzkopie“⁴³⁾ (Wundt 1910, Katz 1921) — zu suchen. Dies aber würde bedeuten, daß auch die anschauliche Stellung *intakter* Glieder auf dem Zusammenwirken einer

41) Ausgenommen sind „reflektorische“ (z. B. Abwehr-)Bewegungen.

42) Bezeichnenderweise ist auch im Traum der Stellungsregelkreis unterbrochen (Metzger 1954, S. 292).

43) Vgl. zu diesem Begriff o. S. 378. Es ist jedoch ausdrücklich zu vermerken, daß die Efferenzkopie im Falle der Richtungskonstanz bei Augenbewegungen die Funktion einer Kompensationsgröße ausübt und somit *notwendig* ist, um eine optische Falschmeldung zu verhindern, während ihr Zusammenwirken mit der Stellungsafferenz im Falle der Körperbewegung ein Anwendungsbeispiel des Korrekturprinzips (s. o. S. 384 ff.) darstellt und somit die Wahrnehmungsleistung nur *zusätzlich* verbessert bzw. sichert.

zentralen „Erwartung“ oder „Vorwegnahme“ der intendierten Stellung vgl. u. S. 444, Anm. 57) mit deren afferenter Vollzugsmeldung beruht. Die von Hoff u. Schilder (1927) vertretene Annahme, daß der Wille die „Primärlagen“ des Körperschemas (vgl. o. S. 430) verschieben könne, ist in diesem Zusammenhang durchaus diskutabel.

IV. Die Spannungswahrnehmung und der dynamische Aspekt der Körperhaltung

Während die Körperhaltung bisher vornehmlich als räumlich-figurale (d. h. durch geometrische Daten — insbesondere Winkelgrößen — gekennzeichnete) Gegebenheit und die Haltungswahrnehmung als einsinnige Kommunikationskette mit dem ZNS als Endstation aufgefaßt wurde, sollen nunmehr wenigstens ausgewählte Einzelfragen aus einem erweiterten Themenkreis behandelt werden, der auch die *Haltungsmotorik* einbezieht und für den in einem Doppelsinn die Gleichgewichtskategorie kennzeichnend ist: 1. Wir betrachten den Körper als ein System mit- und gegeneinander beweglicher schwerer und träger Massen, Haltungen als Ausdruck des *Kräftegleichgewichts* zwischen Muskelspannungen und Außenkräften und den Kraftsinn somit als thematisch in die Haltungswahrnehmung einzubeziehende Informationsquelle. 2. Wir betrachten Haltungen als das Ergebnis einer fortgesetzten Anpassung des Organismus an wechselhafte Störeinflüsse (beliebiger physikalischer Dimension), d. h. als Ausdruck eines Gleichgewichts von Prozessen („*dynamisches Gleichgewicht*“, „stationärer Zustand“, Bavink 1949) in einem sensumotorischen Wirkungsgefüge und die Haltungswahrnehmung als auf die biologischen Aufgaben dieses Systems hingebundene Teilfunktion.

1. Grundbegriffe der Muskelphysiologie

Bei den nachfolgenden Erörterungen ist es unerlässlich, auf gewisse Grundtatsachen der Muskelphysiologie Bezug zu nehmen. Da der Sprachgebrauch hier teilweise recht uneinheitlich ist, erscheint einleitend eine terminologische Klärung geboten; wir beschränken uns dabei auf drei sämtlich aus dem griechischen Worte *τείνειν* bzw. dessen deutscher Übersetzung (spannen) abgeleitete Grundbegriffe und verweisen für eine breitere Übersicht auf Reichel (1960).

a) Spannung

Wird ein Muskel passiv gedehnt, so entwickelt er eine dieser Einwirkung Widerstand leistende Kraft, die als „Spannung“ (oder „Anspannung“) bezeichnet wird. Ihr Betrag wächst gleichsinnig mit dem Ausmaß der Längenänderung an, bis entweder ein Kräftegleichgewicht erreicht ist oder der Muskel reißt. Das Verhältnis zwischen Spannung und Muskelänge ist variabel und hängt vom Grad der motorischen Innervation ab: Innervationssteigerung bewirkt erhöhte Kontraktion kleinster Aufbauelemente der Muskelfasern und damit eine Straffung der Fasersubstanz. Bleibt die äußere Kraft (z. B. ein gehobenes Gewicht) dabei konstant.

so führt die Kontraktion zu einer Verkürzung des Gesamtmuskels, d. h. zu einer Stellungsänderung des Gliedes („isotonische“ Kontraktion); wird der Muskel umgekehrt (durch beiderseitig starre Verankerung) an der Verkürzung gehindert, so dehnen die aktiv kontraktile Bestandteile der Muskelfasern die (passiv-elastische) nichtkontraktile Fasersubstanz, und es resultiert eine erhöhte Spannung („isometrische“ Kontraktion), vgl. Abb. 3.

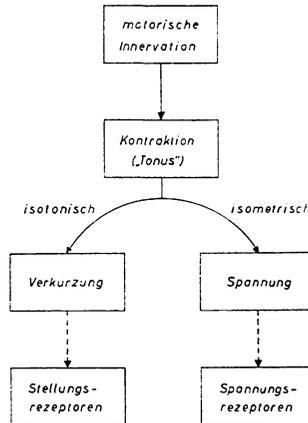


Abb. 3

b) Tetanus

Im Zuge der Willkürmotorik ist es bekanntlich möglich, Skelettmuskeln (nahezu) beliebig langsam zu kontrahieren und beliebige Grade der Kontraktion über längere Zeiträume, bis zum Eintreten der Ermüdung, aufrechtzuerhalten. Beides gilt jedoch nur bei makroskopischer Betrachtung: Wird eine einzelne Muskelfaser überhaupt aktiv, so kontrahiert sie sich maximal („Alles-oder-Nichts-Gesetz“). Die Kontraktion erfaßt die Faser allerdings nicht in ihrer ganzen Länge auf einmal, sondern durchläuft sie als Welle, ein Vorgang, der etwa eine Zehntelsekunde dauert und als „einfache Muskelzuckung“ bezeichnet wird. Durch mehr oder minder frequente Aufeinanderfolge der Kontraktionswellen in einer Faser sowie durch Überlagerung der Zuckungen mehrerer (aber nie gleichzeitig sämtlicher) Fasern des Gesamtmuskels nun kommen die kontinuierlichen Variationen der makroskopischen Muskellänge bzw. -spannung zustande. Man bezeichnet diese für die Willkürmotorik spezifische Form der Muskel-tätigkeit als „Tetanus“ oder „tetaniforme“ Erregung.

c) Tonus

Die Skelettmuskeln werden keineswegs nur bei aktiven Bewegungsleistungen beansprucht: Auch der ruhig stehende oder sitzende Körper ist dauernd Kräften ausgesetzt, die dazu tendieren, seine Lage und die Stellung seiner Glieder zu verändern — vor allem natürlich der Schwer-

kraft, unter deren Einwirkung er bei völliger Inaktivität sogleich zusammensinken würde. Vorbedingung geordneter Haltungen von Körper und Gliedern ist also eine je nach Umständen mehr oder weniger intensive Dauerkontraktion der Skelettmuskulatur, die als Muskeltonus bezeichnet wird. Dabei ist zu beachten, daß sich diese Kontraktion, je nach äußeren Umständen, nicht nur als Spannung, sondern gegebenenfalls auch als Verkürzung des Muskels manifestieren kann; eine zu wörtliche⁴⁴⁾ Interpretation des Tonusbegriffs würde hier also irreleiten.

Überhaupt wird der Begriff in der Physiologie nicht eben einheitlich verwandt; insgesamt lassen sich mindestens drei Definitionsebenen unterscheiden:

1. *Tonus im engeren Sinn.* Es erscheint unökonomisch, daß langanhaltende Kontraktionen stets auf tetanischer Erregung beruhen sollten, da diese ja unter ständigem Energieverbrauch erfolgt. Zweckmäßiger wäre es in vielen Fällen, wenn die elastischen Eigenschaften eines Muskels sich auf einmaligen nervösen Anstoß hin bleibend (durch eine Art „Einrasten“ in den jeweiligen Kontraktionszustand) verändern könnten. Speziell diese zunächst hypothetische und dann bei der glatten Muskulatur auch tatsächlich nachgewiesene Form energiefrei beständiger Kontraktivität nun ist gelegentlich gemeint, wenn von „Tonus“ (neuerdings vornehmlich von „plastischem“ Tonus) die Rede ist. In dieser Verwendung erscheinen „Tonus“ und „Tetanus“ somit als gegensätzliche Begriffe.

2. *Tonus im weiteren Sinn.* Entgegen ursprünglicher Vermutung beruht die eingangs gekennzeichnete Dauerkontraktion der gesamten (quergestreiften) Skelettmuskulatur jedoch im wesentlichen auf tetaniformer Erregung; man spricht hier (im Unterschied zum „plastischen“) von „kontraktilen“ Tonus.

3. *Tonus im weitesten Sinn.* Während die beiden erstgenannten Definitionen sich etwa durch das Stichwort „relativ dauerhafte Aufrechterhaltung eines bestimmten Grades von Muskelstraffheit“ kennzeichnen lassen, gibt es eine dritte Verwendung des Begriffs, die sich nicht mehr auf die Muskelphysiologie beschränkt, sondern allgemein eine relativ dauerhafte Aktivität irgendwelcher erregungsfähiger organischer Substanz bezeichnet. In diesem Sinn spricht man etwa bei den Dauererregungen des vegetativen Nervensystems von „Sympathicus-“ und „Vagus-tonus“, ferner gehören hierher der Ausdruck „tonischer Rezeptor“ (s. u. S. 440) und mit gewissen Einschränkungen auch der Tonusbegriff der „sensutonischen Feldtheorie“ (s. o. S. 416 Anm. 15).

2. Das System der Muskel- und Sehnen-spindeln

a) Anatomische Grundlagen

In die Skelettmuskulatur der Säugetiere und des Menschen sind, je nach Art des Muskels in unterschiedlicher Zahl, spindelartige Gebilde von einigen Millimetern Länge eingelagert, die als *Muskelspindeln* bezeichnet

44) Vgl. o. S. 433.

werden. Sie enthalten in einer fibrösen Hülle mehrere kontraktile Muskelfasern, sog. *Weismannsche Bündel* oder *intrafusale Fasern*, die durch eigene, relativ dünne efferente Nerven (*Gamma-Motoneurone*) versorgt werden, während der Skelettmuskel selbst durch die dickeren *Alpha-Motoneurone* innerviert wird. In ihrem Mittelabschnitt enthalten die Muskelspindeln außerdem *sensible Nervenendigungen*, die durch Dehnung des Spindelkörpers gereizt werden (Abb. 4). — Ähnliche Organe, die aber keine kontraktilen Fasern enthalten, befinden sich in den Sehnen und werden als *Golgi-Organ* oder *Sehnenspindel* bezeichnet. Ihre Funktion ist von der der Muskelspindeln verschieden und soll weiter unten (s. S. 438 f.) besprochen werden.

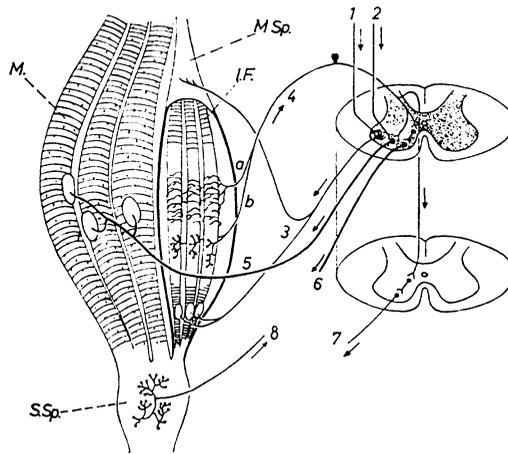


Abb. 4

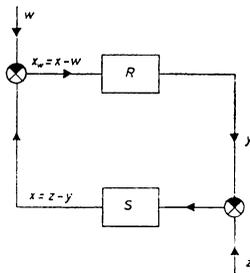
Muskelspindelssystem. M = Skelettmuskel, MSp = Muskelspindel, IF = intrafusale Fasern, SSp = Golgische Sehnenspindel. 1—8 = Nervenfasern: 1. von höheren Zentren zu Gamma-Neuronen, 2. von höheren Zentren zu Alpha-Neuronen, 3. Gamma-Efferenz, 4. Muskelspindel-Afferenz (a. von „annulospiraligen“, b. von „blütendoldenartigen“ Dehnungsrezeptoren), 5. Alpha-Efferenz, 6. Efferenz zu Synergisten und 7. zu Antagonisten, 8. Golgi-Afferenz.

b) Das Muskelspindelssystem als Regelkreis

Wie die bisherigen Untersuchungen des Muskelspindel-systems⁴⁵⁾ wahrscheinlich machen konnten, dient diese eigenartige Anlage dazu, die Länge des Muskels und damit die Stellung des zugehörigen Gliedes gegen Störungen konstant zu halten. Dies geschieht auf die folgende Weise: Wird durch irgendwelche äußeren Kräfte der auf eine bestimmte Länge eingestellte Muskel gedehnt, so bewirkt dies zugleich eine Reizung der Muskelspindeln. Von diesen geht eine Meldung über die Dehnung zum Rückenmark, welches „reflektorisch“ über die Alpha-Neurone den Muskel so lange kontrahiert, bis der Reiz an den Muskelspindeln verschwindet.

45) Übersicht bei v. Holst (1956), Burkhardt (1958) und Eldred (1960).

Systeme dieser Art, bei denen also die Störung einer Gleichgewichtslage fortlaufend gemessen und durch entsprechende Gegenmaßnahmen kompensiert wird, werden in der Kybernetik als „Regelkreis“ bezeichnet. Sie haben im Prinzip die folgende Struktur (vgl. Abb. 5): Ein Gerät oder Organ, die „Regelstrecke“ S (in unserem Beispiel ein Extremitätenglied), besitzt ein variables Merkmal, die „Regelgröße“ x (Stellung zum Nachbarglied), welches der verändernden Einwirkung einer „Störgröße“ z (Schwerkraft, mechanische Kräfte) ausgesetzt ist. Die Kompensation dieser Störung besorgt ein „Regler“ R (Nervensystem mit Sinnes- und Erfolgsorganen). Dieser stellt zunächst in einem „Meßfühler“ (sensibler Teil der Muskelspindeln) fest, wieweit der „Istwert“ der Regelgröße von ihrem „Sollwert“ abweicht⁴⁶). Diese „Regelabweichung“ x_w wirkt, gegebenenfalls über verschiedene Zwischenglieder (Rückenmark), auf den „Stellmotor“ (Skelettmuskel), der durch eine geeignete Kompensationsmaßnahme, die „Stellgröße“ y (Muskelkontraktion), die Wirkung der Störgröße annulliert. Grundvoraussetzung einer solchen Kompensation und damit wesentliches Merkmal jeder Regelung ist, daß Stell- und Störgröße *entgegengesetzte Vorzeichen* aufweisen; man spricht in diesem Sinn auch von „negativer Rückführung“ (negative feed-back)⁴⁷).



A b b. 5

Regelkreis. Erklärung im Text.

Der Sollwert der Regelgröße ist in unserem Beispiel — wie auch in vielen anderen biologischen und technischen Regelsystemen — nicht ein für allemal festgelegt, sondern wird durch eine variable „Führungsgröße“ w (willkürabhängiges Stellungs-Kommando) bestimmt. Dies geschieht nun (wenigstens im Normalfall nicht zu heftiger Bewegung) durch den ein-

46) Das Muskelspindelssystem stellt insofern eine Ausnahme dar, als i. allg. der Fühler nur die Aufgabe hat, den Istwert der Regelgröße zu messen, während der Vergleich mit dem Sollwert erst später im Regler erfolgt.

47) Der Ausdruck „negativ“ ist dabei nicht wörtlich zu nehmen, sondern bezeichnet nur die Forderung nach Vorzeichenumkehr, die z. B. auch im Fall einer Division erfüllt ist (vgl. auch die Erörterung des Kompensationsprinzips o. S. 373 f.). Im vorliegenden Beispiel findet sogar eine noch kompliziertere Operation statt, deren Entwicklung hier aus Platzgründen unterbleiben muß.

fachen Kunstgriff, daß über die Gamma-Efferenz die Weismannschen Bündel kontrahiert werden; der hierbei auf den sensiblen Teil der Muskelspindeln ausgeübte Dehnungsreiz hat dann in bekannter Weise eine „reflektorische“ Kontraktion des Skelettmuskels zur Folge, und das gesamte System wird auf einfache und für höhere Zentren entlastende Weise auf den gewünschten neuen Gleichgewichtszustand gebracht⁴⁸⁾.

c) Die Rezeptoren des Kraftsinnes

Wahrscheinlich haben die Muskelspindeln außer der eben entwickelten keine weitere Funktion. Ob ihre Afferenz überhaupt bewußt werden kann, wird bezweifelt (v. Holst 1956), wengleich eine Einflußnahme auf höhere Zentren über ascendente Bahnen im Rückenmark nicht prinzipiell unmöglich ist (Burkhardt 1958). Jedenfalls können sie nicht, wie man in Lehrbuchdarstellungen bis zur Gegenwart gelegentlich liest, eine wesentliche Quelle der „kinästhetischen“ Wahrnehmung sein, denn sie sind weder in der Lage, die *Spannung* der Skelettmuskeln noch die *Stellung* der Glieder anzuzeigen (Rose u. Mountcastle 1960).

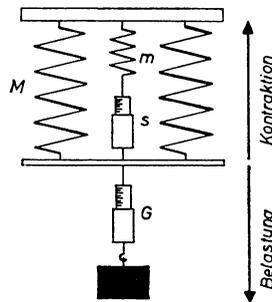


Abb. 6

Modell zur Funktion der Muskel- und Sehnenspindeln. M = Skelettmuskel, m = motorischer und s = sensibler Teil der Muskelspindeln. G = Golgi-Organ.

Letzteres kommt deshalb nicht in Betracht, weil die Muskelspindel-erregung jeweils durch die Vorspannung der intrafasalen Fasern mitbestimmt wird und somit nur *Abweichungen der Gliedstellung vom Sollwert*, nicht aber deren absoluten Betrag repräsentieren kann. Und für die Meldung der Muskelspannung ist sie insofern gänzlich ungeeignet (vgl. Abb. 6), als ihr Dehnungszustand lediglich von der *Länge* des Skelett-

48) Zusätzlich zu den Muskelspindeln bestehen auch direkte Eingriffsmöglichkeiten für Willkürkommandos an den Alpha-Vorderhornzellen des Rückenmarks, die wahrscheinlich vor allem bei der Einleitung sehr rascher Bewegungsvollzüge ausgenutzt werden. Überhaupt ist das gesamte System hier nur sehr vereinfacht dargestellt; so kann z. B. auch nicht auf das Gefüge der Wechselwirkungen zwischen Agonisten, Antagonisten und Synergisten eingegangen werden. Für Einzelfragen dieser Art vgl. die angegebene Literatur sowie Vossius (1961 a).

muskels abhängt, von (isometrischen) Spannungsänderungen hingegen überhaupt nicht betroffen wird.

Das genau Umgekehrte nun gilt jedoch von den *Sehnenspindeln*, die gerade so angeordnet sind (Abb. 6), daß nur die vom Skelettmuskel in Auseinandersetzung mit der äußeren Belastung entwickelte *Kraft* auf sie einwirken kann, während bloße (isotonische) Änderungen der Muskel-länge ganz wirkungslos bleiben. Man wird somit schließen dürfen, daß der Kraftsinn seine Information allein aus der Afferenz der Golgiorgane bezieht (v. Holst 1956).

Zuweilen wird der funktionelle Unterschied zwischen Sehnen- und Muskelspindeln in der Weise beschrieben, daß jene selektiv auf „Kontraktion“ des Muskels ansprechen, die letzteren hingegen ebenso selektiv auf Dehnung, und daß insofern das Zusammenspiel beider für eine vollständige Meldung der Muskeltätigkeit erforderlich sei (Jenkins 1951). In dieser Formulierung stecken jedoch mehrere Ungenauigkeiten. Es stimmt zwar, daß der Reiz an den Muskelspindeln bei Dehnung wächst und bei Entdehnung absinkt, doch folgt eben daraus, daß sie tatsächlich auf beide Einflüsse *ansprechen*. Vor allem aber ist nicht richtig, daß die Sehnen-spindeln durch Kontraktion als solche gereizt werden, denn diese kann ja (vgl. o. S. 434) sowohl eine Spannungssteigerung als auch eine Verkürzung des Skelettmuskels bewirken; die letztere Komponente aber (die durch die Alternative „Kontraktion — Dehnung“ übrigens sogar einseitig nahegelegt wird) bleibt ohne Einfluß.

3. Stabilisierung und Optimierung sensumotorischer Regelsysteme

Die Übertragungsglieder biologischer (wie auch technischer) Regelsysteme weisen eine Reihe zeitbezoglicher Eigenschaften auf, die den Erfolg der Regelung beeinträchtigen oder sogar in Frage stellen können:

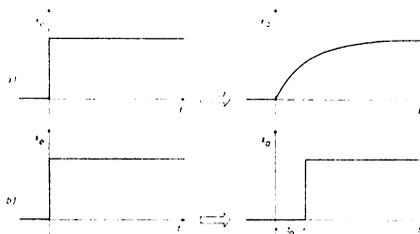


Abb. 7

Ausgangsgröße (rechts) eines Systemgliedes a) mit (aperiodischer) Verzögerung, b) mit Totzeit (t_0) bei sprunghafter Änderung der Eingangsgröße (links). Abszisse: t = Zeit. Ordinate: x_e = Eingangsgröße, x_a = Ausgangsgröße.

1. Trägheit und Reibung in den mechanischen Systemgliedern bzw. analoge elektro-chemische Eigenschaften der Neurone und Synapsen rufen

eine *Verzögerung* der Übertragung hervor, d. h. bewirken, daß auf eine sprungförmige Änderung der jeweiligen Eingangsgröße ein nur allmählicher Ausgangsanstieg folgt (Abb. 7 a).

2. Die endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerveneregerungen bedingt eine mehr oder minder lange *Laufzeit* (*Totzeit*), die verstreicht, ehe die Ausgangsgröße überhaupt auf Eingangsänderungen anspricht (Abb. 7 b).

Faktoren dieser Art können zur Folge haben, daß rhythmische Schwankungen der Störgröße durch die jeweils etwas verspätet erfolgende Reaktion des Systems nicht mehr kompensiert, ja gegebenenfalls sogar weiter aufgeschaukelt werden. Erste Forderung an jede Regelanlage ist der wirksame Ausschluß dieser als (dynamische) *Instabilität* bezeichneten Möglichkeit. Doch auch bei gesicherter Stabilität kann die „*Regelgüte*“ sehr unterschiedlich sein je nach Raschheit und Genauigkeit, mit der auftretende Regelabweichungen beseitigt werden. „Stabilisierung“ und „Optimierung“ stellen daher zentrale regelungstechnische Probleme dar, und viele scheinbare Komplikationen in Aufbau und Verhalten organischer Wirkungsgefüge werden von hier aus verständlich.

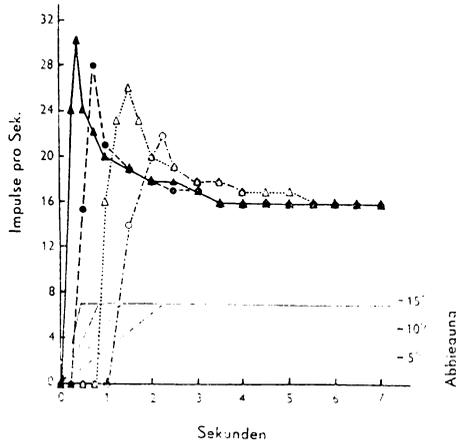
a) *Proportional- und Differentialregelung*

In den meisten Fällen⁴⁹⁾ läßt sich eine Verbesserung der Regelgüte dadurch erreichen, daß der Meßfühler (bzw. der Regler) nicht nur einfach auf den Betrag der Regelgröße (bzw. Regelabweichung), sondern zugleich auf dessen *Änderungsgeschwindigkeit* anspricht, also auch den Differentialquotienten von x nach der Zeit berücksichtigt. Praktisch läuft das auf die Überlegung hinaus, daß immer, wenn x sehr rapid ansteigt, zunächst ein noch weiteres Anwachsen zu erwarten ist und die Stellgröße demgemäß bereits vorsorglich höher gewählt werden kann. Im Unterschied zur reinen „P-Regelung“, bei der die Stellgröße *proportional* zur Regelabweichung bleibt, spricht man im eben beschriebenen Fall — wegen des zusätzlichen *Differential*verhaltens — von „PD-Regelung“. Meßfühler mit PD-Verhalten werden im Organismus äußerst häufig beobachtet; auch Muskel- und Sehnen-spindeln und ein Teil der Stellungsrezeptoren gehören dieser Klasse an (Abb. 8)⁵⁰⁾.

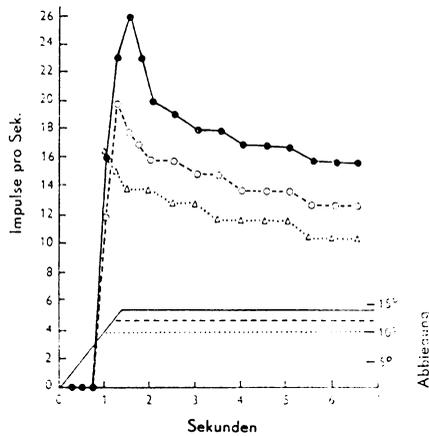
Reine D-Regelung ist nicht möglich, da ein ausschließlich auf Veränderungen der Störung ansprechendes System *konstante* Störgrößen nicht kompensieren würde und somit instabil wäre. Allerdings lassen sich im Organismus Rezeptoren mit reinem D-Verhalten nachweisen (z. B. Vater-Pacinische Körperchen, o. S. 429 und Bogengänge, u. S. 459 ff.), die im Gesamtsystem dann jedoch zusätzlich zu P- oder PD-Fühlern Verwendung finden.

49) Vgl. aber für Regelsysteme mit Totzeit Vossius (1960).

50) P-Meßfühler werden in der sinnesphysiologischen Literatur zuweilen als „tonische“ Rezeptoren bezeichnet, da sie zu Dauererregung in konstantem Reizmilieu befähigt sind (vgl. o. S. 435); D-Fühler heißen „phasische“, PD-Fühler „phasisch-tonische“ Rezeptoren (Burkhardt 1960).



a



b

Abb. 8

Entladungsfrequenz eines Stellungsrezeptors im Kniegelenk der Katze (PD-Typ) abhängig von a) Geschwindigkeit und b) Betrag der Gelenkabbiegung (aus Boyd u. Roberts 1953). Die Dauerentladung (P-Anteil) hängt von der Gliedstellung, die Höhe des initialen Erregungsmaximums (D-Anteil) von der Geschwindigkeit der Stellungsänderung ab. Die Anfangs-Latenz ist ein Schwelleneffekt.

b) Integralregelung und positive Rückführung

Bei Proportionalsystemen (mit und ohne D-Anteil) tritt das bereits oben S. 381 erwähnte Problem auf, daß stets ein unkompensierter Rest an Regelabweichung bestehenbleiben muß, um den Regelungsprozeß in

Gang zu halten (vgl. auch Mittelstaedt 1951). Diesem Mangel läßt sich begegnen, wenn man das System so einrichtet, daß eine konstante und von Null verschiedene Regelabweichung nicht eine ebenfalls konstante (proportionale), sondern eine *dauernd anwachsende* Stellgröße hervorruft, wobei dann die Geschwindigkeit dieses Anwachsens dem Betrag der Regelabweichung proportional⁵¹⁾ ist. Die Stellgröße entspricht in diesem Fall dem zeitlichen *Integral* der Regelabweichung, man spricht demgemäß von „I-Regelung“⁵²⁾. Wirkt auf ein solches System eine konstante Störgröße ein, so wächst die Stellgröße solange an, bis die Regelabweichung *völlig* verschwindet, und bleibt dann auf dem zuletzt erreichten Wert stehen⁵³⁾. Diesem Vorzug steht allerdings der Nachteil gegenüber, daß Integral-systeme bei ungünstiger Bemessung der Übertragungskonstanten (Verzögerung, Totzeit, Verstärkung usw.) leicht in Schwingung geraten und dabei gegebenenfalls instabil werden können⁵⁴⁾.

Als bewegungsphysiologisches Beispiel für Integralregelung kann die labyrinthäre Lagekontrolle bei Fischen gelten (Mittelstaedt 1954)⁵⁵⁾. Auch das Muskelspindelssystem wird von der Küpfmüllerschen Schule in diesem Zusammenhang genannt (Küpfmüller u. Poklekowski 1956), was allerdings noch nicht als erwiesen gelten kann.

Die Folgebewegung der Augen bei optokinetischer Reizung (langsame Nystagmusphase, s. u. S. 468) wurde bereits von Grüttner (1939) nach dem Integralprinzip interpretiert, wobei von besonderem Interesse ist, daß sich ein P-Regler mit *positiver Rückführung* („Efferenzkopie“) wie er von v. Holst u. Mittelstaedt (1950) im System der Augenbewegung angenommen wird, wegen seiner Tendenz zur Selbstaufladung (Abb. 9) ähnlich wie ein Integralglied verhält (vgl. zu den dynamischen Eigenschaften dieses Systems im einzelnen Reswick 1956, Mittelstaedt 1958, Schliessmann 1959 a, b, Fender u. Nye 1961).

c) Störgrößen-Aufschaltung und Programmsteuerung

Jeder reinen Regelung haftet der Nachteil an, daß das Ingangkommen des Regelprozesses immer schon das Auftreten einer Regelabweichung, also ein

51) Der entsprechende Proportionalitätsfaktor wird als die „Verstärkung“ des Systems bezeichnet.

52) Auch hier kann je nach Umständen eine Kombination mit P- und D-Verhalten zweckmäßig sein („PI-“, „PID-Regelung“ usw.). Einzelheiten hierüber findet man bei Oppelt (1960).

53) Man veranschauliche sich das I-Verhalten eines Übertragungsgliedes an folgendem Beispiel: Wird das Lenkrad eines Kraftwagens um einen konstanten Betrag eingeschlagen, so verändert sich die Fahrtrichtung um einen dauernd wachsenden Winkel; dreht man das Lenkrad sodann in die Nullstellung zurück, so bewegt sich das Fahrzeug in der inzwischen erreichten neuen Richtung weiter.

54) Beispiel: Die Schlangenbahn des ungeübten Radfahrers.

55) Wie es sich in dieser Hinsicht bei Landtieren und beim Menschen verhält, ist noch nicht geklärt; da viele Fische sich in indifferentem, alle Landtiere hingegen in labilem Gleichgewicht befinden, sind die Anforderungen an das System in beiden Fällen grundsätzlich verschieden.

Aus-dem-Gleichgewicht-Geräten des Systems voraussetzt. In manchen Fällen besteht nun aber auch die Möglichkeit, bereits *die Störgröße selbst* zu messen und zur Steuerung eines Kompensationsvorganges zu benützen, der verhindert, daß es überhaupt zu einer Regelabweichung kommt. Abb. 10 zeigt den grundsätzlichen Unterschied dieses als „Masche“ bezeichneten Wirkungsgefüges vom (Regel-)„Kreis“. Der Vorzug der Maschenschaltung liegt in unbedingter Stabilität (Mittelstaedt 1961 a), ihr Nachteil darin, daß nur solche Störgrößen kompensiert werden können, für die eine gesonderte Meßvorrichtung besteht und bei denen außerdem die Art der Einwirkung auf das System bekannt ist. Es ist darum praktisch oft von Vorteil, Masche und Regelkreis zu kombinieren; man spricht dann von einer „Regelung mit Störgrößenaufschaltung“.

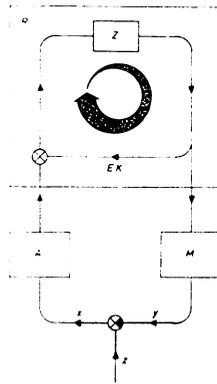
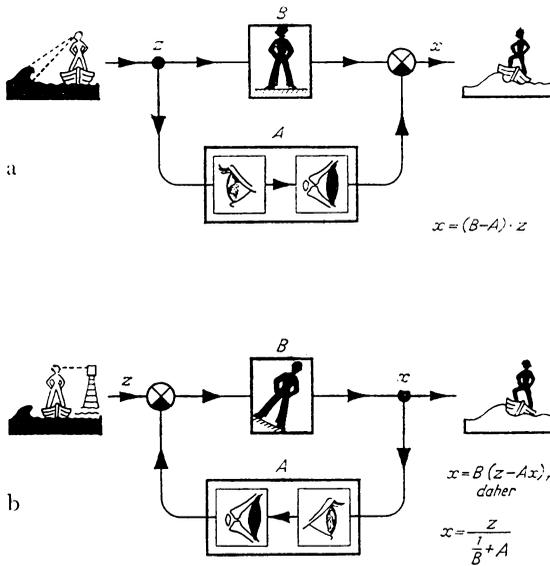


Abb. 9

Wirkungsplan des Refferenzprinzips (modifiziert nach v. Holst u. Mittelstaedt 1950). Die Efferenzkopie EK wirkt zugleich als positive Rückführung im optomotorischen Regelkreis. x = Regelgröße (Bewegung des Umweltbildes über die Retina, soll gleich Null sein), z = Störgröße (Relativbewegung zwischen Umwelt und Kopf), y = Stellgröße (Bewegung der Augen relativ zum Kopf), A = Meßfühler (Retina), M = Stellmotor (Augenmuskeln), R = Regler im ZNS, Z = proportional arbeitendes Übertragungsglied. Bei Blockierung der Stellgröße („Aufschneiden“ des Regelkreises bei M) würde eine konstante und von Null verschiedene Störgröße z dauernd unkompensiert auf Z einwirken. Die Ausgangsgröße von Z würde sich über die positive Rückführung (EK) selbst aufsummieren und daher ständig wachsen. Der gesamte Block R verhält sich somit, obwohl er nur proportionale Übertragungsglieder einschließt, wie ein Integralglied.

Ein wichtiger Anwendungsfall dieses Prinzips ist die (efferente) Aufschaltung von Störgrößen, die als unerwünschte Nebenwirkungen eigener Muskeltätigkeit entstehen (Abb. 11). Kräftiges Vorstoßen des Armes z. B. erteilt dem gesamten Körper einen Rückstoß, der durch gleichzeitige Kontraktion im Bereich der Rumpf- und Beinmuskulatur abgefangen werden

muß („ereismatische“ als Unterstützung der „teleokinetischen“ Motorik nach Hess, vgl. Jung u. Hassler 1960)⁵⁶).



A b b. 10

Beispiel für „Masche“ (oben) und „Kreis“ (unten) aus Mittelstaedt (1961 a). Mensch, der aufrechte Körperhaltung im Boot allein mittels des Gesichtssinnes einhält. Oben schätzt er Höhe und Geschwindigkeit der anrollenden Wellen ab; unten blickt er nach landfestem Bezugspunkt. A = steuerndes Teilsystem (Auge, Nervensystem, Muskulatur), B = gesteuertes Teilsystem (Körper als passiver, physikalischer Überträger), x = konstant zu haltende Größe, z = Störgröße. Zeichenerklärung s. Abb. 13 o. S. 377.

Wie aus Abb. 10 a ersichtlich, stellt das Auge die Störung oft bereits fest, bevor sie den Organismus erreicht; es kann ihr Eintreffen somit „vorhersagen“. Weist die Zeitfunktion der Störgröße ferner irgendwelche Regelmäßigkeiten (z. B. Periodizität) auf, so läßt sich eine entsprechende „Prädiktion“ auch, ohne die Fernwahrnehmung in Anspruch zu nehmen, durch Extrapolation aus dem vorausgegangenen Störungsverlauf ableiten. In allen diesen Fällen kann das ZNS ein zeitliches Muster⁵⁷) der Stellgröße vorentwerfen, welches dann vom rechten Moment an (d. h. ohne Totzeit) wie ein

56) Dieses Problemgebiet verdient insofern Beachtung, als es deutlich macht, daß schon rein physikalische Gründe ein „ganzheitliches“ Verhalten des Organismus auch bei scheinbar isolierten Gliedbewegungen erfordern. Goldstein (1934) bezieht sich ausdrücklich auf Vorgänge der ebengenannten Art, wenn er innerhalb des Erregungsfeldes „Vordergrund-“ und „Hintergrundprozesse“ unterscheidet, deren „Antagonismus“ zur Wahrung des „Gleichgewichts“ erforderlich sei.

57) Vgl. auch die Kategorien „Entwurf“, „Prolepsis“ und „Aktionsschema“ bei v. Weizsäcker (1940) und Christian (1953).

Programm abläuft („Programmsteuerung“; vgl. für die gezielte Handbewegung Mayne 1951, für Augenbewegungen Drischel 1958, Vossius 1960, 1961 b, Trincker et al. 1961).

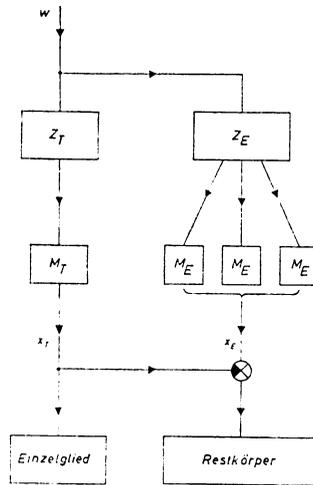


Abb. 11

Ereismatische Motorik als Beispiel für Störgrößenaufschaltung. w = Willkürkommando zur (teleokinetischen) Bewegung eines Einzelgliedes, vermittelt durch Zentren Z_T und Muskeln M_T . x_T = Muskelkraft, die zur teleokinetischen Gliedbewegung führt. Zugleich (wegen des Rückstoßes) Störgröße für einen (nicht eingezeichneten) Regelkreis, der die Haltung des Restkörpers zu stabilisieren hat. Dieser Störeinfluß wird im Moment seines Auftretens dadurch kompensiert, daß seine Ursache w selbst über Zentren Z_E und Muskeln M_E eine ereismatische Gegenkraft x_E erzeugt.

Eindrucksvolle Effekte treten in Systemen der genannten Art auf, wenn die Bestimmung der Störgröße nach Betrag oder Verlauf falsch erfolgte: Hierher gehört etwa der unnötige Schwung, mit dem ein irrtümlich für voll gehaltener Koffer hochgehoben wird, oder auch der bis in die Bewegungswahrnehmung hinein ausstrahlende Spannungsruck in dem Moment, wo der Fahrstuhl an dem Stockwerk vorbeigleitet, in dem wir ein Anhalten erwartet haben.

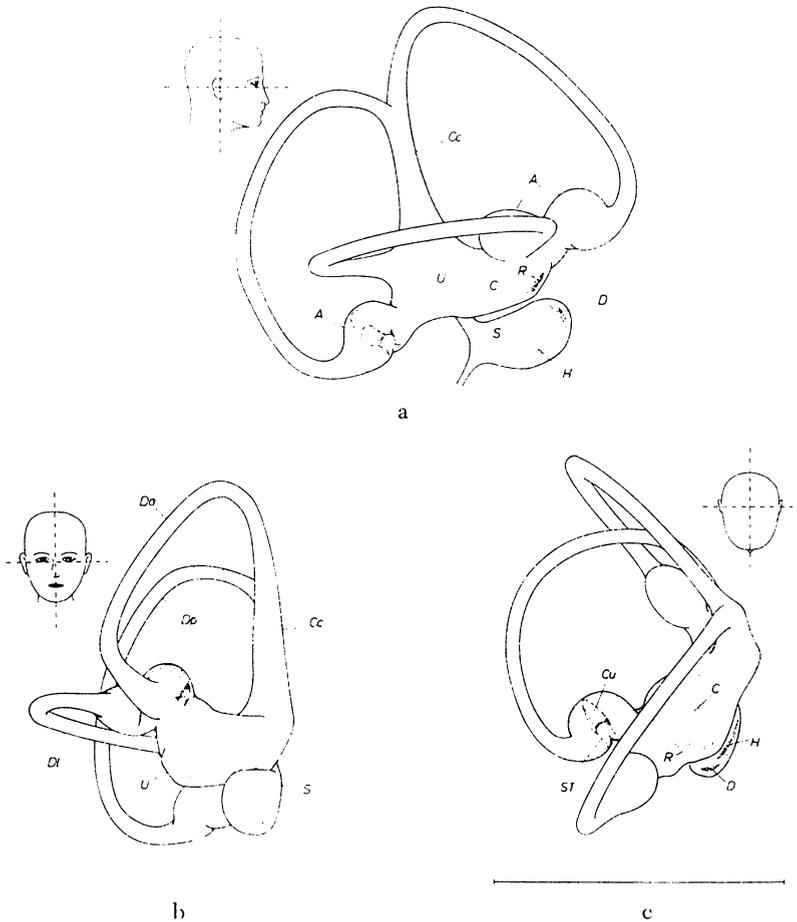
V. Die vestibulären Grundlagen der Lagewahrnehmung

A. Anatomie des Labyrinths

1. Hauptbestandteile

In die härteste Knochenpartie des Schädels, die Felsenbeinpyramide, ist ein System von Hohlräumen eingelassen, das als *inneres Ohr* oder, wegen seines verwickelten Aufbaus, als (*knöchernes*) *Labyrinth* bezeichnet

wird. In seinem Innern befindet sich das *häutige Labyrinth* (Abb. 12), ein kompliziertes Gebilde aus blasen- und schlauchartigen Bestandteilen, deren Form und Anordnung etwa mit der des knöchernen Labyrinthes übereinstimmt, aber zusätzliche Differenzierungen aufweist. Der (zusammenhängende) Hohlraum des knöchernen Labyrinths zerfällt in drei Abschnitte: eine zentrale Höhle, den *Vorhof (Vestibulum)*, oberhalb davon die drei



A b b. 12

Rechtes häutiges Labyrinth des Menschen, vierfach vergrößert (Maßstab: 1 cm). Ansichten a) von der Seite, b) von vorn und c) von oben. Cc = Crus commune, Da, Dp, Dl = Ductus semicircularis anterior, posterior und lateralis, A = Ampulle, Cu = Cupula, ST = Septum transversum mit Crista, U = Utriculus, S = Sacculus, C und R = Macula Utriculi (Cotillus und Rampa), H und D = Macula Sacculi (Hauptstück und Dorsallappen). Nach Messungen von de Burlet (1930), Quix u. Werndly (1924), Quix (1925) und Corvera et al. (1958) kombiniert vom Ref.

(knöchernen) Bogengänge (*Canalis semicircularis anterior, posterior*⁵⁸⁾ und *lateralis*), unterhalb nach vorn-hinten anschließend die (knöcherne) Schnecke (*Cochlea*). Am häutigen Labyrinth unterscheidet man entsprechend die (häutigen) Bogengänge (*Ductus semicirculares*) und die (häutige) Schnecke (*Ductus cochlearis*); der Vorhof enthält zwei säckchenartige Gebilde, den mehr langgestreckten *Utriculus* und den mehr rundlichen *Sacculus*.

Vom Mittelabschnitt des *Utriculus* steigt nahezu vertikal ein sich verjüngendes Rohr, das *Crus commune*, auf, welches sich weiter oberhalb in den vorderen und hinteren Bogengang aufgabelt und an dessen Basis der horizontale Bogengang entspringt. Alle drei Gänge münden getrennt wiederum in den *Utriculus* ein; unmittelbar zuvor sind sie jeweils zu einer Erweiterung, der *Ampulle*, aufgetrieben. *Utriculus* und *Sacculus* stehen über einen dünnen Gang miteinander in Verbindung, desgleichen der letztere mit der Schnecke.

Im Unterschied zum Mittelohr (der Paukenhöhle), gegen das der Hohlraum des inneren Ohres durch zwei mit Membranen verschlossene Knochenfenster abgeschlossen wird, ist der letztere gänzlich flüssigkeitsgefüllt: Das häutige Labyrinth enthält die *Endolymphe*, der Zwischenraum zwischen häutigem und knöchernem Labyrinth ist erfüllt mit *Perilymphe*; beide Sekrete sind chemisch mit dem Speichel verwandt.

Zwischen *Utriculus* und *Sacculus* wird das Labyrinth durch eine dünne Scheidewand, die *Grenzmembran* (*Membrana limitans*) in eine *Pars superior* (*Utriculus* und Bogengänge) und eine *Pars inferior* (*Sacculus* und *Cochlea*) getrennt. Der perilymphatische Raum der *Pars superior* enthält ein lockeres bindegewebiges Gerüst, welches der Stützung des häutigen Labyrinthes dient.

Neben dieser anatomisch orientierten Unterscheidung teilt man das Labyrinth unter funktionellem Gesichtspunkt in die *Schnecke* einerseits und den *Vestibularapparat* andererseits ein und den letzteren seinerseits in *Bogengangssystem* (Bogengänge einschließlich *Utriculus*-Hohlraum) und *Statolithenapparat* (Sinnesorgane in *Utriculus* und *Sacculus*).

2. Sinnesendstellen und Innervation Anmerkungen zur Genese

Die phylo- und ontogenetische Frühstufe des Labyrinthes (vgl. Werner 1960) ist eine blasenförmige Einstülpung des Ektoderms⁵⁹⁾, die *Otocyste*, an deren Innenwand sich unten ein ovales Sinnesepithel, die *Macula communis*, ausbildet, welche durch den VIII. Hirnnerven, den *Nervus stato-acusticus*, mit dem ZNS in Verbindung steht. Durch Einfaltungen und Einsackungen differenziert sich die Form der *Otocyste*; zugleich teilt sich die *Macula communis* in diskrete Sinnesepithelbezirke auf: die *Macula utriculi* (am vorderen Boden des *Utriculus*), die *Macula sacculi* (an der Innenwand

58) Zuweilen auch *C. s. superior* und *inferior* bezeichnet.

59) Im gleichen Zusammenhang entsteht bei Fischen außerdem das Seitenlinienorgan, das mit dem Labyrinth in mehrfacher Hinsicht funktionsverwandt ist, vgl. u. S. 451 Anm. 66 und S. 457 Anm. 84.

des Sacculus), die *Macula lagenae* bzw. das *Cortische Organ* (in Lagena bzw. Schnecke)⁶⁰) und je ein Sinnesepithel, die *Crista ampullaris*, in den drei Bogengangsampullen, und zwar jeweils auf der inneren Kante einer leistenförmigen Querfalte, des *Septum transversum* (vgl. Abb. 14). Zugleich mit dieser Aufgliederung spaltet sich auch der *Nervus octavus* in zwei Äste, den *Nervus cochlearis* und den *Nervus vestibularis*, und der letztere seinerzeit in einen *Ramus anterior (superior)* und einen *Ramus posterior (inferior)*, von denen der erstere die Cristae des vorderen und seitlichen Bogengangs, die *Macula utriculi* und einen Teil der *Macula sacculi*, der letztere die *Crista* des hinteren Bogengangs und den Hauptteil der *Macula sacculi* versorgt.

3. Einzelheiten zur Anatomie

a) Bogengänge

Obwohl die Bogengänge bei äußerlicher Betrachtung als halbkreisförmig erscheinen, werden sie doch durch den Hohlraum des Utriculus zu je einem vollen „Kanalring“ (Werner 1960) geschlossen, innerhalb dessen sich die Endolympe nach beiden Richtungen verschieben kann; man spricht von einer *ampullopetalen* Endolymphströmung, wenn diese vom Bogengang über die Ampulle zum Utriculus gerichtet ist, im gegenteiligen Fall von einer *ampullofugalen* Strömung.

Das Sinnesepithel, die *Crista*, ist einschichtig und enthält Haar- oder Sinneszellen, eingebettet in Stütz- oder Basalzellen. Aus den ersteren ragen 0,03 bis 0,04 mm lange Sinneshaare, die jeweils ihrerseits aus einem Bündel feinsten Härchen bestehen, ins Innere der Ampulle; sie sind von einer gallertigen Masse, der *Cupula*, umgeben, die — etwa in Form einer hohen und schmalen Mütze — auf der *Crista* sitzt.

Über die Ausdehnung der *Cupula* waren die Ansichten bis vor kurzem geteilt, was seinen Grund in ihrer Tendenz hat, bei der zur Anfertigung mikroskopischer Präparate erforderlichen Konservierung beträchtlich zu schrumpfen. Erst die grundlegenden Untersuchungen von Steinhausen (1931, 1932, 1934) an der lebenden *Cupula* erbrachten den Nachweis, daß diese das Ampullendach berührt und die Ampulle somit endolymphdicht abschließt, und zwar innerhalb gewisser Grenzen auch dann, wenn die *Cupula* auf Grund von Endolymphbewegung seitlich aus ihrer Normalstellung abgelenkt wird⁶¹).

b) Statolithenorgane

Die *Macula utriculi* des Menschen ist etwa 2 mal 3 mm groß, die *Macula sacculi* etwas kleiner. Das Epithel der *Maculae* ähnelt dem der

60) Die Schnecke der Säugetiere ist als die Weiterbildung eines noch bei Fischen allein vorhandenen dritten Vorhofsäckchens, der Lagena, zu betrachten, welche im Aufbau ihrer Sinnesendstelle und in der Funktion (vgl. u. S. 452) dem Utriculus und Sacculus entspricht.

61) Auf die Bedeutung dieser Tatsache für die Funktion der Bogengänge kommen wir u. S. 456 zurück.

Cristae (vgl. die gemeinsame Herkunft aus der *Macula communis*). Die Sinneshaare, die etwas kürzer sind als bei den Cristae, tauchen in eine flach auf der *Macula* liegende gallertige und faserige Substanz, die *Otolithen-* oder *Otokonienmembran*, die der Cupula der Ampullen entspricht. In diese sind zahlreiche Kriställchen aus kohlenurem Kalk in einer stickstoffhaltigen organischen Grundmasse, die *Otokonien (Statokonien)*, eingelagert, wodurch die Otokonienmembran (im Unterschied zur Cupula, vgl. u. S. 453) ein nahezu dreimal so hohes spezifisches Gewicht wie die umgebende Endolymph erhält.

Bei den meisten Knochenfischen findet sich statt der Otokonienmasse ein kompakter Ohrstein (Statolith, Otolith), so daß streng genommen nur hier die Bezeichnung „Statolithenapparat“ berechtigt ist, doch spricht man auch bei der Otokonienmasse der übrigen Wirbeltiere und des Menschen im weiteren Sinn von einem Statolithen, da diese in natura eine konstante Form aufweist; sticht man sie allerdings am frischgeöffneten Labyrinth an, so zerfließt sie in eine weißliche Masse (Werner 1960).

Die *Macula utriculi* besteht beim Menschen im wesentlichen aus zwei Abschnitten: Den größten Teil der Fläche nimmt das ventrale, nahezu ebene *Utriculus-Hauptstück (Cotillus)* ein; hieran schließt sich nach vorn oben, in stumpfwinkeligem Knick gegen den *Cotillus* abgesetzt, ein schmaler, rampenförmiger Epithelstreifen, die *Rampa (Utriculus-Vorderstück)*. Auch an der *Macula sacculi* werden gewöhnlich zwei Abschnitte unterschieden, wenngleich sich eine genaue Grenze zwischen ihnen nur willkürlich definieren läßt, da die *Macula* insgesamt eine gleichmäßig konkave Form aufweist. Sie ist ein länglicher Sinnesepithelstreifen, dessen Vorderpartie (*Dorsallappen*) sich aufwärts und ganz vorn wieder leicht nach rückwärts krümmt; die restliche (größere) Portion der *Macula* wird als *Sacculus-Hauptstück* bezeichnet. Im Unterschied zum letzteren wird der *Dorsallappen* vom *Ramus utricularis* versorgt (s. o. S. 448), was zu Spekulationen über eine engere funktionale Verbindung mit dem *Utriculus* Anlaß gegeben hat, wahrscheinlich jedoch rein anatomisch bedingt ist (de Burlet 1929, Werner 1960).

c) Räumliche Lage von Statolithen- und Bogengangsapparat

Über die Orientierung der *Maculae* zum Schädel und zueinander liegen für den Menschen Messungen von de Burlet (1930), Quix u. Wernldy (1924), Quix (1925) und neuerdings von Corvera et al. (1958) vor; hiernach stehen die *Maculae utriculi* bei normaler Kopfhaltung nicht horizontal, sondern um einen Winkel von der Größenordnung 30° nach hinten geneigt und fallen außerdem leicht nach außen ab; die *Maculae sacculi* öffnen ihre konkave Seite nach außen, rückwärts und leicht abwärts.

Die *Bogengänge* jedes der beiden Labyrinthe bilden miteinander etwa einen rechten Winkel; man spricht von zwei vertikalen und einem horizontalen Bogengang. Der rechte *Ductus anterior* und linke *Ductus posterior* stehen etwa in einer Ebene; ebenso die beiden anderen vertikalen Bogengänge. Die Bezeichnungen „vertikal“ und „horizontal“ gelten allerdings nur in Annäherung, was insbesondere beim *Ductus lateralis* zu beachten

ist, der bis zu 30° (im Mittel etwa 13°) gegen die Horizontale bei normaler Kopfhaltung (Frankfurter Horizontale, de Beer 1947) nach hinten geneigt ist, sodaß er also allenfalls bei gesenktem Kopf (z. B. beim vorsichtigen Vorwärtsschreiten auf einem schmalen Steg, Girard 1923) horizontal liegt. Man wird hier wie bei der entsprechenden Rückwärtsneigung der Macula utriculi wohl am ehesten an eine unvollständige Kompensation der durch den aufrechten Gang des Menschen bedingten Haltungsänderung des Kopfes und seiner einzelnen Organe (de Burlet 1930) sowie auch an die Auswirkungen allometrischer Entwicklungen an Auge und Gehirn zu denken haben (Werner 1960).

B. Die adäquate Reizung des Vestibularapparates und ihre Auswirkungen auf die motorische und perzeptive Orientierung

I. Allgemeines zum Begriff des adäquaten Reizes

a) Organ- und rezeptoradäquater Reiz

Am Aufbau praktisch aller Sinnesorgane lassen sich bei funktionaler Betrachtung zwei Niveaus unterscheiden (Burkhardt 1960): das des *reizleitenden Apparates* (Linse und Glaskörper beim Auge, Endolymphe, Cupula und Otokonienmembran beim Bogengangs- bzw. Statolithenapparat) und das der eigentlichen *Rezeptoren* (Stäbchen und Zapfen beim Auge, Cristae und Maculae beim Vestibularapparat).

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Eingangsgrößen beider Systembereiche terminologisch zu unterscheiden, und zwar liegen insgesamt drei Vorschläge für eine Nomenklatur vor: „organadäquater“ und „rezeptoradäquater Reiz“ (v. Holst 1950), „biologisch“ und „physikalisch adäquater Reiz“ (Dijkgraaf 1952 a), „Eingangsreiz“ und „Nutzreiz“ (Burkhardt 1960); der jeweils erstgenannte Ausdruck bezeichnet dabei die Eingangsgröße des reizleitenden Apparates, also des Sinnesorgans als Ganzen. Wir verwenden nachfolgend einheitlich das von v. Holst vorgeschlagene Bezeichnungspaar.

b) Psychologisch, biologisch und physiologisch adäquater Reiz

Die Entscheidung darüber, welche Reize als organ-„adäquat“ bezeichnet werden sollen, setzt eine Definition entsprechender Kriterien voraus. In der Literatur lassen sich deren hauptsächlich drei aufweisen (vgl. Gottschick 1955, S. 285), die nachfolgend kurz zu formulieren sind; eine eingehendere Erörterung verbietet sich aus Platzgründen.

1. Kriterium: Eine Klasse von Reizsignalen heißt adäquat, wenn die durch das gereizte Sinnesorgan hervorgerufenen *Wahrnehmungserlebnisse* als deren Inhalt interpretierbar sind⁶²).

2. Kriterium: Eine Klasse von Reizvorgängen heißt adäquat, wenn das gereizte Sinnesorgan *Reaktionen* des Organismus hervorruft, die als deren sinngemäße Beantwortung interpretierbar sind.

⁶²) Vgl. zum Begriff „Inhalt“ o. S. 359 f.

3. Kriterium: Eine Klasse von Reizen heißt adäquat, wenn die *Filtereigenschaften* des Sinnesorgans (speziell des reizleitenden Apparates) auf deren selektive Weitergabe hin ausgelegt sind⁶³).

Jedes dieser drei Kriterien kann zu einer etwas anderen Abgrenzung des Spektrums adäquater Reize führen; es dürfte zweckmäßig sein, diesen Unterschied terminologisch zu berücksichtigen, wofür sich ungezwungen die Nomenklatur 1. „psychologisch“, 2. „biologisch“ und 3. „physiologisch adäquater Reiz“ anbietet⁶⁴).

Alle drei Begriffe beziehen sich lediglich auf *qualitative* Reizmerkmale. Falls die Nichterfüllung der eben genannten Kriterien allein durch Merkmale der Reizintensität oder des zeitlichen Reizverlaufs bedingt ist, spricht man von „unphysiologischer“ oder „unnatürlicher“ Reizung (vgl. für Drehstuhlreizung der Bogengänge Jongkees 1953).

2. Gleichgewichtsfunktion und akustische Funktion Das Sacculusproblem

Das gesamte Labyrinth einschließlich des phylogenetisch verwandten Seitenlinienorgans der Fische (s. o. S. 447, Anm. 59) zählt zur Gruppe der Mechanorezeptoren, wird also durch auf das Organ einwirkende mechanische Kräfte adäquat gereizt⁶⁵). Die labyrinthären Teilorgane sind dabei jeweils auf bestimmte *zeitliche Verlaufsformen* der Kraftwirkung spezialisiert: Einige dienen der Feststellung dauernd einwirkender bzw. relativ langsam veränderlicher Kräfte, andere werden durch hochfrequente Wechselkräfte adäquat gereizt. Diese Differenzierung ist insofern sinnvoll, als beide Reizarten an verschiedene biologische Situationen gebunden sind: Von der angemessenen Beantwortung der ersteren hängt die Wahrung des Körpergleichgewichtes ab, die letztere vermittelt akustische Information⁶⁶).

Die Frage, wie sich die einzelnen Labyrinthorgane in die beiden genannten Funktionen teilen, war Gegenstand historischer Kontroversen und ist noch heute nicht durchwegs geklärt.

Bevor Flourens (1824) seine Befunde über vestibuläre Wirkungen auf den Muskeltonus veröffentlichte, wurde allgemein dem gesamten Labyrinth Hörfunktion zugeschrieben. Inzwischen wissen wir, daß die Bogengänge —

63) Aus Gründen, die hier nicht erörtert werden können, ziehen wir diese in Anlehnung an Burkhardt (1960) entwickelte Formulierung der ähnlichen, im sinnesphysiologischen Schrifttum allgemein vorherrschenden Definition vor, nach welcher adäquate Reizwirkungen durch minimalen *Energieaufwand* bei Erzeugung einer eben nachweisbaren Erregung ausgezeichnet sind.

64) Die beiden letztgenannten Bezeichnungsvorschläge gehen auf Dijkgraaf (1952 a) zurück.

65) Anderslautende Annahmen, wie etwa die von Viguiet (1882) vertretene, wonach die Bogengänge als Rezeptoren für den Erdmagnetismus fungieren, haben nur noch historisches Interesse.

66) Für den Empfang einer dritten Gruppe biologisch bedeutsamer Kraftwirkungen, nämlich von Stauungen, Wirbeln usw. in flüssigen Medien, wie sie etwa bei Annäherung anderer Lebewesen entstehen, ist das Seitenlinienorgan der Fische eingerichtet (Dijkgraaf 1952 a).

und zwar wohl bei sämtlichen Vertebraten — nichts mit dem Hören zu tun haben⁶⁷⁾ und daß umgekehrt die Cochlea keiner anderen als eben dieser Aufgabe dient.

Andererseits ist jedoch nachweislich bereits bei Fischen, also vor der phylogenetischen Ausbildung der Cochlea, die Fähigkeit zur Wahrnehmung und Unterscheidung von Tönen ausgebildet, und zwar auf Grund einer Doppelfunktion des *Otolithenapparates*, der hier als Schall- und Lage-rezeptor zugleich fungiert (v. Frisch u. Stetter 1932, v. Frisch 1928, Diesselhorst 1938, Löwenstein u. Roberts 1950, 1951, Dijkgraaf 1952 a, b). Die Funktionsverteilung variiert dabei je nach Tierart, wobei nahezu alle denkbaren Kombinationen möglich sind: Teilweise sprechen einzelne Maculae gesondert auf eine der beiden Reizformen an⁶⁸⁾, teilweise sind auf einer und derselben Macula zwei funktionsverschiedene Rezeptorareale ausgliedert.

Ob der Otolithenapparat auch noch bei höheren Vertebraten und beim Menschen neben der hochspezialisierten Schnecke an Hörleistungen beteiligt ist, kann man füglich bezweifeln (vgl. Adrian 1943); man wird hier Ewald recht geben dürfen, der in seiner klassischen Monographie (1892) die Funktion der *Cristae und Maculae* von der der Cochlea durch die Prägung des Begriffspaares „Tonuslabyrinth“ — „Hörlabyrinth“ abgrenzte⁶⁹⁾.

Eine unklare Rolle spielt allerdings bislang der Sacculus. Magnus (1924) hatte angenommen, daß dieser für die Kontrolle asymmetrischer Lage-reflexe zuständig sei — gestützt auf Argumente, gegen die v. Holst (1950) mit Recht polemisiert. Versteegh (1927) widerlegte diese Theorie nicht nur, sondern glaubte aus seinen Experimentalbefunden darüber hinaus ableiten zu dürfen, daß der Sacculus bei der Lageregelung seiner Versuchstiere (Kaninchen) überhaupt keine Rolle spiele. Unter Hinweis auf diesen Befund und auf elektrophysiologische Untersuchungen von Ashcroft u. Hallpike (1934) und Ross (1936), die ein Ansprechen der Macula sacculi (bei Fröschen) auf vibratorische Reize nahelegen, neigen einige Autoren dazu, den Sacculus auch beim Menschen als Schallrezeptor (vornehmlich für tiefe Frequenzen) aufzufassen (Zotterman 1943, Fulton 1950, Jung 1953).

Falls diese Interpretation zutreffen sollte, wäre sie jedenfalls kaum erschöpfend. Sasaki (1960) stellte fest, daß der Sacculus bei Hasen außer auf vibratorische Reize auch auf Vertikalbeschleunigungen anspricht und

67) Die ältere, von Tullio (1929) und neuerdings von Meurman u. Meurman (1955) wieder aufgegriffene Hypothese, daß die Bogengänge der Schallrichtungswahrnehmung dienen, ist aus mehreren, hier nicht zu erörternden Gründen unhaltbar.

68) Z. B. reagieren die Lagena des Rochens und der Utriculus der Elritze ausschließlich auf Lagereize.

69) Ein isolierter Ausfall eines der beiden Organe der menschlichen pars inferior, also entweder der Cochlea oder des Sacculus, der allein einen bündigen Beweis dieser Annahme erbringen könnte, läßt sich freilich mit den z. Z. verfügbaren klinischen Methoden weder hervorrufen noch nachweisen.

an der Kontrolle entsprechender Lagereaktionen beteiligt ist. Zuvor war es bereits Benjamins u. Huizinga (1927) und Hasegawa (1937) gelungen, bei Vögeln⁷⁰⁾ und Meerschweinchen durch Sacculusausschaltung eine Reihe motorischer Störungen hervorzurufen, die mit der Orientierung in der Medianebene zusammenhängen. Szentágothai (1952) konnte bei Hunden und Katzen ebenfalls — allerdings nur in einigen Fällen — Sacculus-Einflüsse auf die Augenmuskulatur nachweisen. Jongkees (1950) schließlich wiederholte die Versteeghschen Kaninchenexperimente unter verfeinerten Bedingungen und stellte bei mechanischer Sacculusreizung Kompensationsbewegungen in der Binauralachse, bei beidseitiger Sacculuszerstörung und gleichzeitiger Blendung länger dauernde Nickbewegungen der Versuchstiere fest.

Tatsächlich sind die durch Eingriffe am Sacculus erzeugbaren Reaktionen wesentlich unscheinbarer als die Utriculus-Effekte, was aber keineswegs zu dem Schluß zwingt, daß jener für die Lageregelung und Raumorientierung von untergeordneter Bedeutung sei (vgl. dazu besonders Mittelstaedt 1961b, 1962).

Abschließend ist zu erwähnen, daß durchaus eine *inadäquate* Reizung vestibulärer Organe durch starken Schall möglich ist (Tullio 1929, Rossi 1936, Rejtö 1938, Trincker u. Partsch 1957), inadäquat⁷¹⁾ deshalb, weil in solchen Fällen Lagereaktionen auftreten (v. Békésy 1935, Jongkees 1953). In diesen Zusammenhang gehört möglicherweise auch die bereits von Ewald (1892) erwähnte und von Güttich (1938) speziell dem Sacculus zugeschriebene Beeinflussung der Muskeltätigkeit durch gehörte Rhythmen (z. B. Tanz- und Marschmusik).

3. Physiologisch adäquate Reizung der vestibulären Organe

a) Bogengangsapparat

Unter den Merkmalen, in denen der reizleitende Apparat der Bogengangsorgane sich von dem des Statolithenapparates unterscheidet, ist eines fundamental: Cupula und Endolympe haben praktisch dasselbe spezifische Gewicht⁷²⁾. Dieser Umstand allein, nicht etwa die Ringstruktur der Kanalwände⁷³⁾, bewirkt, daß sich der bewegliche Bogengangsinhalt stets in indifferentem Gleichgewicht befindet und somit nur unter Beibehaltung der Schwerpunktlage, also rotatorisch, verschoben werden kann. In richtiger Erkenntnis dieser physikalischen Zusammenhänge bestimmten etwa gleich-

70) Also auf einer phylogenetischen Stufe, auf der bereits ein Ductus cochlearis ausdifferenziert ist.

71) Biologisch inadäquat, vgl. die Definition o. S. 450.

72) Nach Messungen von Timm (1953) verhält sich die Dichte der Cupula zu der der Endolympe wie 1.002 zu 1.0.

73) Die Ringstruktur ist von Bedeutung für die *Richtcharakteristik* des reizleitenden Apparates (vgl. u. S. 459): Sie schränkt die Freiheitsgrade der Endolymphbewegung zusätzlich ein und bewirkt, daß jedes Ampullenorgan vornehmlich auf Drehbewegungen in der zugehörigen Kanalebene anspricht.

zeitig Breuer (1874), Brown (1874) und Mach (1874) *Drehbeschleunigungen* des Kopfes als (physiologisch) adäquaten Reiz des Bogengangsapparates⁷⁴).

Diese Theorie blieb in der Folgezeit nicht unwidersprochen, vor allem wurde von mehreren Autoren die Möglichkeit einer Bogengangsreizung auch durch lineare Beschleunigungen („*Progressivbewegungen*“) erwogen — unter Hinweis entweder auf den immerhin bestehenden geringfügigen Dichteunterschied zwischen Endolymphe und Cupula⁷⁵) oder auf eine hypothetische Verschieblichkeit und Verformbarkeit des gesamten häutigen innerhalb des knöchernen Labyrinths (Magnus 1924, Lorente de N6 1931, McNaughton-Jones 1945, Meyer zum Gottesberge u. Maurer 1949, Timm u. Müller 1953, Timm 1953). Die experimentellen Belege für diese Annahme (Magnus 1924) sind jedoch von bestreitbarer Aussagekraft (Hasegawa 1940), außerdem stehen ihr Experimentalbefunde von Benjamins u. Huizinga (1928), Versteegh (1927), Adrian (1943) und Jongkees (1950) direkt entgegen, so daß man sie nach dem derzeitigen Wissenstand als abwegig bezeichnen darf⁷⁶). Damit ist zugleich gesagt, daß bei Kopfdrehung auftretende *Zentrifugalkräfte* ohne Einfluß auf die Bogengangsmeldung bleiben; es ist also, physiologische Reizstärken vorausgesetzt, grundsätzlich gleichgültig, ob sich die Bogengänge in der Rotationsachse oder außerhalb derselben befinden (Gaede 1922, Schmaltz 1932, Jongkees 1953)⁷⁷).

b) Statolithenapparat

Wegen des beträchtlichen Dichteunterschieds zwischen Otokonienmembran und Endolymphe (s. o. S. 449)⁷⁸) hat der reizleitende Apparat der Statolithenorgane einen verschieblichen Schwerpunkt. Die Gleichgewichtslage eines solchen Systems ist durch jede Art von Beschleunigungskräften

74) Die häufig in Lehrbuchdarstellungen zu lesende Formulierung, der Bogengangsreiz greife „primär“ an der Endolymphe an, die ihrerseits auf die Cupula „drücke“ oder an sie „stoße“, ist physikalisch ebenso ungenau wie die gegenteilige Meinung Werners (1960), wonach die primär betroffene Cupula die Endolymphe „vor sich her schiebe“. In Wirklichkeit erfaßt die durch Drehbeschleunigung hervorgerufene Trägheitskraft das Cupula-Endolymphe-system als Ganzes (vgl. auch u. S. 459 ff.).

75) Vgl. o. S. 453, Anm. 72.

76) Als gewichtiges Gegenargument läßt sich auch anführen, daß bei Erregbarkeit des Bogengangsapparates durch geradlinig wirkende Kräfte bereits die Schwerkraft selbst Bogengangseffekte (z. B. Nystagmus, s. u. S. 468) hervorrufen müßte, was sie jedoch — auch bei kräftiger Verstärkung durch Zentrifugalkräfte (Bergstedt 1961) — normalerweise keineswegs tut (vgl. zum Problem des „Lagenystagmus“ u. S. 472 Anm. 119).

77) Auf den Sonderfall der Bogengangsreizung durch Corioliskräfte bei linearen Kopfbewegungen innerhalb eines seinerseits rotierenden Bezugssystems (Drehstuhl, Zentrifuge) kann hier nicht näher eingegangen werden, vgl. dazu Fischer u. Kornmüller (1930), Schubert (1934) und Bornschein u. Schubert (1954).

78) Der spezifische Gewichtsunterschied ist so groß, daß die Otokonienmembran durch kräftiges Zentrifugieren von der Macula abgeschleudert werden kann. Hierauf beruht eine von Wittmaack (1909) entwickelte Methode zur experimentellen Ausschaltung der Otolithenorgane ohne Zerstörung des Sinnesepithels.

beeinflussbar, und der Statolithenapparat kann somit im Unterschied zu den Bogengängen als *allgemeiner Beschleunigungsrezeptor* gekennzeichnet werden (Fleisch 1922). Im natürlichen Milieu lassen sich dabei vornehmlich drei Reizklassen unterscheiden:

1. Auf Grund der Massenanziehung ist die Erdoberfläche selbst einschließlich aller relativ zu ihr ruhenden bzw. nicht frei fallenden Körper als beschleunigtes System aufzufassen (Abb. 13 a); auf den Statolithenapparat wirkt dauernd die zum Erdmittelpunkt gerichtete *Schwerkraft* mit einer Stärke von ca. $9,81 \text{ m/sec}^2$ („Erdbeschleunigung“⁷⁹⁾).

2. Wird der Organismus mit veränderlicher Geschwindigkeit in konstanter Richtung bewegt, so ist der Statolithenapparat zudem *Trägheitskräften* ausgesetzt, die gleich- bzw. gegensinnig zur Körperbewegung gerichtet sind und deren Betrag dem der Beschleunigung bzw. Bremsung entspricht (Abb. 13 b, c).

3. Ändert sich umgekehrt die Bewegungsrichtung bei konstanter Geschwindigkeit, speziell also etwa beim Beschreiben einer Kreisbahn, so treten *Zentrifugalkräfte* auf, deren Betrag von Geschwindigkeit und Krümmungsradius der Bewegung abhängt (Abb. 13 d).

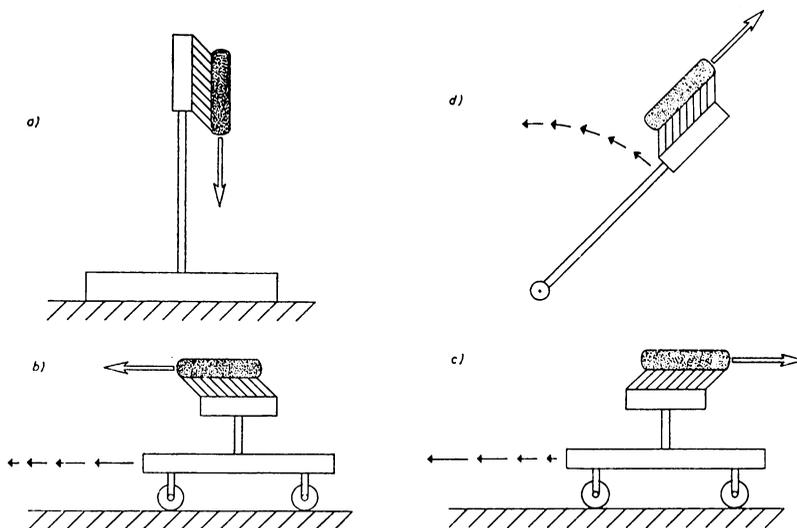


Abb. 13

Kräfte am Otolithen (Modell). a) Schwerkraft, b) negative, c) positive Beschleunigung, d) Zentrifugalkraft. Die schwarzen Pfeile bezeichnen die Bewegungsgeschwindigkeit und -richtung, die ungeschwärzten Pfeile die dabei auftretenden Kräfte.

79) Dieser Betrag wird häufig als 1 g bezeichnet und als Bezugsgröße auch für sonstige auf den Organismus einwirkende Beschleunigungskräfte verwandt (vgl. z. B. v. Holst 1950, Schöne 1962).

Alle drei Einwirkungsarten erfolgen beim lebendigen Organismus praktisch dauernd kombiniert (d. h. in vektorieller Addition), ohne daß der Otolithenapparat allein sie *auf irgendeine Weise* unterscheiden oder trennen könnte⁸⁰). Obwohl Breuer (1874) und Mach (1875) diesen Tatbestand bereits klar erkannt haben, wurde er in der Folgezeit doch häufig übersehen und ein Ansprechen einzelner vestibulärer Teilorgane ausschließlich auf „statische“, „dynamische“ bzw. „zentrifugale“ Reize erwogen (Werner 1940, Magnus 1924)⁸¹); aus physikalischen Gründen ist eine solche Selektivität aber a priori unmöglich (vgl. dazu Jongkees 1953).

4. Rezeptoradäquate Reizung der vestibulären Organe

a) Bogengangsapparat

In der Meinung, es handle sich bei den Bogengängen um Schwere-sinnesorgane, hatte noch Goltz (1870) vermutet, daß die Endolymphlast die jeweils zuunterst gelegene Kanalwand durch Dehnung reize. Kurz darauf postulierten unabhängig voneinander Breuer (1874) und Brown (1874) eine seitliche Abbiegung der Cupula durch Endolymphströmung als rezeptoradäquaten Reiz. Spätere Theorien wie die, daß der (vermeintlich durch Auftreffen der strömenden Bogengangs- auf die ruhende Utriculus-Endolympe entstehende) hydrostatische Druck in den Ampullen die (unbewegliche) Cupula reize (Wittmaack 1921) oder daß die Endolympe durch einen zwischen Ampullendach und Cupula klaffenden Spalt an der letzteren vorbeiströme und dabei die Ionenkonzentration in der Ampulle reizwirksam verändere (Schmaltz 1925), konnten in den dreißiger Jahren durch direkte Beobachtung der lebendfrischen Cupula unter Verwendung besonderer Färbemethoden widerlegt werden (Steinhausen 1927—1934, Wünn 1932, Dohlman 1935). Diese Untersuchungen und spätere elektro-physiologische Arbeiten (Löwenstein u. Sand 1940 a, b) bestätigen eindeutig die Breuer-Brownsche Annahme, weshalb man die heute allgemein akzeptierte Theorie der rezeptoradäquaten Bogengangsreizung durch *seitliche Verbiegung der Crista-Sinneshaare* (Abb. 14) auch gewöhnlich nach diesen Autoren benennt⁸²).

b) Statolithenapparat

Umstrittener ist bis zur Gegenwart der rezeptoradäquate Reiz des Statolithenapparates. Obwohl die wiederum erstmals von Breuer (1891)

80) Vgl. dazu u. S. 483 ff.

81) Werner ordnete dem Sacculus dynamische, nicht aber statische Reize zu; Magnus vertrat die Meinung, daß für die Lagereflexe der Statolithenapparat, für Reflexe auf Progressivbewegung jedoch allein die Bogengänge verantwortlich seien.

82) Häufig wird im selben Zusammenhang auch von der „Mach-Breuerschen Theorie“ gesprochen, was allerdings nicht ganz korrekt ist; Mach (1875) hatte nämlich in der unzutreffenden Annahme, daß eine Flüssigkeitsbewegung in den sehr engen Bogengängen wegen zu hohen Reibungswiderstandes nicht möglich sei, eine Cupulareizung allein durch das Drehmoment (seitlichen Druck) der Endolympe vermutet, eine Meinung, der sich Breuer dann zeitweilig anschloß (vgl. dagegen u. S. 459 ff.).

ausgesprochene Vermutung, daß die *seitliche Verschiebung* („*Scherung*“) der Otokonienmembran auf der Macula reizwirksam sei, in der Folgezeit durch eine Reihe von Experimentalbefunden gestützt wurde⁸³) und eigentlich schon per analogiam als richtig postuliert werden darf⁸⁴), wurde sie doch zunächst durch eine von Magnus (1924) verfochtene anderslautende Lehrmeinung verdrängt. Aus den Ergebnissen seiner umfangreichen Untersuchungen glaubte dieser schließen zu können, daß von den beiden zueinander orthogonalen Vektorkomponenten, in die sich die am Statolithen angreifende mechanische Kraft (*F* in Abb. 15) zerlegen läßt, die zur Macula *senkrecht* orientierte reizwirksam sei, und zwar speziell, daß die Reizstärke bei Hängelage des Statolithen ihr Maximum erreiche, also gleichsinnig mit dem *Zug* an der Macula wachse. Kurz zuvor hatte Quix (1921, 1923, 1924) auf Grund theoretischer Erwägungen umgekehrt den *Druck* der Otolithen auf die Maculae als erregungssteigernd angenommen; die gleiche Ansicht vertritt gegenwärtig Jongkees (z. B. 1952).

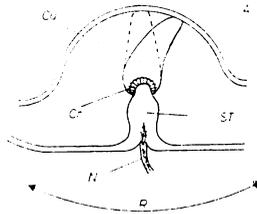


Abb. 14

Abbiegung der Cupula (Cu) bei beschleunigter Rotation (R) des Kopfes. A = Ampulle, ST = Septum transversum, Cr = Crista, N = Nerv.

Es war weitgehend das Verdienst v. Holsts (1950), die Druck-Zug-Hypothesen und eine Reihe weiterer, hier nicht näher zu erörternder Annahmen wie die „Bojentheorie“ von Tait u. McNally (1934), die in Anlehnung an Wittmaack (s. o. S. 456) entwickelte „hydrostatische Drucktheorie“ von Werner (1927—1935) und die Theorie Myginds (1928, 1948) widerlegt und der alten Breuerschen Theorie erneut zum Durchbruch verholfen

83) Durch direkte, teilweise röntgenoptische Beobachtung an Fischen konnte geklärt werden, daß sich bei Kippung des Versuchstieres die Otolithen tatsächlich — und zwar proportional zur Scherungskraft — seitlich verschieben (erstmalig Kubo 1906), hingegen selbst unter dem Einfluß starker Zentrifugalkräfte keine nachweisbaren Bewegungen senkrecht zur Macula ausführen (de Vries 1950). — Mechanische Otolithenreizung durch Manipulationen am freigelegten Labyrinth (Kubo 1906, Maxwell 1923, Jongkees 1950, Szentágothai 1952) führte i. allg. nicht zu eindeutigen Ergebnissen, weil ein hinreichend sicherer Ausschluß unbeabsichtigter Druckwirkungen beim Verschiebungsversuch und umgekehrt kaum möglich ist; die in dieser Hinsicht am sorgfältigsten durchgeführten Experimente Ulrichs (1935) bestätigen jedoch ebenfalls die Scherungshypothese.

84) Bei sämtlichen phylogenetischen Verwandten des Otolithenapparates (Bogengänge, Cochlea, Seitenorgan) werden die Rezeptoren nachweislich durch seitliche Abbiegung der Sinneshaare adäquat gereizt (vgl. Dijkgraaf 1952 a).

zu haben. v. Holst machte sich zunutze, daß freibewegliche Tiere bei konstantem inneren Milieu⁸⁵⁾ die statolithäre Erregungsgröße konstant zu halten, d. h. störungsbedingte Veränderungen derselben durch kompensatorische Lageänderungen rückgängig zu machen trachten. Er brachte Fische zunächst durch seitliche Belichtung in eine optisch-vestibuläre Konfliktsituation (s. o. S. 386 f.), in der die Tiere eine schräggeneigte Kompromißlage einnahmen (Abb. 15 a)⁸⁶⁾. Wurde die auf den Otolithenapparat einwirkende mechanische Kraft nun durch Zentrifugieren verschiedengradig verstärkt, so *verringerten* die Fische ihre Schräglage — und zwar in der Tat immer gerade so, daß die Scherungskomponente am Utriculus⁸⁷⁾ konstant blieb (Abb. 15 b).

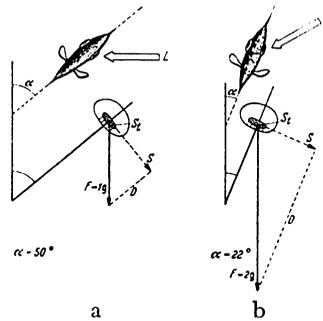


Abb. 15

Veränderung der Ruhelage eines seitlich beleuchteten Fisches bei konstanter Leuchtdichte und gleichbleibendem Winkel zwischen Fischauge und Lichtrichtung (L) unter dem Einfluß von Betragsänderungen der am Otolithen angreifenden mechanischen Kraft (F). Der Neigungswinkel (α) der Fisch-Hochachse gegen die Richtung des mechanischen Feldes ändert sich so, daß die Scherungskomponente (S) am Utriculus-Statolithen (St) konstant bleibt, d. h. der Feldstärkenzuwachs wird völlig auf die offensichtlich belanglose Druckkomponente (D) „abgewälzt“. Bei Gültigkeit der Druck- bzw. Zugtheorie wäre unter denselben Versuchsbedingungen der umgekehrte Effekt zu erwarten: Der Fisch müßte dann bestrebt sein, die Komponente D konstant zu halten, und sollte sich demgemäß bei Erhöhung der Feldstärke nicht aufrichten, sondern gerade im Gegenteil — um die Macula zu entlasten — weiter zur Seite neigen (aus v. Holst 1950).

5. Übertragungseigenschaften der vestibulären Organe

Die quantitativen Beziehungen, die ein Sinnesorgan zwischen (organadäquatem) Reiz und Erregung stiftet, können in Analogie zum tech-

85) D. h. bei konstantem Sollwert des Lage-Regelkreises und bei konstantem optisch-vestibulären Gewichtsverhältnis.

86) Durch diesen Kunstgriff wurde erreicht, daß in der vom Fisch gewählten Ruhelage die am (senkrecht zur Fischhochachse ausgerichteten) Utriculus angreifende mechanische Kraft nicht einfach mit der Druckkomponente zusammenfiel.

87) Durch Ausschaltversuche konnte gesichert werden, daß bei den untersuchten Tieren tatsächlich der Utriculus für die beschriebenen Reaktionen verantwortlich ist.

nischen Sprachgebrauch als die „Übertragereigenschaften“ des Organs bezeichnet werden⁸⁸). Bei technischen Systemgliedern charakterisiert man diese meist in dreifacher Hinsicht:

1. Die *Kennlinie* eines Systemgliedes gibt an, wie die Intensität der Ausgangsgröße von der der Eingangsgröße abhängt⁸⁹).

2. Unter dem *Zeitverhalten*⁹⁰) eines Systemgliedes versteht man die Weise, in der zeitliche Veränderungen der Eingangsgröße in solche der Ausgangsgröße umgesetzt werden.

3. Ist die Eingangsgröße gerichtet, die Ausgangsgröße jedoch skalar, so hängt die Intensität der letzteren häufig (bei konstanter Eingangsintensität) auch von dem Winkel ab, unter dem die erstere einfällt; die Art dieser Abhängigkeit wird als die *Richtcharakteristik* des Systemgliedes bezeichnet⁹¹).

Wir erörtern nachfolgend für jede dieser drei Merkmalskategorien ein besonders kennzeichnendes Beispiel aus dem vestibulären Bereich. Dabei ist zu beachten, daß sowohl Statolithen- als auch Bogengangsorgane aus je zwei hintereinandergeschalteten Systemgliedern (reizleitender Apparat und Rezeptor, s. o. S. 450) bestehen, die sich hinsichtlich der Übertragereigenschaften voneinander unterscheiden.

a) *Zeitverhalten des reizleitenden Apparates der Bogengänge*

Es erscheint zunächst selbstverständlich, daß der Bogengangsapparat genau das meldet, wodurch er (physiologisch adäquat) gereizt wird, nämlich rotatorische Beschleunigungen. Diese auch in Lehrbuchdarstellungen verbreitete Annahme ist jedoch falsch: Wie bereits Mach (1875, S. 116) erkannt hatte, *integrieren* die Bogengänge auf mechanischem Weg den organadäquaten Reiz und melden demgemäß die *Geschwindigkeit* der Kopffrotation. Mulder (1908) hatte gefunden, daß die Reaktionen des menschlichen Organismus auf Winkelbeschleunigung nicht nur von deren Betrag, sondern innerhalb gewisser Zeitgrenzen auch von ihrer Wirkungsdauer, genauer gesagt vom Produkt beider Größen abhängen⁹²).

88) Vgl. für eine vollständige Systematik dieses allgemein-sinnesphysiologischen Problemgebietes Burkhardt (1960).

89) Lineare, logarithmische oder exponentielle Reiz-Erregungsbeziehung, Schwellen, Sättigung, Hysteresis-Effekte u. dgl.

90) Übergangsfunktion bzw. Frequenzgang, vgl. Oppelt (1960).

91) Eine mögliche Alternative zur Umsetzung von Richtungsänderungen des Reizes in Änderungen einer eindimensionalen Erregungsgröße ist die *Abbildung* (Burkhardt 1960), d. h. der Reizempfang durch eine größere Zahl räumlich verteilter Rezeptoren, von denen jeder einer bestimmten Reizeinfallrichtung zugeordnet ist (Beispiel: Retina). Mach (1875) hatte vermutet, daß auch der Statolithenapparat nach dem Abbildungsprinzip arbeitet insofern, als die Berührungsstelle des freibeweglich gedachten Statolithen an der Utriculus- bzw. Sacculuswand die Schwerkraftichtung markiert. Diese noch heute in Populärdarstellungen und auch Lehrbüchern antreffbare Theorie ist für sämtliche Wirbeltiere freilich schon aus anatomischen Gründen undiskutabel (zu ihrer möglichen Gültigkeit für Weichtiere und Würmer vgl. Schöne 1959).

92) Das Produkt aus Beschleunigung und Zeit hat die Dimension Geschwindigkeit.

Dieser von Buys u. Rijlant (1939) und Buys (1940) bestätigte Tatbestand konnte von van Egmond et al. (1949) auf das Zeitverhalten des reizleitenden Apparates zurückgeführt werden: Ausgehend von einer Feststellung Steinhausens (1931), der den Inhalt der Bogengänge als stark gedämpftes Torsionspendel bezeichnet hatte, wiesen die Autoren an Hand von Experimenten und Berechnungen nach, daß die seitliche Auslenkung der Cupula bei praktisch allen natürlich vorkommenden Bewegungen der jeweiligen Winkelgeschwindigkeit des Kopfes proportional ist.

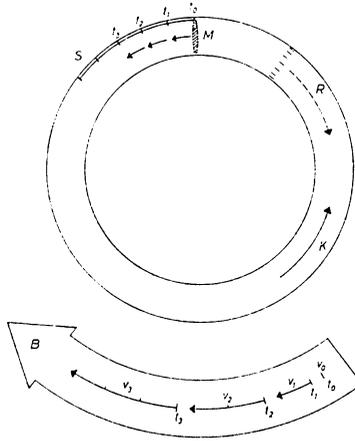


Abb. 16

Da dieser wichtige und überraschende Befund bisher nur wenig bekannt geworden ist, versuchen wir kurz, den Grundgedanken der Beweisführung in vereinfachter Form zu veranschaulichen⁹³). Ein ringförmiges, flüssigkeitsgefülltes Rohr rotiere mit konstanter Beschleunigung (B) im Uhrzeigersinn (Abb. 16). Bei völlig fehlender Reibung würde die Flüssigkeit an dieser Rotation nicht teilnehmen, sondern, vom Kanalring als Bezugssystem aus betrachtet, mit gleichmäßig wachsender Geschwindigkeit im Gegenuhrzeigersinn durch diesen „strömen“, so als wirkte innerhalb des Systems eine konstante⁹⁴) Kraft K auf sie ein. Praktisch steht einer dauernd rascher werdenden Strömung jedoch der Reibungswiderstand (R) der Flüssigkeit an den Gefäßwänden entgegen, welcher — und das ist wesentlich — außer von Systemkonstanten (wie z. B. dem Durchmesser der Röhrenöffnung) von der Strömungsgeschwindigkeit abhängt. Die letztere kann also nur so lange anwachsen, bis der Reibungswiderstand gerade ebenso groß wie K geworden ist, danach bleibt sie konstant. Ist die Röhrenöffnung sehr eng⁹⁵), so wird dieses Gleichgewicht schon sehr bald nach Strömungsbeginn erreicht sein, d. h. in einem solchen System besteht fast andauernd Proportionalität zwischen der jeweiligen

93) Die exakte Beweisführung ergibt sich bei Integration der von van Egmond et al. annähernd als $\ddot{x} + 10\dot{x} + x = 0$ bestimmten Differentialgleichung der menschlichen Bogengänge.

94) Wegen Kraft = (Flüssigkeits-)Masse \times Beschleunigung entspricht einer konstanten Beschleunigung eine konstante Kraft.

95) Genauer: ist die Reibungskonstante sehr viel größer als die Flüssigkeitsmasse.

Winkelbeschleunigung des Kanalringes relativ zur Erde und der Winkelgeschwindigkeit der Flüssigkeit relativ zur Kanalwand. — An der Kanalwand sei nunmehr eine Skala (S) angebracht, und in der Flüssigkeit schwimme eine Marke (M). Der vorher ruhende Ring werde mit konstanter Beschleunigung rotiert, wobei also seine Drehgeschwindigkeit (v_1, v_2, v_3), beginnend mit Null, in gleichen Zeiten (t_1, t_2, t_3) um gleiche Beträge zunimmt. Die (vorher auf Null eingestellte) Marke wird dann wegen der konstanten Strömungsgeschwindigkeit in denselben Zeiten jeweils gleich viele Skalenteilstriche passieren. Dies aber bedeutet, daß ein zu beliebigem Zeitpunkt (z. B. t_2) abgelesener Skalenwert bei linearer Eichung stets gerade die jeweilige Momentangeschwindigkeit des Kanalringes (v_2) anzeigt. — Hört nach einiger Zeit die Kanalbeschleunigung auf, so bleibt die Marke auf dem gerade erreichten Skalenwert stehen und gibt somit, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend, eine Dauergeschwindigkeit an; folgt sodann eine Bremsung, so wandert die Marke zum Ursprung zurück und erreicht diesen im Idealfall gerade dann, wenn der Ring vollständig zur Ruhe gekommen ist (Abb. 17 c). Natürlich sind dabei kleine Fehler unvermeidlich; nach einigem Hin und Her werden sich diese allerdings summiert haben, so daß die Marke schließlich bei Stillstand des Systems nicht mehr auf, sondern neben Null zur Ruhe kommt und damit fälschlicherweise eine Dauerrotation anzeigt. Diese für die Raumorientierung katastrophale Möglichkeit läßt sich nun durch eine schwach-elastische Befestigung der Marke am Nullpunkt ausschalten, wodurch die Flüssigkeitsbewegung bei nicht zu langdauernder Einwirkung der Beschleunigungskraft K nicht nennenswert behindert,

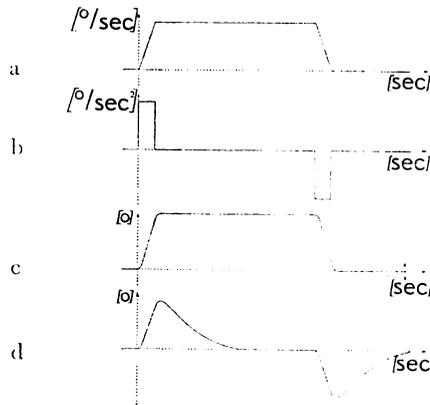


Abb. 17

Zeitverhalten des rezeptoradäquaten Bogengangsreizes (Cupula-Abbiegung in Grad) bei fehlender (c) und bei vorhandener, aber gegenüber der Reibung schwacher Cupula-Elastizität (d), wenn der Kanalring mit zunächst gleichmäßig wachsender, dann konstanter und schließlich gleichmäßig zu Null absinkender Winkelgeschwindigkeit (a, in Grad/sec) rotiert wird. Die Winkelbeschleunigung des Ringes (b, in Grad/sec²), zugleich ein Maß für die Kraft K (siehe Text), wird im hypothetischen System c einfach integriert; die Cupula-Auslenkung entspricht hier annähernd ideal der Drehgeschwindigkeit (a), doch treten nach einiger Zeit Eichfehler auf (punktierte Kurvenzüge). Dies wird im System d vermieden, das sich infolge der Cupula-Elastizität selbst nachjustiert; die Anzeige der Winkelgeschwindigkeit (a) wird nun jedoch falsch, sobald die letztere einen von Null verschiedenen konstanten Betrag annimmt.

jedoch beim Verschwinden von K stets eine allmähliche⁹⁶⁾ Rückkehr der Marke in die Nullstellung und somit deren dauernde „Nachjustierung“ gewährleistet wird (Abb. 17). Freilich wird nunmehr eine Ruhemeldung auch dann erfolgen, wenn das System eine Zeit lang mit konstanter Geschwindigkeit rotiert, was jedoch bei den Bogengängen insofern keine Rolle spielt, als praktisch alle natürlicherweise vorkommenden Kopfbewegungen durch häufige Richtungsumkehr, große aber kurzfristige Beschleunigungen und Bremsungen und das Fehlen längerer Phasen geschwindigkeitskonstanter Rotation gekennzeichnet sind (Jongkees 1953).

b) Kennlinieneigenschaften der Cristae

Innerhalb biologisch normaler Reizgrenzen besteht bei den Cristae der bisher untersuchten Tierarten eine annähernd *lineare* Beziehung zwischen rezeptoradäquatem Reiz und afferenter Impulsfrequenz (Adrian 1943, Löwenstein u. Sand 1940 a, Groen et al. 1952, Henriksson 1955, 1956, Trincker 1957, 1959, 1960⁹⁷⁾).

Die *absoluten Schwellen* der vestibulären Organe liegen sehr niedrig (Bogengänge beim Menschen: ca. $0.5^\circ/\text{sec}^2$, Groen u. Jongkees 1948, de Vries 1949), was von v. Holst (1950) mit einer elektrophysiologisch gut gesicherten Eigentümlichkeit der vestibulären Rezeptoren in Zusammenhang gebracht wird: Sie sind fast durchwegs „Dauerläufer“, d. h. die Cristae entsenden auch bei völliger Kopfruhe, die Maculae auch bei aufrechter Kopfhaltung einen adaptionsfrei andauernden afferenten Impulsstrom⁹⁸⁾ (Löwenstein u. Sand 1940 a, b, Löwenstein u. Roberts 1950), so daß Verschiebungen der Cupulae bzw. der Otolithen lediglich einen bereits ablaufenden Erregungsvorgang zu modulieren, nicht aber diesen (gegen eine schwellererhöhende „Anfangsreibung“) erst in Gang zu bringen haben.

Außerdem erlaubt das Bestehen einer Dauerautomatie, das *Vorzeichen* des Reizes bei der Verkodung auf die Afferenz mitzuberücksichtigen: In den Bogengängen etwa kann die Endolymphströmung ja sowohl ampullopetal als auch ampullofugal erfolgen (vgl. o. S. 448); bei den Ductus laterales bedingt nun die erstere *Erhöhung*, die letztere *Herabsetzung* der Entladungsfrequenz⁹⁹⁾, die vertikalen Bogengänge verhalten sich umgekehrt.

96) Die Rückstellzeit der Cupula beträgt 20—30 sec: Löwenstein u. Sand (1940 a) van Egmond et al. (1949).

97) Für die Otolithenorgane erlauben die gegenwärtig vorliegenden elektrophysiologischen Befunde in dieser Hinsicht noch keine ebenso klare Aussage, doch lassen die verhaltensanalytisch gewonnenen Ergebnisse v. Holsts (1950) hier ebenfalls linearen Kennlinienverlauf erwarten; speziell konnte v. Holst die Möglichkeit einer logarithmischen Reiz-Reaktionsbeziehung nach Art des Fechnerschen Gesetzes ausschalten, obwohl einige seiner Befunde eine solche Interpretation bei oberflächlicher Betrachtung an sich nahelegen könnten.

98) Diese Tatsache war bereits Ewald (1892) bekannt, der sie für die Bogengänge — wohl in der Meinung, eine Dauererregung könne nur von einem Dauerreiz herrühren — durch eine von beständig flimmernden Härchen aufrechterhaltene Endolymphströmung zu erklären versuchte.

99) Damit ist, wie Löwenstein u. Sand (1936) ausdrücklich vermerken, der interessante Fall gegeben, daß eine Erhöhung des adäquaten Reizes (der Drehbeschleunigung) bei entsprechender Wirkungsrichtung zu einer Verringerung der zugehörigen Erregung führt.

Während nun eine Frequenzsteigerung theoretisch unbegrenzt erfolgen kann, ist eine Verringerung natürlich höchstens bis zur völligen Entladungsruhe möglich; bei starker ampullofugaler (bzw. -petaler) Reizung der horizontalen (bzw. vertikalen) Bogengänge ist somit eine Art „Sättigungseffekt“ zu erwarten, der sich in der Weise äußern muß, daß die motorischen und phänomenalen Auswirkungen solcher Reize schwächer sind als die einer ebenso stark beschleunigten entgegengerichteten Rotation. Dies ist in der Tat der Fall und wird nach seinem Entdecker als das 2. *Ewaldsche Gesetz* bezeichnet. Innerhalb welcher Grenzen es gilt und ob es allein auf dem genannten „Anschlag an der Nulllinie“ beruht, ist z. Z. allerdings noch Gegenstand der Diskussion (vgl. van Egmond et al. 1949, Jongkees 1953).

c) *Richtcharakteristik der Statolithenorgane*

a) Reizleitender Apparat

Die Richtung der auf ein Statolithenorgan einwirkenden mechanischen Kraft kann in zwei Freiheitsgraden variiert werden: einmal in der (einfachheitshalber als Ebene angenommenen) Maculafläche, zum anderen in einer dazu senkrechten Ebene (Abb. 18).

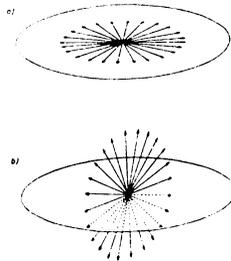


Abb. 18

Breuer (1891) hatte vermutet, daß die Otolithen auf der Macula gleichsam wie auf Schienen in anatomisch vorbestimmten Bahnen gleiten, was unterschiedliche Scherungsbeträge bei Krafrichtungsänderung der erstgenannten Art (Abb. 18 a) zur Folge haben sollte. Bisher hat sich jedoch kein Anhaltspunkt für die Richtigkeit dieser Annahme ergeben.

Sicher führen jedoch Richtungsänderungen nach Art von Abb. 18 b zu Betragsänderungen des rezeptoradäquaten Reizes, und zwar hängt, wie ebenfalls bereits Breuer feststellte und im übrigen aus Abb. 15 ohne weiteres abgelesen werden kann, die Scherungskomponente vom *Sinus* des Winkels zwischen Reizrichtung und Maculafläche ab (Abb. 19):

$$S = F \cdot \sin \alpha$$

wobei S = Betrag der Scherungskraft, F = Betrag des aus dem Zusammenwirken von Schwerkraft und etwaigen weiteren Beschleunigungskräften resultierenden mechanischen Feldes.

Aus der Gleichung folgt, daß der rezeptoradäquate Reiz S für ein *einzelnes* Otolithenorgan keine Trennung von Stärke (F) und Richtung (α) des mechanischen Feldes erlaubt; er kann durch Kippen des Kopfes gleichermaßen verändert werden wie durch alleinige Veränderung der Feldstärke¹⁰⁰). Durch Verarbeitung der von Utriculus und Sacculus *gemeinsam* gelieferten Information ist allerdings eine isolierte Bestimmung beider Parameter im Prinzip möglich, da die Maculaflächen der genannten Teilorgane nicht in parallelen Ebenen liegen, und Mittelstaedt (1961 b) nimmt in der Tat eine solche Verarbeitungsweise an („Bikomponententheorie“). Wegen der natürlichen Konstanz der Schwerkraft könnten andererseits bei ruhendem Organismus auch die Meldungen der Utriculi allein für eine Richtungsbestimmung ausreichen, welche allerdings, wie Abb. 19 zeigt, nicht eindeutig wäre: Jedem Scherungsbetrag (Ordinate) entsprechen *zwei* Utriculus-Schräglagen (Abszisse); speziell wäre also etwa ohne Zuhilfenahme weiterer (z. B. optischer oder haptischer) Information keine Unterscheidung zwischen aufrechter und Kopf-Unten-Lage möglich. Außerdem müßten in diesem Fall bloße *Betragsänderungen* des mechanischen Vektors vom Organismus als *Richtungsänderungen* gewertet werden, was allerdings nach Befunden v. Holsts (1950) bei Fischen und Schönes (1962) beim Menschen tatsächlich der Fall ist (vgl. u. S. 480 ff.).

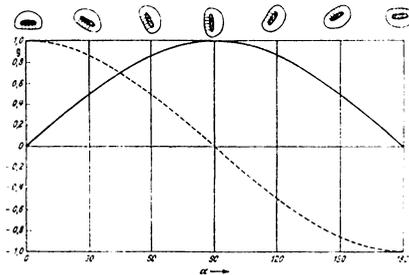


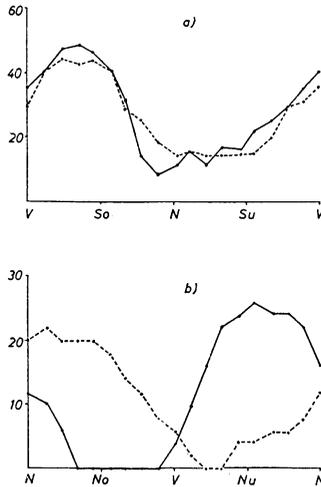
Abb. 19

Skizze zur Erläuterung der Abhängigkeit der Reizgröße (in Bruchteilen von g) von der Stellung des statischen Organs (α). Die ausgezogene Sinuskurve gilt für die Scherungskomponente, die unterbrochene Cosinuskurve für die Druck- bzw. (bei Spiegelung an der Abszisse) die Zugkomponente der Erdschwere (aus v. Holst 1950).

100) Hieraus läßt sich die methodische Forderung ableiten, daß bei Experimenten mit Zentrifugalkräften die Kopf- und Körperlage der Vp. möglichst relativ zu der aus Schwer- und Zentrifugalkraft resultierenden Feldrichtung F konstant zu halten ist (Zentrifugenprinzip, v. Holst 1950, Schöne 1962) anstatt, wie es meist geschieht, relativ zur Erde (Drehscheibenprinzip, Mach 1875, Witkin 1950, 1952); im ersten Fall wird nämlich allein die Stärke, im letzteren hingegen Stärke und Richtung des (organadäquaten) Reizes in bezug auf die Maculaflächen variiert, so daß hier die Ergebnisse viel schwieriger interpretierbar sind (vgl. auch Schöne 1962, S. 61).

β) Rezeptoren

Die Richtungsunterscheidung gemäß Abb. 18 a wird nach derzeitigem Kenntnisstand durch eine richtungsspezifische Erregbarkeit der *Rezeptoren* gewährleistet. Die Bearbeitung dieses Problemgebietes steht noch in den Anfängen und erfolgte bisher vornehmlich auf zwei Wegen: a) durch Reizexperimente mit planmäßiger Variation der Scherungsrichtung, b) durch elektronenoptische Untersuchungen der Macula-Feinstruktur.



A b b. 20

Entladungsfrequenzen afferenter Einzelfasern von zwei Rezeptortypen im Utriculus des Rochens bei langsamen 360°-Drehungen der Versuchstiere a) um die Längsachse, b) um die Querachse (nach Löwenstein u. Roberts 1949; Angaben über die genaue Lage der Macula-Fläche im Kopf fehlen). Ordinate = Impulse pro Sekunde; Abszisse = Lage des Tieres im Raum: N = Normallage (Rücken oben), V = Verkehrlage (Rücken unten), No bzw. Nu = Nase nach oben bzw. nach unten gerichtet, So bzw. Su = Seite, auf der sich das untersuchte Otolithenorgan befindet, nach oben bzw. nach unten gerichtet. Die ausgezogenen Linien sind von links nach rechts, die unterbrochenen von rechts nach links zu lesen. a) „Stato-receptors“: Die Entladungsfrequenz ist von der jeweils gerade bestehenden Kopfplage abhängig, nicht hingegen von deren Vorgeschichte. b) „Out-of-position-receptors“: Die Entladungsfrequenz hängt fast allein von der Änderungsrichtung der Kopfplage ab; Wegkippen aus der Normallage, gleich nach welcher Seite, bewirkt Impulsabfall, Annäherung an die Normallage bewirkt über weite Neigungsbereiche Impulsanstieg.

a) Elektrophysiologische Ableitungen (Rochen: Löwenstein u. Roberts 1950; Katzen: Adrian 1943) und Registrierung von motorischen Reizeffekten (Haie: Maxwell 1923; Hechte: Ulrich 1935; Hunde und Katzen: Szentágothai 1952) bei Kippung der Versuchstiere bzw. direkter Verschiebung der Otolithen ergaben recht verwickelte und zudem je nach

Tierart unterschiedliche Befunde. Immerhin lassen diese erkennen, daß die meisten Otolithen-Rezeptoren tatsächlich richtungsspezifisch arbeiten, daß ferner auf einer und derselben Macula Rezeptoren unterschiedlicher Hauptansprechrichtung vorkommen und daß es schließlich, wie man bei einem Lagesinnesorgan auch fordern darf, wenigstens einen Typ von Sinneszellen gibt, bei dem die Erregungsgröße jeweils so gut wie ausschließlich von Richtung und Betrag der *im Augenblick einwirkenden* Scherungskraft abhängt, darüber hinaus aber auch Rezeptoren, deren Richtcharakteristik in beträchtlichem Ausmaß vom *Reizverlauf* (d. h. von der Geschwindigkeit und dem Drehsinn der Reizrichtungsänderung bzw. bei konstanter Reizsituation von deren Dauer) bestimmt wird (Abb. 20).

b) Wie neuerdings elektronenoptische Untersuchungen ergeben haben (Löwenstein u. Wersäll 1959, vgl. auch Bairati 1961, Wersäll 1961, Engström 1961, Löwenstein 1961 und Trincker 1961), weisen die Haarfortsätze der Crista- und Macula-Sinneszellen eine überraschend reguläre Feinstruktur auf (Abb. 21). Sie bestehen aus jeweils einem Bündel von bis zu 70 Härchen (Cilien), die in gleichmäßigen Reihen angeordnet sind. Ein einzelnes Cilium in jedem Bündel unterscheidet sich in der Mikrostruktur von den übrigen (Stereocilien) und entspricht genau einem im gesamten Tierreich einheitlich gebauten Typus beweglicher Sinneshaare (Kinocilien), wie sie z. B. bei Infusorien und Spermatozoen als Wimpern und Geißeln oder bei Säugern als Flimmerhaare in den Atmungswegen auftreten¹⁰¹). Die vestibulären Kinocilien nun stehen immer an der Peripherie der zugehörigen Haarbündel und weisen bei sämtlichen Sinneszellen einer *Crista* durchwegs in dieselbe Richtung, nämlich bei den horizontalen Ampullen zum Utriculus hin, bei den vertikalen umgekehrt von ihm weg (vgl. dazu o. S. 462). Ihre Relevanz für die Richtcharakteristik der Sinneszellen kann nach diesem Befund kaum bezweifelt werden¹⁰²). — Für die *Maculae* sind die Untersuchungen weniger weit fortgeschritten, doch steht bereits fest, daß der Aufbau ihrer Haarbündel dem der *Cristae* im wesentlichen gleicht; die für uns interessanteste Frage nach der Orientierung der Kinocilien in bezug auf die Macula-Achsen ist vorerst allerdings noch offen¹⁰³).

6. Biologisch adäquate Reizung der vestibulären Organe

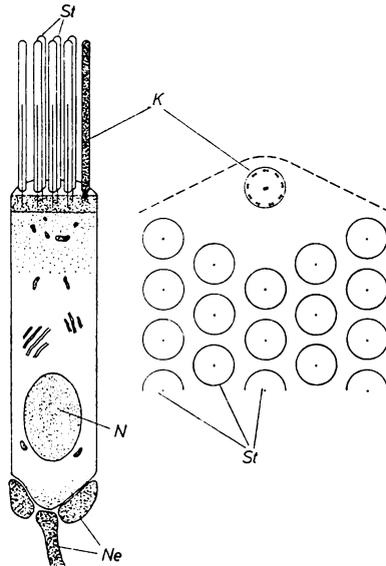
Die motorischen Reaktionen auf vestibuläre Reizvorgänge erfüllen im Prinzip eine doppelte Aufgabe: Sie können einmal dazu dienen, die intendierte Haltung des Gesamtkörpers gegen die Einwirkung der Schwerkraft oder etwaiger Trägheitskräfte zu stabilisieren (*gleichgewichtserhaltende Reaktionen*), zum anderen dazu, bei Lageänderungen des Körperstammes

101) Im Unterschied zu den ebengenannten sind die vestibulären Kinocilien wahrscheinlich nicht aktiv beweglich; sie könnten aber umgekehrt darauf spezialisiert sein, auf passive Bewegung (Abbiegung) mit fein abgestuften Potentialänderungen zu reagieren (vgl. Löwenstein 1961).

102) Bezeichnend ist ferner, daß die Sinneszellen der Schnecke, bei denen eine richtungsspezifische Arbeitsweise nicht erforderlich ist, im Laufe der Entwicklung das Kinocilium eingebüßt haben (Trincker 1961).

103) Anm. b. d. Korr.: Vgl. dazu aber neuerdings Löwenstein et al. (1964).

die Einstellung von Sinnesorganen (v. a. der Augen) in bezug auf die Koordinaten des umgebenden Raumes konstant zu halten (*kompensatorische Lagereaktionen*)¹⁰⁴).



A b b. 21

Links: Halbschematische Darstellung einer vestibulären Sinneszelle, Typ II nach Wersäll (aus Bairati 1961, umgezeichnet). Rechts: Querschnitt durch das Haarbündel einer vestibulären Sinneszelle (Ausschnitt, schematisiert nach einer elektronenmikroskopischen Aufnahme von Wersäll 1961 am Utriculus des Meerschweinchens). St = Stereocilien, angeordnet in regelmäßigen Diagonalreihen; K = Kinocilium in einer Ecke des Haarbündels, Feinstruktur (2 axiale Fibrillen, 9 periphere Doppelfibrillen) charakteristisch für alle Kinocilien im Tierreich; Ne = Nervenendigungen (z. T. efferent?); N = Zellkern.

a) Motorische Wirkungen der Bogengangsreizung. Nystagmus

Reizung des Bogengangsapparates führt zu Bewegungstendenzen¹⁰⁵) in der Ebene des gereizten Bogenganges und in Richtung der Endolymph-

104) Außerdem scheint die vestibuläre Dauerafferenz (s. o. S. 462), jedenfalls bei niederen Vertebraten, eine unspezifische tonisierende Wirkung auf die gesamte Skelettmuskulatur auszuüben („Labyrinthonus“, Ewald 1892, vgl. auch v. Holst 1950 und Buddenbrock 1952); doppelseitige Labyrinthzerstörung führt z. B. bei Fischen und Amphibien unter bestimmten Bedingungen zu Erschlaffung der Motorik bzw. zu Inaktivität (Gray u. Lissmann 1947). Häufig werden in der Literatur jedoch, wie Muskens (1934) und Jongkees (1953) kritisch vermerken, auch sehr spezifische Gleichgewichts- und Lagereaktionen ungenau als „Tonuswirkungen“ im ebengenannten Sinn beschrieben.

105) Diese Regel wurde von Ewald (1892) zunächst für Auge und Kopf formuliert, gilt aber für die gesamte Körpermuskulatur (Jongkees 1953).

strömung (I. Ewaldsches Gesetz), die sämtlich als Kompensation nichtintendierter Dreh-, Neige- oder Kippbewegungen von Kopf oder Gesamtkörper deutbar sind (vgl. z. B. de Kleyn u. Versteegh 1936, Bartorelli u. Wyss 1942, v. Buddenbrock 1952, Jongkees 1953); der *biologisch adäquate* Reiz der Bogengänge läßt sich demgemäß — unter Berücksichtigung ihres Zeitverhaltens (vgl. o. S. 459) — als „Kopfdrehung mit variabler Geschwindigkeit um eine beliebige Achse“ definieren.

Über die motorischen Erscheinungen im einzelnen informieren die einschlägigen Lehr- und Handbücher (z. B. Magnus 1924, Magnus u. de Kleyn 1926 a, b, Grahe 1926, Fischer 1928, Huizinga 1939, Wodak 1953, Frenzel 1955, Birukow 1959); wir beschränken uns hier auf die Besprechung der Bogengangseinflüsse auf die *Augenbewegung* (vgl. dazu speziell Jung 1953).

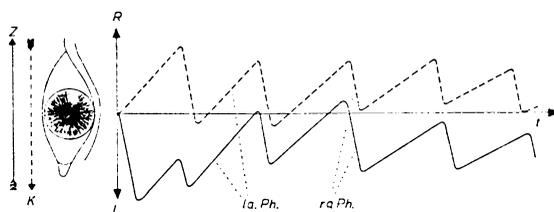


Abb. 22

Horizontalnystagmus. Abszisse: Zeit, Ordinate: Abweichung der Blickachse von der Medianebene nach rechts (R) bzw. links (L). rPh = rasche Phase (Geschwindigkeit durch zentrale Systemeigenschaften reizenunabhängig festgelegt); lPh = langsame Phase (Geschwindigkeit durch Bogengangsapparat gesteuert bzw. optokinetisch geregelt). Unterbrochene Linie: vestibulärer Linksnystagmus, in reiner Form auslösbar durch beschleunigte Linksrotation des Kopfes (K) bei Lidschluß. Kennzeichen: Einleitung durch langsame Phase, rasche Phase dient nur der Rückstellung der Blickachse, daher Schlagfeld überwiegend in der rechten Gesichtsfeldhälfte. Ausgezogene Linie: optokinetischer Linksnystagmus, in reiner Form auslösbar durch Rechtsrotation eines Streifenzyklinders (Z) um den ruhenden Körper. Kennzeichen: Eröffnung durch rasche Phase, die der Fixation seitlich ins Gesichtsfeld einwandernder Konturen dient, daher Schlagfeld überwiegend in der linken Gesichtsfeldhälfte.

Unter der Bezeichnung „Nystagmus“¹⁰⁶⁾ wird im neurologischen Schrifttum eine hinsichtlich Verlaufsform und Ätiologie heterogene Gruppe unwillkürlicher, rhythmischer Bewegungsfolgen von Körpergliedern¹⁰⁷⁾, speziell der Augen, zusammengefaßt; im engeren, hier allein interessierenden Sinn versteht man darunter einen periodischen Wechsel zweier entgegengerichteter Blickbewegungen, von denen die eine langsam gleitend, die andere ruckhaft verläuft („langsame“ und „rasche Phase“, vgl. Abb. 22). Nach

106) Von gr. *νυστάσις* = nicken (wegen der Ähnlichkeit mit den Nickbewegungen des Kopfes beim Einschlafen in sitzender Stellung).

107) Z. B. Kopfnystagmus bei Vögeln und Reptilien (Mowrer 1935), vgl. ferner o. S. 389 Anm. 110.

der (gemeinsamen) Ebene beider Bewegungskomponenten unterscheidet man *horizontalen*, *vertikalen* und *rotatorischen* oder *Rollnystagmus*¹⁰⁸); die Richtung wird dabei allgemein nach der raschen Phase¹⁰⁹) benannt. Der von beiden Phasen bestrichene Winkel heißt *Schlagfeld*.

Die Auslösung und Steuerung dieser Bewegungsform erfolgt hauptsächlich über zwei Rezeptorsysteme, nämlich den Bogengangsapparat („vestibulärer Nystagmus“) und die Retina selbst („optokinetischer“, „optomotorischer“ oder „Eisenbahn-Nystagmus“)¹¹⁰). Die Aufgabe ist in beiden Fällen dieselbe und besteht darin, Verschiebungen des retinalen Umweltbildes bei Kopfbewegungen nach Möglichkeit zu verhindern; die entscheidende Rolle spielt dabei jeweils die langsame Phase, welche der Kopfdrehung stets entgegengerichtet (bzw. gleichsinnig mit der auf den Kopf bezogenen Umweltdrehung) schlägt.

Beim *vestibulären Nystagmus* wird allein die langsame Phase hinsichtlich Richtung und Geschwindigkeit¹¹¹) vom Bogengangsapparat gesteuert; sie leitet die Bewegung ein und bestimmt die Lage des Schlagfeldes (Frenzel 1955). Die rasche Phase ist zentralen Ursprungs und dient der Rückstellung des aus anatomischen Gründen nicht unbegrenzt rotierbaren Auges; bei spontanen Kopfbewegungen unter natürlichen Verhältnissen (s. o. S. 462) unterbleibt sie meist gänzlich, die Bogengänge bewirken dann lediglich eine zur jeweiligen Kopfbewegungsfolge spiegelbildliche *gleitende* Kompensationsbewegung der Augen¹¹²).

Der (durch bewegte Konturen ausgelöste und geführte) *optokinetische Nystagmus* unterscheidet sich beim Menschen¹¹³) vom vestibulären durch eine starke Beteiligung der Tendenz, seitlich ins Gesichtsfeld einwandernde auffallende Objekte zu fixieren. Das Schlagfeld liegt hier daher auf der Seite der raschen Phase, welche auch die Bewegung eröffnet; ferner hängt der Bewegungsablauf weitgehend von der Gliederung der Umwelt sowie von der Aufmerksamkeit ab: Wird die letztere (etwa durch Rechenaufgaben: Cords 1926) abgelenkt, so verengt sich das Schlagfeld, die Frequenz sinkt ab (Mackensen 1953), und die rasche Phase kann völlig ausbleiben, sodaß lediglich eine Deviation der Augen erfolgt (Borries 1923).

108) Nystagmisches Augenpendeln um die Blickachse.

109) Offenbar wegen deren größerer Auffälligkeit; an sich wäre eine Kennzeichnung der Nystagmusrichtung nach der langsamen Phase sinnvoller.

110) Andeutungsweise unter gewissen Umständen auch auf somästhetischem Weg, z. B. über Halsstellungsrezeptoren (Grahe 1922, Frenzel 1928, 1930, vgl. auch Goldstein 1924).

111) Die Geschwindigkeit ist dem Betrag der Cupula-Auslenkung proportional (van Egmond u. Tolk 1954; vgl. auch o. S. 459 ff.).

112) Kraus (1951) und Jongkees (1953) vertreten demgemäß die — freilich wohl überspitzt formulierte — Ansicht, der Nystagmus sei überhaupt eine „unphysiologische“ (weil nur unter Laboratoriumsbedingungen auslösbare) Reaktion. Sicher gilt dies indessen vom „postrotatorischen“ Nystagmus, vgl. u. S. 473.

113) Bei Kaninchen entspricht er im Verlauf dem vestibulären. Rudimente dieser phylogenetisch älteren Form des optokinetischen Nystagmus finden sich nach Ansicht einiger Autoren auch beim Menschen („retinaler“ im Unterschied zum „fovealen“ oder „Fixationsnystagmus“, Ter Braak 1936, de Kleyn 1948).

Unter systemtheoretischem Aspekt erscheint der vestibuläre Nystagmus (bzw. seine langsame Phase) als Anwendungsbeispiel für das Kompensationsprinzip, speziell für afferent gesteuerte externe Fremdkompensation (s. o. S. 375). Der optokinetische Nystagmus gehört, wie o. S. 380 ff. schon erläutert wurde, in das Themengebiet der geregelten Kompensation.

b) Motorische Wirkungen der Statolithenreizung

a) Gleichgewichtserhaltende Reaktionen

Trotz der Bedeutungsverschiedenheit der drei o. S. 455 erörterten Formen möglicher Statolithenreizung ist deren jeweilige *Resultante* durchaus mehr als eine biologisch sinnleere Kontamination: Sie kennzeichnet die Ausrichtung des auf den Körper faktisch einwirkenden mechanischen Kraftfeldes und ist somit in bezug auf sämtliche *Gleichgewichtsreaktionen* der biologisch adäquate Reiz¹¹⁴).

Die der Wahrnehmung des Körpergleichgewichts dienende Muskeltätigkeit läßt sich thematisch in dreifacher Weise klassifizieren (Buytendijk 1956): Sie dient dazu, a) die Lage des Körperschwerpunktes so zu regulieren, daß dessen Projektion stets in den Bereich der Unterstützungsfläche fällt (z. B. Ausstrecken der Arme, Verbiegung des Oberkörpers; Seiltänzer!), oder umgekehrt b) die Unterstützungsfläche selbst zweckmäßig zu verbreitern oder zu verlagern (z. B. Abspreizen des Beines, Festhalten), schließlich c) die „tonischen“ Spannkkräfte, die eine Verlagerung der einzelnen Körperabschnitte gegeneinander verhindern (s. o. S. 434 f.), auf eine der Körperlage im äußeren Kraftfeld angepaßte Weise zu verteilen.

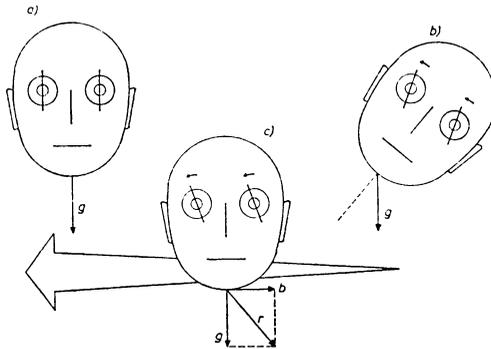
Bei vielen Tieren lassen sich Reaktionen dieser Art, zumal nach Ausschaltung von Großhirneinflüssen, regelmäßig und prompt auslösen (Magnus 1924). Daß dies beim gesunden erwachsenen Menschen unter Laboratoriumsbedingungen meist nicht in ebenso augenfälliger Weise gelingt, folgt nicht etwa, wie Bárány (1907), Aubry (1944), Wodak (1953) und eine Reihe weiterer Autoren meinen, aus einer artspezifischen Degeneration des vestibulären Gleichgewichtssinnes, sondern dürfte sich umgekehrt gerade daraus erklären, daß dieser beim aufrecht gehenden Menschen besonders differenziert und in seinem Zusammenspiel mit dem übrigen Sensorium besonders gut auf die jeweils gegebene Gesamtsituation abgestimmt ist (Jongkees 1953)¹¹⁵).

114) Der Motorradfahrer etwa muß zur Wahrung des Gleichgewichts „schräg in die Kurve gehen“, d. h. seine Hochachse in Richtung der Resultierenden aus Zentrifugal- und Schwerkraft einstellen — und nicht etwa in Richtung der letzteren allein.

115) Man darf beim Menschen nicht das Auftreten von augenfälligen Extremitätenreaktionen erwarten, wenn er, fest an eine schwenkbare Platte geschnallt, seitlich gekippt wird (Grahe 1925): Auch unabhängig von Einsicht und Erfahrung zeigt in diesem Fall bereits der Tastsinn an, daß die Unterstützungsfläche des Körpers sich unterhalb seines Schwerpunktes befindet und das Gleichgewicht somit überhaupt nicht bedroht ist (vgl. o. S. 421). Die Bedeutung des Labyrinths wird jedoch sofort deutlich, wenn man zu Versuchsanordnungen übergeht, die hinsichtlich der Gleichgewichtswahrung eine echte *Aufgabe* beinhalten (Jongkees u. Groen 1946, 1947, 1950): Erteilt man labyrinthgeschädigten freistehenden Vpn. passive

β) Kompensatorische Lagereaktionen

Im Unterschied zu Gleichgewichtsreaktionen sind die vom Otolithenapparat kontrollierten kompensatorischen Lagereaktionen (s. o. S. 467) speziell der *Schwerkraft*¹¹⁶⁾ zugeordnet, während sich Trägheitskräfte (Abb. 13 b, c, d) hier als biologisch inadäquate Reize erweisen. Prototyp¹¹⁷⁾ dieser Reaktionsgruppe ist die als „Gegenrollung“ bezeichnete Otolithenwirkung auf die Augen: Wird der Kopf zur Seite geneigt, so zeigen die Bulbi die (beim Menschen allerdings nur noch rudimentäre) Tendenz, sich durch eine gegensinnige Rotation um die Blickachse „aufzurichten“ und auf diese Weise die Schräglage des Umweltbildes auf der Retina zu ver-



A b b. 23

Augenrollung (Schema). a) Normalstellung der Augen bei aufrechter Kopfhaltung. Die beiden Vertikalstriche kennzeichnen die bei dieser Stellung lotrechten Netzhautmeridiane (= Vertikalachse des retinalen Koordinatensystems). g = Schwerkraftvektor. b) Gegenrollung der Augen bei seitlicher Kopfschräglage (Winkel zwischen g und gestrichelter Kopfhochachse = Null). Die Vertikalachse des retinalen Koordinatensystems stellt sich für die Dauer der Kopfschräglage so ein, daß der Winkel, den sie mit g einschließt, möglichst klein bleibt. c) Dieselbe — nunmehr unzweckmäßige — Reaktion bei geradlinig beschleunigter Seitwärtsbewegung (unausgefüllter Pfeil) des aufrechten Kopfes. Am Otolithenapparat wird in diesem Fall die Resultante r aus Schwerkraft g und Trägheitskraft b reizwirksam.

Horizontalbeschleunigungen, so erweist sich ihre Standfestigkeit als beträchtlich herabgesetzt. Während ferner am Kopf bzw. Körper von Labyrinthgesunden beim normalen Vorwärtsgen ein je individuell typisches, erstaunlich konstantes Verlaufsmuster periodisch wechselnder Beschleunigungen und Abbremsungen (Größenordnung 0,2—2,0 g) nachweisbar ist, führen Schädigungen des Vestibularapparates hier zu deutlichen Arrhythmien bzw. zu der Tendenz, durch möglichst vorsichtiges Gehen Beschleunigungen überhaupt zu vermeiden.

116) Magnus (1924) beschreibt allerdings auch Tonusänderungen, die als spezielle Antwort auf Progressivbewegungen aufgefaßt werden können („Liftreaktion“ bei aufwärts-, „Sprungbereitschaft“ bei abwärtsgerichteter Beschleunigung). Diese Reaktionen treten jedoch auch nach Abschleudern der Otolithen auf (s. o. S. 454, Anm. 78) und dürften daher komplexeren Ursprung sein (vgl. auch u. S. 482, Anm. 145).

117) Hinzu kommen im Prinzip die labyrinthären „Kopfstellreflexe“ (Magnus 1924).

ringern (Abb. 23 a, b). Quantitative Untersuchungen hierzu liegen seitens mehrerer Autoren vor (Benjamins 1926, Benjamins u. Nienhuis 1927, Fischer 1927, 1930 a, b, Miller 1962, Miller u. Graybiel 1963, Schöne 1962; für ältere Arbeiten vgl. die Zusammenstellung bei Grahe 1926); die Augenrollung erreicht demnach ihr Maximum (5–10° bezogen auf die Kopfmediane) bei etwa 60° Kopfschräglage (Abb. 24, Kurve 1)¹¹⁸.

Dieselbe Reaktion tritt nun auch bei allen sonstigen Linearbeschleunigungen auf (Fleisch 1922, Jongkees 1953) — z. B. also auch bei einem beschleunigten Seitwärtsgleiten des aufrechten Körpers (Abb. 23 c), wo sie natürlich ihren Sinn verliert; ein (horizontaler) Nystagmus, der hier allein zweckmäßig wäre, läßt sich durch Otolithenreize hingegen nicht auslösen¹¹⁹).

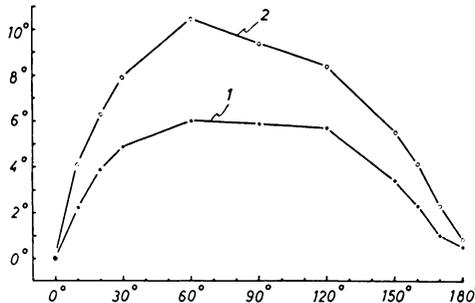


Abb. 24

Gegenrollung der Augen als Funktion seitlicher Kopfschräglage (aus Schöne 1962). Ordinate: Winkel zwischen Vertikalachse des retinalen Koordinatensystems (vgl. Abb. 23) und Kopfhochachse. Abszisse: Winkel zwischen Kopfhochachse und der Richtung, in der sich ein frei aufgehängtes Lot einstellt (= Richtung des mechanischen Feldes). Kurve 1: Augenrollung bei alleiniger Einwirkung der Schwerkraft (1 g). Kurve 2: Augenrollung bei Erhöhung der mechanischen Feldstärke auf 2 g im Zentrifugenversuch (s. u. S. 481 f.). Mittelwerte aus je 6 Meßreihen, Nachbildmethode.

7. Psychologisch adäquate Reizung der vestibulären Organe

a) Phänomenale Wirkungen der Bogengangsreizung

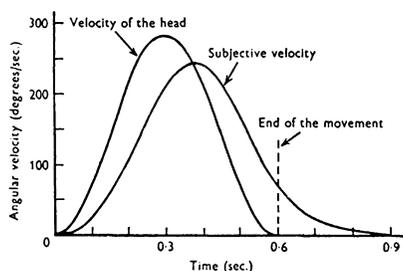
Drehbewegungen variabler Geschwindigkeit erweisen sich auch unter psychologischem¹²⁰) Aspekt als der adäquate Bogengangsreiz: Der phäno-

118) Der Kurvenverlauf läßt an die Utriculi als Auslöser der Augenrollung denken (Schöne 1962). Zu klären bleibt dabei allerdings, warum sie ihr Maximum nicht erst bei 90° Seitenlage erreicht.

119) In pathologischen Fällen kann allerdings bei Schräghaltung des Kopfes oder allgemein unter Einwirkung von Linearbeschleunigungen ein sog. „Lagenystagmus“ auftreten (Borries 1923, de Kleyn u. Versteegh 1924, Hasegawa 1939, Nylen 1931, 1943, 1950, Bergstedt 1961). Die Genese dieses Symptoms, das i. allg. wohl zentralnervöse Störungen zur Bedingung hat, ist umstritten.

120) S. o. S. 450, erstes Kriterium.

menale Effekt von auf beliebige Weise erzeugten Verschiebungen des Cupula-Endolymphsystems besteht in einer erlebten *Eigendrehung*¹²¹) im absoluten Raum („Zirkularvektion“, Wodak u. Fischer 1924 a, Jongkees 1953). Bei natürlichem Reizverlauf entspricht die (vom Betrag der Cupula-Auslenkung bestimmte) phänomenale Rotationsgeschwindigkeit dabei in guter Annäherung der objektiven (van Egmond et al. 1949; Abb. 25).



A b b. 25

Annähernde Übereinstimmung zwischen objektiver und erlebter Kopfdrehgeschwindigkeit bei natürlichen Bewegungsverläufen (Kopfdrehung um 90° in 0,6 sec). Erlebte Geschwindigkeit proportional zur Cupula-Auslenkung. (Aus van Egmond et al. 1949).

Dieser sehr einfache Tatbestand verschwindet erst dann hinter einer Fülle komplexer und gegenwärtig noch weitgehend unklarer Sonderphänomene, wenn man die Vpn. einer *unphysiologischen* Reizsituation¹²²) aussetzt: Aus Gründen der Cupula-Endolymphmechanik, die o. S. 459 ff. besprochen wurden (vgl. Abb. 17 d) kann man nämlich durch plötzliches Abstoppen einer länger dauernden geschwindigkeitskonstanten Körperrotation einen Bogengangsreiz setzen, der genau einem beschleunigten Andrehen in der Gegenrichtung entspricht; dieser Kunstgriff erlaubt eine bequeme Beobachtung von („postrotatorischen“) Bogengangseffekten bei *ruhendem* Körper und gelangt daher bei klinischen Untersuchungen bevorzugt zur Anwendung¹²³).

Bei geschlossenen Augen erleben die Vpn. in diesem Fall erwartungsgemäß eine nach anfangs kräftigem Anstieg allmählich langsamer werdende Eigenrotation gegensinnig zur abgestoppten Bewegung. Gleichzeitig schlägt nun jedoch auch ein postrotatorischer Nystagmus, dessen langsame Phase, wie stets, der Eigendrehwahrnehmung entgegengerichtet ist und daher bei geöffnetem Auge eine Wanderung des retinalen Gesamtreizfeldes *gleich-*

121) Ob diese lediglich den Kopf erfaßt oder auch auf den Körper übergreift, hängt von der Meldung der Halsstellungsrezeptoren und von der sonstigen somästhetischen Afferenz ab, vgl. o. S. 419 f.

122) Zum Begriff des unphysiologischen Reizes vgl. o. S. 451.

123) Denselben Vorteil bietet inadäquate (kalorische) Reizung; vgl. dazu im einzelnen Dohlman (1925).

sinnig mit der Zirkularvektion hervorrufen muß; dadurch aber entsteht eine optokinetische Reizsituation, welche der postrotatorisch-vestibulären gerade entgegenwirkt (Mowrer 1935, Huizinga u. van der Meulen 1951)¹²⁴). Aus diesem Konflikt resultiert die bekannteste, üblicherweise als „Dreh-schwindel“ bezeichnete postrotatorische Wahrnehmungstäuschung: Die Umwelt führt eine Scheinbewegung um die Vp. aus, meist in Gegenrichtung der langsamen Nystagmusphase, seltener gegensinnig zur Zirkularvektion, zuweilen auch nystagmisch pendelnd (Übersicht bei Grahe 1926, vgl. auch Jongkees u. Groen 1946, Wodak 1922, 1946, 1953, Wodak u. Fischer 1924 a, Adams 1959).

Obwohl Täuschungen und Fehlreaktionen dieser Art offensichtlich durch den unnatürlichen Reizverlauf im Drehstuhlexperiment bedingt sind, hat sich doch in einer Reihe von Veröffentlichungen bis zur Gegenwart mit Hartnäckigkeit die Tendenz erhalten, gerade sie als die eigentlichen Vestibulariswirkungen zu beschreiben und daraus womöglich noch den „recht zweifelhaften Wert“ des Vestibularapparates als Sinnesorgan abzuleiten (Gottschick 1955, S. 306 f.). Auch die Forderung kortikaler „Hemmungsmechanismen“, welche bei neurologisch Gesunden *ständig* für eine Dämpfung (Adams 1960, S. 220) oder gar Unterdrückung (Wodak 1953, S. 226 ff.) der vestibulären Reaktionen und Wahrnehmungswirkungen sorgen, gehört hierher. Hingegen ist die Annahme durchaus plausibel, daß das ZNS selektiv solche vestibulären Meldungen hemmt, die sich durch ihren abnormen Verlauf oder durch Inkongruenz mit sonstiger Lage-Information als biologisch unwahrscheinlich (im Sinne des Korrekturprinzips, s. o. S. 391 ff.) ausweisen (van Egmond u. Groen 1955, Groen 1961). Bei Personen, die für See- oder Luftkrankheit anfällig sind, scheint diese Art zentraler Hemmung auszufallen (vgl. auch de Wit 1953).

Auch ein weiterer häufig beschriebener Wahrnehmungseffekt der Bogen-gangsreizung, die Verlagerung der *optischen* (Morant 1959) und *haptischen Körpermedianen* („Zeigeversuch“: Wodak 1927) entgegengesetzt zur Drehbeschleunigung¹²⁵), sollte im Zusammenhang mit der Tatsache

124) Vgl. hierzu den Begriff der „Inkongruenz äquivalenter Signale“, o. S. 359 f.

125) Unter bestimmten Umständen auch gleichsinnig mit ihr (Wodak u. Fischer 1924 b). Wir können aus Raumgründen auf die sehr vielschichtige Problematik der anschaulichen Medianen nicht mit der gebotenen Ausführlichkeit eingehen und verweisen lediglich darauf, daß sie durch eine große Zahl weiterer Faktoren beeinflussbar ist (z. B. durch Augenstellung: Bárány 1922; vgl. ferner Hofmann 1925, Fischer u. Kornmüller 1930/31, Kleint 1938, Wapner et. al. 1953, Werner et. al. 1953, Werner u. Wapner 1954, Wapner u. Werner 1955 und v. a. — für *optokinetisch* bedingte Verlagerungen der optischen und haptischen Medianen — die ausführliche Untersuchung von Roelofs u. van der Waals 1935). Bei der Objektivierung der anschaulichen Medianen sind außerdem stets mögliche Direkteinflüsse des Bogen-gangsapparates auf die Extremitäten- und Augenstellung zu berücksichtigen: Speziell bei *optischer* Lokalisation (Einstellung eines Leuchtpunktes in die anschauliche Richtung „Geradeaus“) nystagmische Augenbewegungen (vgl. dazu das Phänomen der „oculo-gyral illusion“, Christian 1940, Graybiel u. Hupp 1946, Graybiel et al. 1946), beim *Zeigeversuch* vestibuläre Abweichreaktionen der Arme (Goldstein 1925).

gesehen werden, daß mehrfache Rotation des in sich ruhenden Gesamtkörpers einschließlich seiner Unterlage kaum jemals außerhalb des Laboratoriums stattfindet; unter natürlichen Umständen werden die Bogengänge vielmehr zumeist durch *Torsionsbewegungen* des Oberkörpers und vor allem des Kopfes gereizt¹²⁶). Ihre Meldung erfolgt also normalerweise in einem jeweils typischen kinästhetischen Kontext und könnte durchaus auf die phänomenale Körperhaltung (z. B. auf etwaige „Primärlagen“ des Körperschemas, s. o. S. 430) in einer Weise Einfluß nehmen, die diesen Kontext als gegeben voraussetzt und bei seinem Ausbleiben demgemäß Verzerrungen der anschaulichen Körperkoordinaten hervorruft.

Anhangsweise ist zu erwähnen, daß Fischer u. Wodak (1924 a) bei kalorisch erzeugter *gegensinniger* Endolymphbewegung in beiden horizontalen Bogengängen statt der üblichen Zirkularvektion *geradlinige* Bewegungserlebnisse nach vor- und rückwärts auslösen konnten. Solange freilich nicht erwiesen und aus physikalischen Gründen sogar sehr unwahrscheinlich ist, daß eine ähnliche Reizsituation auch bei wirklich ausgeführten Progressivbewegungen entsteht, wird man diesen Befund kaum (wie etwa Magnus u. de Kleyn 1926 a) als Hinweis auf adäquate Reizbarkeit der Bogengänge auch durch Linearbeschleunigungen auslegen dürfen (vgl. auch o. S. 454).

b) Phänomenale Wirkungen der Statolithenreizung

a) Wahrnehmung der Vertikalrichtung bei ruhendem Körper. Das Aubertphänomen und verwandte Erscheinungen

Der Statolithenapparat nimmt auf das Wahrnehmungsgeschehen gemeinsam mit dem Auge¹²⁷) durch die Kontrolle des *absoluten Raumsystems* (vgl. o. S. 314) bzw. seiner Hauptrichtung, der *Vertikalen*, Einfluß. Die Grundzüge der hierfür erforderlichen zentralnervösen Verarbeitungstätigkeit wurden o. S. 377 als Beispiel für afferent gesteuerte interne Fremdkompensation erläutert; die vestibuläre Lagemeldung dient demnach einmal als Kompensationsgröße im Wirkungsgefüge der (optischen) *Vertikalkonstanz*, zum anderen fundiert sie die (körperliche) *Lagewahrnehmung* selbst.

Beide Leistungen können als Drehtransformation zentralnervöser Bezugssysteme bzw. als Umstimmung von Raumrichtungswerten beschrieben werden (Abb. 26), vgl. o. S. 383. Wie streng ihre wechselseitige Entsprechung ist, läßt sich gegenwärtig noch nicht übersehen und bedarf jedenfalls experimenteller Prüfung, denn sie hängt u. a. vom Grad der funktionalen Integration von Körper-Ich und anschaulichem Umraum ab, deren hinreichende Festigkeit zumindest in der reduzierten Wahrnehmungs-

126) Dies ist auch bei der Interpretation gewisser Bogengangseinflüsse auf die objektive Körperhaltung („Diskuswerferstellung“, Fischer u. Wodak 1924 b) zu beachten.

127) Zur Wirksamkeit des optischen Faktors und den Problemen, die sich aus dem optisch-vestibulären Zusammenspiel ergeben, vgl. o. S. 419.

situation des Dunkelkammerexperiments nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden darf¹²⁸⁾.

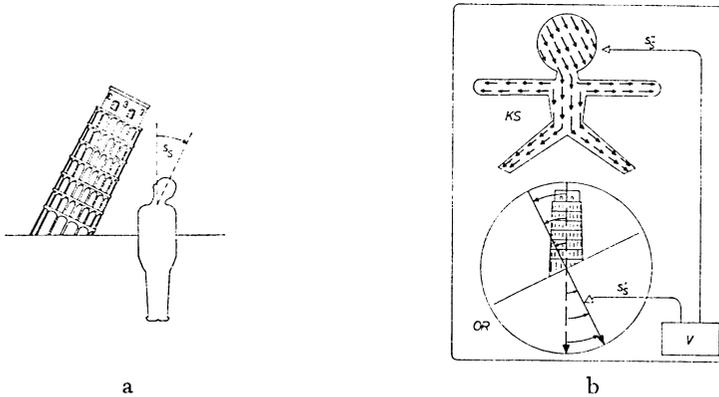


Abb. 26

Lagewahrnehmung und optische Vertikalkonstanz (Modelldarstellung zum Wirkungsplan Abb. 13 a, o. S. 376). a) Äußere Situation: Mensch beobachtet Objekt bei schräger Kopfhaltung (Kopfnigungswinkel $s_s \neq 0$). b) Zentralnervöse Repräsentation: OR = optisches Repräsentationsfeld, KS = Körperschema (kopffest), V = periphere und zentrale Instanzen, welche Information über die Vertikalrichtung ermitteln und als Kompensationsgröße s'_s an das optische Teilsystem, als Kopflagemeldung s''_s an das körperschematische Teilsystem weiterleiten. Im Idealfall gilt $s''_s = s'_s = s_s$; Abweichungen infolge von Systemmängeln sind jedoch möglich: Speziell bei $s'_s < s_s$ tritt das A-Phänomen, bei $s'_s > s_s$ das E-Phänomen, bei $s''_s < s_s$ Unterbewertung, bei $s''_s > s_s$ Überbewertung der Kopfschräglage auf. Die Wirkung von s''_s und s'_s ist beschreibbar 1. als Bezugssystem-Transformation (Beispiel OR): Das zentralnervöse Korrelat der anschaulichen Hauptraumrichtungen (Pfeil = subjektive Vertikale) rotiert so über das optische Feld, daß es der refferenten Kippung des Umweltbildes „folgt“; 2. als Umstimmung von Raumrichtungszeichen (Beispiel KS): An den Strukturelementen des Körperschemas ändern sich koordiniert jene Parameter (symbolisiert durch kleine, nach „anschaulich unten“ deutende Pfeile), die die Bezogenheit des Strukturelementes auf die Vertikalrichtung repräsentieren. Die Meldung der Halsstellungsrezeptoren beschränkt diese Umwertung auf das Kopfschema.

Befunde speziell zur Lagewahrnehmung liegen nur spärlich vor, nicht zuletzt wohl deshalb, weil diese sich nicht mit der wünschenswerten

128) Bereits G. E. Müller (1916, S. 142 ff.), der die Vertikalkonstanz nach dem seinerzeit üblichen Sprachgebrauch von der richtigen „Schätzung der Kopfschräglage“ abhängig macht, unterscheidet scharfsichtig zwischen jener „Vorstellung der vorhandenen Kopfnigung, die man erhält, wenn man sich die letztere behufs Schätzung... ausdrücklich vergegenwärtigt“ (= körperlicher Lageeindruck), und derjenigen, die „nur als eine an sich des Interesses entbehrende Grundlage für die Lokalisation der Leuchtlinie fungiert“ (= Kompensationsgröße der Vertikalkonstanz). Vgl. auch McFarland et al. (1962) und Bauermeister (1964) sowie die Besprechung der Blöcke A und B in Abb. 12, o. S. 374 f.

Exaktheit objektivieren läßt¹²⁹). Wesentlich umfangreicher sind die Untersuchungen zur optischen Vertikalkonstanz, auf deren Besprechung wir uns hier beschränken können.

Erhält eine Vp. im Dunkelkammerversuch die Aufgabe, eine seitlich schwenkbare Leuchtlinie vertikal einzustellen, so gelingt ihr dies in aufrechter Haltung relativ genau¹³⁰) und mit geringer objektiver Streuung bzw. subjektiver Unsicherheit. Wird hingegen der Kopf allein oder der ganze Körper zur Seite geneigt, so treten systematische Abweichungen auf (Abb. 27)¹³¹), und zwar bei starker Kippung gleichsinnig mit dieser (*Aubert-* oder *A-Phänomen*), bei schwächerer Kippung häufig auch gegensinnig dazu (*Müller-* oder *E-Phänomen*)¹³²). Die letztgenannte Täuschung hat ihr Maximum (bis zu etwa 10°) bei einem Kopf- bzw. Körperneigungswinkel von 30—60°; die maximale Aubert-Abweichung kann 50° und mehr betragen und liegt im Bereich von 130—160° Körperneigung. In der Kopf-Untenlage stimmt die anschauliche Senkrechte häufig, aber keineswegs immer, wieder relativ gut mit der Schwerkrafttrichtung überein. Die Mißweisungen sind bei Rechts- und Linksneigungen des Körpers im allgemeinen nicht symmetrisch. Die inter- und intraindividuelle Streuung der Einstellungen wächst mit zunehmender Körperschräglage (Abb. 27); dasselbe scheint für die subjektive Unsicherheit zu gelten, die speziell bei Kippungen von ca. 150° bei einigen Vpn. so groß werden kann, daß dort eine Bestimmung der Vertikalrichtung überhaupt unmöglich wird (Fischer 1930 a).

Die Orientierung der anschaulichen Vertikalen hängt außer vom Betrag der Körperschräglage auch von deren *Vorgeschichte* (Hysteresis-Effekte bei Versuchsdurchführung im „auf-“ und „absteigenden Verfahren“, Fischer 1930 a, Schöne 1962) und *Dauer* ab (häufig Rückgang eines anfänglichen E-Phänomens bzw. Verstärkung einer anfänglichen A-Abweichung, „EA-Tendenz“, Müller 1916)¹³³). Ferner bedingt die Art der Versuchsdurch-

129) Als Bestimmungsmethoden kommen hier in Betracht: a) Schätzung der eigenen Schräglage während bzw. Simulation derselben nach dem Versuch (Jongkees 1952, ältere Befunde bei Müller 1916, Grahe 1926 und Fischer 1928), b) aktive Einnahme einer vorbestimmten (z. B. der anschaulich aufrechten) Körperlage durch die Vp. (Garten 1920, Witkin 1949 c, Schöne 1962), c) Zeigen der Vertikalrichtung bzw. haptische Vertikalstellung eines Stabes (Sachs u. Meller 1903, Wapner u. Werner 1952, Bitterman u. Worchel 1953, Sandström 1954).

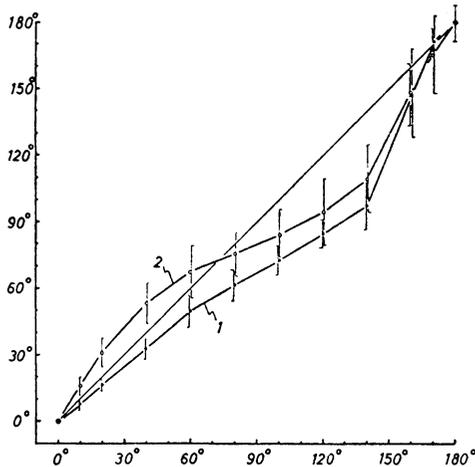
130) Abgesehen von einer schwachen individuellen Abweichung, die den Betrag von 2° (teils in, teils entgegen dem Uhrzeigersinn) selten überschreitet, vgl. Neal (1926), Witkin u. Asch (1948), Werner u. Wapner (1952 a).

131) Aubert (1861), Mulder (1875), Nagel (1898), Sachs u. Meller (1901, 1903), Feilchenfeld (1903), Alexander u. Bárány (1904), Müller (1916), Fischer (1927, 1928, 1930 a), Kuo (1928), Mayer (1930), Tschermak u. Schubert (1931), Kleint (1937), Schmidt (1938), Witkin u. Asch (1948 a), Werner u. Wapner (1949), Wapner u. Werner (1957), Witkin (1959), Schöne (1962, 1964), McFarland et al. (1962), Girotti u. Bordogna (1963), Weintraub et al. (1964), Bauermeister (1964).

132) Im Anfangsbereich der Körperschräglage (bis etwa 10°) tritt auch bei Vpn., die bei etwas stärkeren Kippungen E-Abweichungen zeigen, häufig ein schwaches A-Phänomen auf (Schmidt 1938, Mann 1951).

133) Nach den Befunden von Löwenstein u. Roberts (vgl. Abb. 20 o. S. 465) ist durchaus mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die beiden genannten Effekte peripher (d. h. durch Übertragungseigenschaften von Macula-Rezeptoren) bedingt sind.

führung in zweierlei Hinsicht eine zeitliche Inkonzanz der Phänomene: Gewisse Veränderungen der anschaulichen Vertikalen (anscheinend meist in EA-Richtung) hängen aus bisher nicht bekannten Gründen von der Expositions-dauer der Leuchtlinie ab („visugene Vorgänge“, Müller 1916); außerdem wirkt deren Ausgangslage richtungsinduzierend (Werner u. Wapner 1952 b). Für weitere Einzelfragen muß auf die Literatur verwiesen werden¹³⁴).



A b b. 27

Die anschauliche Vertikale bei seitlicher Körperneigung unter Einwirkung mechanischer Feldstärken von 1 g (Kurve 1) und 2 g (Kurve 2) mit $3\bar{\sigma}$ -Fehlerbereichen (aus Schöne 1962). Abszisse: Körperschräglage (180° = Kopf unten; Kippungen nach rechts und nach links gemittelt). Ordinate: Winkel zwischen anschaulicher Vertikalrichtung und Kopfhochachse (Kompensationsgröße). Bei völlig fehlender Kompensation würden sich die Kurvenzüge mit der Abszisse, bei idealer Kompensation mit der dünn eingezeichneten Diagonalen decken. Kurvenverlauf oberhalb der Diagonale = E-Phänomen (im vorliegenden Beispiel bei der 1 g-Kurve fehlend), unterhalb derselben = A-Phänomen.

Untersuchungen über Veränderungen der anschaulichen Vertikalrichtung bzw. Horizonthöhe bei *Vorn-Hinten-Neigungen* wurden seitener durch-

134) Alters-, geschlechts- und wahrnehmungstypologische Besonderheiten (Kuo 1928, Schmidt 1938, Sandström 1954, Wapner u. Werner 1957, Comalli et al. 1959), einstellungs- und stimmungsbedingte Einflüsse (Müller 1916, Kleint 1937, Schmidt 1938, Wapner et al. 1957 b), Veränderungen bei asymmetrischer nichtoptischer (akustischer, taktiler, kinästhetischer) Reizung (Kleint 1937, Werner u. Wapner 1949, Wapner et al. 1951 a), bei psychiatrischen Störungen bzw. Verabreichung von Drogen (Liebert et al. 1957, Krus et al. 1958), bei neurologischen Schädigungen (Gelb 1926, Goldstein 1942, Bender u. Jung 1948, Teuber u. Mishkin 1954, Teuber u. Liebert 1958, Blane 1962), bei partiellem oder totalem Labyrinthausfall (Alexander u. Bárány 1904, Kreidl 1892, Garten 1920, Fischer 1930 b).

geführt¹³⁵). Einige ältere, vornehmlich qualitative Befunde zitieren Müller (1916), Hofmann (1925) und Grahe (1926). Brecher u. Schubert (1934) beobachteten, daß sich die anschauliche Senkrechte bei Vor- und bei Rückwärtsneigung des Körpers mit dem oberen Ende auf diesen zuneigt. Neuerdings hat Schöne (1962) diesen Erscheinungen eine ausführliche Untersuchung gewidmet; auch er stellte ein Ansteigen des anschaulichen Horizontes, bezogen auf dessen Lage bei aufrechter Kopfhaltung, sowohl bei Vor- als auch bei Rückwärtsneigungen fest und bezeichnete diese Erscheinung als *G-Phänomen*¹³⁶).

Die Genese der beschriebenen Mißweisungen ist gegenwärtig noch ungeklärt. Aubert selbst (1861, 1865) hatte angenommen, daß das von ihm entdeckte Phänomen auf einer Unterbewertung der Kopfschräglage, bedingt durch allmähliche Adaptation des (Hals-)„Muskelgeföhls“, beruhe; ähnliches vermuteten Helmholtz (1896) und Bourdon (1902). Dieser Erklärungsansatz wurde in der Folgezeit allgemein aufgegeben; die meisten Autoren betrachteten statt dessen die A-Abweichung als Kompromißbildung im Wettstreit zweier Lokalisationstendenzen („Komponententheorie“): Die anschauliche Vertikale orientiert sich nach dieser Annahme einmal an der („geschätzten“ oder vestibulär-somästhetisch wahrgenommenen) Schwerkraft-richtung selbst, zum anderen aber auch an der Kopfmedianen bzw. an der Richtung des bei normaler Kopfhaltung vertikalen Netzhautmeridians (Müller 1916, Hofmann 1925; ähnlich zuvor Delage 1892, Feilchenfeld 1903, Alexander u. Bárány 1904)¹³⁷). Für das auf dieser Interpretationsbasis nicht erklärbare E-Phänomen wurde zumeist die Gegenrollung der Augen verantwortlich gemacht (Sachs u. Meller 1901, Feilchenfeld 1903, Müller 1916, Hofmann 1925, Schmidt 1938).

Gegen die Komponententheorie ist einzuwenden, daß sie offensichtlich von der unbegründeten Voraussetzung ausgeht, der Winkel zwischen Kopfhochachse und objektiver Vertikalrichtung müsse dem Organismus bei jeder Kopfschräglage an sich ohne systematische Fehler gegeben sein (so ausdrücklich Hofmann 1925, S. 602)¹³⁸), weshalb es der Annahme zusätzlicher Einflüsse bedürfe, um die Abweichungseffekte verständlich zu machen¹³⁹).

135) Für verschiedene Einflüsse auf die subjektive Horizontlage bei *aufrechtem* Körper vgl. Wapner u. Werner (1955, 1957), Kaden et al. (1955) und Wapner u. Krus (1959).

136) Anhangsweise ist zu erwähnen, daß eine Abweichung der anschaulichen von der objektiven Vertikalen in der Tiefendimension auch schon durch reine Seitwärtskippen des Körpers ausgelöst werden kann (Sachs u. Meller 1901, Müller 1916). Quantitative Untersuchungen dieses für die Theorie der Otolithenfunktion möglicherweise hochrelevanten Phänomens liegen bisher nicht vor.

137) Nach Ansicht der Jaensch-Schule hängt das Gewicht der letztgenannten Tendenz dabei vom Grad der „Außenintegration“ der Vp. ab (Schmidt 1938; vgl. auch Kleint 1937).

138) Müller (1916) räumt immerhin ein, daß „Unter- oder Überschätzungen“ der Kopfschräglage *zusätzlich* zu Abweichungseffekten führen könnten.

139) Der eben erhobene Einwand tangiert nicht die Möglichkeit einer mehrfachen (nichtoptischen) Determination der anschaulichen Vertikalen. Diese Annahme erhält sogar eine gewisse Stütze durch einen Befund von Tschermak u. Schubert (1931), die bei exzessiver Körperschräglage (135°) Kipp-Phänomene beobachteten; von ähnlichen Erscheinungen berichtet Schöne (1962).

Insofern berührt sie sich mit semi-naiven Deutungsversuchen, in denen die *physikalische* Lotrechte überhaupt als schlicht gegebene Bezugsrichtung der Wahrnehmungsorganisation rangiert¹⁴⁰).

Grundsätzlich ist jedoch zu bedenken, daß nicht eigentlich die *Abweichung* der als vertikal erlebten Leuchtlinie von der Schwerkraftrichtung das primär oder gar allein Erklärungsbedürftige ist, sondern umgekehrt die immer noch relativ hohe *Annäherung* beider (vgl. Abb. 27). Man wird demgemäß zunächst klären müssen, nach welchen generellen Prinzipien überhaupt Vertikalenkonstanz zustande kommt, d. h. auf welchem Wege die Kompensationsgröße (s. o. S. 373) ermittelt und auf welche Weise sie mit der optischen Reafferenz verrechnet wird, bevor begründbare Aussagen darüber möglich sein werden, warum die Kompensation unter bestimmten Bedingungen zu stark (E-Phänomen), unter anderen zu schwach (A-Phänomen) erfolgt.

Der bisher einzige Erklärungsversuch, der dieser Forderung gerecht wird, stammt von Schöne (1962). Der Autor nimmt an, daß die kopfneigungsbedingte optische Reafferenz durch eine Bezugssystem-Rotation (vgl. Abb. 26) ausgeglichen wird, die dem numerischen Betrag der Utriculus-Erregung proportional ist, daß das ZNS also eine Winkelgröße (s_s in Abb. 13 a, o. S. 376) durch deren Sinus (s'_s) kompensiert. Bei einer solchen Maßnahme müssen in der Tat Kompensationsmängel auftreten, die bei Kopfneigungen bis zu 60° mit den beobachteten E-, A- und G-Abweichungen recht gut in Einklang zu bringen sind; bei stärkeren Kopfschräglagen stimmen die nach dieser Theorie zu erwartenden Mißweisungen mit den experimentell festgestellten Werten allerdings — auch qualitativ — nicht mehr überein, so daß hier Zusatzannahmen erforderlich werden.

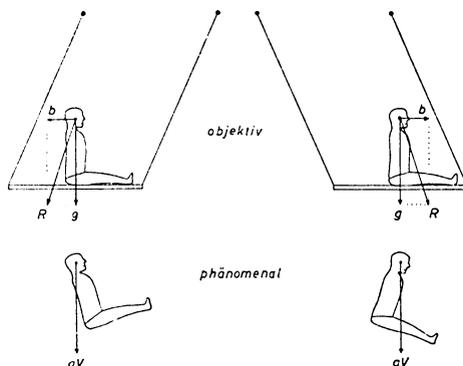
β) Wahrnehmung der Vertikalrichtung bei Einwirkung von Trägheitskräften

Werden Vpn. auf einer horizontal schwingenden Parallelschaukel pendelartig bewegt (Abb. 28), so haben sie bei geschlossenen Augen den Eindruck, um eine unter ihnen angebrachte Drehachse vor- und rückwärts zu kippen, offenbar deshalb, weil sie die Resultante aus Trägheits- und Schwerkraft für die Vertikale halten (Jongkees u. Groen 1946, 1947, Jongkees 1952, 1953). Bei exzentrischer¹⁴¹) Rotation auf einer Drehscheibe vermeinen sie

140) Tendenzen zu einer solchen Betrachtungsweise finden sich überall dort, wo A- und E-Phänomen als „entgegengesetzte“ Effekte (statt als das Ergebnis gleichgerichteter, aber zu schwacher bzw. zu starker Kompensationsvorgänge) angesehen werden. Unverkennbar semi-naiv ist die Deutung des E-Phänomens im Rahmen der sensutonischen Feldtheorie (Werner u. Wapner 1952 a, nicht mehr Wapner u. Werner 1957, VII. Kapitel), nach der die anschauliche Vertikale bei seitlicher Körperneigung zur „Gegenseite“ (bezogen auf die objektive Lotrichtung!) kippen muß, damit das „Gleichgewicht“ der Gesamtsituation gewahrt bleibe (vgl. auch o. S. 417 Anm. 18).

141) Konzentrische Rotation hat nach älteren Untersuchungen (Brünings 1912) keinen, nach neuerdings von Wapner et al. (1951 b) erhobenen Befunden immerhin einen geringfügigen Einfluß auf die Lage der anschaulichen Vertikalen. Ob es sich dabei um einen Otolitheneffekt handelt, ist ungewiß. Da die von Wapner beobachteten Abweichungen von der rotatorischen Beschleunigung abhingen, wäre auch an eine Beteiligung der (vertikalen?) Bogengänge zu denken.

ganz entsprechend, eine nach außen geneigte Schräglage einzunehmen (Purkinje 1820, Mach 1875, Kreidl 1892, Fischer 1928, Tschermak u. Schubert 1931, Brecher u. Schubert 1934, Noble 1949, Witkin 1950, 1952, Graybiel 1952, Jongkees 1952; vgl. auch Gibson u. Mowrer 1938).



A b b. 28

Bewegung und Lagewahrnehmung auf der Parallelschaukel (nach Jongkees 1952). g = Schwerkraft, b = Trägheitskraft (hervorgerufen entweder durch Beschleunigung nach innen oder Abbremsung nach außen, daher Kraftvektor stets nach außen gerichtet, vgl. Abb. 13 b, c), R = Resultierende (Otolithenreiz), aV = anschauliche Vertikale.

Allerdings treten dabei, wie bereits Mach beobachtet hatte, leichte Unterschiede zwischen der anschaulichen Vertikalen und der jeweiligen Resultantenrichtung auf. Der Grund hierfür ist in einem Umstand zu suchen, der vor den Experimenten v. Holsts (1950, vgl. o. S. 458) so gut wie unbeachtet geblieben ist: Durch die vektorielle Addition von Trägheits- und Schwerkraft wird nicht nur die *Richtung* des mechanischen Feldes¹⁴²⁾, bezogen auf die Körperlängsachse, verändert, sondern zugleich dessen *Stärke*. Die letztgenannte Modifikation — und nur diese — stellt das Spezifikum der beschriebenen Versuchsanordnungen dar; bloße Richtungsänderungen des Otolithenreizes lassen sich auch durch Kippung des ruhenden Körpers im Schwerfeld hervorrufen¹⁴³⁾.

Eine gezielte Untersuchung des Einflusses von Feldstärkenänderungen auf Lagewahrnehmung und optische Vertikalenkonstanz führte erstmals Schöne (1962) mit Hilfe einer Zentrifuge durch (Abb. 29). Er stellte fest, daß Erhöhung der g -Zahl bei seitlichen Körperkippungen¹⁴⁴⁾ eine Zunahme

142) Der Ausdruck „mechanisches Feld“ bezeichnet nachfolgend stets die Resultante aus sämtlichen auf den Otolithenapparat einwirkenden Kräften.

143) Unverständlicherweise wird zuweilen (so ausdrücklich von Witkin 1950) die Ansicht vertreten, es bedeute für den Organismus eine grundsätzlich andersartige Reizsituation, wenn nicht der Körper im Kraftfeld, sondern umgekehrt das Kraftfeld relativ zum Körper gekippt wird.

144) Bezogen auf die Zentrifugengondel, welche sich ihrerseits stets in Richtung der Resultanten aus Schwer- und Zentrifugalkraft einstellt (vgl. Abb. 29).

der Augenrollung (Abb. 24, Kurve 2) und eine Tendenz zur Überkompensation (E-Phänomen) zur Folge hatte (Abb. 27, Kurve 2).

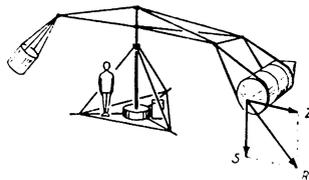


Abb. 29

Vereinfachte Darstellung einer Zentrifuge (aus Schöne 1962). Rechts Gondel, links Gegengewicht. Die Hochachse der Gondel stellt sich in Richtung der Resultierenden R aus Erdbeschleunigung S und Zentrifugalbeschleunigung Z ein; das mechanische Kraftfeld im Gondelinneren bleibt also stets parallel zur Gondelhochachse gerichtet und ändert bei Variation der Drehgeschwindigkeit lediglich seinen Betrag.

Aufschlußreiche Befunde ergaben sich ferner bei Bestimmung der Richtungskonstanz in der Medianebene (Vorn-Hinten-Neigungen): Bei aufrechter Kopfhaltung senkte sich der anschauliche Horizont nach Maßgabe wachsender Feldstärke, d. h. die Vp. hatte den Eindruck, nach hinten geneigt zu werden. Abb. 30 zeigt die Begründung dieses Phänomens. Wegen der Schrägstellung der Utriculus-Ebene im Kopf (vgl. o. S. 449) schert der Otolith bei aufrechter Kopfhaltung nach hinten. Diese Scherungskomponente wird bei Erhöhung der g -Zahl verstärkt, und zwar so, als wäre die Utriculus-Ebene bei normaler Schwerefeldstärke weiter nach hinten geneigt worden. Das letztere nun wird in der Tat wahrgenommen, und zwar stimmt der Grad der scheinbaren Neigung quantitativ genau mit der (errechneten) Scherungszunahme überein¹⁴⁵). Schöne konnte diese Beziehung auch für andere als die aufrechte Kopfhaltung nachweisen; speziell bei Vorwärtsneigung um ca. 30° — also bei Horizontallage der Utriculus-Macula — blieb Zentrifugierung, wie theoretisch zu erwarten, ohne Einfluß auf die anschauliche Horizonthöhe.

Die Bedeutung dieser Ergebnisse liegt darin, daß sie eindeutig den Vorrang des Statolithenapparates unter den nichtoptischen Lageindikatoren unter Beweis stellen (vgl. auch Jongkees 1952). Käme es nämlich entscheidend auf die Meldungen der somästhetischen Rezeptoren an, so bestünde bei Verstärkung der mechanischen Kraft in der Körperlängsrichtung kein plausibler Grund für die phänomenale Rückwärtsneigung; vielmehr sollte sich dann umgekehrt (wegen des erhöhten Druckes auf Fußsohlen bzw. Gesäß) der Eindruck der Vertikallage noch verstärken.

¹⁴⁵ Es wäre zu prüfen, ob nicht auch die sog. „Liftreaktionen“ (Haltungsänderungen von Versuchstieren bei beschleunigten Auf- und Abwärtsbewegungen, Magnus 1924, vgl. auch Jongkees 1953) in Wirklichkeit als Reaktionen auf scheinbare Vorn-Hinten-Neigungen aufgefaßt werden müssen.

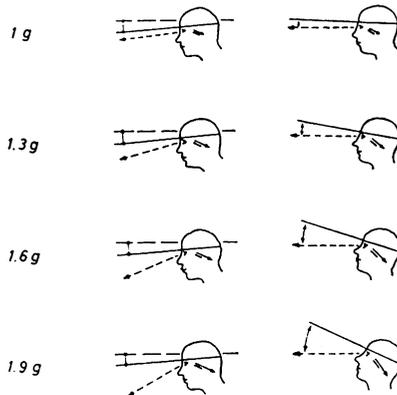


Abb. 30

aus Schöne (1962): Links: Absinken der anschaulichen Horizonthöhe bei konstanter (leicht nach vorn geneigter) Kopflage, wenn die Feldstärke fortlaufend erhöht und damit die Scherung (Pfeil in der Ohrgegend) am Utriculus (kleiner Schrägstrich) verstärkt wird. ——— = Kopfsagittalachse, - - - = objektive Horizonthöhe, - - - - - = anschauliche Horizonthöhe (durch Einstellen eines Leuchtpunktes objektiviert). Rechts: Zugehörige phänomenale Situation. Der anschauliche Horizont fungiert als konstante Bezugsrichtung, Kopf und Körper scheinen sich nach hinten zu neigen. Tatsächlich würde bei objektiver Rückwärtsneigung des Kopfes in konstantem 1 g-Kraftfeld der Scherungsvektor genau wie in der linken Kolonne anwachsen.

γ) Das Problem der vestibulären Wahrnehmung geradliniger Bewegungen

Die eben referierten Experimentalergebnisse legen die Annahme nahe, daß sich Modifikationen der Otolithenschерung, die auf der Einwirkung von Trägheitskräften beruhen, bei fehlender Zusatzinformation vollständig und ausschließlich im Sinne einer Veränderung der Vertikalenwahrnehmung auswirken. Gemäß der o. S. 450 formulierten Definition würde das bedeuten, daß allein die Schwerkraft als *psychologisch adäquater Reiz* des Otolithenapparates anzusehen ist (vgl. dazu o. S. 470 ff.).

Eine Reihe von Autoren ist nun aber, meist ohne dies eigens zu begründen, der Überzeugung, der Otolithenapparat müsse — da er durch Progressivbewegungen gereizt werden kann — auch *geradlinige Bewegungserlebnisse* hervorrufen können (ausdrücklich Mach 1875; ähnlich Gerathewohl 1954, Rein-Schneider 1956, Birukow 1959, Walsh 1960, 1961). Tatsächlich gibt es solche Erlebnisse auch bei Ausschluß optischer Bewegungsinduktion; welche Rolle jedoch der Statolithenapparat bei ihrer Genese spielt, ist vorerst durchaus unklar.

Gelegenheitsbeobachtungen zu diesem Problemkreis stammen von van Wulfften Palthe (zit. n. Fischer 1928), der im Kurvenflug zuweilen Steigesensationen verspürte; von ähnlichen Erscheinungen berichtet Gerathewohl

(1954). Fischer (1928) stellte Untersuchungen im Lift an und beobachtete am Beginn der Aufwärtsbewegung Steige-, beim Abbremsen derselben Sinkerlebnisse. Zuvor hatte bereits Mach (1875) mit Hilfe einer vertikal schwingenden Parallelschaukel festgestellt, daß das Gefühl des Steigens bei niedrigen Schaukeleffrequenzen bereits in der Bremsphase der jeweils vorhergehenden Abwärtsbewegung einsetzte und umgekehrt (positive Phasenwinkeldifferenz); die Wahrnehmungsschwelle der Progressivbewegung lag bei 12 cm/s^2 ($\approx 0,012 \text{ g}$). Zu ganz entsprechenden Ergebnissen kam neuerdings Walsh (1961) bei horizontalen Parallelschwingungen¹⁴⁶). Die positive Phasenwinkeldifferenz rührt, wie Mach und Walsh übereinstimmend bemerken, offenbar daher, daß der Organismus den beschleunigungsabhängigen Reizbetrag als Geschwindigkeitsmaß wertet. Sie verringert sich aus schwingungstheoretischen Gründen¹⁴⁷) mit wachsender Frequenz und wird bei Pendelbewegungen von ca. 1 Hz — der natürlichen Schreittfrequenz (vgl. Romberg et al. 1951) — gerade zu Null, so daß in diesem biologisch ausgezeichneten Sonderfall objektive und erlebte Bewegungsgeschwindigkeit optimal korrespondieren (Walsh 1961; vgl. für die Anwendung desselben Prinzips im Bogengangssystem o. S. 459 ff.)¹⁴⁸).

Die bisher genannten Versuche erlauben keine Aussage über die Bedeutung des Vestibularapparates für das Zustandekommen ihrer Ergebnisse. Immerhin existieren auch einige Parallelbeobachtungen bei Labyrinthgeschädigten. Fischer (1928) erwähnt amerikanische Untersuchungen, nach denen sich Taubstumme hinsichtlich der Bewegungserlebnisse im Lift nicht wesentlich von Gesunden unterscheiden; allerdings soll hier das Sinkgefühl beim Abbremsen der Aufwärtsbewegung fehlen. Walsh (1960) prüfte auf der horizontalen Parallelschaukel eine Patientin mit einseitigem Labyrinthausfall und wies eine Schwellenerhöhung der Bewegungswahrnehmung beim Liegen auf der geschädigten Seite nach.

Es wird weiterer Experimentalarbeit bedürfen, um Licht in dieses Problemgebiet zu bringen. Eines aber läßt sich von vornherein sagen: Die

146) Bedauerlicherweise macht Walsh keine Angaben über die Auswirkung seiner Versuche auf die Lagewahrnehmung der Vpn., während umgekehrt Jongkees (s. o. S. 480), der mit praktisch derselben Anordnung arbeitete, nicht auf etwaige Progressivbewegungserlebnisse eingeht.

147) Verzögerung und Laufzeit in den Übertragungswegen bedingen von sich aus ein „Nachhinken“ der Wahrnehmung hinter dem Reizvorgang, d. h. eine negative Phasenwinkeldifferenz, die mit wachsender Frequenz ansteigt und den Phasenvorsprung allmählich aufzehrt.

148) Anhangsweise ist auf eine wegen der Komplexität möglicher Einflüsse freilich kaum interpretierbare Beobachtung von Hoff u. Pötzl (1937) hinzuweisen. Ausgehend von Untersuchungen über Fall-, Steige- und Schwebesensationen neurologischer Patienten und Fallräume Gesunder prüften die Autoren die Auswirkung plötzlicher Abstopfung von Drehstuhlrotationen auf Vpn. in Hypnose bzw. Paralytischer Schlaf. Dabei wurden Erlebnisse wie „aus einer Kanone emporgeschossen werden“, „phasenhaftes Hochschweben und Herabstürzen“ u. ä. berichtet. In der gegebenen Versuchssituation wurde durch das plötzliche Aussetzen der Zentrifugalkraft tatsächlich u. a. ein Otolithenreiz gesetzt, worauf die Autoren allerdings nicht eingehen; sie bringen die beschriebenen Sensationen in wenig einleuchtender Weise mit der (postrotatorisch-nystagmischen) Tätigkeit der Augenmuskulatur in Verbindung.

räumliche Situation des mobilen Körpers ist, soweit sie auf den Otolithenapparat Einfluß nimmt, durch fünf Freiheitsgrade¹⁴⁹⁾ charakterisiert und somit durch die zwei- oder dreidimensionale¹⁵⁰⁾ Otolithenmeldung grundsätzlich unterspezifiziert (vgl. Abb. 31). Die zentralnervöse Auswertung der letzteren muß also entweder weitere Informationsquellen heranziehen oder a priori „Zusatzannahmen“ (s. o. S. 366) zugrunde legen.

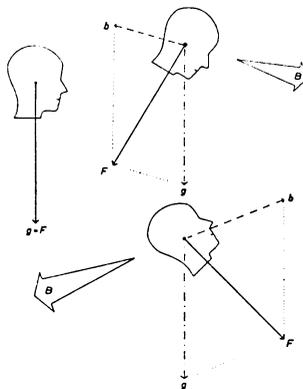


Abb. 31

Mehrdeutigkeit der Otolithenmeldung. Drei beliebig ausgewählte Situationen mit identischer Otolithenreizung. B = Progressivbewegung, b = durch B erzeugte Trägheitskraft, g = Schwerkraft, F = mechanisches Feld. Links: Kopf aufrecht in Ruhe. Rechts: Zwei Kombinationen von Schräglagen und Progressivbewegungen derart, daß F nach Betrag und (körperbezogener) Angriffsrichtung mit g im linken Beispiel genau übereinstimmt.

Aus den Ergebnissen Schönes (vgl. Abb. 30) läßt sich in der Tat eine solche Redundanzanforderung ableiten: Sie unterstellt den häufigsten aller Bewegungszustände, die *Ruhe* des Körpers. — Sollte der Otolithenapparat allein aber wirklich Bewegungserlebnisse vermitteln können, so wäre jedenfalls eine zentralnervöse „Erwartung“ bezüglich irgendeiner mindestens zweidimensionalen Größe vorauszusetzen. Wenn die erstmals von Mach (1875) und noch heute häufig in Lehrbuchdarstellungen (Gerathewohl 1954, Rein-Schneider 1956, Birukow 1959) vertretene Meinung, wir würden die jeweilige *Richtung* des mechanischen Feldes als „unten“ und ihre *Betragsdifferenz gegenüber 1 g* als „Steigen“ bzw. „Sinken“ erleben, zu Recht bestünde, so entspräche dem die zentralnervöse Zusatzannahme, Progressivbewegungen seien bevorzugt parallel zum Schwerfeld ausgerichtet¹⁵¹⁾. —

149) Orientierung des Körpers zur Schwerkraftrichtung = 2, Bewegungsrichtung des Körpers = 2, Betrag der Beschleunigung = 1 Freiheitsgrad.

150) Die Informationsabgabe der Utriculi ist höchstens zweidimensional, Utriculi und Sacculi gemeinsam können theoretisch bis zu drei voneinander unabhängige Meldungen entsenden; letzteres entspräche einer Trennung von Stärke und Richtung des mechanischen Feldes (vgl. o. S. 464).

151) Mach forderte denn auch konsequent, daß man bei Versetzung auf einen Planeten mit geringerer Masse zunächst (d. h. bis zur zentralen Adaptation) das dauernde Gefühl des Versinkens haben müßte.

Der Sinn einer solchen Verarbeitungsweise wäre aber schwer einzusehen. Zwar erfolgt die biologisch bedeutungsvollste Progressivbewegung, der *freie Fall*, tatsächlich zum Gravitationszentrum hin. Gerade hier aber läßt uns der Statolithenapparat, wie immer man sich die zentrale Auswertung seiner Signale vorstellt, unweigerlich im Stich: Die Otolithen schweben schwerelos in der Endolymphe und können die in dieser Situation wichtigste Information, nämlich wo „unten“ ist, d. h. *wohin* wir fallen, in keiner Weise vermitteln.

Andererseits besitzen Katzen und andere Laboratoriumstiere bekanntlich durchaus die Fähigkeit, sich während des freien Falles aus beliebiger Ausgangslage äußerst rasch und präzise so umzudrehen, daß sie den Aufprall mit den Extremitäten abfangen können; es muß also tatsächlich Quellen geben, die dem ZNS Information über die Fallrichtung vermitteln. Da nun die Umdrehreaktion bei Blendung der Versuchstiere erhalten bleibt, nach beidseitiger Labyrinthexstirpation jedoch verschwindet (Magnus 1924, Rademaker u. Ter Braak 1936), wäre an eine Beteiligung der Bogengänge zu denken — dergestalt etwa, daß plötzliche Veränderungen der Otolithenschierung im Verein mit *unveränderter* Bogengangsreizung als Fallsignal fungiert, die (gespeicherte) letzte Otolithenmeldung vor dem Fall die Ausgangslage anzeigt und der Umdrehvorgang selbst durch den Bogengangsapparat überwacht wird¹⁵²). Ähnlich komplex wäre dann auch die Grundlage wahrgenommener Progressivbewegung vorzustellen. — All dies bedarf experimenteller Prüfung, zweckmäßigerweise zunächst bei Vögeln; denn wenn überhaupt, so liegt dort die biologische Notwendigkeit einer Unterscheidung von trägeheits- und schwerkraftbedingter Otolithenmeldung vor. Jedenfalls kann kein Zweifel bestehen, daß der Optimismus Magnus' in bezug auf die Klärung der Umdrehreaktion verfrüht war¹⁵³) und daß allgemein die selektiven und gerichteten Antworten des Organismus auf Progressivbewegungen vorerst unter allen vestibulären Leistungen die rätselvollsten sind.

Literatur

Abbatucci, J. P. S. L.: Etudes psychologiques sur les hallucinations des amputés. Bordeaux 1894. — Adams, A.: Struktur und Funktion des optisch-vestibulären Systems. Fortsch. Neurol. Psychiat. 28, 1960, 205. — Adams, A.: Elektronystagmographische Untersuchungen über die optisch-vestibuläre Integration von Bewegung

152) Voraussetzung hierfür wäre, daß das ZNS das zeitliche Integral über die Bogengangssignale bildet, d. h. aus der gemeldeten Umdrehgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der verstrichenen Zeit den jeweils gerade erreichten Drehwinkel ermittelt. Wie die Versuche von v. Holst u. Griesebach (1951) zeigen, ist das vestibuläre System für eine solche Verarbeitungsweise in der Tat eingerichtet.

153) Magnus (1924) erklärte die Umdrehreaktion völlig unzureichend. Er sah in ihr einen Sonderfall der von ihm so genannten „Labyrinthstellreflexe auf den Kopf“, d. h. jener über den Otolithenapparat geregelten Aktivität, welche beim *ruhenden* Tier die Kopfhochachse unabhängig von der jeweiligen Körperlänge aufrecht zu halten tendiert. Ihm war entgangen, daß die Otolithenmeldung im schwerfreien Zustand nicht mehr von der Kopflege zur Erdscheibe abhängt, der genannte Regelkreis also „aufgeschnitten“ ist und somit für keine gerichteten Reaktionen mehr verantwortlich gemacht werden kann. Die Erklärung von Rademaker u. Ter Braak (1936) trägt diesem Tatbestand zwar ausdrücklich Rechnung, beinhaltet aber — offenbar unter dem Einfluß der Magnusschen Behauptung, es gäbe getrennte Sinnesorgane für Progressivbewegungen (Bogengänge) und Schwerkraft (Otolithenapparat) — die physikalisch ebenso unverständliche Annahme, daß die geradlinige „Beschleunigung der Fallbewegung“ einen (gerichteten!) Bogengangsreiz setzte und demgemäß Bogengangs- (d. h. Dreh-)Reaktionen hervorrufe.

und Wahrnehmung. Pflü. Arch. 263, 1959, 344. — Adrian, E. D.: Discharges from vestibular receptors in the cat. J. Physiol. 101, 1943, 389. — Alexander, G. u. Bárány, R.: Psychophysiologische Untersuchungen über die Bedeutung des Statolithenapparates für die Orientierung im Raume an Normalen und Taubstummen. Z. Psychol. 37, 1904, 321, 414. — Arnold, O. H. u. Hoff, H.: Körperschemastörungen bei LSD-25. Wiener Z. Nervenheilk. 4, 1953, 4. — Ashcroft, D. W. u. Hallpike, C. S.: On the function of the sacculae. J. Laryng. 49, 1934, 450. — Aubert, H.: Eine scheinbare bedeutende Drehung von Objekten bei Neigung des Kopfes nach rechts oder links. Virchows Arch. 20, 1861, 381. — Aubert, H.: Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. — Aubry, M.: Otoneurologie. Paris 1944. — Auersperg, Prinz A.: Dal Biancos Formgesetz der schwunghaft durchgeführten Bewegung. Ein Beitrag zur Theorie der Einheit von Wahrnehmung und Bewegung. Z. Nervenheilk. 156, 1944, 212. — Auersperg, Prinz A.: Beobachtungen am Amputationsphantom und ihre psychophysiologische Bedeutung. Nervenarzt 21, 1950, 425. — Auersperg, Prinz A.: Körperbild und Körperschema. Nervenarzt 31, 1960, 19.

Bairati, A.: Récentes connaissances sur la structure submicroscopique des organes du vestibule. Acta otolaryng. Suppl. 163, 1961, 9. — Bárány, R.: Physiologie und Pathologie des Bogengangapparates beim Menschen. Leipzig/Wien 1907. — Bárány, R.: Das Fischersche und das Kißsche Vorbeizeigen bei Seitenwendung des Blickes. Acta otolaryng. 4, 1922, 94. — Bartorelli, C. u. Wyss, O. A. M.: Vestibulärer Nystagmus. Mschr. Ohrenheilk. 40, 1942, 229. — Bauermeister, M.: Effect of body tilt on apparent verticality, apparent body position, and their relation. J. exp. Psychol. 67, 1964, 142. — Bavink, B.: Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften. Zürich 1949⁹. — Becker, H.: Über Störungen des Körperbildes und über Phantomerlebnisse bei Rückenmarksverletzten. Arch. Psychiat. 182, 1949, 97. — Beer, G. R. de: How animals hold their heads. Proc. Linn. Soc. London 1947, 159. — Békésy, G. v.: Über akustische Reizung des Vestibularapparates. Pflü. Arch. 236, 1935, 59. — Bender, M. u. Jung, R.: Abweichungen der subjektiven optischen Vertikalen und Horizontalen bei Gesunden und Hirnverletzten. Arch. Psychiat. 181, 1948, 193. — Benjamins, C. E.: L'examen de la fonction otolithique par la mesure de la contre-rotation des yeux (Gegenrollung). Rev. laryng. Paris 47, 1926, 111. — Benjamins, C. E. u. Huizinga, E.: Untersuchungen über die Funktion des Vestibularapparates bei der Taube. Pflü. Arch. 217, 1927, 105. — Benjamins, C. E. u. Huizinga, E.: Über quantitative Messungen des Tonus und der Kraft in den Muskeln der Extremitäten und des Halses und über die Auslösungsstelle des Labyrinthonus. Pflü. Arch. 220, 1928, 565. — Benjamins, C. E. u. Nienhuis, J. H.: Die Raddrehungskurve beim Menschen. Arch. O. N. Kehlk.-Heilk. 116, 1927, 241. — Bergstedt, M.: Studies of positional nystagmus in the human centrifuge. Acta otolaryng. Suppl. 165, 1961. — Bethe, A.: Plastizität und Zentrenlehre. In: Bethe-Bergmann: Hdb. norm. path. Physiol. 15, 1930, 1175. — Birukow, G.: Statischer Sinn. In: G. H. Helmcke, H. v. Lengerken u. D. Starck. Hdb. Zool. 8, Berlin 1959. — Bitterman, M. E. u. Worchel, P.: The phenomenological vertical and horizontal in blind and sighted subjects. Amer. J. Psychol. 66, 1953, 598. — Blane, H. T.: Space perception among unilaterally paralyzed children and adolescents. J. exp. Psychol. 63, 1962, 224. — Bornschein, H. u. Schubert, G.: Vestibulärer Coriolis-Effekt. Z. Biol. 107, 1954, 95. — Borries, G. V. Th.: Weitere Untersuchungen über den experimentellen optokinetischen Nystagmus. Arch. Ophthalm. 3, 1923, 159. — Bourdon, B.: La perception visuelle de l'espace. Paris 1902. — Boyd, J. A. u. Roberts, T. D. M.: Proprioceptive discharges from stretch-receptors in the knee joint of the cat. J. Physiol. 122, 1953, 38. — Brecher, G. A. u. Schubert, G.: Über optische Lokalisation und Augenstellung bei Vor-Rückwärtsneigung oder exzentrischer Rotation des Körpers. Z. Sinnesphysiol. 65, 1934, 1. — Breuer, J.:

Über die Funktion der Bogengänge des Ohrlabrynth. Wien. med. Jahrb. 6, 1874, 72. — Breuer, J.: Über die Funktion der Otolithenapparate. Pflü. Arch. 48, 1891, 195. — Brown, A. C.: On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the semicircular canals in the internal ear. J. Anat. Physiol. 8, 1874, 327. — Brünings, W.: Untersuchungen über die Vertikalenempfindung. Verh. dtsh. otol. Ges. 21, 1912, 132. — Buddenbrock, W. v.: Vergleichende Physiologie, Bd. 1 Sinnesphysiologie. Basel 1952. — Bürger, H.: Rechts und links. Nervenarzt 2, 1929, 464. — Burkhardt, D.: Die Sinnesorgane des Skelettmuskels und die nervöse Steuerung der Muskeltätigkeit. Ergebn. Biol. 20, 1958, 27. — Burkhardt, D.: Die Eigenschaften und Funktionstypen der Sinnesorgane. Ergebn. Biol. 22, 1960, 226. — Burlet, H. M. de: Zur vergleichenden Anatomie der Labyrinthinnervation. J. Comp. Neurol. 47, 1929, 155. — Burlet, H. M. de: Die Stellung der Maculae acusticae im Schädel des Menschen und einiger Säugetiere. Morph. Jb. Leipzig 64, 1930, 377. — Buys, E.: Note complémentaire au sujet de la recherche du seuil nystagmique par la méthode des réactions „primaires postrotatoires“. Ann. otolaryng. Paris 59, 1940, 109. — Buys, E. u. Rijlant, P.: Le seuil d'excitation (accélération angulaire) des canaux semicirculaires. Arch. int. Physiol. 49, 1939, 101. — Buytendijk, F. J. J.: Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung. Berlin 1956.

Christian, P.: Experimentelle Beiträge zur intermodalen vestibulo-optischen Wechselbeziehung der Sinnesorgane. Pflü. Arch. 243, 1940, 370. — Christian, P.: Über „Leistungsanalyse“, dargestellt an Beispielen aus der Willkürmotorik. Nervenarzt 24, 1953, 10. — Comalli, P. E., Wapner, S. u. Werner, H.: Perception of verticality in middle and old age. J. Psychol. 47, 1959, 259. — Cords, R.: Optisch-motorisches Feld und optisch-motorische Bahn. Arch. ophthalm. 117, 1926, 58. — Corvera, J., Hallpike, C. S. u. Schuster, E. H. J.: A new method for the anatomical reconstruction of the human macular planes. Acta otolaryng. 49, 1958, 4. — Cyon, E. v.: Ohrlabrynth, Raumsinn und Orientierung. Pflü. Arch. 79, 1900, 212.

Dal Bianco, P.: Zur Koordination schwunghafter Bewegungen und ihrer Störung bei Kleinhirnbeschädigung. Dtsch. Z. Nervenheilk. 156, 1944, 184. — Delage, Y.: Les méridiens de l'œil et les jugements sur la direction des objets. Rev. gén. d. sciences pures et appl. 3, 1892. — Diesselhorst, G.: Hörversuche an Fischen ohne Weberschen Apparat. Z. vgl. Physiol. 25, 1938, 248. — Dijkgraaf, S.: Bau und Funktion der Seitenorgane und des Ohrlabrynth bei Fischen. Experientia 8, 1952 a, 205. — Dijkgraaf, S.: Über die Schallwahrnehmung von Meeresfischen. Z. vgl. Physiol. 34, 1952 b, 104. — Dohlman, G.: Physikalische und physiologische Studien zur Theorie des kalorischen Nystagmus. Acta otolaryng. Suppl. 5, 1925. — Dohlman, G.: Some practical and theoretical points in labyrinthology. Proc. Roy. Soc. Med. (Sec. Otol.) 28, 1935, 65, 1371. — Drischel, H.: Über den Frequenzgang der horizontalen Folgebewegungen des menschlichen Auges. Pflü. Arch. 268, 1958, 34. — Dusser de Barenne, J. G.: Zur Kenntnis der Alloästhesie. Mschr. Psychiat. Neurol. 34, 1913, 523.

Egmond, A. A. J. van, Groen, J. J. u. Jongkees, L. B. W.: The mechanics of the semicircular canal. J. Physiol. 110, 1949, 1. — Egmond, A. A. J. van u. Tolk, J.: On the slow phase of the caloric nystagmus. Acta otolaryng. 44, 1954, 589. — Egmond, A. A. J. van u. Groen, J. J.: Cupulometrie. Pract. oto-rhino-laryng. 17, 1955, 206. — Eldred, E.: Posture and locomotion. In: J. Field et al. 2, 1960, 1067. — Engström, H.: The innervation of the vestibular sensory cells. Acta otolaryng. Suppl. 163, 1961, 30. — Ewald, J. R.: Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. Wiesbaden 1892.

Feilchenfeld, H.: Zur Lageschätzung bei seitlichen Kopfneigungen. *Z. Psychol.* 31, 1903, 133. — Fender, D. H. u. Nye, P. W.: An investigation of the mechanisms of eye movement control. *Kybernetik* 1, 1961, 81. — Field, J., Magoun, H. W. u. Hall, V. E. (Ed.): *Handbook of Physiology, Sec. 1 Neurophysiology.* 3 Bde. Washington D. C. 1959/60. — Fischer, M. H.: Messende Untersuchungen über die Gegenrollung der Augen und die Lokalisation der scheinbaren Vertikalen bei seitlicher Neigung (des Kopfes, des Stammes und des Gesamtkörpers). 1. *Mitteilg.: Neigung bis zu 40°.* *Graefes Arch.* 118, 1927, 633. — Fischer, M. H.: Die Regulationsfunktion des menschlichen Labyrinths und die Zusammenhänge mit verwandten Funktionen. München (1928) und *Ergebn. Physiol.* 27, 1928, 209. — Fischer, M. H.: Messende Untersuchungen über die Gegenrollung der Augen und die Lokalisation der scheinbaren Vertikalen bei seitlicher Neigung des Gesamtkörpers bis zu 360°. 2. *Mitteilg.: Untersuchungen an Normalen.* *Graefes Arch.* 123, 1930 a, 476. — 3. *Mitteilg.: Untersuchungen an einem Ertaubten mit Funktionsuntüchtigkeit beider Vestibularapparate und einem einseitig Labyrinthlosen.* *Graefes Arch.* 123, 1930 b, 509. — Fischer, M. H. u. Kornmüller, A. E.: Der Schwindel. In: *Bethe-Bergmann: Hdb. norm. path. Physiol.* 15, 1930, 442. — Fischer, M. H. u. Kornmüller, A. E.: Egozentrische Lokalisation 2. *Mitteilg. Optische Richtungslokalisierung beim vestibulären Nystagmus.* *J. Psychol. Neurol.* 41, 1930/31, 383. — Fischer, M. H. u. Wodak, E.: Unbekannte Vestibulariseffekte bei gleichzeitiger äqualer Doppelspülung. *Klin. Wschr.* 3, 1924 a, 1406. — Fischer, M. H. u. Wodak, E.: Beiträge zur Physiologie des menschlichen Vestibularapparates (I, II). *Pflü. Arch.* 202, 1924 b, 523, 553. — Fleisch, A.: Tonische Labyrinthreflexe auf die Augenstellung. *Pflü. Arch.* 194, 1922 a, 554. — Fleisch, A.: Das Labyrinth als beschleunigungsempfindendes Organ. *Pflü. Arch.* 195, 1922 b, 449. — Flourens, P.: *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés.* Paris 1824¹; 1842². — Frenzel, H.: Rucknystagmus als Halsreflex und Schlagfeldverlagerung des labyrinthären Drehnystagmus durch Halsreflexe. *Z. Hals usw. Heilk.* 21, 1928, 177. — Frenzel, H.: Halsreflektorisches Augenrucken von vestibulärer Schlagform. *Passow-Schaefers Beitr.* 28, 1930, 305. — Frenzel, H.: Spontan- und Provokationsnystagmus als Krankheitssymptom. Berlin 1955. — Frey, M. v.: Die Tangoreceptoren des Menschen. In: *Bethe-Bergmann: Hdb. norm. path. Physiol.* 11, 1926, 94. — Frisch, K. v.: Über die Labyrinthfunktion bei Fischen. *Zool. Anz. Suppl.* 4, 1928, 104. — Frisch, K. v. u. Stetter, H.: Untersuchungen über den Sitz des Gehörsinns bei der Elritze. *Z. vergl. Physiol.* 17, 1932, 686. — Fulton, J. F. (Ed.): *Textbook of Physiology.* Philadelphia, London 1950¹⁶. — Fulton, J. F.: Labyrinthine acceleratory reflexes. In: *Fulton 1950*, 202.

Gaede, W.: Über die Bewegung der Flüssigkeit in einem rotierenden Hohlring unter besonderer Berücksichtigung der Vorgänge in den Bogengängen des Ohres. *Arch. Ohr. usw. heilk.* 110, 1922, 6. — Garten, S.: Über die Grundlagen unserer Orientierung im Raum. *Abh. Math. Phys. Klasse, Sächs. Akad.* 36, 1920, 431. — Gelb, A.: Grundfragen der Wahrnehmungspsychologie. Ber. 7. Kg. exp. Ps. Marburg 1921, Jena 1922. — Gelb, A.: Psychologische Bedeutung pathologischer Störungen der Raumwahrnehmungen. Ber. 9. Kg. exp. Ps. München 1925, Jena 1926. — Gerathewohl, S.: *Die Psychologie des Menschen im Flugzeug.* München 1954. — Gibson, J. J.: The visual perception of objective motion and subjective movement. *Psychol. Rev.* 61, 1954, 304. — Gibson, J. J. u. Mowrer, O. H.: Determinants of the perceived vertical and horizontal. *Psychol. Rev.* 45, 1938, 300. — Girard, L.: Le plan des canaux semicirculaires horizontaux considéré comme plan horizontal de la tête. *Bull. Soc. anthrop. (Paris)* 4, 1923, 14. — Girotti, G. u. Bordogna, A.: La determinazione della verticale e del piano mediano visivi nelle compressioni

vestibulari. Riv. Psicol. 57, 1963, 301. — Goldman, A. E.: Studies in vicariousness: degree of motor activity and the autokinetic phenomenon. Amer. J. Psychol. 66, 1953, 613. — Goldstein, K.: Über induzierte Veränderungen des Tonus. — 7. Mitteilg.: Über den Einfluß der Stellung des Kopfes auf die Stellung der Augen. Acta otolaryng. 7, 1924, 13. — 8. Mitteilg.: Über den Einfluß unbewußter Bewegungen resp. Tendenzen zu Bewegungen auf die taktile und optische Raumwahrnehmung. Klin. Wschr. 4, 1925, 294. — Goldstein, K.: Zum Problem der Tendenz zum ausgezeichneten Verhalten. Dtsch. Z. Nervenheilk. 109, 1929, 1. — Goldstein, K.: Der Aufbau des Organismus. Einführung in die Biologie. Unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrung am kranken Menschen. Den Haag 1934. — Goldstein, K.: The organism. A holistic approach to Biology. New York 1939. — Goldstein, K.: After-effects of brain injuries in war. New York 1942. — Goltz, F.: Über die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Pflü. Arch. 3, 1870, 172. — Gottschick, J.: Die Leistungen des Nervensystems. Jena 1955². — Grahe, K.: Halsreflexe und Vestibularreaktion beim Menschen. Z. HNO.heilk. 3, 1922, 550. — Grahe, K.: Über Lageempfindungen und -reflexe beim Menschen. Z. HNO.heilk. 12, 1925, 640. — Grahe, K.: Die Funktion des Bogengangsapparates und der Statolithen beim Menschen. In: Bethe-Bergmann: Hdb. norm. path. Physiol. 11, 1926, 909. — Gray, J. A. B. u. Lissmann, H. W.: The effect of labyrinthectomy on the co-ordination of limb movements in the toad. J. exp. Biol. 24, 1947, 36. — Gray, J. A. B. u. Malcolm, J. L.: The initiation of nerve impulses by mesenteric Pacinian corpuscles. Proc. Roy. Soc. B. 137, 1950, 96. — Gray, J. A. B. u. Sato, M.: Properties of the receptor potential in Pacinian corpuscles. J. Physiol. 122, 1953, 610. — Graybiel, A.: Oculogravic illusion. AMA Arch. Ophthalmol. 48, 1952, 605. — Graybiel, A. u. Hupp, D. J.: The oculo-nyral illusion: a form of apparent motion which may be observed following stimulation of the semicircular canals. J. aviat. Med. 17, 1946, 3. — Graybiel, A., Clark, B., McCorquodale, K. u. Hupp, D. J.: The role of vestibular nystagmus in the visual perception of a moving target in the dark. Amer. J. Psychol. 59, 1946, 259. — Groen, J. J.: Problems of the semicircular canal from a mechanico-physiological point of view. Acta otolaryng. Suppl. 163, 1961, 59. — Groen, J. J. u. Jongkees, L. B. W.: The threshold of angular acceleration perception. J. Physiol. 107, 1948, 1. — Groen, J. J., Löwenstein, O. u. Vendrik, A. J. H.: The mechanical analysis of the responses from the end-organs of the horizontal semicircular canal in the isolated elasmobranch labyrinth. J. Physiol. 117, 1952, 329. — Grüttner, K.: Experimentelle Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus. Z. Psychol. 68, 1939, 1. — Güttich, A.: Zur Physiologie des Sacculusotolithen. Arch. Ohr.heilk. 145, 1938, 461.

Hasegawa, T.: Die stato-kinetische Funktion des Sacculus. Z. HNO.heilk. 43, 1937, 129. — Hasegawa, T.: Experimentelle Studien über den peripheren Lagenystagmus. Mschr. Ohr.heilk. 73, 1939, 19. — Hasegawa, T.: Über die labyrinthären Augenbewegungen bei Änderung der Kopfage und bei Progressivbewegungen. Acta otolaryng. 28, 1940, 593. — Hautant, A.: Etudes cliniques de l'examen fonctionnel de l'appareil vestibulaire. Rev. Neurol. 1927, 908. — Head, H. u. Holmes, G.: Sensory disturbances from cerebral lesions. Brain 34, 1911, 102. — Hécaen, H. u. Ajuriaguerra, J. de: Méconnaissances et hallucinations corporelles: Intégration et désintégration de la somatognosie. Paris 1952. — Helmholtz, H. v.: Handbuch der physiologischen Optik. Hamburg, Leipzig 1896². — Henderson, W. R. u. Smyth, G. E.: Phantom limbs. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 11, 1948, 88. — Henriksson, N. G.: The correlation between the speed of the eye in the slow phase of nystagmus and vestibular stimulus. Acta otolaryng. 45, 1955, 120. — Henriksson, N. G.: Speed of slow component and duration in caloric nystagmus. Acta otolaryng. Suppl. 125, 1956. — Hofmann, F. B.: Die Lehre vom Raumsinn

des Auges. 2. Teil. Berlin 1925. — Hoff, H. u. Pötzl, O.: Über die labyrinthären Beziehungen von Flugsensationen und Flugträumen. *Mshr. Psychiat. Neurol.* 97, 1937, 193. — Hoff, H. u. Schilder, P.: Über Lage- und Stellreflexe beim Menschen. *Dtsch. Med. Wschr.* 51, 1925, 810. — Hoff, H. u. Schilder, P.: Die Lagereflexe des Menschen. Wien 1927. — Holst, E. v.: Die relative Koordination als Phänomen und als Methode zentralnervöser Funktionsanalyse. *Ergebn. Physiol.* 42, 1939, 228. — Holst, E. v.: Die Arbeitsweise des Statolithenapparates bei Fischen. *Z. vgl. Physiol.* 32, 1950, 60. — Holst, E. v.: Zentralnervensystem. *Fortschr. Zool.* 10, 1956, 381. — Holst, E. v. u. Griesebach, E.: Einfluß des Bogengangssystems auf die „subjektive Lotrechte“ beim Menschen. *Naturwiss.* 38, 1951, 67. — Holst, E. v. u. Mittelstaedt, H.: Das Reafferenzprinzip. *Naturwiss.* 37, 1950, 464. — Holst, E. v. u. Saint-Paul, U. v.: Vom Wirkungsgefüge der Triebe. *Naturwiss.* 47, 1960, 409. — Huizinga, E.: The classification of the labyrinthine reflexes. *Acta otolaryng.* 27, 1939, 662. — Huizinga, E. u. Meulen, P. van der: Vestibular rotatory and optokinetic reactions in the pigeon. *Annals Otol. Rhin. Laryng.* 60, 1951, 927.

Jacob, H.: Wahrnehmungsstörungen und Krankheitserleben. *Monogr. Neurol. Psychiat.* 78, 1955. — Jaspers, K.: *Allgemeine Psychopathologie*. Berlin, Heidelberg 1948⁵. — Jenkins, W. L.: Somesthesia. In: S. S. Stevens (Ed.): *Handbook of Experimental Psychology*. New York, London 1951, 1172. — Jongkees, L. B. W.: On the function of the sacculæ. *Acta otolaryng.* 38, 1950, 18. — Jongkees, L. B. W.: Some remarks on the function of the vestibular organ. *Reports of the Institute of Laryng. and Otol.* 2, 1952, 1. — Jongkees, L. B. W.: Über die Untersuchungsmethoden des Gleichgewichtsorgans. *Fortschr. HNO.heilk.* 1, 1953, 1. — Jongkees, L. B. W. u. Groen, J. J.: Considerations regarding the secondary after-sensations caused by a stimulation of the semicircular canal system. *J. Laryng.* 61, 1946, 241. — Jongkees, L. B. W. u. Groen, J. J.: La stabilité de l'homme. *Acta otolaryng.* 35, 1947, 327. — Jung, R.: Nystagmographie. In: v. Bergmann, Frey u. Schwiegl: *Hdb. inn. Med.* 5/1, Berlin 1953, 1325. — Jung, R. u. Hassler, R.: The extrapyramidal motor system. In: J. Field et al. 2, 1960, 863.

Kaden, S. E., Wapner, S. u. Werner, H.: Studies in physiognomic perception: II. Effect of directional dynamics of pictured objects and of words on the position of the apparent horizon. *J. Psychol.* 39, 1955, 61. — Katz, D.: Zur Psychologie des Amputierten und seiner Prothese. *Z. angew. Psychol. Beih.* 25, 1921. — Kleint, H.: Versuche über die Wahrnehmung. *Z. Psychol.* 138, 1936, 1; 140, 1937, 109; 141, 1937, 9; 142, 1938, 259; 143, 1938, 299; 148, 1940, 145; 149, 1940, 31. — Kleyn, A. de: The connections between the optokinetic nystagmus and the vestibular system. *Acta otolaryng. Suppl.* 78, 1948, 8. — Kleyn, A. de u. Versteegh, C.: Schwindelanfälle und Nystagmus bei einer bestimmten Lage des Kopfes. *Acta otolaryng.* 6, 1924, 99. — Kleyn, A. de u. Versteegh, C.: Über labyrinthäre Gleichgewichtsreaktionen bei Menschen und Tieren nach schnellem Kippen um die longitudinale Achse. *Acta otolaryng.* 24, 1936, 34. — Kohler, I.: Gestaltbegriff und Mechanismus. In: F. Weinhandl: *Gestalthaftes Sehen*. (v. Ehrenfels-Festschrift). Darmstadt 1960, 211. — Kreidl, A.: Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths auf Grund von Versuchen an Taubstummen. *Pflü. Arch.* 51, 1892, 119. — Kraus, M.: Über die physiologischen Grundlagen des labyrinthären Nystagmus. *Arch. Ohr.usw.heilk.* 157, 1951, 581. — Krus, D. M., Werner, H. u. Wapner, S.: Studies in vicariousness: Motor activity and perceived movement. *Amer. J. Psychol.* 66, 1953, 603. — Krus, D. M., Wapner, S. u. Freeman, H.: Effects of Reserpine and Iproniazid (Marsilid) on space localization. *AMA Arch. Neurol. Psychiat.* 80, 1958, 768. — Kubo, J.: Über die vom Nervus acusticus ausgelösten Augenbewegungen. Versuche an Fischen. *Pflü. Arch.* 114, 1906, 143; 115, 1906, 457. — Küpfmüller, K. u. Poklekowski, G.: Der Regelmechanismus willkürlicher Bewegungen. *Z. Naturforschung*

11 b, 1956, 1. — Kuo, I.: Vergleichende Untersuchungen über das Aubertsche Phänomen. *Z. Psychol.* 108, 1928, 49.

Leiri, E.: Über den Schwindel. *Z. HNO.heilk.* 17, 1927, 392. — Leischner, A.: Die autoskopischen Halluzinationen. *Fortschr. Neurol. Psychiat.* 29, 1961, 550. — Lenz, H.: Körperschema-Verzerrung. *Wiener Z. Nervenheilk.* 17, 1960, 391. — Lersch, Ph.: Aufbau der Person. München 19567. — Liebert, R. S., Wapner, S. u. Werner, H.: Studies in the effects of LSD-25. Visual perception of verticality in schizophrenic and normal adults. *AMA Arch. Neurol. Psychiat.* 77, 1957, 193. — Lienert, G. A.: Die Bedeutung der Suggestion in pharmakopsychologischen Untersuchungen. *Z. exp. angew. Psychol.* 3, 1955/56, 418. — Löwenstein, O.: Problems concerning the mechanism of the hair cells of the vestibular receptors. *Acta otolaryng. Suppl.* 163, 1961, 56. — Löwenstein, O., Osborne, M. P. u. Wersäll, J.: Structure and innervation of the sensory epithelia of the labyrinth in the Thornback ray (*Raja clavata*). *Proc. Roy. Soc. B.* 160, 1964, 1. — Löwenstein, O. u. Roberts, T. D. M.: The equilibrium function of the otolith organs of the Thornback Ray (*Raja clavata*). *J. Physiol.* 110, 1950, 392. — Löwenstein, O. u. Roberts, T. D. M.: The localization and analysis of the responses to vibration from the isolated elasmobranch labyrinth. A contribution to the problem of the evolution of hearing in vertebrates. *J. Physiol.* 144, 1951, 471. — Löwenstein, O. u. Sand, A.: The activity of the horizontal semicircular canal of the dogfish, *scyllium canicula*. *J. exp. Biol.* 8, 1936, 416. — Löwenstein, O. u. Sand, A.: The mechanism of the semicircular canal. A study of the responses of single-fibre preparations to angular accelerations and to rotation at constant speed. *Proc. Roy. Soc. London* 129, 1940 a, 256. — Löwenstein, O. u. Sand, A.: The individual and integrated activity of the semicircular canals of the elasmobranch labyrinth. *J. Physiol.* 99, 1940 b, 89. — Löwenstein, O. u. Wersäll, J.: A functional interpretation of the electron-microscopic structure of the sensory hairs in the cristae of the elasmobranch *Raja clavata* in terms of directional sensitivity. *Nature* 184, 1959, 1807. — Lorente de Nó, R.: Ausgewählte Kapitel aus der vergleichenden Physiologie des Labyrinthes. *Erg. Physiol.* 32, 1931, 73. — Lorenz, K.: Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. *Z. Tierpsychol.* 5, 1943, 235.

Mach, E.: Über den Gleichgewichtssinn. *Sitz.Ber. Akad. Wiss. Wien (Math.-Natw. Kl.)* 69, 1874, 44. — Mach, E.: Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig 1875. — Mackensen, G.: Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus (Über Möglichkeiten einer willkürlichen Beeinflussung des Nystagmus). *Klin. Mbl. Augenheilk.* 123, 1953, 133. — Magnus, R.: Körperstellung. Berlin 1924. — Magnus, R. u. Kleyn, A. de: Funktion des Bogengangs- und Otolithenapparates bei Säugern. In: *Bethe-Bergmann: Hdb. norm. path. Physiol.* 11, 1926 a, 868. — Magnus, R. u. Kleyn, A. de: Theorie über die Funktion der Bogengangs- und Otolithenapparate bei Säugern. In: *Bethe-Bergmann: Hdb. norm. path. Physiol.* 11, 1926 b, 1002. — Mann, C. W.: The effects of auditory-vestibular nerve pathology on space perception. *J. exp. Psychol.* 42, 1951, 450. — Mayer, E.: Die Funktionsschichten der räumlichen Wahrnehmung. *Z. Psychol. Ergbd.* 16, 1930. — Mayer-Gross, W.: Ein Fall von Phantomarm nach Plexuszerreißung. *Nervenarzt* 2, 1929, 65. — Mayne, R.: Some engineering aspects of the mechanism of body control. *Electr. Engng.* 70, 1951, 207. — Maxwell, S. S.: *Labyrinth and Equilibrium*. Philadelphia, London 1923. — McCouch, G. P., Deering, I. D. u. Ling, T. H.: Location of receptors of tonic neck reflexes. *J. Neurophysiol.* 14, 1951, 191. — McFarland, J. H., Wapner, S. u. Werner, H.: Relation between perceived location of objects and perceived location of one's own body. *Percept. Mot. Skills* 15, 1962, 331. — McNaughton-Jones, H.: The function of the labyrinth. *J. Laryng.* 60, 1945, 425. — Menninger-Lerchenthal, E.: Eine Halluzination Goethes. *Z. Neu-*

rol. 140, 1932, 486. — Menninger-Lerchenthal, E.: Das Truggebilde der eigenen Gestalt. Berlin 1953. — Metzger, W.: Psychologie. Darmstadt 1954². — Meurman, J. u. Meurman, O.: Stapes mobilisation in Otosclerosis. Arch. Otol. Chicago 62, 1955, 164. — Meyer zum Gottesberge, A. u. Maurer, W.: Über den Funktionsmechanismus des vertikalen Bogengangsystems bei der Entstehung des rotatorischen und vertikalen Nystagmus. Arch. Ohr.usw.heilk. 155, 1949, 705. — Mikorey, M.: Phantome und Doppelgänger. München 1952. — Miller, E. F.: Counterrolling of the human eyes produced by head tilt with respect to gravity. Acta otolaryng. 54, 1962, 479. — Miller, E. F. u. Graybiel, A.: A comparison of ocular counter-rolling movements between normal persons and deaf subjects with bilateral labyrinthine defects. Annals Oto-Rhino-Laryng. 72, 1963, 885. — Mittelstaedt, H.: Zur Analyse physiologischer Regelungssysteme. Verh. Dtsch. Zool. Ges. Wilhelmshaven 1951, 150. Mittelstaedt, H.: Regelung in der Biologie. Regelungstechnik 2, 1954, 117. — Mittelstaedt, H.: The analysis of behavior in terms of control systems. In: B. Schaffner (Ed.): Group processes. Trans. 5. Conf. J. Macy Found. New York 1960, 45. — Mittelstaedt, H.: Die Regelungstheorie als methodisches Werkzeug der Verhaltensanalyse. Naturwiss. 48, 1961 a, 246. — Mittelstaedt, H.: Probleme der Kursregelung bei freibeweglichen Tieren. In: Feldtkeller, R. (Hrsg.): Aufnahme und Verarbeitung von Nachrichten durch Organismen. Stuttgart 1961 b, 128. — Mittelstaedt, H.: Control systems of orientation in insects. Ann. Rev. Entomol. 7, 1962, 177. — Morant, R. B.: The visual perception of the median plane as influenced by labyrinthian stimulation. J. Psychol. 47, 1959, 25. — Mountcastle, V. B.: Modality and topographic properties of single neurons of cat's somatic sensory cortex. J. Neurophysiol. 20, 1957, 408. — Mowrer, O. H.: Concerning the normal function of the vestibular apparatus. Annals Oto-Rhino-Laryng. 41, 1932, 412. — Mowrer, O. H.: Some neglected factors which influence the duration of post-rotational nystagmus. Acta otolaryng. 22, 1935, 1. — Müller, J.: Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen. 2 Bde. Koblenz 1834/40. — Müller, G. E.: Über das Aubertsche Phänomen. Z. Sinnesphysiol. 49, 1916, 109. — Müller, G. E. u. Schumann, F.: Über die psychologische Grundlage der Vergleichung gehobener Gewichte. Pflü. Arch. 45, 1889, 88. — Mulder, E. M.: Bestimmung der scheinbaren Vertikalen. Graefes Arch. 21, 1875, 68. — Mulder, W.: Quantitative betrekking tusschen prikkel en effect by het statisch organ. Diss. Utrecht 1908. — Muskens, J. J.: Das supra-vestibuläre System. Amsterdam 1934. — Mygind, S. H.: The theory of the function of the static part of the labyrinth. Acta otolaryng. 9, 1928, 137. — Mygind, S. H.: Static function of the labyrinth. Attempt of a synthesis. Acta otolaryng. Suppl. 70, 1948.

Nagel, W. A.: Über das Aubertsche Phänomen und verwandte Täuschungen über die vertikale Richtung. Z. Psychol. 16, 1898, 383. — Neal, E.: Visual localization of the vertical. Amer. J. Psychol. 37, 1926, 287. — Noble, C. E.: The perception of the vertical: III. The visual vertical as a function of centrifugal and gravitational forces. J. exp. Psychol. 39, 1949, 839. — Nylén, C. O.: A clinical study on positional nystagmus in cases of brain tumor. Acta otolaryng. Suppl. 15, 1931. — Nylén, C. O.: Einiges über die Entwicklung der klinischen Vestibularforschung während der letzten 25 Jahre, besonders bezüglich des Labyrinth-fistelsymptoms und des Lagenystagmus. Acta otolaryng. 31, 1943, 223. — Nylén, C. O.: Positional nystagmus. J. Laryng. 64, 1950, 295.

Oppelt, W.: Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge. Weinheim 1960.

Penfield, W. u. Boldrey, E.: Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation. Brain 60, 1937, 389. — Penfield, W. u. Rasmussen, T.: The cerebral cortex of man. A clinical study of localization of function. New York 1950. — Pick, A.: Zur Pathologie des

Bewußtseins vom eigenen Körper. Neurol. Zentr. Bl. 34, 1915, 257. — Pikler, J.: Über die Angriffspunkte des Willens am Körper. Z. Psychol. 110, 1929, 288. — Purkinje, J.: Beiträge zur näheren Kenntnis des Schwindels nach heautognostischen Daten. Med. Jahrb. Österr. Staates, Wien, 6, 1820, 79.

Quadfasel, F. A.: Statische Haltungsstörungen und intermodale Wahrnehmungsstörungen in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und Beeinflussbarkeit. Mschr. Psychiat. Neurol. 96, 1937, 326; 97, 1938, 129, 190. — Quix, F. H.: La fonction des otolithes. Arch. néerl. Physiol. 6, 1921, 1; 8, 1923, 425. — Quix, F. H.: Die Otolithenfunktion in der Otologie. Z. HNO.heilk. 8, 1924, 516. — Quix, F. H.: The function of the vestibular organ and the clinical examination of the otolith apparatus. J. Laryngol. 40, 1925, 424. — Quix, F. H. u. Werndley, L. U.: The otolithic pressure as a function of the position of the cranium. Verh. Königl. Akad. Wiss. Amsterdam 2. Sect., 23, 1924, 1.

Rademaker, G. G. J. u. Ter Braak, J. W. G.: Das Umdrehen der fallenden Katze in der Luft. Acta otolaryng. 23, 1935/36, 313. — Reichel, H.: Muskelphysiologie. Berlin 1960. — Rein, H. u. Schneider, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen. Berlin 1956¹². — Rejtö, H.: Reizen die Schallwellen auch den statischen Apparat? Mschr. Ohr.heilk. 72, 1938, 34. — Reswick, J. B.: Disturbance-control feedback — a new control concept. Trans. Amer. Soc. Mechan. Engineers, 1956, 153. — Riese, W.: Neue Beobachtungen am Phantomglied. Dtsch. Z. Nervenheilk. 127, 1932, 265. — Roelofs, C. O.: Die optische Lokalisation. Arch. Augenheilk. 109, 1935, 395. — Roelofs, C. O. u. Waals, H. G. van der: Veränderungen der haptischen und optischen Lokalisation bei optokinetischer Reizung. Z. Psychol. 136, 1935, 5. — Romberg, G. v., Holst, E. v. u. Duden, W.: Über Zusammenhänge zwischen Wahrnehmung und objektivem Geschehen bei Wechselstromreizung des Vestibularapparates und optokinetischer Pendelreizung der Retina. Pflü. Arch. 254, 1951, 98. — Rorschach, H.: Psychodiagnostik. Bern 1941⁴. — Rose, J. E. u. Mountcastle, V. B.: Touch and kinesthesia. In: Field et al. 1, 1960, 387. — Ross, D. A.: Electrical studies of the frog's labyrinth. J. Physiol. 86, 1936, 117. — Rossi, G.: Effetti della stimolazione elettrica dei singoli canali del labirinto acustico dei conigli. Oto-rino-laring. ital. 6, 1936, 140. — Ruch, Th. C.: Somatic sensation. In: Fulton 1950, 292. — Rupp, H.: Über Lokalisation von Druckreizen der Hände. Z. Sinnesphysiol. 41, 1907, 182.

Sachs, M. u. Meller, J.: Über die optische Orientierung bei Neigung des Kopfes gegen die Schulter. Graefes Arch. 52, 1901, 393. — Sachs, M. u. Meller, J.: Untersuchungen über die optische und haptische Lokalisation bei Neigungen um eine sagittale Achse. Z. Psychol. 31, 1903, 89. — Sandström, C. I.: A note on the Aubert phenomenon. J. exp. Psychol. 48, 1954, 209. — Sasaki, H.: On the function of the otoliths. Symposium. J. oto-rhino-laryng. Soc. Jap. 63, Suppl. 2, 1960, 11. — Schilder, P.: Das Körperschema. Ein Beitrag zur Lehre vom Bewußtsein des eigenen Körpers. Berlin 1924. Engl.: The image and appearance of the human body. London 1935; New York 1950. — Schilder, P.: Brain and personality. New York 1951. — Schliessmann, H.: Über die optimale Bemessung von Regelsystemen mit Laufzeit. Regelungstechnik 7, 1959 a, 272. — Schliessmann, H.: Über ein Verfahren zur optimalen Regelung von Systemen mit Totzeit. Regelungstechnik 7, 1959 b, 418. — Schmaltz, G.: Versuche zu einer Theorie des Erregungsvorganges im Ohrlabyrinth. Pflü. Arch. 207, 1925, 125. — Schmaltz, G.: The physical phenomena occurring in the semicircular canals during rotatory and thermic stimulation. Proc. Roy. Soc. Med. (Sec. Otol.) 25, 1932, 1. — Schmidt, E.: Der Aubert-Test als Persönlichkeitstest und Symptom für die verschiedenen Formen der Orientierung im Raume. Z. Psychol. 144, 1938, 193. — Schöne, H.: Die Lageorientierung mit Statolithenorganen und Augen. Ergebn. Biol. 20, 1959, 161. — Schöne, H.: Über

den Einfluß der Schwerkraft auf die Augenrollung und auf die Wahrnehmung der Lage im Raum. Z. vergl. Physiol. 46, 1962, 57. — Schöne, H.: On the role of gravity in human spatial orientation. *Aerospace Med.* 35, 1964, 764. — Schubert, G.: Labyrinthreizung durch Zusatzbeschleunigung bei Einwirkung von Zentrifugalkraft. *Pflü. Arch.* 233, 1934, 537. — Šerko, A.: Im Mescalindrausch. *Jahrb. Psychiat. Neurol.* 34, 1913, 355. — Sherrington, C. S.: The integrative action of the nervous system. New Haven 1906¹, 1948². — Simmel, M.: On phantom limbs. *AMA Arch. Neurol. Psychiat.* 75, 1956 a, 637. — Simmel, M.: Phantoms in patients with leprosy and in elderly digital amputees. *Amer. J. Psychol.* 69, 1956 b, 529. — Simmel, M.: The conditions of occurrence of phantom limbs. *Proc. Amer. Phil. Soc.* 102, 1958, 492. — Skramlik, E. v.: Lebensgewohnheiten als Grundlage von Sinnestäuschungen. *Naturwiss.* 13, 1925, 117. — Steinhausen, W.: Über Sichtbarmachung und Funktionsprüfung der Cupula terminalis in den Bogengangampullen des Labyrinths. *Pflü. Arch.* 217, 1927, 747. — Steinhausen, W.: Über den Nachweis der Bewegung der Cupula in der intakten Bogengangampulle des Labyrinths bei der natürlichen rotatorischen und kalorischen Reizung. *Pflü. Arch.* 228, 1931, 322. — Steinhausen, W.: Über die Eigenbewegung der Cupula in den Bogengangampullen des Labyrinths. *Pflü. Arch.* 229, 1932, 438. — Steinhausen, W.: Die lebende Cupula in den Bogengangampullen. *Zool. Anz. Suppl.* 7, 1934, 91. — Störing, G. E.: Über Grundlagen der medizinischen Psychologie. Düsseldorf 1948. — Szentágothai, J.: Die Rolle der einzelnen Labyrinthrezeptoren bei der Orientation von Augen und Kopf im Raume. Budapest, Akadémiai Kiado 1952.

Tait, J. u. McNally, W. J.: Some features of the action of the utricula maculae (and the associated action of the semicircular canal) of the frog. *Phil. Trans. Roy. Soc. London* 224, 1934, 241. — Ter Braak, J. W. G.: Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus. *Arch. néerl. Physiol.* 21, 1936, 309. — Teuber, H. L. u. Liebert, R. S.: Specific and general effects of brain injury in man. *AMA Arch. Neurol. Psychiat.* 80, 1958, 403. — Teuber, H. L. u. Mishkin, M.: Judgment of visual and postural vertical after brain injury. *J. Psychol.* 38, 1954, 161. — Timm, C.: Physikalische Vorgänge bei der Labyrinthreizung. *Z. Laryng. usw.* 32, 1953, 237. — Timm, C. u. Müller, H.: Über den adäquaten Reiz des Bogengangsystems. *Experientia* 9, 1953, 148. — Trendelenburg, W.: Über die Bewegung der Vögel nach Durchschneidung hinterer Rückenmarkswurzeln. *Arch. Anat. Physiol., Leipzig (Physiol.)* 1906, 1. — Trendelenburg, W.: Zur Kenntnis des Tonus der Skelettmuskulatur. *Arch. Anat. Physiol., Leipzig (Physiol.)* 1907, 499. — Trincker, D.: Bestandpotentiale im Bogengangssystem des Meerschweinchens und ihre Änderungen bei experimentellen Cupula-Ablenkungen. *Pflü. Arch.* 264, 1957, 351. — Trincker, D.: Neuere Untersuchungen zur Elektrophysiologie des Vestibular-Apparates. *Naturwiss.* 46, 1959, 351. — Trincker, D.: L'électrophysiologie de l'appareil vestibulaire et le problème de la transformation du stimulus mécanique en l'excitation nerveuse. *Confin. neurol. (Basel)* 20, 1960, 187. — Trincker, D.: Neuere Aspekte des Mechanismus der Haarzell-Erregung. *Acta otolaryng. Suppl.* 163, 1961, 67. — Trincker, D.: The transformation of mechanical stimulus into nervous excitation by the labyrinthine receptors. *Symp. Soc. exp. Biol.* 16, 1962, 289. — Trincker, D. u. Partsch, C. J.: Reizfolgestrome am Bogengangssystem des Meerschweinchens. *Pflü. Arch.* 266, 1957, 77. — Trincker, D., Sieber, J. u. Bartual, J.: Schwingungsanalyse der vestibulär, optokinetisch und durch elektrische Reizung ausgelösten Augenbewegungen beim Menschen. *Kybernetik* 1, 1961, 21. — Tschermak, A. u. Schubert, G.: Über Vertikalorientierung im Rotatorium und im Flugzeuge. *Pflü. Arch.* 228, 1931, 234. — Tullio, P.: Das Ohr und die Entstehung der Sprache und Schrift. Berlin, Wien 1929.

Uexküll, J. v.: Theoretische Biologie. Berlin 1920. — Ulrich, H.: Die Funktion der Otolithen, geprüft durch direkte mechanische Beeinflussung des Utriculusotolithen am lebenden Hecht. Pflü. Arch. 235, 1935, 545.

Versteegh, C.: Ergebnisse partieller Labyrinthexstirpation bei Kaninchen. Acta otolaryng. 11, 1927, 393. — Viguier, G.: Le sens de l'orientation et ses organes chez les animaux et chez l'homme. Revue phil. 1882, 1. — Vries, H. de: The minimum perceptible angular acceleration under various conditions. Acta otolaryng. 37, 1949, 218. — Vries, H. de: The mechanics of labyrinth otoliths. Acta otolaryng. 38, 1950, 262. — Vossius, G.: Das System der Augenbewegung. Z. Biol. 112, 1960, 27. — Vossius, G.: Der sogenannte „innere“ Regelkreis der Willkürbewegung. Kybernetik 1, 1961 a, 28. — Vossius, G.: Die Regelbewegungen des Auges. In: Feldtkeller, R. (Hrsg.): Aufnahme und Verarbeitung von Nachrichten durch Organismen. Stuttgart 1961 b, 149.

Walsh, E. G.: Perception of linear motion following unilateral labyrinthectomy: variation of threshold according to the orientation of the head. J. Physiol. 153, 1960, 350. — Walsh, E. G.: Role of the vestibular apparatus in the perception of motion on a parallel swing. J. Physiol. 155, 1961, 506. — Wapner, S. u. Krus, D. M.: Behavioral effects of LSD-25. Space localization in normal adults as measured by the apparent horizon. AMA Arch. Gen. Psychiat. 1, 1959, 417. — Wapner, S. u. Werner, H.: Experiments on sensory-tonic field theory of perception: I. Wapner, S., Werner, H. u. Chandler, K. A.: Effect of extraneous stimulation on the visual perception of verticality. J. exp. Psychol. 42, 1951, 341. — III. Wapner, S., Werner, H. u. Morant, R. B.: Effect of body rotation on the visual perception of verticality. J. exp. Psychol. 42, 1951, 351. — V. Wapner, S. u. Werner, H.: Effect of body status on the kinesthetic perception of verticality. J. exp. Psychol. 44, 1952, 126. — VII. Wapner, S., Werner, H., Bruell, J. H. u. Goldstein, A. G.: Effect of asymmetrical extent and starting positions of figures on the visual apparent median plane. J. exp. Psychol. 46, 1953, 300. — Wapner, S. u. Werner, H.: Gestalt laws of organization and organismic theory of perception: Effect of asymmetry induced by the factor of similarity on the position of the apparent median plane and apparent horizon. Amer. J. Psychol. 68, 1955, 258. — Wapner, S. u. Werner, H.: Perceptual development. An investigation within the framework of sensory-tonic field theory. Worcester, Mass. 1957. — Wapner, S., Werner, H. u. Krus, D. M.: The effect of success and failure on space localization. J. Pers. 25, 1957, 752. — Weintraub, D. J., O'Connell, D. C. u. McHale, T. J.: Apparent verticality: fundamental variables of sensory-tonic theory investigated. J. exp. Psychol. 68, 1964, 550. — Weir Mitchell, S.: Phantom limbs. Lippincott's Mag. Pop. Lit. Sc. 8, 1871, 563. — Weir Mitchell, S.: Injuries of nerves and their consequences. Philadelphia 1872. — Weizsäcker, V. v.: Der Gestaltkreis. Leipzig 1947³. — Werner, Cl. F.: Die Funktion der Fischotolithen. Arch. Ohr.usw.-heilk. 118, 1927, 69. — Werner, Cl. F.: Über die Erregungsvorgänge im Labyrinth. Zool. Anz. Suppl. 4, 1929, 99. — Werner, Cl. F.: Über die statische Funktion der Macula utriculi und ihres Otolithen. Acta otolaryng. 24, 1935, 253. — Werner, Cl. F.: Das Labyrinth. Leipzig 1940. — Werner, Cl. F.: Das Gehörorgan der Wirbeltiere und des Menschen. (Beispiel für eine vergleichende Morphologie der Lagebeziehung). Leipzig 1960. — Werner, H.: Motion and motion perception: a study in vicarious functioning. J. Psychol. 19, 1945, 317. — Werner, H.: Einführung in die Entwicklungspsychologie. München 1953. — Werner, H. u. Wapner, S.: Sensory-tonic field theory of perception. J. Pers. 18, 1949, 88. — Werner, H. u. Wapner, S.: Experiments on sensory-tonic field theory of perception: II. Werner, H., Wapner, S. u. Chandler, K. A.: Effect of supported and unsupported tilt of the body on the visual perception of verticality. J. exp. Psychol. 42, 1951, 346. —

- IV. Werner, H. u. Wapner, S.: Effect of initial position of a rod on apparent verticality. *J. exp. Psychol.* 43, 1952 a, 68. — VI. Werner, H., Wapner, S. u. Bruell, J. H.: Effect of position of head, eyes, and of object on position of the apparent median plane. *J. exp. Psychol.* 46, 1953, 293. — Werner, H. u. Wapner, S.: Toward a general theory of perception. *Psychol. Rev.* 59, 1952 b, 324. — Werner, H. u. Wapner, S.: Studies in physiognomic perception: I. Effect of configurational dynamics and meaning induced sets on the position of the apparent median plane. *J. Psychol.* 38, 1954, 51. — Werner, H. u. Wapner, S.: The Innsbruck studies on distorted visual fields in relation to an organismic theory of perception. *Psychol. Rev.* 62, 1955, 130. — Werner, H. u. Wapner, S.: Sensory-tonic field theory of perception: Basic concepts and experiments. *Riv. psicol.* 50, 1956, 315. — Wersäll, J.: Vestibular receptor cells in fish and mammals. *Acta otolaryng. Suppl.* 163, 1961, 25. — Wit, G. de: Seasickness. *Acta otolaryng. Suppl.* 108, 1953, 26. — Witkin, H. A.: Perception of body position and of the position of the visual field. *Psychol. Monographs: Gen. and Appl.* 63, No. 7, 1949. — Witkin, H. A.: Perception of the upright when the direction of the force acting on the body is changed. *J. exp. Psychol.* 40, 1950, 93. — Witkin, H. A.: Further studies of perception of the upright when the direction of the force acting on the body is changed. *J. exp. Psychol.* 43, 1952, 9. — Witkin, H. A.: The perception of the upright. *Scient. Amer.* 200, 1959, 51. — Witkin, H. A. u. Asch, S. E.: Studies in space orientation. III. Perception of the upright in the absence of a visual field. *J. exp. Psychol.* 38, 1948, 603. — Wittmaack, K.: Über Veränderungen im inneren Ohr nach Rotationen. *Verh. Dtsch. Otol. Ges.* 18, 1909, 150. — Wittmaack, K.: Über den Erregungsvorgang im Vorhof-Bogengangapparat. *Verh. Ges. Dtsch. HNO. Ärzte* 1, 1921, 229. — Wodak, E.: Neue Beiträge zur Funktionsprüfung des Labyrinths. *M Schr. Ohrheilk.* 56, 1922, 826. — Wodak, E.: Der Bárány'sche Zeigerversuch. Wien 1927. — Wodak, E.: Some remarks on „Considerations regarding the secondary after-sensations caused by a stimulation of the semicircular canal system“ by L. B. W. Jongkees and J. J. Groen. *J. Laryng.* 61, 1946, 601. — Wodak, E.: Physio-pathologische Probleme des menschlichen Vestibularapparates. *Fortschr. HNO.heilk.* 1, 1953, 166. — Wodak, E. u. Fischer, M. H.: Beiträge zur Physiologie des menschlichen Vestibularapparates bei und nach passiver rotatorischer Reizung. *M Schr. Ohr.heilk.* 58, 1924 a, 70, 527. — Wodak, E. u. Fischer, M. H.: Zur Analyse des Bárány'schen Zeigerversuchs (I). *M Schr. Ohrenheilk.* 58, 1924 b, 404. — Wünn, F.: Über die Cupula terminalis im Labyrinth des Hechtes. *Z. Laryng. usw.* 22, 1932, 481. — Wundt, W.: Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig, Bd. 1—3, 1908, 1910, 1911.
- Zotterman, Y.: The microphonic effect of teleost labyrinths and its biological significance. *J. Physiol.* 102, 1943, 313. — Zutt, J.: „Außersichsein“ und „Auf sich selbst zurückblicken“ als Ausnahmezustand. *Nervenarzt* 24, 1953, 24.

NAMENREGISTER

Die kursiv gesetzten Zahlen verweisen auf die Literaturverzeichnisse. Die nach Personen benannten Phänomene, Effekte, Täuschungen usw. findet man im Sachregister

- Abbatucci, J. P. S. L. 425, 427, 486
 Abbe, M. 669, 687
 Abbott, E. 1004, 1025
 Abderhalden, E. 251 f., 268, 272, 274
 Aborn, M. 1066, 1093
 Abraham, O. 293, 300
 Abramson, H. A. 119, 122 bis 125, 127
 Ach, N. 85, 101, 119, 1037, 1082
 Achelis, J. D. 270, 272
 Achilles 747
 Acker, H. 807, 851
 Adams, A. 388, 399, 474, 486
 Adams, J. 1067, 1079, 1082 f.
 Adams, J. A. 1073, 1082, 1086
 Adams, J. K. 110, 114, 119
 Adams, P. A. 123, 578, 589, 840, 855, 1082
 Adey, W. R. 260, 272
 Adler, A. 1099, 1129
 Adlerstein, A. M. 1059, 1082
 Adornetto, J. 1079, 1096
 Adrian, E. D. 119, 261, 265, 272, 337, 399, 452, 454, 462, 465, 487
 Aeppli, E. 1099, 1129
 Ajuriaquerria, J. de 422 ff., 490
 Akatsuka, R. 850, 858, 865
 Akishige, Y. 836, 851
 Alampay, D. A. 1072, 1084
 Albertini, B. v. 807, 825, 835, 840, 859
 Alden, J. C. 241, 247
 Alexander, G. 220, 477 ff., 487
 Allers, R. 112, 119
 Allesch, G. J. v. 119, 163, 189, 325, 329, 399, 591, 612, 948, 949, 1082
 Allison, V. C. 263, 272
 Allport, F. H. 48, 53 f., 74, 940, 949, 1049, 1051 ff., 1056, 1059, 1066, 1073, 1075, 1079, 1082
 Allport, G. W. 80, 102, 109, 120, 571, 585, 1040, 1058, 1067, 1082
 Altrichter, E. 1023, 1025
 Altshuler, K. Z. 1122, 1129
 Amassian, O. E. 393, 400
 Ames, A. jr. 329, 400, 571, 581, 585, 739, 763 f., 772, 1040, 1056 ff., 1082
 Amooore, J. E. 271, 272
 Amthauer, R. 86
 Anderson, A. C. 664, 687
 Anderson, H. M. 840, 859
 Andersson, A. L. 1049, 1082
 Andrews, T. G. 851
 Angell, J. R. 48, 74
 Ansbacher, H. 1056, 1082
 Anschütz, G. 107, 120, 281, 285, 300 f.
 Anthony, W. S. 513, 514
 Antrobus, John S. 1114, 1129
 Antrobus, Judith S. 1112, 1129, 1134
 Appelberg, B. 251, 272
 Arey, L. B. 253, 272
 Argelander, A. 281, 286, 290 f., 300, 303
 Arieti, S. 120
 Aristoteles 498, 695, 876
 Armington, I. C. 837, 860
 Armstrong, D. 246
 Arnheim, R. 940, 947 f., 949
 Arnold, O. H. 423, 487
 Arnold, W. 66, 77, 604, 612
 Arnott, G. P. 553
 Arnoult, M. D. 739, 741, 1064, 1082
 Asai, M. 851, 857
 Asch, S. E. 380, 394, 400, 477, 497, 741, 741, 787, 863, 940, 948, 949, 1037, 1044, 1080, 1082, 1096
 Aserinsky, E. 1100—1103, 1129
 Ashby, W. R. 24, 67, 74, 400
 Ashcroft, D. W. 452, 487
 Asher, L. 743
 Aster, E. v. 698, 741
 Atkinson, J. W. 1078 f., 1082, 1091
 Atneave, F. 364 f., 368, 400, 739, 741, 949, 949, 1034, 1064 f., 1071, 1082
 Aubert, H. 42, 74, 477, 479, 487, 771, 772, 787 f., 791, 851
 Aubry, M. 470, 487
 Auersperg, Prinz A. 73, 74, 422, 426, 487
 Austin, T. R. 508, 516, 814, 861
 Ausubel, D. P. 302
 Avenarius, R. 56, 62, 64, 74
 Axel, R. 674, 677, 682, 687
 Axelrod, S. 1070, 1083
 Ayer, A. J. 56, 64 f., 74
 Ayllon, T. 1083
 Azuma, H. 831, 851
 Babb, W. W. M. 1015, 1025
 Bach, S. 113, 120, 1049, 1083
 Bachem, A. 208, 218, 300
 Backlund, F. 771, 774
 Bagby, J. 1059, 1083
 Bahnsen, P. 715, 741
 Bailey, O. 240, 248
 Bairati, A. 466 f., 487
 Baird, J. W. 608
 Bakan, D. 96, 120
 Baker, K. E. 1068, 1083

- Baker, L. E. 120
 Bald, L. 659, 687
 Balldridge, B. J. 1105, 1129, 1134
 Ballachey, E. L. 742
 Balsler, M. 795, 863
 Bandura, A. 1037, 1083
 Barad, M. 1129
 Baradi, A. F. 253, 272
 Bărăny, R. 470, 474, 477 ff., 487
 Barber, Th. X. 1100, 1125 ff., 1129
 Barborka, C. J. 249
 Barck, W. 704, 743
 Bar-Hillel, Y. 69, 74
 Barlow, H. B. 337, 400, 754, 772
 Barnett, A. 248
 Barrett, R. 511, 517
 Barthel, C. E. 1079, 1083
 Barthol, R. P. 113, 122
 Bartlett, F. C. 1040, 1066, 1096
 Bartley, S. H. 504, 514, 749, 769, 772
 Bartorelli, C. 468, 487
 Bartual, J. 495
 Bash, K. W. 81, 84 f., 117, 120, 948, 949
 Basler, A. 513, 514, 703, 741
 Baudelaire, C. 290, 300
 Bauer, A. 821, 860
 Bauernmeister, H. 605
 Bauernmeister, M. 476 f., 487
 Baumgarten, F. 308, 400
 Baumgartner, G. 337 f., 400
 Bavink, B. 433, 487
 Bayard, J. 102, 120
 Bazett, H. C. 235, 237, 246
 Bean, C. H. 508, 514, 851
 Bechterew, V. M. 255
 Beck, J. 570, 585
 Beck, L. H. 271, 272
 Becker, H. 425, 487
 Becker, J. 513, 514, 730 f., 741, 949
 Becker, M. 1024, 1027
 Becker, W. C. 1083
 Beebe-Center, J. G. 928, 950
 Beecher, H. K. 238, 240, 246
 Beer, C. R. de 450, 487
 Beidler, L. M. 251, 253, 257 f., 260 f., 265, 273
 Beier, E. C. 1079, 1084 f.
 Békésy, G. v. 217, 218, 220, 228, 246, 453, 487, 530 f., 545, 547, 550, 551, 764, 772
 Beling, L. 685, 687
 Bell, A. G. 194
 Belloff, H. 1059, 1083
 Belloff, J. 1059, 1083
 Benary, W. 182, 184, 186, 189, 813, 863, 906, 950
 Benda, Ph. 683, 687
 Bender, M. 478, 487
 Benjamin, F. B. 228, 246
 Benjamin, R. M. 251, 255, 258, 260, 262, 273
 Benjamins, C. E. 453 f., 472, 487
 Bentley, M. 183, 191, 1101, 1111, 1129
 Benton, A. L. 1037, 1083
 Benussi, V. 46, 74, 76, 183, 189, 190, 578, 585, 658, 668, 687, 698, 712, 741, 759, 764, 772, 793, 797 bis 800, 829, 833, 844, 849, 851 f., 855, 890, 905, 1100, 1125, 1129
 Berenda, R. W. 1081, 1083
 Bergeijk, W. A. van 551
 Berger, H. 120
 Berger, P. 217, 218
 Berger, R. J. 1101, 1108, 1115, 1117, 1120, 1123, 1128, 1129, 1132
 Bergman, P. 199, 218
 Bergmann, G. v. 78, 400 f., 403, 407, 487, 489 f., 492, 547
 Bergner, H. 1023, 1025
 Bergson, H. 5, 19, 120
 Bergstedt, M. 454, 472, 487
 Bergström, S. S. 771, 774
 Beringer, K. 290, 300
 Beritov, I. S. 662, 684, 687
 Berkeley, G. 556 f., 585, 637, 694 ff., 698, 741
 Berliner, A. 800, 806, 852
 Berliner, S. 806, 852
 Berlyne, D. E. 103, 120, 934, 949, 950, 1054, 1072 f., 1075, 1083
 Berrien, F. K. 687, 1108, 1111, 1129
 Bertalanffy, L. v. 354, 400
 Bethe, A. 78, 160, 189, 220, 332, 400 f., 407, 413, 487, 489 f., 492, 547, 742, 855, 862, 951
 Beuchet, J. 558, 571 f., 578, 581 f., 585 f., 863
 Bevan, W. 644, 653, 655, 1018 f., 1025, 1032, 1054 f., 1059, 1064, 1083
 Beyer, H. 251, 273
 Beyrl, F. 1056, 1083
 Bezold, W. v. 142, 184 ff., 189
 Biäsch, H. 95, 120
 Bicknell, N. 387, 407
 Biddulph, R. 200, 219
 Bielschowsky, A. 380, 402, 854
 Bieri, J. 1045, 1083
 Biervliet, J. J. v. 840, 852
 Bigelow, N. H. 239, 247
 Bilger, R. C. 673, 689
 Bindra, D. 247, 678, 688
 Binet, A. 113, 280, 300, 840, 842, 852, 1037, 1083
 Binsvanger, L. 106, 120, 322, 400, 1098 f., 1129
 Binz, C. 1097, 1097
 Birkhoff, G. 928, 944, 949, 950
 Birukow, G. 468, 483, 485, 487
 Bischof, N. 21—78, 55, 307—408, 409—497
 Bishop, G. H. 241 f., 244, 246 f.
 Bitterman, M. E. 477, 487, 1055, 1087
 Björkman, M. 671, 687
 Black, R. W. 1018 f., 1025
 Blair, G. W. S. 513, 514
 Blake, H. 1109, 1129
 Blake, R. R. 124, 1068, 1074, 1079, 1083 f., 1086, 1088, 1091, 1093, 1095
 Blakely, W. 670, 687
 Blakeslee, A. F. 255, 273
 Blanc, H. T. 478, 487
 Blank, A. A. 329, 400, 595, 608, 612 f.
 Blank, H. R. 1115, 1129
 Bleuler, E. 280, 286 f., 291, 300
 Blinder, B. 1132
 Blinn, K. A. 1117, 1130
 Block, D. 1058, 1083
 Block, Jack 1041, 1045, 1083
 Block, Jeanne 1041, 1083

- Blumc, F. 220
 Blumenfeld, W. 329, 400,
 510, 514, 571, 586,
 602 ff., 612
 Boardman, W. K. 668,
 688, 1018, 1025
 Bobbit, J. M. 979, 1000
 Bochenski, I. M. 32, 34, 74
 Boeder, P. 329, 400, 612 f.
 Börnstein, W. 283, 294,
 300
 Boesch, E. 825, 835, 859,
 956, 975
 Bogoslovski, A. I. 300
 Bokander, I. 1070, 1083
 Boldrey, E. 422, 493
 Bolli, L. 1115, 1129
 Bollnow, O. F. 322—325,
 400
 Bonin, G. v. 103, 120
 Bonnet, C. 688
 Bonte, M. 863
 Bordogna, A. 477, 489
 Boring, E. G. 19, 31, 47 f.,
 56 ff., 74, 80, 86, 90 ff.,
 97, 99, 119, 120, 300,
 326, 365, 387, 400, 402 f.,
 590, 606, 608 f., 612, 686,
 687, 976, 1004, 1025,
 1075
 Boring, L. D. 686, 687
 Bornschein, H. 487
 Borresen, C. R. 1083
 Borries, G. V. Th. 469,
 472, 487
 Bos, M. C. 300
 Bosinelli, M. 722, 741
 Boss, M. 1098 f., 1129
 Boszormenyi-Nagy, I.
 1131
 Botti, L. 852
 Boulter, L. R. 1073, 1082
 Bourdon, B. 479, 487
 Bourdon, J. 513, 515
 Bourdy, C. 607, 612
 Bourme, G. H. 253, 272
 Bovard, E. W. 1081, 1083
 Bowen, H. M. 774
 Boyd, J. A. 429, 441, 487
 Boyle, D. G. 956, 961, 975
 Brach, J. 120
 Bracken, H. v. 848, 852
 Braemer, W. 308, 381,
 387, 394, 400
 Brain, R. 120
 Braly, K. W. 1052, 1083
 Brams, J. M. 1112, 1133
 Brand, G. 106, 118, 120
 Braunstein, M. L. 574,
 578, 581, 586, 756, 772
 Brecher, G. A. 479, 481,
 487
 Breig, A. 247
 Brengelmann, J. C. 845 ff.,
 852 f., 1036, 1038, 1083
 Brenner, M. W. 659, 687
 Brentano, F. 19, 25, 45,
 70, 116, 334, 788, 852
 Bressler, J. 113, 120, 126
 Breton, S. 120
 Breuer, J. 454, 456 f., 463,
 487 f.
 Brewer, E. D. 265, 273
 Brewer, W. L. 158
 Bricker, P. D. 1083
 Bridgman, P. W. 59, 61,
 74, 1033, 1083
 Brilmayer, H. 1132
 Brinkmann, D. 81—84, 120
 Broadbent, D. E. 660, 687,
 1075, 1077, 1083
 Brock, F. W. 571, 586,
 611, 612
 Brodal, A. 103, 120
 Broman, J. 273
 Brooks, B. 232 f., 248
 Brooks, C. McC. 1101,
 1129
 Brooks, M. O. 1045, 1083
 Broverman, D. M. 1083
 Brown, A. C. 454, 456,
 488
 Brown, D. R. 1067, 1079,
 1082 f., 1093
 Brown, J. 1084
 Brown, J. F. 669, 687,
 759, 771, 772
 Brown, J. S. 503, 514,
 1093
 Brown, K. T. 337, 400,
 792, 852
 Brown, L. B. 795, 863 f.
 Brown, R. H. 772, 773
 Brown, W. P. 1069, 1084
 Brozek, J. 1079, 1084
 Brücke, E. T. 142, 300
 Bruell, J. H. 298, 300, 407,
 496 f.
 Brünings, W. 480, 488
 Brugmans, H. J. F. W. 120
 Bruijn, G. L. de 1085
 Bruner, J. S. 50, 53 f., 74,
 103, 120, 387 f., 400,
 1031, 1042, 1049, 1056,
 1065, 1071—1074,
 1079 ff., 1084, 1088, 1092,
 1095 f.
 Bruno, G. 324
 Bruns, M. 300
 Brunswik, E. 30, 41, 46 ff.,
 51, 55—59, 65, 74, 365 f.,
 372 f., 385, 387, 393,
 396 f., 400, 403, 407, 417,
 741, 789, 852, 1031,
 1055 f., 1064 ff., 1084,
 1095 f.
 Buchwald, E. 131, 158
 Buddenbrock, W. v. 381,
 400, 467 f., 488
 Büchschütz, B. 1098,
 1129
 Bühler, K. 31, 34, 74, 95,
 176, 189, 373, 375, 400,
 698, 741, 743, 797 ff.,
 852, 894, 950
 Bürck, W. 204, 218, 528
 Bürger, H. 427, 488
 Bürklen, K. 729, 741
 Bugelski, B. R. 1072, 1084
 Bullock, T. H. 402
 Bumke, O. 120
 Bunney, W. E. 1133
 Burckhardt, J. 82
 Burian, H. M. 606, 612
 Burke, L. 981, 988—993,
 1000 f.
 Burkhardt, D. 429, 436,
 438, 440, 450 f., 459, 488
 Burlet, H. M. 446, 449 f.,
 488
 Burnham, R. W. 138, 146,
 158, 185, 189
 Burns, M. 247
 Burrill, D. Y. 247
 Bush, R. R. 114, 124, 602,
 614
 Butler, R. 551
 Butzmann, K. 355, 401
 Buys, E. 460, 488
 Buytendijk, F. J. J. 71, 74,
 413, 421, 488, 663, 688,
 976
 Byrne, D. 120
 Calabresi, R. 503, 514, 852
 Calavrezo, C. 572, 586,
 764, 773
 Caldwell, W. E. 1092
 Calffe, R. C. 1027
 Calkins, M. W. 287, 300,
 1101, 1111, 1129
 Camerer, W. 256, 273
 Cameron, E. H. 829 f., 852
 Campbell, D. T. 655, 1024
 1025 f., 1055, 1090

- Campbell, V. 1064, 1084
 Canestrari, R. 571, 586, 741
 Cantril, H. 557, 581, 586, 1019, 1027, 1056, 1059, 1084, 1089
 Cappellini, A. 975, 1086
 Carel, W. 574, 586
 Carlisle, R. W. 551
 Carlson, V. R. 1084
 Carmichael, L. 1040, 1076, 1084
 Carnap, R. 30, 32, 38, 56 bis 65, 69, 74, 881, 887, 950
 Carpenter, B. 1079, 1096
 Carpenter, J. T. 1096
 Carpenter, W. 1037
 Carter, E. A. 860
 Carter, L. F. 1077, 1084
 Carus, C. G. 84
 Casey, A. 569, 571, 586
 Caspers, H. 551
 Cassirer, E. 322, 325, 401
 Castel, L. B. 279, 300, 303
 Cattell, J. McK. 1068
 Cattell, R. B. 298, 300, 1038, 1084
 Cauna, N. 247
 Caviness, J. A. 764, 766, 774
 Chandler, K. A. 496
 Chang, S. C. 1122, 1129
 Chapanis, A. 767, 773, 859, 1083
 Chaplin, M. R. 832, 865, 1048, 1078, 1092
 Chapman, D. W. 1072, 1084
 Chapman, W. P. 247
 Charpentier, A. 510, 514
 Chatterjee, B. B. 111, 120
 Cheesman, G. H. 264, 273
 Cherry, C. 67, 69, 74, 553
 Cherry, E. C. 76, 526, 551, 554
 Chiba, T. 120
 Chidester, L. 852
 Child, C. M. 120
 Chilton, N. 248
 Chodolle, R. 192—220, 192, 204—207, 210, 212 f., 216 f., 218 f.
 Christian, P. 73, 74, 375, 401, 444, 474, 488
 Churchill, A. V. 506, 514
 Chu-Tsi-Tsiao 662, 688
 Cibis, P. 131, 158
 Cibrario, M. 852
 Cicero 1098
 Claparède, E. 109, 280, 301, 593, 842, 874, 950
 Clardy, E. R. 1116, 1129
 Clark, B. 490
 Clark, J. 247
 Clark, W. C. 570, 586
 Clarkson, F. E. 712, 741
 Cobb, S. 107, 120
 Coen-Gelders, A. 960, 964, 976, 988 f., 992—995, 1000
 Cofer, C. N. 1076, 1084
 Coffin, T. E. 1081, 1084
 Cohen, B. D. 111 f., 120
 Cohen, D. 220
 Cohen, J. 660, 668 f., 688
 Cohen, M. J. 258, 273
 Cohen, N. E. 1015, 1025
 Cohen, W. 559, 586
 Cohn, B. 1068, 1084
 Cohn, J. 1006, 1025
 Coleman, P. D. 538, 541 f., 551, 1118, 1129
 Collier, R. M. 96, 102, 110, 120
 Collins, W. F. 240
 Comalli, P. E. 478, 488
 Combs, A. W. 109, 120, 1024, 1025
 Conger, B. 1067, 1069, 1096
 Conrad, K. 948, 950, 1048, 1084
 Conrad-Martius, H. 11, 20
 Cook, H. D. 507, 514
 Cookes, T. G. 773
 Coppée, G. E. 532, 536, 553
 Coppen, F. M. V. 513, 514
 Cordes, C. K. 814, 831, 857
 Cords, R. 469, 488
 Cornelius, H. 693, 777, 852, 879, 890, 950
 Cornsweet, J. 569, 586
 Cornsweet, J. C. 160
 Cornsweet, T. N. 160, 607, 614
 Cornwell, H. G. 712, 741
 Corvera, J. 446, 449, 488
 Costa, A. 513, 514
 Costello, R. T. 403
 Courjon, J. 1131
 Courten, H. C. 829, 854
 Cowan, W. M. 262, 276
 Cowen, E. L. 1079, 1084 f.
 Cowles, J. T. 664, 688
 Crabbé, G. 956, 961 f., 975, 978—1002, 988 ff., 992, 994, 1000 f.
 Craig, F. E. 508, 514
 Cramer, E. M. 551
 Crawford, B. H. 160
 Crewdson, J. 501, 504, 514
 Crocker, E. C. 269 f., 273
 Cronbach, L. J. 1040, 1047, 1090
 Crouser, R. E. 513, 515
 Crowne, D. P. 1079, 1083
 Crozier, W. J. 251, 257, 273
 Crutchfield, R. S. 48, 76, 742, 1045, 1073, 1079, 1085, 1093
 Culbertson, J. T. 120
 Cumming, W. W. 1053, 1072, 1094
 Curran, C. R. 394, 401
 Cushing, F. H. 300
 Cutsforth, T. D. 504, 514
 Cymbalistyij, B. J. 810, 825, 844 ff., 850, 852
 Cyon, E. v. 410, 488
 Czerny, A. 1118, 1129 f.
 Dadson, R. S. 212, 219
 Dal Bianco, P. 422, 488
 Dallenbach, K. M. 241, 247, 249
 Damm, V. 973, 975
 Daniel, P. 378, 401
 Daniels, R. S. 1133
 Danzer, A. 251, 273
 Dartnall, H. J. A. 152, 158
 Darwin, Ch. 35
 Daston, P. G. 1068, 1079, 1085
 David, E. E. jr. 532 ff., 551
 Davids, A. 1068, 1085
 Davidson, L. P. 589, 1027
 Davies, E. 1015, 1025
 Davies, J. T. 263, 270 f., 273
 Davis, D. 113, 122
 Davis, H. 219 f., 531, 536, 553 f., 1102, 1109, 1130
 Davis, J. M. 1059, 1085
 Davis, P. A. 1130
 Davis, R. C. 928, 950
 Day, R. H. 800, 832, 852, 863, 1085
 Deatherage, B. H. 533, 535, 551, 673, 689

- Decroly, O. 842
 Deering, I. D. 492
 Delafresnayac, J. F. 120
 Delage, Y. 479, 488
 De Laguna, G. A. 80, 123
 Delay, J. 290, 300
 Delboeuf, I. L. R. 796, 852, 859
 Delorme, A. 847, 864
 De Lucia, J. L. 1068, 1085
 Dember, W. N. 1085
 Dement, W. C. 1103, 1107—1111, 1113 ff., 1120—1124, 1126 ff., 1129 f., 1133
 Denis-Prinzhorn, M. 841, 859
 Dennis, W. 75, 1084
 Derwort, A. 329, 401
 Desai, K. G. 863
 Descartes, R. 46, 82, 88, 116, 118, 343, 425, 498, 913, 955
 Desroches, H. F. 1122, 1130
 Dethier, V. G. 258
 Deutsch, E. 1115, 1130
 Deutsch, K. W. 96, 102, 120
 Dewey, J. 48, 58
 Dewolfe, R. K. S. 674, 688
 Diamond, I. T. 553
 Dick, O. 734
 Diehm, D. F. 1092
 Diepgen, P. 1098, 1130
 Diesselhorst, G. 452, 488
 Dijkgraaf, S. 450 ff., 457, 488
 Dilthey, W. 25, 121
 Dingmann, P. R. 300
 Ditchburn, R. W. 607, 612, 729, 741, 837, 852
 Ditman, K. S. 1117, 1130
 Dittler, R. 382, 401
 Diven, K. 111, 120
 Djang, S. S. 712, 714, 741, 1052, 1085
 Dmitriev, A. S. 662, 686, 687 f.
 Dobriakowa, O. A. 284
 Doden, W. 494
 Dodge, R. 1068
 Döhl, I. 83, 120
 Dohlmann, G. 456, 473, 488
 Dollard, J. 112, 120
 Domhoff, B. 1121, 1123, 1130
 Dominguez, K. E. 797, 852
 Dorsch, F. 78
 Douglas, W. W. 247
 Draguns, J. 1086
 Draguns, J. G. 1048 f., 1085
 Drambarean, N. C. 1079, 1095
 Dravnieks, A. 271, 273
 Dreger, R. M. 1036, 1085
 Drever, J. 1066, 1085
 Dreyfus-Brisac, C. 1130
 Driesch, H. 83
 Drischel, H. 445, 488
 Dröslér, J. 561, 590—615, 610, 693, 1049, 1085
 Drüe, H. 32, 34, 74, 117, 121
 Dry, R. M. L. 246
 Ducasse, C. J. 861
 Dudeck, J. 545 f., 549, 551
 Duden, K. 932
 Dudman, J. A. 555
 Dudycha, G. J. 300
 Dudycha, M. M. 300
 Düker, H. 99, 121
 Dürkheim, Graf K. 322, 401
 Duffy, E. 103, 120
 Duijker, H. C. J. 10, 20, 975
 Dulancy, D. E. 110, 120
 Dummer, E. 120
 Duncan, C. P. 674, 688
 Duncan, D. R. 266, 273
 Duncker, K. 32, 58, 74, 120, 314, 316, 380, 390, 401, 723, 741, 758 f., 762, 773 f. 955, 975
 Durand, A. 265, 273
 Durup, G. 666, 688
 Dusser de Barenne, J. G. 427, 488
 Dworetzki, G. 845, 852
 Dyson, G. M. 271, 273
 Eagle, M. 113, 121
 Earle, A. E. 773
 Ebbecke, M. 520, 552
 Ebbecke, U. 557, 575 ff., 586
 Ebbecke, W. 102, 121
 Ebbinghaus, H. 22, 75, 556 ff., 586, 695, 741, 788, 793, 795 f., 814 f., 829 f., 841, 851, 852
 Eberhardt, M. 189, 198, 724, 741
 Eccles, J. C. 121, 331, 401
 Edes, B. 241, 247
 Edgell, B. 671, 688
 Egan, J. P. 219
 Egmond, A. A. J. van 460, 462 f., 469, 473 f., 488
 Ehrenfels, Ch. v. 19, 70, 350, 401, 696, 698, 700, 741, 748, 876—881, 884 f., 888—891, 899 f., 926 ff., 942, 944, 949, 950
 Ehrenstein, W. 50, 75, 787, 798 f., 805, 844 ff., 852 f., 927, 950
 Ehrlich, S. 836, 840, 853
 Eijkmán, E. C. J. 247
 Eilks, H. 845 f., 853
 Einthoven, W. 790, 853
 Eisler, H. 1023, 1025
 Ekdahl, A. G. 204, 219
 Ekman, G. 42, 75, 267, 273, 590, 612, 671, 688, 763, 773, 976, 1020, 1023, 1025, 1078, 1085
 Eldred, E. 429, 436, 438, 488
 Elfner, L. F. 1092
 Eliade, M. 325, 401
 Ellis, R. A. 253, 258, 273
 Ellis, W. D. 948, 950
 Elsberg, C. A. 264 f., 273
 Emery, D. A. 840, 855
 Emmers, R. 255, 273
 Emmons, W. H. 111, 126, 1120, 1130, 1134
 Emrich, H. 1022, 1025
 Emslie, A. G. 252, 269, 274
 Engel, E. 1059, 1085
 Engel, G. 1055, 1085
 Engen, T. 251, 266 f., 273 f., 897, 952, 1085
 Engström, H. 466, 488
 Enke, W. 846
 Epstein, A. W. 1122, 1130
 Epstein, L. 611, 612
 Epstein, W. 569, 571, 586, 611, 612, 1058, 1085
 Erdmann, B. 1068
 Erickson, R. P. 258, 274
 Eriksen, C. W. 75, 94 f., 110 f., 113 f., 120—123, 126, 1018, 1025, 1033, 1079, 1085
 Erismann, Th. 105, 121, 512, 514, 619, 636 f., 639, 653, 1053, 1070, 1085
 Erke, H. 131—160, 161 bis 191, 192—220, 221 bis

- 249, 278—303, 656—690,
686, 745—775, 1097 bis
1134
Erlanger, J. 247
Escalona, S. K. 199, 218
Escher, M. C. 391, 401
Essman, W. B. 112, 121
Evans, H. G. 271, 277
Evans, R. M. 138, 158, 184,
189
Ewald, J. R. 453, 462,
467, 488
Ex, J. 1085
Exner, F. 752 f., 773
Ey, H. 82, 88 f., 115, 121
Eyferth, K. 250—277, 266,
274
Eysenck, H. J. 832, 845 ff.,
853, 928, 950, 1036 ff.,
1041, 1049, 1085
- Falk, J. L. 678, 688
Farber, L. H. 1125, 1130
Farber, M. 122, 403
Farnsworth, D. 158, 160
Farnum, E. C. 860
Fauville, A. 835, 853
Favilli, M. 683, 688
Fazil, A. 1056
Fechner, G. Th. 18, 20,
29, 40 f., 68, 75, 84, 280 f.,
300, 462, 524, 552, 669,
671, 791, 1020
Feddersen, W. E. 554
Feigl, H. 27, 29 f., 38,
56 ff., 60, 64 f., 74 f., 77,
332, 334, 401
Feilchenfeld, H. 477, 479,
489, 791 f., 853
Feldman, H. 1068, 1083
Feldtkeller, R. 216, 219 f.,
407, 493, 496
Fender, D. H. 378, 401,
442, 489, 852
Feokritova, Y. P. 684, 688
Fernberger, S. W. 1015,
1025
Ferree, C. E. 352, 401
Fessard, A. 666, 688
Festinger, L. 1076, 1086
Fettweis, E. 325, 401
Fick, A. 256, 274, 787, 789,
814, 853
Fieandt, K. v. 578, 586,
756, 773, 824, 853, 1055,
1086
Field, J. 77, 248 f., 272,
401 f., 488 f., 491
- Filehne, W. 606, 612, 792,
799, 841, 853
Fillenbaum, S. 1020, 1025,
1042, 1086
Finan, J. L. 664, 688
Finger, F. W. 814 f., 853
Fink, C. D. 973, 975
Firestone, F. A. 547, 555
Fischel, H. 510, 514
Fischel, W. 121, 688
Fischer, F. P. 853
Fischer, M. H. 312—315,
380, 394, 401, 420, 454,
468, 472—475, 477 f.,
481, 483 f., 489, 497
Fischer, R. 791, 853
Fischgold, H. 330, 401,
1118, 1130
Fishback, J. 829—832, 855
Fisher, C. 113, 121, 124
Fisher, Ch. 1121, 1124 f.,
1129 f., 1133
Fisher, G. H. 975
Fisher, J. D. 553
Fisher, J. F. 553
Fisher, S. 1038, 1086
Fishman, I. Y. 273
Fischelli, V. R. 578, 586,
588
Fiske, D. W. 1131
Fiss, H. 114, 121
Fitzhugh, R. 400
Fjällbrant, N. 240, 247
Flaugher, R. L. 1068, 1092
Flavell, J. H. 1048, 1086
Fleisch, A. 455, 472, 489
Fleischer, E. 611, 612
Fletcher, D. F. 271, 277
Fletcher, H. 202, 207, 219
Flock, H. 574, 586
Flourens, P. 451, 489
Flournoy, Th. 280, 290,
301
Fodor, K. 256, 274
Foley, J. 602, 613
Forrest, D. W. 1068, 1086
Forrester, A. T. H. 271,
274
Foss, B. M. 121
Foster, H. 1086
Foucault, M. 500, 514
Foulkes, W. D. 1108 bis
1111, 1130
Fox, A. L. 255, 274
Fraise, P. 106, 121, 656
bis 690, 660, 665—670,
672, 675 f., 680 ff., 685,
688, 750, 814, 836 f.,
840 f., 847, 853, 956, 975,
1055, 1075, 1086
Framo, J. L. 1092, 1122,
1130
Francés, R. 121, 220, 1065,
1086
Frank, H. 77
Frank, L. K. 499, 514
Frank, M. 791, 853
Frankenhaeuser, M. 671,
673, 683, 688
Frankmann, J. P. 1073,
1086
Franz, W. 349, 401
Fraser, A. C. 301
Fraser, J. 788, 853
Freedman, S. J. 1042,
1070, 1086
Freeman, H. 491
Freeman, J. S. 249
Freeman, J. T. 1064, 1084
Frenkel-Brunswik, E.
1041, 1086
Frenzel, H. 468 f., 489
Freud, S. 5, 80, 86, 94,
104, 113 f., 121, 1035,
1042 f., 1048, 1098 f.,
1112, 1118, 1121, 1124,
1126, 1131
Frey, M. v. 403, 411, 489,
729, 741
Frey, W. 403
Frick, H. L. 1133
Friedman, D. X. 1133
Friedmann, H. 511, 514
Friedmann, M. P. 251, 274
Frijda, N. H. 10, 20
Frings, H. 258, 274
Frisch, K. v. 308, 401, 452,
489
Frishkopff, L. S. 552
Frobenius, L. 323, 401
Fröbes, J. 205, 508, 514,
573, 586
Fröhlich, F. W. 158
Fröhlich, W. D. 1042,
1086
From, F. 1086
Fromm, E. 1098 f., 1131
Frost, E. P. 1102, 1131
Fry, G. A. 176, 180, 189
Fuchs, F. 401
Fuchs, R. 11, 20
Fuchs, W. 164, 166 f.,
183 f., 186, 189, 311, 401,
567, 586, 713, 716, 724,
741 f., 905 f., 932, 950,
978, 1000
Fuhrer, M. 114, 121

- Fulton, J. F. 452, 489
 Furchtgott, E. 251, 274
 Furneaux, W. D. 1037, 1085
 Furth, H. G. 513, 514
 Fuster, J. M. 103, 121
- Gadamer, H. G. 86, 121
 Gaede, W. 454, 489
 Gaensler, E. A. 247
 Gaffron, M. 643, 655, 698, 744, 1059, 1086, 1096
 Galambos, R. 202, 219, 536, 552
 Galanter, E. H. 80, 114, 124, 602, 614, 671, 690
 Galilei, G. 44
 Galli, A. 507, 514
 Gallie, W. B. 69, 75
 Galperin, P. J. 853
 Gamble, E. A. 265, 274
 Gardner, R. W. 840, 848, 853, 1039 f., 1042—1047, 1085 f., 1089
 Garner, W. R. 61, 75, 202, 214, 219, 1033, 1066, 1086
 Garten, S. 477 f., 489
 Garvin, E. A. 1079, 1093
 Gasser, H. S. 243, 247
 Gast, H. 610, 613
 Gastaut, H. 330, 401
 Gatti, A. 797 f., 800, 853
 Gaudreau, J. 847, 864
 Cavini, H. 668, 688
 Gay, M. L. 1133
 Gebhard, J. W. 853
 Gebhard, P. H. 1131
 Geiger, M. 121
 Geiger, S. 956, 975
 Gelb, A. 50, 94, 116, 121, 171 f., 177, 189, 413, 478, 489, 879, 890, 905, 950, 1000
 Gellhorn, E. 121
 Gelly, N. 688
 Gemelli, A. 500, 504, 514, 975, 1086
 George, F. H. 24, 75, 1054, 1086
 Gerathewohl, S. 483, 485, 489
 Gerard, H. P. 300
 Gerard, R. W. 1129
 Gerhards, K. 835, 849, 853
 Gerner, B. 940, 950
 Gerstein, A. I. 112, 121
- Gertz, E. 247
 Gesteland, R. C. 261 f., 274
 Geysler, I. 336, 401
 Ghoneim, S. 838, 853
 Gibson, E. J. 574, 579, 586, 638, 654, 769, 773, 1051, 1058, 1061—1064, 1086 f.
 Gibson, J. J. 18, 20, 53, 55, 75, 178, 189, 325 f., 329, 364—367, 380, 394, 401 f., 419, 481, 489, 561, 569 f., 572 ff., 578—581, 586, 617, 628 f., 634, 637, 647, 653 f., 715, 733, 742, 748 ff., 753, 756 f., 764, 766, 768 f., 773 f., 822 f., 853, 867, 875, 950, 998, 1051, 1058—1063, 1066, 1072, 1086 f.
 Giering, H. 840 f., 853
 Gilbert, G. M. 301
 Gilchrist, J. C. 1067, 1079, 1087
 Gilinsky, A. S. 854
 Gilliland, A. R. 670, 688
 Gillis, W. M. 939, 953
 Ginsborg, B. L. 729, 741, 852
 Girard, L. 450, 489
 Girotti, G. 477, 489
 Glasser, O. 272
 Gleitman, H. 1033, 1088
 Gleser, G. C. 1047
 Gley, E. 256
 Glucksberg, S. 1087
 Glynn, A. J. 979, 1000
 Goethe, J. W. v. 3, 22, 39, 424, 573, 586, 904
 Goetzel, F. B. 247
 Gogel, W. C. 560, 586, 607, 613, 864
 Gogh, V. van 370
 Goldberg, F. 114, 121
 Goldfarb, A. I. 1129
 Goldiamond, I. 110, 114 f., 121, 1069, 1078, 1087
 Goldman, A. E. 416, 490
 Goldmeier, E. 901, 932, 950
 Goldscheider, A. 257, 274
 Goldschmidt, H. 905
 Goldstein, A. G. 496
 Goldstein, K. 21, 71, 75, 94, 116, 122, 298, 301, 309, 332, 389, 402, 412 f., 415 ff., 430, 444, 469, 474, 478, 490, 787, 1000, 1060, 1087
 Goldstein, M. J. 113, 122, 1069, 1087
 Goldstone, S. 668, 688, 1018, 1025
 Golin, S. 122
 Gollin, E. S. 712, 742
 Goltz, F. 456, 490
 Goodell, H. 242, 247
 Goodenough, D. R. 1109, 1111 f., 1131, 1133 f.
 Goodman, C. C. 1077, 1084
 Goodstein, L. D. 1068, 1087
 Goss, A. E. 1064, 1087
 Goto, T. 864
 Gottheil, E. 1055, 1087
 Gottschaldt, K. 704, 712, 742, 1036, 1045, 1051 f., 1068, 1075, 1087
 Gottschick, J. 409, 411, 422, 450, 474, 490
 Gottsdanker, R. 772, 773
 Goude, G. 1023, 1025
 Gräf, A. 503, 514
 Graefe, A. 613
 Graefe, O. 4, 20, 71 f., 75, 362, 402, 731 f., 742, 814 f., 821, 854, 932, 934, 950, 1053, 1087
 Graham, C. H. 59, 75, 131, 158, 771, 773
 Grahc, K. 468 ff., 472, 477, 479, 490
 Granger, G. W. 845 ff., 853
 Granit, R. 552
 Grastyán, E. 1128, 1131
 Grau, K. J. 82, 84, 122
 Graumann, C. F. 4, 54, 79—127, 80, 83, 86, 90, 98, 100, 117 ff., 122, 326, 402, 948, 950, 1031 bis 1096, 1036, 1048, 1052, 1056 f., 1063, 1066 f., 1070, 1072 f., 1076 f., 1079, 1081, 1087
 Gray, F. E. 1129
 Gray, J. A. B. 429, 467, 490
 Graybiel, A. 472, 474, 481, 490, 493
 Gréco-Flicoteaux, P. 838
 Green, B. F. 578, 587, 756, 765, 773
 Green, J. 1133
 Green, R. T. 795, 864

- Greene, L. C. 241 f., 247, 249
 Greenspoon, J. 111, 122
 Gregg, L. W. 671, 688
 Gregory, R. L. 391, 402, 795, 864
 Gresham, S. C. 1121, 1131
 Gresock, C. J. 856
 Griesebach, E. 394, 403, 486, 491
 Grinker, R. R. 96, 102, 122
 Groen, J. J. 462, 470, 474, 480, 483, 490 f., 497
 Groner, P. 1022, 1025
 Groos, K. 122
 Groot, J. J. M. de 301
 Groot, S. de 774
 Gross, F. 1045, 1087
 Gruber, H. E. 973, 975
 Grüsser, O. J. 402
 Grüsser-Cornehls, U. 402
 Grüttner, K. 442, 490
 Gruhle, H. W. 106, 122
 Grundfest, H. 337, 402
 Grunow, G. 297
 Gryler, R. B. 1134
 Günther, N. 329, 402
 Gütlich, A. 453, 490
 Güttner, W. 552
 Guetzkow, H. 741
 Guilford, J. P. 602, 613, 1015 f., 1025, 1035 bis 1038, 1041, 1087
 Guillery, H. 791, 854
 Guinzburg, R. L. 660, 688
 Gulick, W. L. 956, 977
 Gulliksen, H. O. 674, 688
 Gunzenhäuser, R. 928, 950
 Gurwitsch, A. 20, 94, 97, 100, 105, 108, 117, 122, 1052, 1087
 Guttman, N. 551
 Guyau, J. M. 677, 688
- Haas, H. 552
 Haberland, E. H. 323, 402
 Hadley, J. M. 1132
 Hagen, E. 247
 Hagiwara, S. 258, 273
 Hahn, H. 255, 274, 545 f., 549, 551
 Hainer, R. M. 252, 269, 274
 Hakas, P. 337, 400
 Hake, H. W. 75, 219, 1018, 1025, 1033
 Hall, C. S. 1100, 1131
 Hall, G. S. 286, 302, 668, 689
 Hall, J. L. 552
 Hall, K. R. L. 763, 773
 Hall, V. E. 78, 272, 401, 489
 Hallam, F. M. 1111, 1134
 Hallpike, C. S. 452, 487 f.
 Halpern, B. P. 258, 273 ff.
 Halpern, F. 375, 402
 Hamann, J. G. 84
 Hamilton, V. 1041 f., 1087
 Handelman, N. S. 1132
 Handlon, J. H. 1086
 Hanes, R. M. 1087
 Hanfmann, E. 841, 854
 Hansel, C. E. M. 668 f., 688
 Hanson, R. L. 528, 552
 Happich, L. 256, 274
 Hara, S. 256, 274
 Hardiman, C. W. 273
 Hardison, J. 1044, 1087
 Hardy, J. D. 233 f., 240 ff., 247 ff.
 Hardy, L. H. 600, 603 f., 606, 611, 613
 Harker, G. S. 611, 613
 Harper, R. S. 365, 402, 513, 514
 Harpman, J. A. 242, 249
 Harriman, A. E. 269, 276
 Harrison, I. B. 239, 247
 Harrower, M. R. 171, 179, 190
 Harte, R. A. 158
 Harth, O. 552
 Hartlaub, A. 841, 854
 Hartley, E. 123
 Hartley, R. E. 1024, 1025
 Hartline, H. K. 337, 402
 Hartmann, G. W. 282, 301, 854, 950, 952
 Hartmann, H. 125, 1039
 Hartmann, N. 61, 75
 Harton, J. J. 675, 678, 689
 Hartridge, H. 158
 Harvey, E. N. 1102, 1130 ff.
 Harvey, O. J. 1024, 1025
 Hasegawa, T. 453 f., 472, 490
 Hassenstein, B. 69, 75, 366, 379, 402
 Hassler, R. 491
 Hastorf, A. H. 369, 402, 1033, 1058 f., 1087 f.
 Hatwell, Y. 504, 508 f., 511, 514 f.
- Hauss, K. 1088
 Hautant, A. 410, 490
 Hawkins, J. E. Jr. 219
 Hawkins, W. F. 1069, 1087
 Hayami, H. 850, 854, 856
 Hayek, F. A. 332, 402
 Hazzard, F. W. 268, 274
 Head, H. 422, 427, 490
 Hebb, D. O. 110, 1044, 1051 ff., 1064, 1088
 Hebbard, W. 609, 613
 Hécaen, H. 422 ff., 490
 Hecht, S. 158
 Heckhausen, H. 13, 20, 715, 934, 950
 Hediger, H. 1128, 1131
 Heidbreder, E. 1064, 1096
 Heidegger, M. 32, 75, 106 f., 122
 Heider, F. 41, 75, 122, 749, 1076 f., 1088
 Heider, G. M. 164, 167, 189
 Hein, A. V. 625, 652, 654
 Heinbecker, P. 241, 247
 Heine, L. 574, 587
 Heisel, M. A. 841, 856
 Heiss, A. 841, 854
 Heiss, R. 103, 122
 Held, R. 380, 405, 625, 627, 652, 654, 824 f., 864, 1055, 1066, 1088
 Heller, O. 1018 f., 1025
 Hellpach, W. 85 f., 106, 117, 122
 Helmcke, G. H. 487
 Helmholtz, H. v. 15, 20, 47, 75, 83, 158, 164, 170 f., 189, 201, 220, 344 f., 373, 378 f., 382, 402, 479, 490, 596, 604, 608, 613, 616, 637, 646, 648, 768, 788, 791, 797, 799, 835, 844, 854, 979, 1012, 1065
 Helson, H. 150, 158, 174, 185, 190, 368, 402, 611, 613, 644, 654, 895, 950, 1011, 1013—1022, 1025 f., 1055, 1066, 1088
 Henderson, L. F. 269 f., 273
 Henderson, W. R. 425, 490
 Henle, M. 948, 949 f., 1052, 1073, 1088
 Henneman, R. H. 171, 176, 190

- Hennige, U. 814, 864
 Henning, H. 251, 257, 263, 266—270, 274
 Henning, R. 286, 290, 301
 Henri, V. 498 f., 515
 Henriksson, M. 114, 126, 824 f., 861, 1049, 1094
 Henriksson, N. G. 462, 490
 Henriques, F. C. 248
 Henry, C. E. 1109, 1131 f.
 Hensel, H. 220, 230 f., 235, 237, 247 f.
 Herder, J. G. 84, 279, 301
 Herget, J. 814, 817, 854
 Hering, E. 13, 15, 18, 20, 133 f., 158, 162, 164, 170, 175, 177, 179 f., 190, 248, 311, 345, 369, 373, 379, 382, 402, 556, 558, 587, 593, 608 f., 613, 617, 729, 742, 787, 789, 799, 854, 1003 f., 1010 f., 1026
 Herma, H. 1084
 Hermanides, J. 265, 274
 Hernández-Péon, R. 99, 122, 248, 262, 274
 Heron, W. T. 664, 689
 Herrmann, J. 268, 274
 Herrmann, Th. 32, 34 f., 75, 80, 122, 948 f., 950
 Herskovits, M. J. 655
 Hertz, M. 561, 587, 716, 742
 Heselhaus, K. 786
 Hess, C. v. 138, 159
 Hess, K. 181, 190
 Hess, W. 307, 402, 444
 Heuss, E. 948
 Heuven, J. A. v. 854
 Heyde, J. E. 342, 402
 Heyden, D. v. d. 1022, 1026
 Heyden, P. M. v. d. 508, 515, 854
 Heym, H. 500, 515
 Heymans, L. 788 f., 795 f., 841, 854
 Hick, W. E. 772, 773
 Hicks, G. D. 795, 854
 Hiebsch, H. 125
 Hildebrand, A. 894, 950
 Hilgard, E. R. 24, 75, 110, 113 f., 122, 1054, 1062, 1088
 Hill, B. C. 1116, 1129
 Hillebrand, F. 311, 318, 329, 354, 382, 384, 402, 564, 571, 587, 602 f., 607 f., 613, 698, 742, 791, 835, 864
 Himmelfarb, S. Z. 1087
 Hino, H. 850, 857
 Hinshaw, J. R. 243, 249
 Hippius, R. 504, 512, 515
 Hirsh, I. J. 533, 535, 551 f., 673, 689
 Hitschmann, F. 1115, 1131
 Hoagland, H. 106, 122
 Hobart, G. A. 1130 ff.
 Hochberg, C. B. 571, 582, 587
 Hochberg, J. E. 159, 571, 582, 587, 701 f., 734, 739, 742, 769, 773, 867, 948, 950, 1033, 1054, 1063, 1088
 Höfer, O. 403
 Höfler, A. 800, 864
 Hönigswald, R. 107, 122
 Höring, A. 667, 689
 Hörmann, H. 1038—1041, 1043 f., 1079, 1088
 Hoff, H. 368, 402, 413, 423, 427, 430, 433, 484, 487, 491
 Hoffman, H. J. 864
 Hoffmann, L. 733, 735, 737, 742
 Hofmann, F. B. 311 ff., 315, 329, 352, 380, 382, 384, 402, 431, 474, 479, 490, 613, 788—791, 833, 851, 854
 Hoffmeister, J. 933, 951
 Hofstätter, P. R. 30, 64, 75, 88 f., 96, 118, 122
 Hogewind, F. 263, 271, 277
 Holaday, B. E. 387, 402, 1055, 1088
 Holden, M. 1131
 Holding, D. H. 514
 Holland, B. 100, 113, 126
 Holland, H. C. 1036, 1049, 1088
 Hollingworth, H. L. 667, 689, 1055, 1088
 Holmes, G. 422, 490
 Holmkvist, O. 671, 687
 Holst, E. v. 18, 20, 21 f., 53, 61, 75, 122, 309, 332, 362, 371, 373, 378 f., 381 f., 386 f., 394 f., 399, 402 f., 406, 411, 415, 417 bis 420, 429, 436, 438 f., 442 f., 450, 452, 455, 457 f., 462, 464, 467, 481, 486, 491, 494, 502, 515, 607 f., 613, 621—627, 634, 648 f., 654, 793, 854, 1088
 Holt, R. R. 80, 123
 Holt-Hansen, K. 854, 864
 Holway, A. H. 265, 277, 387, 403
 Holzkamp, K. 26 f., 30, 32, 64, 75
 Holzman, P. S. 1040, 1044, 1088 f.
 Homer 1098
 Hood, J. D. 217, 219
 Horn, W. 256, 274
 Hornbostel, E. M. v. 19, 20, 197, 220, 269, 274, 281, 293 f., 300 f., 518 f., 525, 528, 530, 547, 552, 570, 587, 764, 773, 873 f., 948, 951, 985, 1001
 Houssiadas, L. 786, 795, 854, 863 f., 956, 975
 Howard, I. P. 513, 515
 Howells, T. H. 284, 301
 Howes, D. 1068, 1088
 Howes, D. W. 1067, 1074, 1094
 Hoyle, E. M. 795, 864
 Hruschka, E. 1022 ff., 1026
 Hsü, E. H. 269, 274
 Huang, I. 513, 515
 Hubbell, M. B. 936, 951
 Hubel, D. H. 337, 339, 341, 352, 403, 754, 773
 Hüllstrung, H. 1132
 Hürsch, L. 976
 Hugelin, A. 122
 Huggins, W. H. 551
 Huizinga, E. 453 f., 468, 474, 487, 491
 Hulin, W. S. 507, 515
 Huling, M. D. 1044, 1094
 Hull, C. L. 24, 60, 75, 664, 1037, 1069, 1088
 Hume, D. 47, 56, 62, 82, 955
 Humphreys, D. W. 670, 688
 Hunt, W. A. 1016, 1018, 1026
 Hunter, W. S. 122, 352, 403
 Hupp, D. J. 474, 490
 Hurvich, L. M. 131—160, 140, 159, 199, 611, 613

- Husband, R. W. 1100, 1131
 Husserl, E. 25, 32, 34, 63, 70, 74, 88, 105 ff., 116 ff., 121 f., 310, 322, 403, 985, 1001
 Huxley, J. 79, 122
- Ichihara, M. 1115, 1131
 Ichikawa, N. 863
 Iggo, A. 240, 247 f.
 Ihara, M. 850, 854
 Ikeda, H. 823, 828, 854, 864
 Ikuta, H. 828, 854
 Imai, S. 849, 851, 854, 858, 864
 Immergluck, L. 714, 742
 Indow, T. 600 f., 603, 613
 Inoue, E. 600, 613
 Ipsen, G. 796, 803 f., 844, 854
 Iritani, T. 575, 587
 Iriuchijima, J. 248
 Irwin, F. W. 1015, 1025
 Ishak, I. C. H. 159
 Ishii, O. 575, 577, 587
 Israeli, N. 668, 689
 Issel, E. 606, 613
 Ittelson, W. H. 369, 371, 403, 558, 566, 569, 571, 573, 581, 587, 604, 613, 763, 773, 1032, 1056 bis 1059, 1083, 1088 f., 1091, 1095
 Ivy, A. C. 247
- Jackson, D. N. 1045, 1089
 Jacob, H. 422 f., 491
 Jacobs, I. 240, 247
 Jacobson, A. 252, 269, 274
 Jacobson, E. 1102, 1131
 Jaensch, E. R. 190, 285, 301, 375, 403, 507, 515, 845 f., 854, 1035 ff., 1043, 1049, 1089
 Järvinen, J. 570, 587
 Jaglom, A. M. 67, 69, 75, 358, 403
 Jaglom, I. M. 67, 69, 75, 358, 403
 Jahoda, M. 678, 689
 Jakobson, R. 302
 James, W. 48, 58, 97, 101 f., 105, 107, 109, 113, 115, 117, 123, 659, 682, 686, 689, 693
- Jameson, D. 131—160, 140, 159, 199, 611, 613
 Jammer, M. 321, 324, 403
 Jancke, H. 123
 Jander, R. 308, 385 ff., 403
 Janet, P. 684
 Janssen, O. 34
 Jansson, G. 956, 975
 Janz, K. 190
 Jaramillo, R. A. 1132
 Jarrett, R. F. 111, 125
 Jasper, H. H. 103, 123, 403
 Jaspers, K. 89, 105, 107 f., 123, 423 f., 491
 Jassogne, M. T. 963, 975
 Jastrow, J. 668, 689, 851, 1116, 1131
 Jeffers, V. B. 1026
 Jeffress, L. A. 554
 Jenkin, N. 1089
 Jenkins, J. G. 183, 190
 Jenkins, J. J. 1068, 1089
 Jenkins, W. L. 237, 248, 412, 429, 439, 491, 1004, 1026
 Jensen, A. E. 325, 403
 Jerison, H. E. 673, 689
 Jerome, E. A. 264, 274
 Johansen, M. 717, 742, 986, 1001
 Johansson, G. 574, 578, 587, 629, 693, 722 f., 742, 745—775, 754, 757, 759, 762 f., 770 f., 773 f., 1063, 1089
 Johnson, A. L. 580, 587
 Johnson, D. M. 1017, 1021 f., 1026
 Johnson, G. 1094
 Johnson, H. 113, 123
 Johnson, H. M. 1101, 1131
 Johnson, M. 1049, 1090
 Johnson, R. C. 1067 f., 1089
 Jones, C. M. 247
 Jones, F. N. 264 f., 266, 274 f., 771, 775
 Jones, M. H. 243, 248, 771, 775
 Jones, M. R. 123, 1089, 1092
 Jonkees, L. B. W. 451, 453 f., 456 f., 462 f., 467 bis 470, 472 ff., 477, 480 ff., 488, 490 f., 497
 Jonkers, G. H. 609, 613
- Jouvet, M. 1101, 1108, 1128, 1131
 Joy, V. L. 185, 190, 1015, 1026
 Judd, C. H. 829 ff., 854
 Judd, D. B. 150, 159, 1014
 Juhász, A. 293, 301
 Julesz, B. 610, 613
 Jung, C. G. 948, 1035, 1037, 1099, 1131
 Jung, R. 76, 392, 400, 403, 444, 452, 468, 478, 487, 491
 Junge, K. 1023, 1026
 Junker, E. 923, 951
- Kaden, S. E. 479, 491
 Kaila, E. 56, 75, 190
 Kaiman, B. K. 1122, 1130
 Kaiser, H. 280, 301
 Kaminski, G. 1080, 1089
 Kamiya, J. 1055, 1084, 1101, 1109, 1116, 1121, 1123, 1130 f.
 Kanfer, F. H. 112, 123, 1063, 1069, 1089, 1094
 Kanizsa, C. 161—191, 180 f., 186 f., 189, 190, 561, 567, 717 ff., 734, 742, 875, 951, 956, 962, 975, 980
 Kansaku, H. 827, 849, 856
 Kant, I. 12, 46, 83, 89, 91, 122, 559, 696, 742, 777, 889, 955
 Kantor, J. R. 80, 123
 Kaplan, B. 120, 123 f.
 Kaplan, J. N. 1041, 1084, 1087, 1089, 1094 f.
 Kappouf, W. E. 662, 689
 Kardos, L. 83, 123, 171, 180, 190, 373, 379, 400, 403
 Kare, M. R. 275
 Karmos, G. 1128, 1131
 Karpinska, L. v. 563, 587
 Karpman, B. 265, 277
 Katalin, R. 258, 275
 Katchmar, L. 671, 690
 Katona, G. 190, 938, 951
 Katz, D. 19, 162, 175, 177 f., 186, 190, 297, 301, 393, 403, 422, 425 bis 428, 430, 432, 491, 512, 515, 558 f., 587, 667, 677 f., 689, 730, 742, 748, 755, 976, 1001
 Katz, S. H. 263, 272

- Kawai, S. 850, 863
 Kawamura, H. 850, 863
 Kayser, Ch. 685, 689
 Keats, J. A. 864
 Keddie, K. M. G. 1132
 Keele, C. A. 246
 Keet, W. de V. 528, 553
 Keidel, U. O. 532, 538 bis
 544, 552 f.
 Keidel, W. D. 518—555,
 532, 538, 540—545,
 552 f.
 Keller, H. 106 f., 123
 Kelley, C. R. 767, 774
 Kelly, E. L. 284, 301,
 1068
 Kelman, H. C. 1081,
 1089
 Kemp, E. H. 532, 536,
 553
 Kendall, D. A. 263 f., 275
 Kenkel, F. 799, 854
 Kennedy, J. L. 123
 Kenschalo, D. R. 221—249,
 225, 227, 232 f., 248 f.,
 412, 770, 774
 Kenyon, F. C. 580, 587
 Keppler, E. 553
 Kern, E. 553
 Kety, S. S. 96, 102, 123
 Kiang, N. Y.-S. 552
 Kibler, M. 846, 864
 Kibler, R. F. 228, 248
 Kido, M. 850, 854
 Kiesow, F. 253, 255 ff.,
 275, 854
 Kietz, H. 553
 Kilpatrick, F. P. 571, 587,
 763, 774, 1040, 1043,
 1052, 1056—1059, 1063,
 1085, 1089
 Kimble, G. A. 101, 110,
 123
 King, D. J. 513, 517
 King-Ellison, P. 1068,
 1089
 Kinsey, A. C. 1100, 1117,
 1131
 Kirchhoff, R. 34 f., 76
 Kirsch, R. 579, 587
 Kissin, B. 1079, 1089
 Klages, L. 83, 123, 902
 Klein, A. 81, 103, 123
 Klein, G. S. 110, 113 f.,
 120, 123, 126, 771, 774,
 1035, 1039 f., 1042 ff.,
 1046 f., 1049, 1073, 1077,
 1079, 1083 f., 1088 f.,
 1094
 Kleinhans, G. 552
 Kleining, G. 50, 76, 855
 Kleint, H. 309, 312, 316,
 318, 325 ff., 329, 369,
 380, 385, 388 ff., 392 ff.,
 403, 413, 416, 421, 424,
 430 f., 474, 477 ff., 491,
 787, 864, 1089
 Kleitman, N. 87, 99, 102,
 123, 1100—1111, 1113 ff.,
 1117, 1121, 1123, 1126,
 1129—1132, 1134
 Klemm, O. 657, 689, 788,
 855
 Klensch, H. 521, 525, 547,
 553
 Kleyn, A. de 468 f., 472,
 475, 491 f.
 Klimpfinger, S. 1055 f.,
 1089
 Klingelhage, H. 503, 515
 Klix, F. 42, 53, 76, 365 f.,
 393, 403, 558, 571, 574,
 587, 606, 614, 793, 864
 Klopp, H. W. 371, 375,
 403
 Klüver, H. 614
 Knauff, E. B. 503, 514
 Knighton, R. S. 403
 Knoche, H. 247
 Knoll, M. 330, 403
 Knops, L. 960, 964, 976,
 993, 1001
 Knott, J. R. 1109, 1132
 Kobayashi, T. 827, 847,
 850 f., 855
 Koch, S. 120, 123 ff., 158,
 276, 612, 614, 654 f., 744,
 773, 1082 f., 1088 ff.,
 1093 ff.
 Kochigina, A. M. 662, 686,
 687 f.
 Köhler, W. 5, 17 f., 20, 27,
 29, 39, 49, 51, 58, 62, 70
 76 f., 98 f., 102, 123, 220,
 329 f., 332 f., 335, 337,
 346 ff., 350, 354, 403 f.,
 561, 587, 634, 647, 654,
 694, 698 f., 715, 721, 738,
 740 f., 742, 777, 804, 814,
 822—825, 828—832, 838,
 840, 855, 869, 873 f., 877,
 879, 884 f., 887, 893,
 904 f., 907, 934, 940, 948,
 951, 955, 975, 985, 1001,
 1007 ff., 1023, 1026,
 1040, 1050 f., 1053, 1075,
 1089
 Kölliker, A. 259, 275
 Köllner, H. 159, 382, 404
 König, E. 611, 614
 Koffka, K. 37, 41, 46, 49,
 51, 76 f., 123, 164, 171
 bis 174, 179, 183, 185,
 190, 316, 334, 379, 389,
 396, 404, 693, 715—718,
 721, 742, 749, 752, 755,
 759, 774, 787, 789, 797
 bis 800, 817, 825, 850 f.,
 855, 863, 872, 895, 898,
 905 f., 948, 951, 955, 975,
 978, 1001, 1008—1011,
 1015, 1019, 1021, 1026,
 1053, 1055, 1089
 Kohler, A. 976
 Kohler, I. 53, 66, 76, 336,
 364 f., 368, 371, 383, 385,
 389 f., 404, 417, 491, 504,
 515, 616—655, 625,
 628 f., 633 f., 636, 639,
 642, 644, 648, 650, 653 f.,
 770, 787, 793, 814, 855,
 1021, 1026, 1041, 1051,
 1053, 1055, 1059, 1064,
 1066, 1070, 1090
 Kohlmann, T. 689
 Kohlschütter, E. 1118,
 1132
 Koht, A. G. 678, 690
 Kojima, S. 850, 855
 Kolbe, H. 648, 654
 Kolars, P. A. 123
 Kolligs, M. 1069, 1090
 Konishi, I. 258, 275
 Kopfermann, H. 166, 190,
 563, 566, 575 ff., 580,
 587, 716, 742, 932, 948,
 951, 966, 976, 1001
 Kornhuber, H. 76, 400,
 403
 Kornmüller, A. E. 313 f.,
 315, 378, 380, 392, 401,
 404, 454, 474, 489
 Korte, A. 658, 689, 721,
 742
 Koseki, Y. 553
 Koseleff, P. 513, 515
 Koshtoians, K. S. 258,
 275
 Kotowski, P. 204, 218
 Kottenhoff, H. 636, 640,
 646, 654
 Kraft, V. 55 f., 76
 Kragh, U. 1034, 1044,
 1047 ff., 1077, 1090
 Krakov, S. V. 282, 284,
 301

- Krakov, S. W. 190
 Kramer, G. 308, 404
 Kramer, M. 1129, 1134
 Krantz, D. L. 1024, 1026,
 1055, 1090
 Krantz, F. 855
 Krasner, L. 111, 123
 Krathwohl, D. R. 1040,
 1090
 Kraus, M. 469, 491
 Krauskopf, J. 607, 614
 Krech, D. 48, 76, 741,
 742, 1084, 1088, 1095 f.
 Kreezer, G. 1040, 1096
 Kreidl, A. 478, 481, 491
 Kretschmer, E. 846 f., 855,
 1035, 1037
 Kriekhaus, E. E. 111,
 123
 Kries, J. v. 149, 159, 312
 bis 315, 318, 345 f., 349,
 371, 379, 404, 519 f., 553
 Kristof, W. 793, 847, 855,
 864, 1090
 Kristofferson, A. B. 1068,
 1090
 Kriszat, G. 26, 78
 Krolik, W. 774
 Krudewig, M. 81, 85, 106,
 108 f., 123, 1036, 1090
 Krueger, F. 25, 36, 38, 76,
 84, 877, 893, 939 f.,
 947 f., 951, 1037
 Krüger, K. 267, 275
 Krüger, U. 642, 651, 654
 Krus, D. M. 416, 478 f.,
 491, 496
 Kubo, J. 457, 491
 Kubzansky, P. E. 1070,
 1090
 Kuckulies, G. 255, 274
 Kühme, L. 502, 515
 Külpe, O. 81, 792, 864,
 993, 1001, 1072, 1090
 Künnapas, T. M. 329,
 404, 508, 515, 787, 792,
 814 ff., 824, 855, 864
 Kuenzli, A. E. 120, 123,
 126
 Küpfmüller, K. 308, 404,
 442, 491, 525, 553
 Kuethe, J. L. 111, 121
 Kuffler, S. W. 337, 400,
 403
 Kugler, J. 330, 404
 Kuhlenbeck, H. 123
 Kuhn, A. 258, 276
 Kuhn, W. F. 1049, 1085
 Kundt, A. 50, 787, 789,
 791, 795, 855
 Kunkle, E. C. 249
 Kuo, I. 477 f., 492
 Kuroda, M. 845 f., 855
 Kutash, S. B. 1083, 1089
 Kutscher, A. 248
 Kuzuhara, S. 790, 857
 Kwiek, M. 214, 219
 Lacey, J. I. 111, 123
 Lachman, F. M. 1112,
 1132
 Ladd, G. T. 1101, 1103,
 1114, 1132
 Lambercier, M. 825, 828,
 835 f., 839, 841, 859,
 961, 963, 969 ff., 976,
 995, 1001
 Lane, C. E. 219
 Lane, H. L. 394, 401
 Langer, D. 67, 76, 364,
 393, 404, 642, 654, 949,
 951
 Langer, J. 678, 689
 Langfeld, H. S. 123
 Lanier, L. H. 248
 Lapkin, B. 1132
 Lasareff, P. 258, 275
 Lashley, K. S. 110, 123
 Lau, E. 609, 614, 800, 855
 Lauenstein, L. 575, 583,
 587
 Lauenstein, O. 1008 f.,
 1026, 1040, 1096
 Lauterbach, C. E. 513,
 515
 Lavoie, G. 847, 864
 Lawder, S. D. 403
 Lawrence, D. H. 1075,
 1090
 Lawrence, L. 189, 561,
 586
 Lawrence, M. 207, 219 f.
 Lazar, H. P. 249
 Lazarus, R. S. 110 f., 123,
 1044, 1079, 1090
 Leakey, D. M. 553
 Lee, S. G. 1086
 Leeper, R. W. 83, 124,
 1052, 1066, 1090
 Legewie, H. 1019, 1026
 Legouix, J. P. 204 f., 207,
 218 f.
 LeGrand, Y. 131, 159,
 986, 1001
 Lehmann, A. 790, 855
 Lehmann, H. 763, 774
 Lehmann, K. 280, 286 f.,
 300
 Lehrer, L. 855
 Leibniz, G. W. 15, 46,
 69, 83, 87, 99
 Leibowitz, H. W. 841,
 855
 Leiderman, P. H. 1070,
 1090
 Leiri, E. 410, 492
 Leischner, A. 424, 492
 Lemaitre, A. 286, 301
 Lemberger, F. 256, 275
 Lengerken, H. v. 487
 Lenz, H. 423, 492
 Lerche, E. 530, 551, 553
 Lerscn, Ph. 21 ff., 26, 76,
 84, 103, 107 f., 124, 126,
 309, 334, 336, 404, 410,
 416, 492, 1095
 Lesser, R. M. 1121, 1132
 Lettvin, J. Y. 339, 355,
 404, 754, 774
 Levelt, W. J. M. 956, 964,
 976
 Leventhal, A. M. 112,
 124
 Levin, S. M. 111, 124
 Levine, R. 1078, 1090
 Levitt, E. E. 1042, 1090
 Levy, I. 264 f., 273
 Levy, J. M. 1042, 1090
 Lewin, K. 9 f., 20, 71 f.,
 96, 124, 330, 404, 614,
 721, 742, 870, 948, 951
 Lewis, E. O. 829 ff., 856
 Lewis, T. 243, 248
 Liberman, A. M. 1063,
 1079, 1090 f.
 Libman, E. 248
 Lichte, H. 204, 218
 Lichte, W. H. 1083
 Licklider, J. C. R. 554
 Liebert, R. S. 478, 492,
 495
 Liebmann, S. 179, 190,
 701, 740, 742
 Liedemit, F. 614
 Liel, W. 829, 852
 Lienert, G. A. 423, 492
 Liljestrang, G. 275
 Lindberg, D. J. 1037,
 1090
 Lindblom, U. F. 227, 248
 Lindemann, E. 1040,
 1096
 Linder, F. E. 1121, 1132
 Lindman, R. 1078, 1085
 Lindner, H. 1079, 1096

- Lindsley, D. B. 103, 124, 301
 Lindström, C. O. 266, 274
 Lindzey, G. 1089
 Ling, T. H. 492
 Linke, P. F. 124
 Linné, K. v. 251, 256 f., 275
 Linschoten, J. 32, 34, 71 ff., 76, 80, 83, 86, 107 f., 116 f., 124, 309 f., 314, 322 f., 326, 329, 394, 404 f., 608—612, 614, 800, 856, 1048, 1061, 1069, 1090
 Linton, H. B. 1045, 1081, 1090
 Lion, J. 514
 Lipkin, M. 240, 248
 Lippay, F. 510, 515
 Lipps, Th. 109, 124, 698, 742, 788, 795 f., 806, 856
 Lissmann, H. W. 467, 490
 Lit, A. 609, 614
 Livingston, R. B. 103, 124, 248
 Lochner, J. P. A. 528, 553
 Locke, J. 82, 96, 279 f., 301
 Loeb, J. 856
 Loeffel, R. 248
 Loehlin, J. C. 674, 678, 689
 Löwenstein, O. 452, 456, 462, 465 f., 477, 490, 492
 Loewenstein, W. R. 248
 Lollo, V. di 864
 London, I. D. 281, 301
 Long, R. I. 840, 853
 Longenecker, E. D. 1091
 Loomis, A. L. 1102, 1130 ff.
 Loomis, H. 1044, 1091
 Lorente de Nó, R. 454, 492, 537 f., 553
 Lorenz, K. 61, 76, 368, 405, 428, 492, 740, 743
 Lorenzo, A. J. de 253, 275
 Loring, J. G. C. 220
 Lotze, R. H. 13, 20, 83 f., 342 ff., 405
 Luborsky, L. 113, 126, 1115, 1121, 1132, 1134
 Luce, R. D. 114, 124, 602, 614 f.
 Luchins, A. S. 48, 50, 76, 948, 951, 1031, 1038, 1076, 1081, 1091
 Luchins, E. H. 1038, 1091
 Lucke, V. 840, 842, 845 f., 856
 Luckiesh, M. 169, 190, 583, 587
 Ludwich, E. 378, 405
 Lufkin, H. M. 246
 Luijpen, W. A. 124
 Lullies, H. 529, 554
 Luneburg, R. K. 329, 405, 591 f., 594—606, 608, 614
 Lutz, A. 846, 864
 Maas, J. W. 1133 f.
 MacAdam, D. L. 159
 McAlister, E. 582, 587, 739, 742, 948, 950
 McBrearty, J. E. 112, 123
 McCarthy, G. 1059, 1091
 McCleary, R. A. 110 f., 123
 McClelland, D. C. 80, 124, 1078 f., 1082, 1091
 McCormick, E. J. 767, 774
 MacCorquodale, K. 59 f., 76, 490
 McCouch, G. P. 429, 492
 McCulloch, W. S. 404 f., 580, 588, 754, 774
 MacDonald, M. K. 268, 275
 MacDougall, W. 159
 McFarland, J. H. 476 f., 492, 1059, 1091
 McCarvey, H. R. 1016, 1026
 McGeoch, J. A. 674, 690
 McGinnies, E. 1068, 1076, 1079, 1091, 1096
 McClade, H. B. 1101, 1132
 McClone, B. 237, 246
 Mach, E. 13, 15, 20, 34 f., 55 f., 62 ff., 76, 336, 373, 378, 380, 405, 410, 454, 456, 459, 464, 481, 483 ff., 492, 577, 581, 584, 587, 617, 630, 637, 738, 743, 748, 752 f., 774, 877, 880, 904, 951
 McHale, T. J. 496
 MacKay, D. M. 69 f., 76, 309, 337, 352 f., 357, 371, 405, 632, 634, 654
 Mackensen, G. 469, 492
 Mackworth, N. 1132
 MacLean, A. 255, 276
 MacLeod, R. B. 31, 34, 76, 176, 180, 190, 686, 689
 McNally, W. J. 457, 495
 McNaughton-Jones, H. 454, 492
 MacWilliam, J. A. 1101, 1132
 Maddi, S. R. 1131
 Madinier, G. 124
 Madlung, K. 729, 743
 Maeder, A. 1099, 1132
 Märzhäuser, E. 840, 845, 856
 Magnen, J. le 266, 275
 Magnus, R. 421, 452, 454, 456 f., 468, 470 f., 475, 482, 486, 492
 Magoun, H. W. 78, 103, 124, 272, 401, 489
 Maheux, M. 856
 Mahling, F. 301, 303
 Mahlow, J. 844 ff., 856
 Maier, N. R. F. 100, 124
 Maine de Biran, F. P. G. 955
 Maire, F. 835, 840, 859
 Major, D. R. 1006, 1026
 Malamud, W. 1121, 1132
 Malcolm, J. L. 429, 490
 Malhotra, M. K. 715, 743
 Malmo, R. B. 103, 124
 Mann, C. W. 477, 492
 Marburg, O. 220
 Markey, J. F. 124
 Markham, J. W. 246
 Marks, P. A. 1042, 1086
 Marlowe, D. 1045, 1091
 Maron, L. 1106, 1108, 1132
 Maroun, J. 963, 969, 972, 976
 Marquis, D. P. 685, 689
 Marshall, A. J. 864
 Marshall, L. M. 1055, 1092
 Marshall, W. H. 606, 614, 1027
 Martin, B. 1041, 1091
 Martin, C. E. 1131
 Martin, L. J. 1005 f., 1026
 Martin, M. F. 176, 190
 Maruyana, K. 302
 Marx, M. H. 1064, 1091
 Matalon, B. 814, 836, 838, 841, 859
 Matarazzo, J. D. 111, 124
 Mathews, A. 1069, 1091

- Matsushima, K. 600, 613
 Matthaei, R. 180, 191, 905, 948, 951
 Matthews, B. H. C. 226, 248
 Matthews, G. V. T. 308, 405
 Matthews, R. 337, 399
 Maturana, H. R. 337, 339, 404 f., 754, 774
 Matzker, J. 536, 553
 Maurer, W. 454, 493
 Maury, A. 1098, 1132
 Mausner, B. 1067, 1091
 Max, L. W. 1101, 1132
 Maxwell, G. 75, 401
 Maxwell, S. S. 457, 465, 492
 Mayer, E. 477, 492
 Mayer-Gross, W. 425, 492
 Mayer-Hillebrand, F. 312, 382, 405, 792, 856
 Mayne, R. 369, 405, 445, 492
 Mead, S. 248
 Meade, R. D. 679, 689
 Mednick, S. A. 1045, 1095, 1133
 Meehl, P. E. 59 f., 76
 Meer, H. C. van der 329, 405, 1060, 1091
 Meili, R. 38, 75 f., 329, 405, 842, 856, 940, 951, 1026
 Meinong, A. 46, 76, 741, 851 f., 890, 951, 1057, 1091
 Meixner, M. D. 240, 247
 Meller, J. 429, 477, 479, 494
 Menninger-Lerchenthal, E. 423 f., 492
 Merleau-Ponty, M. 32, 71, 76, 83, 86, 97, 107, 116, 119, 124, 985, 1001, 1052, 1091
 Merz, F. 1041, 1080, 1091
 Messer, A. 45, 76
 Metelli, F. 703, 716 ff., 723, 725 ff., 730, 743, 875, 917, 951, 956, 962, 975 f.
 Metz-Göckel, H. 864
 Metzger, E. 298, 302
 Metzger, W. 3—20, 6, 16, 18 f., 20, 27, 31, 33 f., 37 f., 41, 47 f., 51, 55, 58, 63, 70, 73, 76, 83, 109 f., 116, 124, 165, 169, 178, 183, 191, 307, 314, 316, 318, 322, 326 bis 329, 331 f., 335 f., 342, 346, 348, 350 f., 354 ff., 361, 365 f., 368 f., 374, 380, 385, 389 f., 392 f., 405, 410, 415, 422, 425 f., 428, 431 f., 493, 498, 511 ff., 515, 556—589, 557—560, 562 f., 566 ff., 572 ff., 576 f., 578—581, 583 f., 587 f., 608—611, 614, 629, 654, 660, 693 bis 744, 693, 698 ff., 702, 704, 707, 709 f., 714 ff., 718—724, 727 f., 733, 743, 755 f., 759, 762, 774, 786, 789, 794, 797 f., 812, 814, 835, 856, 866 f., 872 bis 875, 877, 882, 889, 891, 893—896, 898, 900 bis 908, 913, 916, 919, 932, 937 ff., 944 f., 948, 951, 955 f., 976, 979, 984 f., 993, 997, 1001, 1011—1015, 1021, 1026, 1051, 1053 ff., 1075, 1077, 1091
 Meulen, P. van der 474, 491
 Meumann, E. 668, 689
 Meurman, J. 452, 493
 Meurman, O. 452, 493
 Meyer, J. E. 375, 405
 Meyer, M. F. 23, 76
 Meyer, R. 856
 Meyer-Eppler, W. 67, 69, 76, 358, 391 f., 405
 Meyerson 190
 Meyer zum Gottesberge, A. 382, 405, 454, 493
 Michaut, G. 688
 Michaux, W. 1079, 1091
 Michel, F. 1131
 Michels, K. M. 269, 864
 Michels, W. C. 1026
 Michelson, E. 1118, 1132
 Michotte, A. E. 9, 166, 190, 568, 703, 717, 723, 728, 730, 743, 745, 853, 874, 876, 951, 954—977, 955 ff., 959—974, 975 ff., 978—1002, 980 f., 987, 989, 991, 993, 995, 998, 1000 ff., 1051, 1057, 1060 f., 1077, 1091 f.
 Micko, H. C. 609, 614
 Mikaelian, H. H. 380, 405, 652, 654
 Mikesell, W. H. 183, 191
 Mikorey, M. 422 f., 425, 427 f., 493
 Miles, E. 976
 Miles, T. R. 976
 Miles, W. R. 271, 272, 581, 588
 Milgram, S. 741, 743
 Mill, R. M. 754, 772
 Miller, E. F. 472, 493
 Miller, G. A. 80, 124, 1068, 1091
 Miller, J. E. 610, 614
 Miller, J. G. 80, 85, 87 f., 90, 92—95, 106, 109 f., 120, 124, 1091
 Miller, K. M. 823 ff., 861
 Miller, N. E. 112, 120, 1132
 Mills, A. W. 553
 Minard, J. G. 1069, 1091
 Minguzzi, G. F. 572, 588, 741
 Minkowski, E. 322, 405
 Mintz, A. 190 f.
 Mishkin, M. 478, 495
 Mittelstaedt, H. 20, 22, 38, 75 f., 308 f., 357, 373, 378, 382, 386, 399, 403, 405 f., 411, 415, 417 bis 420, 442 ff., 453, 464, 493, 621, 634, 654
 Mittenecker, E. 67, 76
 Miya, H. 850, 854, 856
 Miyaji, M. 849, 856
 Moed, C. 832, 856, 864
 Mönninghoff, O. 1118, 1132
 Moffit, J. W. 1079, 1091
 Mohrmann, K. 1091
 Moles, A. A. 929, 953
 Monat-Grunland, S. 512, 515
 Moncrieff, R. W. 251, 257, 266, 275
 Monnier, M. 102, 124
 Montagna, W. 246
 Montagu, M. F. A. 96, 124
 Montpellier, G. de 1064, 1091
 Monzingo, F. L. 253, 272
 Moore, C. S. 1114, 1132
 Moore, M. E. 589
 Moore, R. A. 1122, 1133
 Morant, R. B. 474, 493, 496
 Moreau de Tours, J. 683, 689

- Morf, A. 814, 836, 839,
 841, 859
 Morgan, C. T. 202, 219
 Mori, T. 827, 856
 Morikawa Y. 506, 515,
 864
 Morinaga, S. 713, 715,
 743, 809, 814, 825—828,
 849 ff., 856 f., 861
 Moritz, A. R. 248
 Morris, C. W. 69, 76
 Moskowitz, S. 1044, 1091
 Motokawa, K. 848 f., 857
 Moulton, D. G. 262, 273,
 275
 Mountcastle, V. B. 248 f.,
 427, 429, 438, 494
 Mountjoy, P. T. 814,
 831 f., 857, 864
 Mournier, D. 1131
 Mowrer, O. H. 109, 115,
 124, 380, 402, 410, 468,
 474, 481, 489, 493, 1103,
 1132
 Mozell, M. M. 260 ff.,
 264 f., 273, 275
 Mueller, E. E. 148
 Müller, G. 324
 Müller, G. E. 18, 20, 29,
 33, 76, 159, 312, 319,
 327 f., 332, 368, 375,
 385, 387, 389 f., 392,
 394, 397, 406, 432, 476,
 477 ff., 493, 510, 515,
 697 f., 700, 712, 743,
 827, 857, 877, 895, 948,
 951 f., 1005 f., 1026,
 1037 f., 1091
 Müller, H. 454, 495
 Müller, J. 345, 406, 410,
 493
 Müller, K. 719 f., 725 f.,
 728, 730, 743, 952
 Müller-Limmroth, H. W.
 131, 159
 Müller-Lyer, F. 788, 796,
 857
 Münsterberg, H. 86, 124,
 668, 689
 Muenzinger, K. F. 90, 124
 Mueser, G. E. 579, 589,
 756, 775
 Mulder, E. M. 477, 493
 Mulder, W. 459, 493
 Murchison, C. 158, 273
 Murdock, B. B. 1091
 Murphy, G. 109, 114, 126,
 1035, 1051, 1064 ff.,
 1077, 1080, 1091, 1093 f.
- Murray, F. P. 864
 Murray, H. A. 1077, 1092
 Musatti, C. L. 165, 174,
 184 ff., 191, 574, 578,
 588, 727, 756, 774, 997,
 1001
 Muskens, J. J. 467, 493
 Muuss, R. E. 1042, 1092
 Muzio, J. N. 1133
 Myers, C. S. 124
 Mygind, S. H. 457, 493
 Myro, G. 1059, 1088
- Nachmansohn, M. 1125,
 1132
 Nafe, J. P. 221—249, 225,
 227, 232 f., 248 f., 412,
 770, 774
 Nagel, W. A. 159, 251,
 266, 275 f., 477, 493
 Nakagawa, D. 849 f., 857
 Nann, B. M. 861
 Nanri, R. 850, 858
 Natadze, R. 1092
 Nathan, P. W. 228, 248
 Natorp, P. 84, 124
 Natsoulas, Th. 956, 976
 Nauman, G. C. 542, 553
 Nazzaro, J. R. 865
 Neal, E. 477, 493, 857
 Neff, W. D. 536, 538, 542,
 551, 553, 763, 774
 Neilson, A. J. 263 f., 275
 Neisser, U. 577 f., 589,
 756, 775
 Nellis, B. S. 1015, 1026
 Nesberg, L. S. 1079, 1087
 Neuhaus, W. 252, 264 f.,
 266, 275, 507, 515
 Neurath, O. 56, 59, 77
 Newbigging, P. L. 832,
 865, 1069, 1092
 Newhall, S. M. 138, 146,
 158, 185, 191
 Newman, E. B. 200 f., 214,
 219, 555
 Newton, I. 320 f., 747 f.
 Neyroz, U. 1111, 1118,
 1133
 Nielsen, G. S. 34, 77
 Nielsen 240
 Nienhuis, J. H. 472, 487
 Nissen, H. W. 1054, 1092
 Noble, C. E. 481, 493
 Noelting, G. 838, 840, 857
 Noguchi, K. 814, 850, 857
 Northup, K. M. 511, 517
 Noshay, W. C. 403
- Nothman, F. H. 1081,
 1092
 Notterman, J. M. 1092
 Nozawa, S. 851, 857
 Nunnally, J. C. 1068, 1092
 Nussbaumer, F. A. 280 f.,
 301
 Nuttin, J. 83, 108, 119,
 124, 1035, 1092
 Nyberg, T. 570, 588
 Nye, P. W. 378, 401, 442,
 489
 Nylén, C. O. 472, 493
 Nyman, G. E. 1049, 1077,
 1092, 1094
 Nyssen, R. 513, 515
- Obonai, T. 575, 587, 790,
 823, 825, 828 f., 850 f.,
 854, 857, 864
 O'Connell, D. C. 496
 O'Connell, D. N. 577 bis
 581, 589, 756, 774
 Oehrwall, H. 257, 275
 Offenkrantz, W. 1115,
 1124, 1132, 1134
 Ogasawara, J. 825 ff.,
 849 ff., 857 f.
 Ogle, K. N. 606, 610 f.,
 614, 800, 858
 Ohishi, A. 814, 850, 857
 Ohlmeyer, P. 1117, 1132
 Ohma, S. 266, 275
 Ohno, S. 814, 850, 858
 Ohshiro, Y. 827, 856
 Ohtani, S. 827, 850, 858
 Ohwaki, J. 513, 515
 Ohwaki, S. 513, 515, 800,
 858, 865
 Ohwaki, Y. 1023, 1026
 Okamura, N. 850, 858
 Oldenbourg, R. C. 67, 77
 O'Leary, J. 241, 247
 Oléron, G. 668 f., 688 f.
 Olley, P. C. 1129, 1132
 Olson, R. S. 1046, 1092
 Olum, P. 768 f., 773
 Olum, V. 956, 963, 976
 Ombredane, A. 1057, 1092
 Ono, A. 973, 976
 Oppel, J. J. 787 f., 790
 794 ff., 814, 858
 Oppel, T. W. 233 f., 247
 Oppelt, W. 67, 77, 357,
 406, 442, 459, 493
 Oppenheimer, E. 390, 406,
 774
 Orbeli, L. A. 300

- Orbison, W. O. 806, 858
 Orsini, F. 681, 683, 687 f.
 Osborne, M. P. 492
 Osgood, C. E. 83, 124,
 590, 614, 1066, 1092
 Ostermeyer, G. 848, 858
 Osterrieth, J. P. 841, 859
 Osterweil, J. 1131
 Ostwald, W. 258, 276
 Oswald, I. 1101, 1113,
 1115, 1117 ff., 1121, 1124,
 1127 f., 1129, 1132 f.
 Ottoson, D. 259, 261, 265,
 271, 276
 Ouchi, G. 553
 Oya, S. 553
 Oyama, T. 809, 823, 828,
 849 f., 854, 856 ff., 860
 bis 865

 Pätzold, N. 500, 516
 Pallie, W. 249
 Palmer, E. 249
 Pan, S. 826, 858
 Pap, A. 56 f., 59 ff., 77,
 334, 406
 Papert, S. 865
 Parducci, A. 1018, 1020 f.,
 1027, 1055, 1085, 1092
 Park, J. 569, 571, 586,
 Parker, N. I. 832, 865
 Parkins, W. A. 271, 274
 Parsons, J. H. 131, 159
 Parsons, T. 96, 104, 124
 Partsch, C. J. 453, 495
 Pastore, N. 1051, 1079,
 1092
 Patterson, T. L. 1133
 Paukner, E. 269, 276
 Paul, I. H. 111, 113, 121,
 124, 1121, 1130, 1133
 Pauli, R. 66, 77, 858
 Pauling, K. 501, 516
 Paulsen-Baschmakowa,
 W. A. 190
 Pawlow, I. P. 251, 276,
 284, 299, 662, 664, 684
 Payne, M. C. Jr. 506, 516
 Payne, R. W. 1036, 1092
 Pearce, H. J. 507, 516
 Peatman, J. C. 123
 Peirce, Ch. S. 69, 75
 Pène, F. 841, 859
 Penfield, M. J. 861
 Penfield, W. 101, 125, 330,
 406, 422 f., 493
 Penrose, L. S. 391, 406,
 835, 858
 Penrose, R. 391, 406, 835,
 858
 Perrine, M. W. 1043,
 1056—1059, 1063, 1092
 Perry, R. B. 80, 125
 Pestalozza, G. 531, 553
 Petermann, B. 20, 58, 77,
 569, 588, 698, 712, 743,
 948, 952
 Petruzzo, L. 122
 Petter, G. 567, 588
 Pettigrew, Th. F. 571,
 585, 1042, 1058 f., 1082,
 1092
 Pfänder, A. 9, 20, 118,
 125
 Pfafflin, S. M. 1064, 1092
 Pfaffmann, C. 251, 255,
 257—260, 262, 264, 267,
 274 ff.
 Pfahler, G. 858, 1037
 Pfanzagl, J. 596, 614
 Pfeiffer, E. 858
 Phaub, M. R. 1092
 Phemister, M. R. 876, 952
 Philbrick, E. B. 111, 125
 Philip, B. R. 578, 588,
 1017, 1024, 1027
 Phillip, L. 1045, 1083
 Phillips, L. 1092
 Piaget, J. 96, 116, 125,
 508, 516, 634, 654, 656,
 659, 661, 665, 669, 681 f.,
 687, 689, 787, 791, 807,
 814, 816, 819, 821, 825
 bis 828, 832, 835—844,
 858 f., 865, 948, 952,
 955 f., 961, 963 f., 969 ff.,
 974, 976 f., 995, 1000,
 1001, 1041, 1046, 1048 f.,
 1056, 1060, 1077, 1092
 Pichler, E. 66, 77, 375,
 406
 Pick, A. 422, 493
 Pickett, J. M. 554
 Pickford, R. W. 159
 Pierce, C. M. 1117, 1133 f.
 Pierce, H. 841, 859
 Piéron, H. 160, 215, 219,
 658 f., 685 f., 689 f., 948,
 952
 Piesbergen, F. 1118, 1132
 Pietrusky, F. 1103, 1133
 Pikler, J. 431, 494, 578,
 580, 588, 703, 721, 743,
 1012, 1027
 Pilgrim, F. J. 256, 276
 Pilzecker, A. 1037, 1091
 Pinder, W. 400
 Pine, F. 113, 125
 Pintner, R. 840, 859
 Piro, J. 248
 Pissarek, Th. 644, 654,
 787, 793, 814, 855
 Pitt, F. H. C. 160
 Pittendrigh, C. S. 47, 77
 Pitts, W. H. 404 f., 580,
 588, 754, 774
 Planck, M. 56
 Plunkett, G. B. 1132
 Pochin, E. E. 243, 248
 Podlech, A. 83, 125,
 Poggendorff, J. C. 787,
 805, 850, 859
 Poetzl, O. 112 f., 126, 375,
 406, 484, 491, 1100, 1120,
 1133
 Poggio, G. F. 249
 Poincaré, H. 630, 654
 Poklekowski, G. 308, 404,
 442, 491
 Polacco, A. 865
 Pollack, I. 554
 Pollack, R. H. 832, 865,
 1048, 1078, 1092
 Pollock, W. T. 859
 Polyak, S. L. 337, 406
 Pomeroy, W. B. 1131
 Ponzio, M. 793, 798, 822,
 859
 Poppelreuter, W. 571,
 588, 611, 614, 978, 1001
 Popper, K. 56, 77
 Postman, L. 50, 74, 111,
 125, 387 f., 400, 1031,
 1033, 1040, 1054, 1056,
 1061 ff., 1066—1070,
 1073 f., 1077, 1079 bis
 1082, 1082, 1084, 1092 ff.,
 1096
 Poulsen, H. 712, 743
 Powell, T. P. S. 248, 262,
 276
 Powesland, P. F. 956, 977
 Pradines, M. 514, 516
 Pratt, C. C. 64, 77, 371,
 406, 723 f., 743, 928, 950,
 1059, 1093
 Prentice, W. C. H. 1033,
 1051, 1093
 Pretori, H. 159 f., 181,
 190 f.
 Preyer, W. 287, 302
 Pribram, K. H. 80, 125
 Price, J. B. 687
 Prinz, W. 739
 Prinzhorn, H. 302

- Pritchard, R. M. 607, 612,
 770, 774, 852, 860
 Privat, F. 835, 840, 859
 Proctor, L. D. 403
 Proshansky, H. 1077, 1093
 Protagoras 695
 Prysiazniuk, A. W. 865
 Pshonik, A. G. 284
 Puletti, E. J. 249
 Pumpian-Mindlin, E. 670,
 689
 Purcell, K. 1044, 1087
 Purdy, D. M. 42, 77, 144,
 160, 614
 Purdy, J. 189, 561, 586
 Purkinje, J. 36, 384, 406,
 481, 494
 Puryear, H. B. 1112, 1133

 Quadfasel, F. A. 329, 406,
 413, 494
 Quastler, H. 126
 Quinn, M. 302
 Quix, F. H. 446, 449, 457,
 494

 Rabe, A. 570, 586
 Racamier, R. C. 300
 Radcliffe, K. B. 1058,
 1096
 Rademaker, G. G. J. 486,
 494
 Radner, M. 653, 853
 Ragnitz, S. 267, 276
 Ramanuja 116
 Rambo, W. W. 1018,
 1021, 1024, 1027
 Ramon y Cajal, S. 337,
 406
 Ramsey, G. V. 124,
 1083 f., 1086, 1088, 1091,
 1093, 1102, 1113, 1121,
 1123, 1133
 Rand, G. 613
 Randt, C. T. 240
 Ranke, O. F. 529, 536,
 538, 551, 554
 Rapaport, D. 87, 102, 104,
 125, 1039, 1049, 1093,
 1132 f.
 Rasmussen, T. 330, 406,
 422, 493
 Ratleff, J. 1069, 1087
 Ratliff, F. 160, 837, 860
 Rausch, E. 329, 406, 739,
 776—865, 783, 801,
 803 f., 806 ff., 813—821,
 833 f., 840, 845, 860, 866
 bis 953, 875, 878, 886 ff.,
 895, 899, 901, 906 f., 911,
 919, 923, 929 f., 949, 952
 Rayleigh, Lord 153, 528,
 554
 Razran, G. 112, 125, 1093
 Rechtschaffen, A. 1110 f.,
 1116, 1123 f., 1132 ff.
 Reding, G. R. 1116, 1133
 Reenpää, Y. 520, 554
 Rehmke, J. 79, 125
 Reichard, G. A. 302
 Reichardt, W. 366, 379,
 402, 406, 542, 554
 Reichel, H. 433, 494
 Reichenbach, H. 56, 60,
 77, 629, 654, 835, 860
 Reid, C. 271, 277
 Reid, R. L. 509, 516, 860
 Rein, H. 410, 483, 485,
 494
 Reinert, G. 954—977,
 978—1002
 Rejtö, H. 453, 494
 Renard, L. 994 f., 1001
 Renner, M. 685, 689
 Renquist, Y. 258, 276
 Rensch, B. 67, 77, 557,
 588
 Renshaw, S. 670, 689
 Renvall, P. 578, 580, 588,
 756, 774
 Restorff, H. v. 1026
 Reswick, J. B. 442, 494
 Révész, G. 220, 286, 302,
 507 ff., 511 f., 516, 731,
 787, 792, 794, 797, 860,
 948, 952
 Rey, A. 836, 860
 Rhines, K. 124
 Rhoades, H. V. 1087
 Ribstein, R. 330, 406
 Rich, G. J. 302
 Richard, J.-F. 863
 Richards, O. W. 1102,
 1133
 Richards, T. W. 257, 276
 Richardson, G. A. 1122,
 1133
 Richelle, M. 836, 860
 Richet, C. 256
 Richter, C. P. 255, 276
 Richter, H. 704, 743
 Richter, M. 131, 160
 Riedel, G. 185, 191
 Riegel, K. F. 1068, 1078,
 1093
 Riegel, R. M. 1068, 1093
 Riegl, A. 511, 516
 Riemann, H. 603, 844 f.,
 848, 860
 Riese, W. 425, 494
 Riesz, R. R. 213, 219
 Riggs, L. A. 160, 607, 614,
 837, 860
 Rignano, E. 698, 742, 743,
 948, 952
 Rijlant, P. 460, 488
 Riker, B. L. 1021, 1027
 Ritchie, J. M. 247
 Ritter, S. M. 787, 860
 Ritter, W. P. 1122, 1133
 Rittler, M. C. 613
 Rivers, W. H. R. 795, 836,
 841, 854, 860
 Roberts, T. D. M. 429,
 441, 452, 462, 465, 477,
 487, 492
 Robertson, I. P. S. 860
 Robertson, M. H. 1093
 Robinson, D. W. 212, 215,
 219
 Robinson, E. H. 532, 536,
 553
 Robinson, I. 851
 Rock, I. 712, 714, 739, 744,
 1051 f., 1085, 1096
 Rock, R. T. 110 f., 126
 Rodnick, E. H. 663, 689
 Roe, A. 77
 Roelofs, C. O. 309, 313,
 329, 344, 380, 385, 406 f.,
 413, 474, 494, 607, 614
 Roff, M. 1036, 1093
 Roff, M. F. 686, 689
 Roffenstein, G. 125, 1125,
 1133
 Roffwarg, H. P. 1113 f.,
 1133
 Rogers, C. 109, 118, 125,
 1035, 1093
 Rogers, S. 1019, 1027
 Rohles, F. H. Jr. 185, 190
 Rohracher, H. 75 f., 79,
 97, 99 f., 103, 105, 119,
 125, 330, 369, 406, 634,
 639, 654, 1026, 1074 f.,
 1093
 Rohrer, J. H. 1092
 Rokeach, M. 1041 f., 1090,
 1093
 Romberg, G. v. 484, 494
 Rorschach, H. 416, 494
 Rose, J. E. 429, 438, 494
 Rosenbach, O. 191, 727,
 743, 979, 1001
 Rosenbaum, G. 503, 514

- Rosenberg, B. 160
 Rosenblatt, F. 768 f., 773
 Rosenblith, W. A. 248,
 273, 276 f., 353, 393, 404,
 406, 552 ff.
 Rosenthal, D. 1093
 Rosenthal, O. 301
 Rosenthal, R. 1081, 1093
 Rosenzweig, M. R. 538,
 542, 552, 554 f., 1068,
 1093
 Rosenzweig, S. 678, 690
 Rosmanit, J. 160
 Rosner, S. 1045, 1093
 Ross, B. M. 897, 952
 Ross, D. A. 494
 Ross, S. 269, 276, 671, 690
 Rossi, G. 453, 494
 Roth, A. 1058, 1093
 Roth, M. 1102, 1133
 Rothacker, E. 84, 103 f.,
 107, 125 f., 334, 406
 Rowland, L. W. 1101,
 1133
 Rowland, V. 1118, 1133
 Rubenstein, H. 1066, 1093
 Rubin, E. 20, 97, 179, 181,
 191, 389, 406, 500, 516,
 560, 588, 659, 690, 693,
 702, 715, 717, 723, 743,
 748, 759, 774, 797, 810,
 834 f., 860, 867, 872, 935,
 952, 982, 1001, 1011
 Rubinstein, S. L. 83, 96,
 104, 106 ff., 116, 118, 125
 Rubright, W. C. 1133
 Ruch, F. L. 663 f., 690
 Ruch, Th. C. 411 f., 494,
 1132
 Ruckes, J. 536, 553
 Rudel, R. G. 832, 860
 Rüssel, A. 841, 850, 860,
 1048
 Rupert, A. 552
 Rupp, H. 430, 494
 Russel, B. 56, 62—65, 77
 Rutschmann, J. 836, 859 f.,
 862
 Ryan, T. A. 618 f., 654
 Rybakoff, Th. 846
 Rychlak, J. F. 1112, 1133

 Sachs, G. T. L. 280, 302
 Sachs, M. 160, 181, 191,
 385, 406, 429, 477, 479,
 494
 Saemisch, Th. 613
 Sagara, M. 860
 Saint-Paul, U. v. 61, 75,
 308, 332, 403, 406, 417,
 491
 Sakuma, K. 614
 Sampaio, A. C. 982, 987 ff.,
 1002
 Sams, C. F. 664, 690
 Sanctis, S. de 1111, 1118,
 1133
 Sand, A. 456, 462, 492
 Sandel, T. T. 554
 Sander, F. 116, 125, 355,
 406, 610, 614, 735 f.,
 743 f., 793, 797 f., 803 f.,
 809, 844 ff., 860, 905 f.,
 939 f., 948, 952, 1036 f.,
 1045, 1048 f., 1060, 1093
 Sandström, C. I. 477 f.,
 494, 503, 516
 Sanford, E. C. 788, 851,
 860
 Sanford, R. N. 1078, 1093
 Santos, J. F. 1065, 1079,
 1093
 Santostefano, S. 841, 860
 Sartorius, H. 67, 77
 Sartre, J. P. 105 f., 125
 Sasaki, H. 452, 494
 Sassenrath, J. M. 125
 Sato, K. 860
 Sato, M. 429, 490
 Sayers, B. McA. 551, 553 f.
 Sayons, K. 865
 Scantlebury, R. E. 1101,
 1133
 Schaaf, J. J. 125
 Schaefer, H. 125
 Schaeffer, A. A. 507, 516
 Schaffner, B. 405, 493
 Schaie, K. W. 1038, 1093
 Scheerer, M. 83, 125, 1044,
 1093
 Scheffler, P. 639 f., 647 f.,
 653, 655
 Scheler, M. 25 f., 32, 70,
 77, 83
 Schelling, F. W. J. v. 84
 Scheuerl, H. 940, 952
 Schiff, S. K. 1126, 1133
 Schiff, W. 114, 125, 764,
 766, 774
 Schilder, P. 10, 20, 116,
 125, 302, 368, 402, 413,
 416, 422 f., 425, 427, 430,
 433, 491, 494, 806, 860,
 1039
 Schiller, F. 85, 125
 Schiller, F. v. 22
 Schiller, L. 844 ff., 860
 Schiller, P. H. 113, 127
 Schiller, P. v. 282, 284,
 294 ff., 302, 505, 517,
 578, 588, 721 f., 743, 774
 Schiller, Peter 800, 865
 Schilling, F. 598, 614
 Schjelderup, H. K. 1114,
 1133
 Schlink, M. 652, 654
 Schleidt, W. 368, 406
 Schlesinger, H. J. 1035,
 1040, 1043, 1046, 1089,
 1094
 Schlick, M. 56 f., 62, 77,
 84, 125
 Schliessmann, H. 442, 494
 Schlosberg, H. 662, 689
 Schmaltz, G. 454, 456, 494
 Schmidt, D. 795, 860
 Schmidt, E. 477 ff., 494
 Schmidt, H. 257, 274
 Schmidt-Durban, W. 1047,
 1094
 Schnehage, H. J. 507, 516,
 658, 690
 Schneider, B. H. 1067,
 1074, 1079, 1093
 Schneider, M. 410, 483,
 485, 494
 Schober, H. 131, 160,
 606, 608, 611, 614
 Schöne, H. 53, 77, 394,
 406, 421, 455, 459, 464,
 472, 477, 479—483, 485,
 494
 Schoenfeld, W. N. 1053,
 1072, 1094
 Schönpflug, W. 934, 952
 Scholl, R. 846, 865
 Scholtz, D. A. 730 f., 743
 Schonbar, R. A. 1080, 1094,
 1112, 1122, 1133 f.
 Schooler, K. 1077, 1084
 Schopenhauer, A. 7, 20, 84
 Schoppe, C. 860
 Schriever, H. 552
 Schriever, W. 388 f., 392,
 406, 563, 588, 611, 614
 Schrötter, K. 1100, 1125,
 1133
 Schubert, E. D. 555
 Schubert, G. 454, 477, 479,
 481, 487, 495
 Schubotz, F. 571, 588
 Schütz, E. 195
 Schulsinger, F. 1133
 Schultze, F. E. O. 894, 952
 Schultze, O. 667, 690
 Schultz-Hencke, H. 85, 125

- Schumann, F. 354, 406,
432, 493, 510, 515, 698,
701, 744, 796 ff., 827,
833, 836, 857, 860, 890,
895, 952, 996 1001 f.
- Schur, E. 329, 406
- Schuster, E. H. J. 488
- Schuster, H. 513, 514
- Schutz, H. G. 256, 276
- Schwartz, B. A. 551, 1108,
1130, 1133
- Schwartzkopff, J. 538, 547,
552, 554
- Schwassmann, H. O. 308,
400
- Schwiegk, H. 403
- Schwirtz, P. 804 f., 851,
860
- Scola, F. 104, 125
- Scott, B. G. W. 513, 516
- Scriven, M. 60, 74 f., 77
- Scriven, W. 401
- Scupin, E. 287 f., 302
- Scupin, G. 287 f., 302
- Seaborne, A. E. M. 1081,
1094
- Seaman, C. 587
- Seaman, G. 159, 867, 951
- Seashore, C. E. 829 f., 860
- Segal, J. 205 ff., 219
- Segall, M. H. 644, 655
- Seifert, F. 126
- Scis, R. W. 860
- Selinka, R. 733 f., 744
- Selkin, J. 831, 860
- Selz, O. 13, 20
- Sem-Jacobsen, C. W. 262,
276
- Senden, M. v. 35, 77,
1070, 1094
- Šerko, A. 423, 495
- Severance, E. 939, 952
- Shaikun, G. 1133
- Shakel, B. 1103, 1134
- Shallice, T. 956, 977
- Shannon, C. E. 69, 77
- Shannon, W. T. 668, 688
- Shapiro, A. 1108, 1111,
1131, 1133 f.
- Shaw, J. 1133
- Shepp, B. E. 1076, 1084
- Sheppard, D. 513, 516
- Sherif, M. 1019, 1027,
1037, 1092, 1094
- Sherman, H. 1068, 1076,
1091
- Sherrington, C. S. 409 ff.,
495
- Shevach, B. J. 1038, 1094
- Shevrin, H. 113, 126, 1121,
1132, 1134
- Shibuya, S. 261, 276
- Shibuya, T. 261, 276
- Shimada, K. 850, 857
- Shinn, M. W. 288, 302
- Shipley, T. 604, 614
- Shipley, W. C. 861
- Shor, R. E. 1042, 1094
- Showser, E. G. 200, 219
- Sickles, W. R. 822, 861,
950, 952
- Sidorsky, R. C. 579, 588
- Sidowski, J. B. 111, 126
- Siebeck, R. 621, 655
- Siebenthal, W. v. 1098,
1102, 1128, 1134
- Sieber, J. 495
- Siegel, A. 1067, 1091
- Siemens, G. 500, 516
- Siipola, E. M. 1076, 1094
- Silz, W. 302
- Simmel, M. 425, 427 f.,
430, 495, 1077, 1088
- Simon, C. W. 111, 126,
1120, 1130, 1134
- Simon, M. 375, 406
- Simons, G. 507, 516
- Simpson, G. 77
- Simpson, R. H. 285, 302
- Sinclair, D. C. 236, 243,
247, 249
- Singer, J. L. 1112, 1129,
1134
- Sinstden, W. J. 565, 580,
588
- Sivian, L. J. 526, 554
- Skinner, B. F. 24, 59, 77,
110, 114, 1066, 1094
- Skoglund, S. 249
- Skouby, A. P. 253, 276
- Skramlik, E. v. 251 f., 256
bis 260, 262—266, 276,
368, 406, 430, 495, 503 f.,
514, 516, 554, 647, 655
- Slack, C. W. 1058, 1094
- Slater, P. 832, 846 f., 853
- Sleight, R. B. 508, 516,
814, 861
- Sluckin, W. 514
- Small, M. L. 1102, 1134
- Smith, A. H. 570 f., 586,
588
- Smith, F. W. 219
- Smith, G. 113 f., 126, 848,
861
- Smith, G. J. W. 824 f.,
861, 1044, 1046 f., 1049,
1077, 1092, 1094
- Smith, K. U. 636, 655
- Smith, M. H. 554
- Smith, O. 769, 773
- Smith, O. W. 574, 586,
865, 986, 998, 1002
- Smith, P. C. 865, 986, 998,
1002
- Smith, R. L. 111, 123
- Smith, W. M. 636, 655,
861, 956, 977, 1044, 1058,
1094
- Smock, C. D. 1041 f., 1069,
1076, 1079, 1094
- Smyth, G. E. 425, 490
- Snow, W. B. 202, 219,
526 f., 554
- Snygg, D. 126, 1024, 1025
- Sodhi, K. S. 1037, 1080,
1094
- Solle, R. 1064, 1067, 1094
- Solley, C. M. 109, 114, 126,
1051, 1064 ff., 1094
- Solomon, P. 126, 1086,
1090, 1094 f.
- Solomon, R. L. 1067, 1070,
1074, 1079, 1088, 1093 f.
- Sommer, G. 510, 516
- Sommer, R. 1083
- Soper, D. W. 109, 120
- Soudkova, M. 832, 865
- Spearman, C. 298, 1037,
1095
- Spelt, D. K. 814 f., 853
- Spence, D. P. 100, 113 f.,
126, 1079, 1095
- Spence, J. T. 1069, 1095
- Spencer, L. T. 674, 690
- Sperling, G. 1095
- Spiegel, H. G. 814, 861
- Spiekers, R. 733, 744
- Spielberger, C. D. 110,
112, 126
- Spillmann, L. 339, 406
- Spindler, K. 786, 814 f.,
861
- Spiro, K. 743
- Sprague, R. O. 867
- Spranger, E. 1079, 1095
- Springbett, B. M. 800,
865
- Sprockhoff, H. 73, 74
- Squires, P. C. 800, 861
- Stagner, R. 1068, 1079,
1085, 1091
- Stanley Hall, G. 286, 302,
668, 689
- Starck, D. 487
- Steche, T. 270, 276
- Steele, W. M. 829 f., 852

- Steger, J. A. 185, 190
 Stegmüller, W. 34, 55 ff.,
 61, 63 ff., 77
 Stein, J. 302
 Stein, K. B. 1074, 1095
 Steinberg, A. 683, 690
 Steinberg, J. C. 526 f., 554
 Steinbuch, K. 67, 69 f., 77
 Steiner, W. 1023, 1027
 Steinhausen, W. 448, 456,
 460, 495
 Steinschriber, L. 1131
 Stekel, W. 1099, 1134
 Stelzner, H. F. 287, 302
 Stern, J. A. 24, 77
 Stern, W. 106, 126, 771,
 774, 1035
 Sternberg, W. 255, 276
 Sternbeck, R. v. 606, 614
 Sterzinger, O. 683, 690
 Stetter, H. 452, 489
 Stettler-von Albertini, B.
 859
 Stevens, H. C. 791, 844,
 861
 Stevens, J. J. 1018 ff.,
 1022, 1027
 Stevens, S. S. 75, 124, 149,
 160, 200—204, 210, 214 f.,
 219 f., 248, 276, 281, 295,
 300, 302, 491, 536, 554,
 596, 615, 671, 690, 1026
 Stiles, W. S. 160
 Stock, B. 501, 516
 Stockert, F. G. v. 375, 407
 Störing, G. E. 423, 495
 Stoll, A. 249
 Stone, H. 265, 276
 Stone, L. J. 241, 249
 Stone, S. A. 659, 690
 Stott, L. H. 667, 670, 690
 Stoyva, J. M. 1126, 1134
 Strasser, S. 83, 126
 Stratton, C. M. 66, 626,
 641, 655, 728, 744, 795,
 861
 Straub, H. 120, 126
 Straub, M. 577, 588
 Strauch, I. 1121 f., 1134
 Straus, E. 71, 77, 83, 87 f.,
 105, 126, 322, 407
 Straus, H. H. 249
 Street, R. F. 1036
 Stricker, G. 1067, 1095
 Strohal, R. 1075, 1096
 Stroop, J. R. 1043, 1095
 Strunz, K. 1037, 1095
 Stuiver, M. 252, 264 f.,
 271, 276
 Stukát, K. G. 1037, 1095
 Stumpf, C. 25 f., 36, 45,
 77, 83, 205, 220, 698, 744
 Suci, G. J. 614
 Süffert, F. 584, 588
 Sullivan, A. H. 513, 516
 Summerfield, A. 823 ff.,
 861
 Suppes, P. 596, 615
 Suto, Y. 669, 690, 814, 828,
 850, 861
 Sutton, D. 554
 Suzuki, M. 865
 Sweet, A. L. 659, 690
 Sweet, W. 238, 240, 249
 Swets, J. A. 114, 126
 Swift, E. Y. 674, 690
 Sydow, W. 615
 Syldath, F. 844 ff., 861
 Sylvester, J. D. 668 f., 688
 Szentágothai, J. 453, 457,
 465, 495
 Szewezuk, W. 790, 861
 Szily, A. v. 799, 861
 Tachibana, K. 850, 861
 Tada, H. 861
 Taeger, H. 255, 274
 Taffel, C. 111 f., 126
 Tagiuri, R. 122
 Tait, J. 457, 495
 Tajfel, H. 1024, 1027,
 1077, 1095
 Takala, M. 861
 Takasugi, M. 827, 861
 Takeyama, K. 553
 Takino, C. 814, 850, 861
 Talbot, S. A. 606, 614
 Tamaike, I. 825, 861
 Tampieri, G. 578 f., 588,
 717, 725, 728, 744, 814,
 818, 837, 861
 Tamuva, A. 1023, 1026
 Tannenbaum, P. H. 614
 Tanner, W. P. 114, 126
 Taponier, S. 841, 865
 Tart, Ch. T. 1100, 1112,
 1134
 Tastevin, J. 498, 516
 Tatz, S. J. 112, 126
 Tausch, R. 53, 77, 610,
 615, 789, 793, 795, 812,
 861
 Taylor, A. M. 1132
 Taylor, F. H. 263, 270 f.,
 273
 Taylor, I. H. 587
 Taylor, J. A. 1068, 1079,
 1095
 Taylor, J. G. 625, 636, 655
 Taylor, M. M. 861
 Taylor, N. W. 276
 Teas, D. C. 554
 Teller, I. 112, 119
 Ter Braak, J. W. G. 469,
 486, 494 f.
 Ter Laag, P. B. 688
 Ternus, J. 578, 588, 721,
 744, 774, 874, 952
 Terstenjak, A. 861
 Terwilliger, R. F. 934, 952
 Teuber, H. L. 42, 77, 309,
 330, 337, 407, 474, 495,
 832, 860
 Texter, E. C. 249
 Thacore, V. R. 1121, 1133
 Thales 87
 Thayer, A. H. 584, 588
 Thayer, G. H. 584, 588
 Thiel, R. 743
 Thiele, R. 342, 407
 Thiéry, A. 792, 861
 Thinès, G. 954—977, 956,
 959, 961, 968, 976 f., 978
 bis 1002, 995, 1001 f.
 Thölm, H. 120, 126
 Thomae, H. 10 f., 20,
 82 ff., 87 f., 101, 103 f.,
 107 f., 116, 126, 1075,
 1087, 1095
 Thomas, C. J. 295, 302
 Thomsen, A. 286, 302
 Thomson, L. C. 139
 Thorndike, E. L. 110 f.,
 126
 Thorpe, W. H. 1083
 Thouless, R. S. 387, 407
 Thurstone, L. L. 1035 f.,
 1043 f., 1095
 Tilquin, A. 86, 126
 Timm, C. 453 f., 495
 Tinbergen, N. 61, 78, 368,
 407, 1062, 1095
 Tindall, T. T. 249
 Tinker, M. A. 845, 861
 Titchener, E. B. 48, 78, 98,
 659, 698, 744, 809, 1005,
 1027
 Tobias, J. V. 555
 Toch, H. H. 1059, 1095
 Tognazzo, D. P. 962, 976
 Tolk, J. 469, 488
 Tolanski, S. 865
 Tolman, E. C. 24, 59, 64,
 78, 80, 89 f., 92, 104, 110,
 118, 126 f., 365, 407, 664,

- 690, 940, 952, 1056, 1093, 1095
 Tomkins, S. 102 f., 127
 Torgerson, W. S. 269, 602, 615
 Toshima, A. 553
 Totten, E. 1114, 1134
 Toulouse, E. 686, 690
 Tower, S. S. 249
 Townsend, J. C. 856
 Townsend, M. J. 264, 273
 Traxel, W. 42, 78
 Treisman, M. 1132
 Tremaine, M. I. 253, 272
 Trendelenburg, F. 526, 555
 Trendelenburg, W. 419, 495
 Tresselt, M. E. 1015 f., 1021, 1024, 1027
 Triche, A. 854
 Triebel, W. 159, 587, 867, 950
 Triesman, A. 615
 Trincker, D. 445, 453, 462, 466, 495
 Triplett, D. 668, 690
 Troland, L. T. 160
 Trosman, H. 1107, 1109, 1122 ff., 1134
 Tschermak, A. 160, 311, 313 f., 346, 407, 477, 479, 481, 495, 791, 862
 Tschermak-Seysenegg, A. 574, 588
 Tsuiki, T. 553
 Tucker, D. 259, 261 f., 265, 273, 275 f.
 Tudor-Hart, B. 164, 190
 Tullio, P. 452, 495
 Tunturi, A. R. 555
 Turhan, M. 583, 588
 Turner, E. D. 644, 655
 Ueno, J. 862
 Uexküll, J. v. 5, 15, 17, 20, 21, 26, 35, 78, 88, 127, 309, 333, 407, 413, 416, 496
 Uhlmann, R. F. 249
 Ulich, E. 285, 302 f.
 Ullman, M. 1127, 1134
 Ullmann, S. 302
 Ulrich, H. 457, 465, 496
 Upton, M. 531, 555
 Urban, F. M. 674, 690
 Urbantschitsch, V. 113, 280, 282, 302
 Urin, A. G. 686
 Usnadze, D. 513, 516, 715, 744, 827 f., 840 f., 862
 Uttley, A. M. 627, 655
 Valentine, C. W. 792, 862
 Valentine, W. L. 1131
 Vanderplas, J. M. 1064, 1068, 1074, 1079, 1083, 1095
 Vantrappen, G. R. 249
 Vautrey, P. 681 f., 688, 814, 837, 841, 847, 853
 Vendrik, A. J. H. 247, 249, 490
 Verdone, P. 1133
 Verhoeff, F. H. 715, 744
 Vernon, J. A. 1070, 1079, 1095
 Vernon, M. D. 380, 407, 715, 744, 753, 774, 862, 979, 1002, 1067
 Verplanck, W. S. 110, 112, 127
 Versteegh, C. 452, 454, 468, 491, 496
 Vierordt, K. 667, 690
 Viguier, G. 451, 496
 Vinacke, W. E. 127
 Vinh-Bang 814, 819, 821, 836—839, 841, 843, 859, 862
 Vinoda, K. S. 862
 Vogel, G. 1133
 Vogel, P. 313, 380, 392, 407
 Voigt, H. 1042, 1095
 Volkelt, H. 84, 116, 125, 781, 783, 737, 743 f., 939 f., 948, 952, 1045, 1048, 1093
 Volkmann, A. W. 787, 792, 862, 978, 1002, 1062
 Volkmann, J. 200 f., 219, 1015, 1018, 1026 f.
 Vollmer, O. 846, 862
 Vorkauf, H. 847, 862
 Vos, J. J. 249
 Vossius, G. 308, 369, 407, 438, 440, 445, 496
 Vries, H. de 252, 264, 271, 276, 462, 496
 Vurpillot, E. 799, 836, 838, 840 f., 853, 859, 862, 865
 Waals, H. G. van der 313, 329, 380, 385, 406 f., 474, 494
 Wachter, P. 845 ff., 862
 Wada, T. 1101, 1134
 Wada, Y. 827, 849 ff., 862
 Waddell, D. 867, 950
 Waelhens, A. de 88, 126
 Waern, Y. 1023, 1025
 Wagenschein, M. 940, 952
 Wagner, R. 249
 Wagoner, K. S. 225, 227, 249, 770, 774
 Waismann, F. 77
 Walcher, N. 791, 844, 862
 Walk, R. D. 638, 654
 Wall, P. D. 249
 Wallace, G. K. 865
 Wallach, H. 99, 171, 176, 191, 329, 348, 404, 525, 555, 563, 577—581, 589, 647, 654, 715, 742, 756, 759, 774, 822—825, 828 ff., 855, 1033, 1050, 1053, 1089, 1095
 Wallaschek, R. 280, 302
 Waller, H. J. 393, 400
 Walls, G. L. 753, 775
 Walsh, E. G. 483 f., 496
 Walsh, W. S. 1116, 1134
 Walter, N. 1081, 1095
 Walter, P. 510, 516
 Walters, H. V. 160
 Walters, S. A. 840 ff., 862
 Wapner, S. 50, 54, 71, 78, 120, 123 f., 303, 309, 329 f., 375, 394, 407, 410, 413, 415 f., 417, 474, 477 bis 480, 488, 491 f., 496 f., 510, 516, 678, 689, 787, 840 ff., 862, 1059, 1065, 1084, 1087, 1089, 1094 ff.
 Warner, L. H. 662, 690
 Washburn, M. F. 939, 952
 Watanabe, K. 1129
 Watson, J. B. 24, 58 f., 78, 80, 91, 93 f., 127
 Watson, R. W. 1021, 1027
 Weale, R. A. 145, 160
 Weaver, W. 69, 77
 Webb, W. B. 1131
 Weber, C. O. 387, 407
 Weber, E. H. 235, 249, 499, 517, 669
 Weber, M. 513, 517
 Webster, H. 106, 862
 Wechsler, D. 86, 806, 860
 Weddell, G. 242, 247, 249
 Weed, S. C. 1111, 1134
 Weene, P. 652, 655
 Wegel, R. L. 219

- Wegner, K. 610, 615
 Weil, H. 845 f., 862
 Weiner, M. 977
 Weinhandl, F. 350, 404 f.,
 407, 491, 727, 741, 743,
 877, 880, 950, 952 f.
 Weinschenk, C. 83, 102,
 127
 Weintraub, D. J. 477, 496
 Weir Mitchell, S. 425,
 428, 432, 496
 Weiss, A. P. 80, 127
 Weiss, R. L. 111, 127
 Weissenfeld, F. 845 f., 862
 Weissgerber, L. 252, 270,
 276
 Weisz, A. 578, 589
 Weizsäcker, C. F. v. 72, 78
 Weizsäcker, V. v. 15, 18,
 20, 21, 32, 71 ff., 78, 88,
 127, 309, 329, 354, 374,
 407, 413, 416, 444, 496,
 510, 516, 1059, 1095
 Welck, A. 31, 78, 84, 103,
 108, 127, 220, 279, 281,
 302 f., 334, 407, 877, 893,
 902, 939 f., 947 f., 952 f.
 Wells, H. S. 249
 Wenger, M. A. 771, 775
 Wenzel, B. M. 264 f., 277
 Wenzl, A. 953
 Werdley, L. U. 446, 449,
 494
 Werner, Cl. F. 447—450,
 454, 456 f., 496
 Werner, H. 49 f., 54, 71,
 78, 179, 191, 278—303,
 302 f., 309, 322 f., 329 f.,
 375, 385, 394, 407, 410,
 413, 415 ff., 421, 423,
 474, 477—480, 488,
 491 f., 496 f., 505, 510,
 516 f., 610, 615, 618, 678,
 689, 787, 797 f., 806, 809,
 840 ff., 862, 1031, 1048 f.,
 1059 f., 1065, 1095 f.
 Wersäll, J. 466 f., 492, 497
 Werth, E. 302
 Wertheim, J. 1045, 1095
 Wertheimer, Max 19, 49,
 70, 77 f., 182 f., 207, 313,
 316, 330, 346, 380, 407,
 507, 517, 528, 530, 552,
 578, 589, 610, 658, 690,
 693 ff., 699—711, 714,
 721, 723 f., 726, 731, 744,
 749, 755, 775, 797 f., 808,
 812, 814, 862, 889, 891,
 895, 899, 904—907, 909,
 911, 915, 932, 939 f., 951,
 953, 988, 992, 1002,
 1008 f., 1012, 1019, 1027,
 1051, 1095
 Wertheimer, Michael, 831,
 860 f., 939, 953, 1069 f.,
 1091, 1095
 Westheimer, G. 308, 407
 Westphal, E. 698, 744
 Wetenkamp, L. 505, 517
 Wever, E. G. 204 f.,
 219 f., 655, 1006—1009,
 1015, 1023, 1027
 Wheaton, J. 1133
 Wheatstone, C. 556, 589,
 609
 Whipple, G. M. 659, 690
 White, B. W. 579, 589,
 756, 775
 White, J. C. 238, 249
 White, S. D. 526, 554
 Whitfield, J. C. 536, 555
 Whitman, R. M. 1121,
 1124, 1129, 1133 f.
 Whittaker, E. M. 1074,
 1095
 Wiener, M. 113, 127, 800,
 865, 1096
 Wiener, N. 18, 20, 309,
 408
 Wiersma, H. 1038, 1095
 Wiesel, T. N. 337, 339,
 341, 352, 400, 403, 408,
 754, 773
 Wieser, W. 634, 655
 Wigand, M. E. 528, 532,
 538—544, 552 f., 555
 Wightman, E. R. 547, 555
 Wildangel, G. 81, 106,
 109, 127
 Wilde, K. 609 f., 615
 Wilder, J. 375, 408
 Wildhagen, K. 932
 Wilkinson, A. E. 611, 613
 Williams, A. C. 114, 127
 Williams, R. G. 246
 Williams, R. L. 1131
 Willingham, W. W. 1024,
 1027
 Willis, M. P. 160
 Wilson, D. J. 928, 953
 Wilson, W. P. 1118, 1134
 Winch, H. H. 841, 862
 Winckler, H. 325, 408
 Wingender, P. 799, 862
 Winkelmann, R. K. 249
 Winnefeld, F. 841 f., 862
 Winter, P. 554
 Wispé, L. G. 1068, 1079,
 1095
 Wit, G. de 474, 497
 Witasek, S. 698, 744, 788,
 796 ff., 800, 863, 890, 953
 Witkin, H. A. 380, 394 f.,
 400, 408, 464, 477, 481,
 497, 787, 863, 1036,
 1044 ff., 1049, 1082, 1096
 Witt, I. 235, 248
 Witte, W. 33, 43 ff., 78,
 498—517, 513, 517, 807,
 825, 863, 895, 948, 953,
 976, 1003—1027, 1019,
 1024, 1025, 1027
 Wittenberg, A. J. 35, 78
 Wittgenstein, L. 56, 78
 Wittich, W. v. 791, 978,
 1002
 Wittkowsky, L. 375, 405
 Wittmaack, K. 454, 456 f.,
 497
 Wittreich, W. J. 571, 589,
 1058, 1096
 Wlassak, R. 385, 406
 Wodak, E. 410, 418, 429,
 468, 470, 473 ff., 489, 497
 Wölfflin, H. 953
 Wölfflin, N. 643, 655
 Wohlfahrt, E. 355, 408,
 735 f., 744, 906, 953
 Wohlwill, J. F. 840, 842,
 844, 863, 1063 f., 1096
 Woker, G. 262, 277
 Wolf, S. 241 f., 249
 Wolfe, H. K. 863
 Wolff, C. 79, 127
 Wolff, H. C. 242, 247
 Wolff, W. 183, 191, 302,
 Wolitzky, D. L. 114, 127,
 1048, 1096
 Wollard, H. H. 242, 249
 Wolpert, E. A. 1038, 1096,
 1107, 1109, 1113—1116,
 1120—1123, 1130, 1132,
 1134
 Wolstenholme, C. E. 249
 Wood, P. B. 1122, 1134
 Woodrow, H. 265, 277,
 663, 667, 670 f., 690
 Woodworth, R. S. 48, 78,
 1054 f., 1065, 1096
 Woolhouse, J. Th. 279 f.,
 303
 Worchel, P. 477, 487
 Woskow, M. H. 266, 275
 Wright, H. F. 101, 127
 Wright, N. 271, 277

- Wright, R. Hamilton 271, 277
 Wright, R. Huey 269, 277
 Wright, W. D. 139, 160
 Wünn, F. 456, 497
 Würsten, H. 814, 841, 863
 Wulf, E. 1040, 1096
 Wulf, Fr. 812, 863, 953
 Wulfeck, J. W. 587
 Wundt, W. 9, 13, 20, 31, 46, 48, 78, 79, 84, 97 f., 127, 183, 191, 290, 303, 344 f., 408, 432, 497, 552, 659 f., 677, 690, 694 f., 728, 744, 752, 775, 787 f., 790 f., 793, 795 f., 811, 844, 851, 863
 Wyss, O. A. M. 468, 487
- Yacorzynski, G. K. 865
 Yamada, K. 827, 850 f., 857, 863
 Yanagisawa, N. 850, 863
 Yantis, P. A. 207, 219
 Yéla, M. 553, 961 ff., 977, 995 f., 1002
- Yerkes, R. M. 674, 690
 Yokose, Z. 850, 863
 Yokoyama, M. 508, 517, 851, 863
 Young, C. W. 271, 277
 Young, H. H. 1046, 1096
 Young, Th. 159
- Zajac, J. L. 607, 609 f., 615, 863
 Zajackowska, A. 600, 602 f., 615
 Zajonc, R. B. 1069, 1096
 Zama, J. A. 800, 863
 Zangwill, O. L. 501, 504, 514, 1076, 1083, 1096
 Zegardli, E. 248
 Zener, K. E. 48, 78, 127, 643 f., 655, 698, 744, 1006—1009, 1015, 1023, 1027
 Zenkevich, E. S. 686
 Zenon 747, 749
 Ziehen, Th. 333, 336, 343 ff., 408
- Zietz, K. 282, 285, 287, 296, 303, 845 f., 863
 Zigler, M. J. 265, 277, 511, 517
 Zilboorg, G. 96, 127
 Zillig, M. 1078, 1096
 Zilsel, E. 74
 Zilstorff-Pedersen, K. 253, 276
 Zinnes, J. L. 596, 615
 Zöllner, F. 786 f., 850, 863
 Zorab, G. 1100, 1134
 Zotterman, Y. 235, 237, 248 f., 251, 258, 273 bis 277, 452, 497
 Zucker, F. 105, 127
 Zuckerman, C. B. 712, 714, 739, 744, 1051 f., 1096
 Zuckerman, M. 113, 127
 Žuk-Kardos, I. 1056
 Zung, W. K. 1118, 1134
 Zusne, L. 864
 Zutt, J. 127, 423, 497
 Zwaardemaker, H. 251, 263 f., 266 f., 270 f., 277
 Zwicker, E. 216, 219 f.

SACHREGISTER

- AAM 19, 368
 Abbildungsmodell 801 f.
 Abbildungsprinzip 776 f.
 Abhängigkeitsstruktur 972 f.
 Abhebungsgrad 573
 Absorptionskurven 152 f., 156
 Abstandsfunktion, psychometrische 596 f.
 Abstraktion, perzeptive 1063
 Abstraktum 59
 Abwehr-Mechanismus-Test 1049
 Achromatopsie 133
 Adaptation(s) 226 f., 229 ff., 241 f., 524, 619, 625 ff., 645—653, 661—664, 732, 895, 1004, 1013—1021, 1041, 1048
 akustische 217 f.
 Berührung 226 f.
 Definition 646
 Druck 226 f.
 -niveau 174, 1011, 1013—1021, 1055
 olfaktorische 263, 265 f.
 optische 131 f., 136 ff., 147 f.
 -problem 616—653
 Schmerz 241 f.
 Temperatur 229 ff.
 Aggressivität 1099
 Ähnlichkeit 880 f., 901, 999, 1023, 1042, 1047
 Äquidistanz 1007 f., 1017 f., 1020
 Äquivalenz
 Definition 359
 -prinzip 374
 -umfang 1042, 1046 f.
 Affektivität 1031, 1043, 1056, 1073
 Afferenz 309, 375, 383, 462, 522, 618, 621 f., 625—628, 631 f.
 Akkomodation 177, 522, 564, 607 f., 624, 629, 790
 Akt 26, 31, 36, 45, 47 f., 89, 719
 Aktionsradius 963, 966
 Aktivierungsniveau 673 ff.
 Aktualgenese 355 f., 732—737, 1044, 1046—1049, 1069, 1078
 Akustik: s. Gehör, Hören
 Akustische Funktion 451 ff.
 Akzentuierung 1077
 Albedo 170
 Alleen-Versuche 329, 571, 602 ff., 611
 Alpha-Bewegung 799
 Alternativlösung 388 f.
 Ambiguität 1036, 1040 ff., 1044, 1081
 Ames demonstrations 558, 571, 604, 1057 f.
 Amodal: s. Ergänzung
 Ampliation 966 ff., 974 f.
 Ampulle 447
 Amputation 422, 425, 432
 Anatomie 36 f., 72, 104, 221—224, 259 bis 262, 417, 448 f.
 Angetroffenes 6 ff., 26
 Angleichung 161, 163, 167, 798, 808 bis 813, 827, 850
 Abhängigkeit von Gestaltverhältnissen 181—189
 Angst 1112, 1121
 Anker: s. Verankerung
 Anmutungsweisen 902
 Anpassung
 konditionale 626
 zeitliche 661—664
 Anreicherung 1061 ff.
 Anschauungsraum, intermodaler 383
 Anthropologie 21
 Antizipation 118
 Anziehung 962
 Apperzeption 83, 99
 Apriorismus 955
 Archimedische Spirale 1049
 Aristotelische Täuschung 368, 430, 498
 Assimilation 9, 1015
 Assoziation(s) 636—642, 694 f., 1043, 1055, 1099
 -theorie 290, 748, 796, 877, 1062 f.
 Atmung 1101
 Atomistische Theorie 333, 413, 415, 777
 Aubert-Phänomen 42, 327, 368, 385 475—480
 Aubert-Fleischl-Paradox 50
 Aubert-Müller-Phänomen 53
 Audiometrie 211
 Aufdeckung 720, 726
 Aufgehen ohne Rest (Faktor) 704 f., 708, 721
 Auffassung(s) 1076 f.
 -absicht 697 f., 712 ff.
 Aufforderungscharakter 17, 19
 Aufmerksamkeit(s) 97—100, 103 ff., 431, 524, 659, 678, 680, 698, 712 ff., 797, 832—840, 846, 934, 1019, 1032, 1036, 1043, 1065, 1072, 1075
 -konzeptionen 98 f.
 Auge(n) 23, 409, 418 ff., 450, 475, 520, 522 ff., 710, 753

- Auge(n)
 -bewegungen: s. a. Nystagmus 312,
 378, 382 f., 431, 468, 557, 611,
 620 ff., 624, 795, 832, 1103, 1105
 im Schlaf 1101, 1103—1116,
 1120 f., 1123, 1126 ff.
 -blickslage 9
 -grau, subjektives 175, 558
 -rollung 420, 471 f., 482
- Ausdrucks
 -fülle 937 f., 946
 -kunde 416, 902, 938 f., 948
- Ausfüllung 715 f.
- Ausgangsgröße 358
- Ausgezeichneter Fall 923
- Auslöschung 720
- Auslöser 19, 368
- Ausprägung 807 f.
- Ausrichtungsreaktion 18
- Außen₁ (der Andere) 21 ff., 26, 39,
 414 f., 417
- Außen₂ (das Physische) 23—27, 30, 32,
 37 ff., 57, 65, 67 f., 70, 322, 342, 348
- Außen₃ (die Außenwelt) 24 f., 38, 410
- Außen₄ (das anschaulich Körperliche)
 25 ff., 31, 322
- Außen₅ (der Bewußtseinsinhalt) 38 ff.,
 73
- Außen₆ (telonomes Verständnis der
 Wahrnehmung) 48, 51—55, 307
- Außen-Innen 732, 735
- Autokinetisches Phänomen 1037, 1080 f.
- Bahnen, sensorische 243—246
- Bahnungseffekt, akustischer 216
- Bardorffsche Kreise 846
- Bauplan 359
- Bedeutung(s) 1035, 1061
 -fülle 938 ff., 946
 -wahrnehmung 1063, 1066—1070
- Bedürfnisse, körperliche 221
- Beeinflussung, intersensorielle 281 bis
 285, 618 f., 635
- Befehl 309, 389
 Definition 359
- Behaviorismus 17, 24 f., 31, 35 f., 58 f.,
 80—83, 86, 89, 91, 108 f., 119, 1006,
 1051, 1071
- Belastung, psychische 1079
- Beleuchtung 169—174, 375, 379, 764,
 868
- Beobachtung: s. a. Introspektion 4, 8,
 33 f., 59, 92
- Bereichsbildung 1023, 1052 f.
- Berliner Schule: s. Gestalttheorie
- Berührungs- u. Druckempfindungen
 221, 224—228, 230, 244 f., 252, 729 ff.
 Adaptation 226 f.
- Berührungs- u. Druckempfindungen
 Reizung, adäquate 225 f.
 Rezeptoren 223 f., 419 ff.
 Schwellen 227, 501
 Wechselwirkung, nervöse 227 f.
 Zeitabhängigkeit 228
- Berufsinteresse 1067
- Beschleunigung(s) 310, 314, 454 f., 769
 Rezeptor 455
 -schwelle 772
- Besselfunktion 535
- Beständigkeitstendenz 728
- Bewegung(s) 283, 309 f., 329, 336 f.,
 339 ff., 346, 352, 362, 366 ff., 507, 509,
 524, 621, 624, 627 f., 636 f., 639, 649 f.,
 653, 658 f., 702, 719, 721 ff., 725, 747,
 752 f., 756, 758—767, 798 f., 846, 875,
 901, 920, 956, 959, 965—969, 972 ff.,
 1040, 1059 f., 1063 f.
 -empfindung 336, 752 f., 795, 833
 -entdeckung 1036
 geradlinige 483—486
 induzierte 313, 380, 758 f., 1061
 -konstanz 312, 362, 379
 -nachbild 752 ff., 846, 1049
 -parallaxe 768 f.
 -perspektive 768 f.
 phänomenale 52
 -schwelle 770 ff.
 -sensation 748
 -sinne 747
 -wahrnehmung 337, 339 ff., 352,
 366 ff., 624, 752 f., 1059, 1063 f.
- Bewußt
 = aufmerksam, bemerkend; bemerkt
 97—100
 = belebt, organisch 86
 = besetzt, seelisch 86
 = mitteilbar 92—97
 = überhaupt empfindend, reizbar
 87 ff.
 = unterscheidend, unterschieden
 89—92
 = vorsätzlich, absichtlich, regulativ
 95, 100—105
 = wach 86 f.
 = wissend, inneseiend; gewußt 105
 bis 109
- Bewußtes: s. a. Unbewußtes 85
- Bewußtheit(s) 79—119
 Definition 84 f.
 -enge 1043
 -Gradienten 102
 -kontinuum 112
 u. Lernen 111 f.
 -Problem 110
 u. Wahrnehmung 112—115
- Bewußtlosigkeit 86 f., 99

- Bewußtsein(s) 3—19, 23, 68 ff., 79 bis
 119, 320, 693, 695, 1045, 1120
 Außenwelt- 5 f., 9
 Befindlichkeits- 5
 -begriff 79, 82—109, 115—119
 aktualisierender 84
 akzidenteller 84
 apperzeptiver 84
 attributiver 84
 generalisierender 84
 intellektualistischer 106
 kognitiver 105—109
 negativer 84
 noetischer 106 f.
 perzeptiv-apperzeptiver 83
 phänomenologischer 106, 117
 räumlich-materieller 82 f.
 räumlich symbolisierender 84
 rationaler 84, 119
 reflexiver 84, 106, 116
 überstrapazierter 119
 Besonderheits- 5
 Daseins- 5
 Definition 5, 85
 Einheit 616
 -feld 97, 117
 Funktionen 92, 100, 103 ff.
 Gegenstands- 105 f.
 -Gradienten 98 ff.
 Grundbedeutungen
 geistesgeschichtliche 82 ff.
 qualitative 84—109
 -immanentismus 57
 -Indikatoren 94 ff., 115 f., 119
 -inhalt 16, 18 f., 26 f., 39, 57, 80,
 520 f., 890, 1109 f.
 Innenwelt- 5 f.
 -jenseitiges 7, 13 f.
 -lehre, Stellung im Ganzen der Psycho-
 logie 3 ff., 79
 -physiologie 103 ff., 116
 -Problem 79—82, 119
 Selbst- 3, 5 f., 107 f., 1045
 sozialer Charakter 96, 118
 Sprachabhängigkeit 94 f., 112 f.
 -Theorie
 aktualgenetische 105 f., 114, 116
 Behälter-(Locke) 82, 96
 behavioristische 83
 biologistische 83
 Descartessche 82, 118
 deskriptive Elemente 115—119
 dialektisch-materialistische 83,
 106 f.
 Doppelungs- 83
 gestalttheoretische 83
 Kantsche 83
- Bewußtsein(s)
 -Theorie
 Leibnizsche 83, 99
 ontogenetische 105 f.
 phänomenologische 83
 Theater-(Hume) 82
 Widerspiegelungs- 83, 105 f.
 Zeitstruktur 118
 Bewußtwerden 114
 Bezold-Brücke-Effekt 42, 132, 142 ff.,
 161, 1014
 Bezugssystem 38, 49, 66, 173, 326, 354,
 572, 693, 723, 750 f., 758, 760, 771,
 843, 894—898, 905, 919, 1003—1024,
 1031, 1034, 1044
 funktionales 316 ff., 326 f., 383, 1005
 konventionelles 1003, 1005
 mnemische Stabilisierung 1021—1024
 natürliches 1003 ff.
 phänomenales 316—319, 410, 1005
 räumliches 307—330, 410, 895, 1010
 Biokybernetik 24, 38, 55
 Biologie 21, 71
 Blick
 Definition 311
 -folgebewegungen 442, 934, 1115
 -richtung 712 ff.
 -verhalten 832—840
 Blinder Fleck 978, 998
 Blumenfeld-Allec 329, 571, 602
 Blutdruck 1101
 Bogengangsapparat 411, 419, 440, 447
 bis 450, 452, 457, 459—463, 469, 484,
 521, 754
 Anatomie 448
 Reizung
 adäquate 453 f., 456, 472, 475
 motorische Wirkungen 467—470
 phänomenale Wirkungen 472—475
 Braillepunkt 508
 Breitendifferenz, bipolare 593 f.
 Brentanosche Täuschung 825 ff.
 Brillenversuche 66, 371, 385, 390, 625 f.,
 630, 636, 638—642, 645, 649 ff., 653,
 1021, 1036, 1040, 1053, 1058 f., 1070
 Brückenlinie 716 f., 723
- Charpentier-Koseleffsche Täuschung
 513
 Charpentiersche Täuschung 510
 Chemie 748
 Chemische Sinne 250—272
 Click 539, 545 f.
 Cochlea 447, 452, 457, 521, 536 ff.
 Constructum 38, 49, 65, 80
 Corioliskraft 454
 Cortisches Organ 448

- Crista 448 f., 452, 457, 462 f., 466,
 Crus commune 447
 Cupula 448 f., 453 f., 457, 462, 473
- Dämmerzustand 289
 Darwinismus 47
 Dauer: s. Zeit
 Déclenchement-Versuch 960, 966, 972
 Delbœufsche Täuschung 509, 787, 796,
 825 ff., 838, 849
 Denken 669, 1110 ff., 1116
 Derma: s. Haut
 Deuteranomalie 153 f.
 Deuteranopie 156
 Diagonalentäuschung 783 f., 801, 803 f.
 Dichromasie 155 f.
 Dichte
 -gradient 569 f., 573
 größte (Faktor) 697, 701 f.
 intermodale Qualität 295
 Dicke 560
 haptische 498, 501 f., 506, 513
 Differentialregelung 440
 Differenzierung 732, 736, 933—937,
 1011, 1061—1064
 Dimension 320, 328 f.
 Dingwahrnehmung 616
 Directive state theory 53 f.
 Diskontinuität(s) 962 f.
 -prinzip 331 f.
 Diskordanz 193
 Disposition 59 f.
 Distanz 962 f., 971
 haptische 498 ff.
 Dogmatismus 1041 f.
 Doppelpfindung: s. Synästhesie
 Drehkörper: s. Scheinkörperlichkeit
 Drehung 719
 Beschleunigung 454
 Schwindel 474
 Dreidimensionalität 13 f., 322, 325,
 518, 556, 558 f., 577 f., 590, 612, 693,
 725, 728, 756 f., 761, 792—795, 959,
 1053
 Druck: s. Berührung
 Dualismus 1031
 Duplizitätsprinzip 373, 375
 Durchgehende Kurve (Faktor) 705 bis
 710, 722 f., 923, 999
 Durchsichtigkeit 163—168, 171, 175,
 354, 567, 713, 717, 906, 979 ff., 997
 Durst 221
- Ebenbreite (Faktor) 715, 923
 Eben merklicher Unterschied 1016 f.
 Efferenz(-kopie) 377—384, 442 f., 522,
 618, 621 f., 624 f., 627 f., 631 f.
 Ehrenfels-Qualität: s. Gestaltqualität
 Ehrensteinsche Täuschung 803, 805,
 824 f.
 Eidetisches Phänomen 1036
 Eigenbewegung 309
 Eigenschaft(s) 354, 358, 866—949
 absolute 894 f., 1012, 1021
 Definition 866 ff., 871, 887
 -ergänzung 9
 konditional-genetische 870, 873
 -liste 846
 mitgebrachte 899 ff.
 phänomenale 869 f., 873 f., 900
 -problem 866—949
 Eigenständigkeit(s) 914 f.
 -index 922 f.
 Eindruck, absoluter 1005—1009
 Einfühlung 795 f.
 Eingangsgröße 358
 Eingebettete Figuren: s. Gottschaldt-
 Figuren
 Einstellung 177, 659, 703 f., 827, 840,
 895, 1031 f., 1037, 1053, 1065, 1071
 bis 1082
 objektive (Faktor) 703 f.
 Einzelgegenständlichkeit 899 ff.
 Eleatik 33 f., 63, 318, 333, 351
 Elektroenzephalogramm 1101—1112,
 1115—1120, 1126 ff.
 Elektrookulogramm 1103
 Elektrophonischer Effekt 192
 Elektrophysiologie 337—341, 533—547,
 1101—1112, 1115—1120, 1126 ff.
 Element(ar, en) 12, 349, 352, 577, 698 f.,
 702, 704, 711, 733 f.
 -phänomen, subspezifisches 352—356
 -Qualität 18
 -begriff 349—352
 -psychologie 63, 292, 333, 336, 350,
 354
 Emergentistische Theorie 333 f.
 Emmertsches Phänomen 569
 Empfindung 18 f., 45 ff., 63, 67, 87 ff.,
 105 f., 116, 161, 221, 312, 334, 336,
 350, 352, 410, 413, 521, 523, 695, 698,
 711, 748, 1032, 1082
 Empiriokritizismus 62
 Empirismus 47, 55 f., 345, 365, 696,
 793, 955, 1010, 1031, 1050—1054,
 1062
 Endolympe 447 f., 450, 453 f., 462,
 467, 473, 475, 486
 Energie 49, 414, 416
 Enterozeptoren 410
 Entfernungswahrnehmung 1058
 akustische 525, 547—551
 optische 559 ff., 565—574, 598—605.
 Entotische Erscheinungen 192
 Entrainement-Versuch 956 f., 959—962,
 964 f., 967 f., 970, 972, 974, 995 f., 999

- Entropie 358
 Entwicklungspsychologie 285—288, 840
 bis 844, 907, 955, 963 f., 1000, 1045,
 1056
 Entzerrung 801—808, 818, 820
 Enuresis 1117
 Epidermis: s. Haut
 Erektion 1117
 Erfahrung: s. a. Lernen 657, 672, 711 f.,
 829, 955, 984, 1031, 1033, 1040 ff.,
 1050—1066, 1097
 unmittelbare 25, 28, 31
 Erfolg(s) 679
 -wahrnehmung 1035
 Ergänzungserscheinungen 715—719,
 723, 726 f., 734 f.
 amodale 9, 166, 314, 369, 726 f., 730,
 978—1000
 modale 727, 730, 978—981, 998
 phänomenale 968
 Erhaltungssatz 414, 416 f.
 Erinnerung 1113
 Erkenntnistheorie 7, 11—15, 21—74
 Erleben 36 f., 40, 58, 62 f., 66, 86,
 107 f., 119, 297, 334, 346, 672, 675,
 679, 913, 935, 1043, 1045, 1048, 1075
 Ermüdung 289, 787
 akustische 217 f.
 Erregungsleitung 16, 18 f.
 Erstreckungs
 -größe 814 ff.
 -richtung 818 f.
 Erwartung 697, 1037, 1071
 Erweiterung 715 f.
 Euklidischer Raum 320 f., 325, 590 ff.,
 598, 602 ff., 835
 Evidenz 316, 319
 Ewaldsche Gesetze 463, 468
 Exafferenz 378, 622, 625, 627
 Existenzhypothese 60, 65
 Exnersche Spirale 846
 Exterozeptoren 410 f.
 Extralemniszeales System 244 ff.
 Extraversion 846 f.
 Extremurteile 1007

 Faktorenanalyse 1035, 1037, 1046 f.
 Fall 486
 Farb(e, en) 362, 369, 904, 914, 1070
 -ausfall 151
 -blindheit 133, 155 f.
 Erscheinungsweisen 19, 161—189,
 197, 369, 561, 867, 959
 Abhängigkeit von Mikrostruktur,
 Randgefälle, Randform 177—181
 Übergänge 175—178
 -Form-Versuch 846, 1036, 1038
 -geometrie 161, 176

 Farb(e, en)
 -konstanz 132, 144, 161, 167 f., 170
 bis 174, 362, 375, 379, 624, 648
 -Konversion 1014
 -kreisel 177
 -mischung 138 ff., 184, 198
 -schwäche 151, 154 f.
 -sinnstörungen 133, 151—158
 stereoskopische Eigentümlichkeiten
 573 f.
 -ton 161, 170, 176, 181
 Abhängigkeit von Feldgröße 132,
 146
 Abhängigkeit von Leuchtdichte
 131 f., 143, 149
 Abhängigkeit von Wellenlänge 131
 invarianter 131
 -koeffizient 141 f., 144
 -löschung 134, 136
 -Ton-Forschung 281, 286, 294 f.
 -unterscheidung 132, 144 f., 155
 -vergleich 151, 155
 -wahrnehmung 131—158, 161—189,
 1070
 heteromodale Beeinflussung 282,
 284
 Psychophysik 140—151
 Theorie 131—158, 176
 verzerrte 151 ff.
 -Wort-Test 1043 f.
 Fechnersches Gesetz 671, 1020
 Fehlerkorrektur 392 ff.
 Fehlerwarnung 391 f.
 Feinstruktur: s. Textur
 Feld: s. a. Ganzfeld, Sehfeld, Spurenfeld
 38, 44, 71, 98, 117 f., 308, 330, 350,
 414, 416 f., 715, 867, 872 ff., 902 f.,
 934, 1040
 -abhängigkeit 1042, 1044—1047,
 1049
 Fernsinne 17, 520
 Figurale Nachwirkungen 99, 329, 348,
 647, 715, 792, 822—830
 Figuralwahrnehmung 50, 368, 693 bis
 741, 776—851, 901
 Figure-Drawing-Test 1045
 Figur-Grund-Beziehung 117, 166 ff.,
 173, 182—189, 339 f., 379, 389, 568,
 693, 704, 714 f., 717, 732, 740, 809 bis
 812, 867, 872, 874, 897 f., 912 f., 934 f.,
 982, 1008, 1011, 1036, 1050
 Fixation(s) 311, 606, 620, 836
 -reaktion 18
 Flächenfarbe 162 f., 168, 175, 177—181,
 561, 867, 959
 Flimmern 505, 658, 733
 Flimmerfrequenz 284
 Fluidum 414, 416
 Fokussierung 51 f., 1043, 1046, 1077

- Folge: s. Sukzession, Zeit
 Form: s. a. Farbe, Figuralwahrnehmung
 354 ff., 362, 499, 777 f., 959
 -konstanz 580, 624, 629, 702, 794,
 1015, 1042
 -wahrnehmung 372, 499, 1052
 Formalismus 48—51, 1031
 Formatio reticularis 103
 Fovea 311, 609, 791
 Fragebogen 1043, 1100
 Framework 1008—1011
 Frankfurter Horizontale 450
 Frasersche Muster 788 f.
 Fremdkompensation 375—378, 475
 Fremdwahrnehmung 26
 Frequenzen, hörbare 194 ff.
 Frequenzunterschiedsschwelle 199 ff.
 Frontalebene 593 f.
 Führungsgrenze 211
 Führungs
 -eigenschaft 320
 -feld 321
 -größe 431
 Fundierungstheorie 891 f.
 Funkeln 169
 Funktionalismus 48—55, 739, 1031,
 1055 f., 1062
 Funktion, psychische 26, 31, 36 f., 45 f.,
 48, 83, 99
 Funktionskreis 309

 Galvanischer Hautreflex 663, 1118 ff.,
 1127
 Gamma-Bewegung 968, 973, 1040
 Ganz eigenschaft 890—896, 898, 900,
 902
 Ganzes: s. Teil-Ganzes-Beziehung
 Ganzfeld 147, 178, 339, 367, 379 ff.,
 558 f., 1028, 1070
 Ganzheit(s) 71, 776 f., 798, 948
 -psychologie 84, 116 f., 334, 842, 892,
 905, 939 f., 947, 1048, 1060
 Ganzqualität (-beschaffenheit) 902
 Gedächtnis 314, 368, 1023, 1040, 1050,
 1053, 1098
 -farbe 170 f., 369
 Gefüge 901—904, 907, 933, 938 f.
 Gefühl: s. a. Affektivität 290 f., 323
 Gegenfarbentheorie 133—140
 Gegenrollung 471 f.
 Gegenstand(s) 867 f., 873, 890, 903
 -farbe 170—174
 immanentismus 57
 Gehör(s) 192—218, 518—551, 747
 absolutes 207 f.
 adäquater Reiz 192
 Ansteigen, Abklingen 217
 Elektrophysiologie 533—547
 Gehör(s)
 frequenzabhängige Aspekte 194—209
 intensitätsabhängige Aspekte 209 bis
 216
 -Qualitäten 197 ff., 207 f.
 zeitliche Aspekte 216 ff.
 Gelbsches Phänomen 50, 171, 177
 Gemeinsames Schicksal (Faktor) 695,
 702 f., 727, 749, 755, 965, 967
 Genetisch-organismische Theorie 291
 bis 300
 Geodätische, frontale 604
 Geometrie
 haptische 503 f.
 Scheitrum 590—605
 Geraden, haptische 489, 500 f.
 Geradheitsäuschung 851
 Geräusch 192 f., 198, 216, 547
 Geruch(s)
 -intensität 263 f., 266 f.
 Kategorisierung 1015 f.
 -prisma 268
 Qualitäten 266—271
 -sinn 250 ff., 259—272
 adäquater Reiz 250, 252, 262 f.
 Adaptation 263, 265 f.
 Anatomie 259—262
 -Geschmackssinn, Wechselwirkung
 250 f., 259
 Leistung 250 f., 263—270
 Physiologie 259—262
 Schwellen 263 ff., 270
 Theorie 251 f., 270 ff.
 zentralnervöse Lokalisation 260 ff.
 Gerüchtbildung 1040
 Gesamtfeld 873
 Geschichenswahrnehmung: s. a. Be-
 wegung 745—772, 875
 Definition 745
 Einteilung 746 f.
 Geschlossenheit (Faktor) 697, 705, 708,
 999
 Geschmack(s)
 -intensität 255
 -knospen 253 f., 257
 Qualitäten 256 ff.
 -sinn 250—258
 adäquater Reiz 250, 252, 257
 Empfindlichkeit 255
 -Geruchssinn, Wechselwirkung
 250 f., 259
 Histologie 253 ff.
 Leistung 250 f., 255 ff.
 Physiologie 253 ff.
 Schwellen 256
 Theorie 251 f., 257 f.
 Geschwindigkeit(s) 669, 722, 762, 769,
 771 f., 960
 -unterschiedsschwelle 772

- Gesetzmäßigkeit: s. a. Gestalt-, Gliederungsgesetze 181—189, 912 ff., 925, 945, 947
 Gesichts
 -feld 792
 Definition 311
 -sinn: s. Wahrnehmung, optische, u. Einzelstichworte
 Gestalt
 -änderung 1036
 akustische 723 f.
 -ausprägung 798
 -begriff 877 ff., 885, 932, 948
 -bindung 1051 f., 1075
 -disparation 610
 -eigenschaften, Dreiteilung 901 bis 904
 -ergänzung 1036
 -erleben 1045, 1048
 -gesetze: s. a. Gliederungsgesetze 610, 699—714, 731, 984, 1055 f.
 gute 339 f., 699, 708—711, 715, 723, 738, 803, 812, 905 f.
 haptische 511 ff.
 -höhe 926 ff.
 -identität: s. Isomorphic
 kleinste 355 f., 735
 Kohärenzgrad 886 f.
 -konstanz 362
 -kreislehre 70—74, 88, 309, 334, 1059
 -kriterien 884
 -qualität 19, 207, 350, 696, 702 f., 710, 872, 876—894, 899, 912, 939
 -schließung 1041
 Simultan- 1040
 -theorie 38, 46—51, 58, 70 f., 81, 117, 326, 333 ff., 337, 346—350, 354, 361, 365, 415, 417, 431, 617, 697, 748, 750, 752, 755, 777, 798, 800, 803, 812, 866—949, 955, 978, 1031, 1033, 1051 f., 1054, 1056, 1063, 1071
 -verwandtschaft: s. Isomorphie
 -wahrnehmung: s. a. Figuralwahrnehmung 693—741, 797 f.
 Zeit- 719—728
 -zusammenhang 871
 Gewicht: s. a. Spannungswahrnehmung 411 f., 426, 510
 Kategorisierung 1015—1019, 1021
 Gewohnheit: s. a. Erfahrung, Lernen, Übung 697
 Gibsonsche Gradienten 18, 367, 379, 561, 570 f., 750, 768 f.
 Glanzerscheinungen 168, 175
 Gleichartigkeit (Faktor) 696 f., 700 f., 704, 711, 721, 724
 Gleichgewicht 399, 410, 418 f., 421, 431, 433, 451—454, 470, 480, 524
 Gleichheit, subjektive 1007
 Gleichzeitigkeit 350, 657 f., 724, 762
 Gliederungsgesetze: s. a. Gestaltgesetze 699—714, 721—724, 729 ff., 736, 812, 867, 872, 901, 905, 931 f., 936, 1010 f., 1051 f., 1055 f.
 Glitzern 168 f.
 Glühen 169, 175
 Golgi-Organ 226, 429, 436, 439
 Gottschaldt-Figuren 712, 714, 724, 1036, 1040, 1044 f., 1051 f., 1068, 1075
 Gradienten 18, 98 ff., 102, 172, 188, 367, 379, 561, 569 ff., 573, 750, 768 f.
 Gravitation 321
 Grazer Schule 46, 334, 797, 878 f.
 Grenz(e): s. a. Figuralwahrnehmung, Kontur 320, 693 f., 697, 699, 710 f., 721, 737 f., 740
 -funktion 717, 732
 Größe(n) 362, 369, 499, 777 f., 813, 959
 -änderung 571 f., 719
 -Entfernungs-Relation 1058
 -gradient 569 f.
 -konstanz 362, 369, 371 f., 385, 396, 511, 607, 624, 629, 794, 1042
 -schätzung 1043 f.
 -unterschied 569 ff.
 -wahrnehmung 362, 369, 499, 1058
 Gruppierung 698 ff., 702 ff., 710, 712 bis 715, 724, 726, 885 ff.
 Gustatorisch: s. Geschmack

 Halbschatten, künstlicher 180
 Halluzination 7 f., 193, 1097
 Haltung(s)
 -kontrolle 308
 -sinn 412
 -wahrnehmung 368
 Motorik 433 ff.
 Rezeptoren 421, 435—439
 Handlung 618
 unerledigte 1079
 Hantelmuster 509
 Haptik: s. a. Tasten 498—513, 641, 787
 -Argument 790, 792, 794
 Definition 499
 Einfluß der Tastart 511
 Konstanz 510
 Kontrast 510
 -Optik, Beziehungen 503—511
 Täuschungen 503 f., 507—510, 513
 Verzerrungen, 503 f.
 Visualisierung 504 ff., 730
 Hauptraumrichtung: s. a. Einzelstichworte 919, 1010
 Haut
 Aufbau 221—224
 Empfindlichkeitsverteilung 224, 227

- Haut
 Gefäßsystem 223, 236 f.
 nervöse Versorgung 223 f., 236 f., 243 f.
 -prickeln 499
 -sinne: s. a. Somästhesie 421, 520, 522 ff., 747
 -temperatur 229, 232 f., 235
 unbehaarte 224
 Hellempfindlichkeitskurve, spektrale 153, 156 f.
 Helligkeit(s)
 -empfindlichkeit 148
 -gefälle 582—585, 701, 813, 846, 906
 intermodale Qualität 293 f., 296
 -Konstanz 132, 170—174, 362, 379, 846, 1014 f., 1042, 1055
 -relief 573
 spektrale 131, 148, 161, 170, 176, 181
 -sprung 560 f.
 -verteilung 582—585
 Hemianopsie 716, 978, 998
 Hemmung 227 f.
 Heringsches Phänomen 175 ff., 179 f.
 Heringsche Täuschung 787, 799 f., 805
 Herstellungsverfahren 665, 668, 670 ff.
 Herzfrequenz 1101, 1127
 Hillebrandsche Allee 571, 602
 Hirn: s. a. Zentralnervensystem
 -läsionen 330
 -reizung 330
 -wäsche 1070
 Hitze 221
 Höflersche Täuschung 800, 805
 Höhendifferenz, bipolare 593 f.
 Höhenlage 572 f., 575 f.
 Höhlengefühl 323
 Hör(en): s. a. Gehör
 -fläche 195, 211
 räumliches 518—551
 -schwelle 194 ff., 203, 210 ff., 217
 Homogenität 320
 Honi-Phänomen 1058
 Hookesches Elastizitätsgesetz 227
 Horizont 117, 593 f.
 Horizontale 310, 325, 368, 371, 379, 483, 592 ff., 647, 919 f., 1008, 1010
 Hornhaut 222, 227
 Horopter 519, 607, 846
 Hunger 221, 1078 f., 1101
 Hypnose 1124 ff.
 Hysteresis-Effekt 477
 IBK 139, 146
 Ich: s. a. Körper-Ich
 anschauliches 17
 -Begriff 108 f., 118 f.
 als Bezugszentrum 312, 326, 873 f.
 -Mitte 593 f.
 Identität 118 f.
 numerische 4, 7
 phänomenale 721 ff., 992 f.
 strukturelle 4, 8
 Illatum 60
 Illusionen, akustische 193
 Indifferenzintervall 666 f.
 Induktion
 chromatische: s. Kontrast
 retinale 848 f.
 Information(s) 29, 68 f., 309, 341 ff., 352 f., 357, 414, 417, 647, 745
 Definition 69, 358
 -theorie 12—15, 67, 81, 364, 582, 948 f.
 -übertragung 360 ff., 371, 394, 439 f.
 Definition 358
 -verarbeitung 394, 427, 518, 521, 524, 542, 544
 Definition 358
 Inhalt 45, 341 f., 890, 892
 Definition 359
 Inhomogenität, geringste (Faktor) 700 f.
 Innen₁ (Ich selbst) 21 ff., 25 f., 39, 64, 414
 Innen₂ (das Phänomenale) 26 f., 30, 36, 38 f., 57, 62, 65, 67 f., 70 f., 342, 348
 Innen₃ (der Organismus) 24 f., 27, 55, 61, 64
 Innen₄ (das Anschaulich-Seelische) 25 f., 31, 36
 Innen₅ (das Naiv-Gegebene) 38 ff., 73
 Innen₆ (autonomes Verständnis der Wahrnehmung) 48—51, 55, 307
 Innesein 107 f., 116
 Instabilität 1040 ff.
 Instinkt 103
 Instruktion 1072
 Integralregelung 441 f.
 Integrität 915
 Intelligenz 1036, 1045, 1067, 1112
 Intensität(s): s. a. Einzelstichworte
 -differenz(theorie) 526 ff., 530, 536, 541
 -unterschiedsschwelle, akustische 212 f.
 Intentionalität 45—49, 88, 115 f.
 Interaktion: s. a. Wechselwirkung 415, 418—421
 optisch-vestibuläre 385
 Interaction paradox 418
 Interesse: s. a. Motivation 677 ff.
 Interferenz 204 f., 227, 1043 f.
 Intermodale Qualitäten 278—300, 505 f., 635, 882
 Interview 1100
 Introspektion 5 f., 22, 25, 27, 31, 58, 61, 79, 89, 92, 96, 108, 116, 119, 318, 331

- Introversion 846 f.
 Invarianz 649, 759, 777, 886 f.
 Inversion, räumliche 576
 IRM 19, 368
 Isolierung 886—890, 892, 899 ff., 1043
 Isomorphie 18, 29, 62, 331 f., 334 f.,
 341 f., 346, 349, 351, 729
 Isotropie 320

 Jacobsonsches Organ 259
 Jastrowsche Täuschung 841
 Jemeinigkeit 107
 Jucken 221

 Kälte 221, 228 f., 231 ff., 235, 237, 245,
 252, 298, 499, 1004
 Schwelle 233, 501
 Kanal 360, 366, 391, 590, 612
 Definition 358
 Kappa-Effekt 669
 Kartesischer Raum 895
 Kategorienskala 1020, 1022
 Kategorisierung 1006 f., 1015 f.,
 1022 ff., 1042, 1049
 Kausalität(s) 317, 723, 974
 mechanische 974
 qualitative 973
 -wahrnehmung 954—975, 1077
 Entwicklungsbedingtheit 963 f.,
 969
 figurale Bedingungen 959
 kinetische Bedingungen 960—963
 zeitliche Bedingungen 958 f.
 Keimschicht 222
 Kennlinie 459, 462 f., 524, 532
 Kernscher Grundleistungstest 734
 Kinästhesie 312, 410, 412, 499, 747,
 969 ff., 973
 visuelle 628, 630, 634, 637, 769
 Kippfigur: s. a. Figur-Grund-Beziehung
 389, 576, 715, 1036
 Kitzel 221, 499
 Klang 193, 198, 202, 208, 216, 1021
 -farbe 198, 208 f., 882 f.
 -gemisch 193
 -gestalt 723 f.
 Klasse 1009 f., 1021
 Klassifikation 636—642
 Knacklaut 193, 204, 216, 547
 Knall 193, 547, 550 f.
 Körnerschicht 222
 Körper: s. a. Organismus 368, 409
 -bewegungen im Schlaf 1101, 1107 f.,
 1116 f., 1127
 -gestalt 424—428
 -haltung 433—445

 Körper: s. a. Organismus
 -Ich 28 f., 40, 109, 327, 422—428,
 431, 475, 874
 Definition 422
 -lage 419 ff.
 -mediane 474, 501, 637
 -schatten 582 f.
 -schema 10, 28, 40, 313, 422, 424,
 426 ff., 430 f., 475
 -Schwerpunkt 421, 470
 -sinne: s. a. Somästhesie, Stellungs-,
 Spannungs-, Lagewahrnehmung
 Einteilung 411 f.
 funktionale Beziehungen 412—421
 -temperatur 228 ff., 1106
 Körperlichkeit 575—585
 anschauliche 25 f., 43
 Koexistenz
 bipolare 22, 39
 intraphänomenale 43
 Kognition 46 ff., 51—55
 Kognitive
 Steuerung 1039—1046
 Stile 1046 f.
 Strukturen 1035, 1039—1048, 1060
 Koma 86
 Kommunikation 93—97, 118 f.
 Kompensation(s) 371—384, 386, 395 bis
 399, 419 f., 469 f., 480, 501, 506, 510,
 624, 627 f., 630, 634, 652, 969, 1015
 -prinzip 371—384, 395—399, 419,
 470, 480
 Komplexität 925—937, 944, 949
 Komplexqualität 207 f., 355, 876—880,
 887 f., 912
 haptische 513
 Komplextheorie 697 f., 877
 Komplikationsversuch 660
 Kompliziertheit 928—932
 Kompromißlösung 386 ff., 430
 Konditionierung: s. a. Lernen 1054
 verzögerte 661—664, 683
 Konflikt 1043 f., 1058
 Konformität 1037
 Kongruenz 373
 Definition 359
 Konkordanz 725 f., 729 f.
 Konstanz 52, 73, 132, 144, 161, 167 f.,
 170—174, 308, 312, 357—399, 420 f.,
 475 f., 480 f., 510 f., 580, 607, 624, 629,
 648 f., 702, 748, 755—766, 794, 813
 bis 822, 837, 846, 883 f., 901, 919,
 969 f., 1008, 1010 f., 1013 ff., 1042,
 1055 f., 1070
 -annahme 311, 326, 333, 336, 364 f.,
 777
 -verfahren 1007 f., 1019
 Kontamination, semi-naive 65—74
 Kontinuität 118 f., 320, 962 f.

- Kontrast 133, 149 ff., 161, 296, 510,
 610, 798, 808—813, 815, 827, 848,
 1014
 -gesetze 181—189
 Kontur: s. a. Grenze, Figur-Grund-Be-
 ziehung 179 f., 341, 368, 379, 560 f.,
 610, 697, 701, 708, 717 f., 726, 732,
 935
 Konvergenz 606 ff., 624, 629
 Konvergierende Operationen 1033
 Konzentration 98 f.
 Koordinaten
 bipolare 592 f., 598, 601, 606
 iseikonische 593
 retinale 377
 visuelle 594, 599
 Koordination: s. a. Zusammenarbeit
 retinale 310
 sensumotorische 618 f., 631
 Kopernikanische Wende 324
 Kopf
 -bewegung(s) 469, 471, 617 f., 623 f.,
 639
 -parallaxe 574
 -koordinaten 312
 -lage 419 f., 462, 471, 476 f., 485, 510
 -neigung 377
 -rotation 377, 454, 459 ff., 874
 -stellreflex 471
 Kopfermann-Effekt 576, 580
 Koppelung, synästhetische 284
 Korium: s. Haut
 Korn 177 f., 355, 559 f.
 Korrekturprinzip 384—399, 474
 Korrelate
 distale 41, 307—330
 proximale 41, 357—399
 zentrale 41, 330—356
 Korrespondenz 364 f., 369, 372
 Definition 358
 Kraft 321, 330
 -sinn 411 f., 426
 Rezeptoren 438 f.
 Krausesche Endkolben 224
 Kreissektoren-Täuschung 810 f., 851
 Kreisvorgänge, rezeptorisch-effektorische:
 s. a. Regelkreis 19, 631—634
 Kretschmersche Typen 846 f., 1035,
 1037
 Kriesscher Koeffizientensatz 149
 Krümmungstäuschung 810 f., 841, 851
 Kundtsche Täuschung 50, 787, 791,
 795, 814 f., 838, 841, 843, 847, 850
 Kutis: s. Haut
 Kybernetik 18, 67, 70, 80, 101, 104,
 336, 374, 413, 417, 437, 525
 Definition 357
 spekulative 67—70
 Terminologie 357—360
 Labyrinth 314, 410 f., 418, 452, 454,
 1013
 Anatomie 445—450
 sprachliches 675, 678 f.
 Längsdisparation 610 f.
 Lärm 193
 Lage 777 f., 919 f.
 -reaktion, kompensatorische 467,
 471 f.
 -Reflex 399
 -Schema 10, 107, 1075
 -sinn 411 f., 466, 524
 -wahrnehmung 409—486, 499
 Rezeptoren 419 ff., 445—450
 Lancement-Versuch 956—963, 967,
 972, 974
 Langeweile 677
 Latenzzeit 658 f., 663
 akustische 217
 Laufzeitdifferenz 521, 528 ff., 536,
 538, 540 f., 543, 546
 Laut 193
 -gestalt 723 f.
 -heit 216, 545
 -stärke 209—217, 252, 545, 882 f.,
 1018
 Ebenen gleicher 200
 Kurven gleicher 211 f.
 -skalen 200, 213—216
 Lebens
 -lage 9
 -raum 9, 417
 Lederhaut 221 ff., 225
 Leib: s. a. Körper, Organismus 116
 Leib-Seele-Problem: s. a. Scheinproblem
 24, 29, 69, 331 f., 342, 348
 Leipziger Schule: s. Ganzheitspsycho-
 logie
 Leitfigur 802 f.
 Lemniszeales System 243 f.
 Lernen: s. a. Erfahrung 81 f., 110 ff.,
 829, 832, 836, 844, 1050—1071, 1120
 Lerntheorie 109 f., 258, 346, 829 ff.,
 1032, 1053
 Leuchten 169, 175 f.
 Libido 416
 Licht-Schatten-Verteilung: s. a. Schatten
 585, 611
 Liebmann-Effekt 179
 Lippssche Täuschung 806
 Lissajous-Figuren 578
 Lochfarbe 162
 Locomotion animale 968
 Lokalisation 308, 311, 326, 354 ff.,
 362, 368, 372, 375, 389 f., 426, 428,
 558, 595, 659, 919 f., 1010
 absolute 309—315, 382, 1010 f.
 egozentrische 312 f., 315, 327, 382
 exozentrische 313 f.

- Lokalisation
 habituelle 328, 368
 konservative 328
 labyrinthäre 314 f.
 phänomenale 315, 318, 326
 physiologische 313
 psychologische 313
 relative 309—315
 retinale 311 f., 315
 topomnestisch-universale 314 f., 327
 zentralnervöse 260 ff.
 Lokalzeichen 13, 63, 333, 343—346,
 349, 354, 413, 525, 527
 -theorie
 empiristische 342—345, 1010
 nativistische 345 f.
 Luftperspektive 573 f.
- Machsche Trommel 630
 Macula 448 ff., 452, 457, 462—466,
 482
 Masche 443 f.
 Materialeigenschaft 19, 867 ff., 903 f.,
 931
 Materialismus 62
 Mathematik 747, 776, 1006
 Medianebene 593 f.
 Meissner-Wagnerische Körperchen 224
 Meldung 359
 Melodie 207, 877—884, 895 ff., 899,
 901, 954
 Mental maze 675, 678 f.
 Metaphysik 56
 Methodik: s. Reiz, adäquater u. Einzel-
 stichworte
 Metrik 776—851
 Mikrostruktur 177—181
 Mißerfolg 679, 1079
 Mitbewußtes 1075
 Mitempfindung: s. Synästhesie
 Mitnahme 610
 Mittagsschlaf 1105, 1108
 Mitteilbarkeit 92—98
 Mittelsenkrechtentäuschung 815 ff.
 Modul 1019
 Modulation 227
 Modus 18
 Monismus 64 f., 1031
 Monochromasie 133
 Motivation 81 f., 96 f., 677—680,
 1031 ff., 1044, 1056, 1070—1082
 Motorik: s. a. Verhalten, Zusammen-
 arbeit 28, 398, 409—486, 525, 652 f.,
 767, 833
 Müller-Lyersche Täuschung 50, 507,
 509, 788 f., 792 ff., 796, 798, 800,
 807 f., 829—832, 834 f., 840, 842, 845
 bis 850, 870
- Müller-Phänomen 50, 385, 477, 479 f.,
 482
 Muskel
 -empfindung 344
 -physiologie 433 ff.
 -sinn: s. Stellungs-, Spannungs-, Lage-
 wahrnehmung
 -spindeln 411, 430, 435—439, 442
 -zuckismus 80
- Nachbild 133, 146, 283, 296, 352 f.,
 569, 623, 649, 846
 Nachführbewegung 525
 Nachricht(en): s. a. Information 29, 68
 Definition 359
 -übertragung u. -verarbeitung 29
 Nähe (Faktor) 697, 701 f., 704, 721,
 724, 999
 Nahsinne 17
 Narkose 87
 Nativismus 345 f., 1031, 1050—1054,
 1070
 Neckerscher Würfel 576
 Neopositivismus 56 f., 62, 69, 334
 Nervensystem: s. a. Zentralnervensystem
 223 f., 236 f., 243 f., 259 f., 331 f.
 Netzhaut: s. a. Retina
 -bild, laufende Verformung 563,
 575 ff.
 Raumwert 790 ff.
 Neugier 1054, 1073
 Neuroanatomie 417
 Neurologie 104, 627, 694
 Neuropsychologie 291, 331 f., 335, 393
 Neurose 846 f., 1041, 1112
 Nichtsummativität 885—888
 Nichtwahrnehmbar Vorhandenes: s. a.
 Ergänzungserscheinungen 314
 Niedere Sinne 252
 Niveau: s. a. Bezugssystem, Psycho-
 physik 1009, 1015
 -verschiebung 173
 Nivellierung 812, 1040, 1046 f.
 Nullpunkt 1004 f., 1011, 1013, 1018,
 1020
 physiologischer 229, 231 f., 1003 f.
 psychologischer 1004
 -verschiebung 1011, 1013, 1018
 Nystagmus 377, 382, 389, 442, 467 bis
 470, 473, 770
- Oben-Unten 390, 392, 464, 639, 641,
 820, 895
 -Halbierung 790 f.
 -Täuschung 821
 Oberflächenfarbe 162 f., 175, 177—180,
 867, 959
 Oberhaut 221 f., 225

- Objektredundanz 363 f., 378
 Ohnmacht 87
 Ohr 522 ff., 710
 Olfaktometer 264
 Olfaktorisch: s. Geruch
 Ontogramm 782, 784 f., 801 ff.
 Operationismus 59, 61, 89, 109, 871, 1033 f.
 Oppelsche Täuschung 787, 795, 814 f., 838, 841, 843, 847, 850
 Optimal-Bewegung 723
 Optokinetik, -motorik 366, 380, 398, 410 f., 419, 442, 474
 Optostatik 368, 381
 Ordnung(s): s. a. Gliederungsgesetze, Gruppierung 925—928, 933, 944, 949
 -grad 926 ff.
 konstruierte, natürliche 659 ff., 908
 Organetik 374, 383, 417 f.
 Definition 357
 Organismus 16 f., 22, 24, 28 f., 36 f., 40 ff., 47, 54, 59, 62, 67, 88 f. 92, 221, 272, 308 ff., 348, 357, 364, 366, 372 f., 377, 385, 391 f., 409, 412, 414 ff., 428, 431, 433, 440, 444, 456, 464, 481, 484, 524, 581,, 608 f., 611, 617 f., 645, 656 f., 661, 755, 766 f., 770, 934 f., 955, 1031 f., 1065
 Orgasmus 1117
 Orientierung(s) 307 ff., 518, 656 f., 769, 787, 895, 1070
 motorische 450—486
 perzeptive 450—486
 -reaktion 385, 399
 zeitliche 656 f., 662, 684—687, 1070, 1113
 Orthogonalitätstendenz 804—807, 818, 824, 923
 Ort(s)
 -bestimmtheit: s. Lokalisation
 -veränderung: s. a. Bewegung 766 bis 769, 966 ff., 971, 974
 -wert: s. Raumwert
 Ortung 312
 Otokonien 449, 454, 457
 Otolithen(-Apparat) 449, 452, 454 bis 458, 462—466, 471 f., 480—483, 485 f. adäquate Reizung 483
 Painted-image 147
 Panum-Bereich 609
 Paradox 50, 363, 418, 715—719
 Parallaxendifferenz, bipolare 593 ff., 600 ff., 607—610, 612
 Parallelogrammtäuschung 783 f., 801 ff., 815, 818 f., 821, 841 f., 845
 Parallelschaukel 480 f., 484
 Perception 83
 Periodizität 685 f.
 Peripheres Sehen 112 f., 731 f., 736, 790 f., 960
 Perseveration 846 f., 1037 f.
 Persönlichkeits
 -Fragebogen 1043
 -Konstanten 1035—1039
 -psychologie 1032, 1034 f.
 Personal construct 1068
 Person, wahrnehmende 1034—1049
 Perspektive 520, 561 ff., 573 f., 611, 757, 768 f., 792—795
 Perspektivität 83, 117 f., 326
 Petites perceptions 99
 Pfeilbindung 577
 Phänogramm 781—785, 801 ff., 872
 Phänomen: s. a. Einzelstichworte 8 f., 16, 26 f., 31 f., 36, 40, 44 f., 50, 55, 62 f., 69, 316 f., 737, 776, 778—785, 869, 872, 875, 886, 897, 915, 922, 935, 944
 Strukturanalyse, metrisch, topologisch 32 f.
 Verbalisierung 32
 Phänomenalismus 57 f., 62—66
 Phänomenologie 4 ff., 32, 35 f., 63, 66, 72, 84, 87, 97, 106, 116, 322, 331, 333, 876, 889 f., 894, 912, 1052, 1099
 Phänomenologismus, semi-naiver 66, 70—74, 414
 Phantomglied 425—428, 430, 432 f.
 Phasentheorie 528
 Philosophie 85, 656, 695, 876, 890
 phänomenologische 32
 Phi-Phänomen 723, 753, 1040
 Phon 212
 Physik 23, 26, 30 f., 37 f., 40, 62, 64 ff., 70, 72, 194, 310 321, 330, 334, 522 f., 657, 738, 747 f., 876, 1003, 1005 f.
 Physikalismus 57—63, 65
 gemäßigter 414
 logischer 58 ff.
 radikaler 58 ff., 414
 revidierter 60 ff.
 semi-naiver 66—71, 414
 Physiologie: s. a. Bewußtseins-, Elektro-, Neuro-, Psycho-, Verhaltensphysiologie 4 f., 23 f., 36 ff., 40, 61, 64, 66, 72, 87, 104, 194, 253 ff., 259—262, 313, 315, 334, 433 ff., 522 f., 617, 627, 634, 657 ff., 694, 752
 Physiologismus 557
 Physisches 23 f.
 Piston-Effekt 993 ff. 999
 Plastizitätslehre 413 f.
 Plateausche Spirale 721
 Poetzl-Phänomen 112 f., 1100, 1120 f.
 Poggendorffsche Täuschung 508, 787, 793, 800, 805, 829 f., 841, 845, 850

- Pointierung 812, 1040, 1046 f.
 Pollution 1117
 Ponzosche Täuschung 793, 822, 841
 Positionsfehler 671
 Positivismus 13, 15, 55—58, 62
 Prädikat 870 f.
 Präganz 307, 337 f., 346, 560, 569,
 582, 699, 708—711, 716, 719, 727,
 738 f., 798, 803, 805—808, 811 ff., 904
 bis 949
 -aspekte 911—925, 932—947
 -begriff 905 f., 908, 911—915, 932 f.
 -funktion 909 ff.
 -satz 49, 51, 334, 905
 Kritik 51
 -stärke 921 ff., 941
 -stufen 906—909, 921
 -stufendichte 921, 923
 -tendenz 803—807, 811 ff., 904 ff.,
 908, 911, 918 f.
 Präkognitive Strukturen 1035, 1048
 Präsenz, psychische 106
 Präsenzzeit 665 f.
 Pragmatismus, naiv-realistischer 58
 Prasseln 658
 Primärlagen-Hypothese 368
 Primärprozeß 113 f., 1048
 Primitivganzes 737
 Privation 720
 Probabilismus 1055 f.
 Produktionstheorie 46—51, 334, 797 f.,
 878 f.
 Produktionsverfahren 665, 670, 673,
 678
 Produktivitätsaspekt 970, 974 f.
 Programmsteuerung 442—445
 Proportionalregelung 440
 Propriozeptoren 410 f., 419, 617, 628,
 747
 Propulsion-Versuch 968
 Protranomalie 153
 Protanopie 156
 Prozeß, zentralnervöser: s. a. Psycho-
 physischer Prozeß 59
 Psychoanalyse 80, 113 f., 285, 416,
 1039, 1048, 1110, 1126
 Psychologie 3 ff., 8, 13 ff., 23 f., 30—40,
 43 f., 64 f., 79 f., 84, 86, 104, 115, 194,
 313, 326, 334, 417, 522 f., 590 f., 634,
 656, 659 ff., 695, 752, 876, 890, 955,
 1003, 1006
 assoziationsistische: s. Assoziations-
 theorie
 behavioristische: s. Behaviorismus
 beschreibende (phänomenologische)
 31—36, 38, 81, 92
 differentielle 285, 1034 f., 1037 f.,
 1082
 empirische 84 f.
 Psychologie
 erklärende (funktionale) 36 ff.
 experimentelle 88, 92 f., 109—116
 Gestalt-: s. Gestalttheorie
 Ganzheits-: s. Ganzheitspsychologie
 psychoanalytische: s. Psychoanalyse
 Tiefen- 85
 Psychology, functional, structural 48
 Psychopathologie 289, 1048 f., 1124
 Psychophysik (-sisch) 15—19, 24, 26,
 28 ff., 40—45, 61, 65, 67, 69, 140—151,
 177, 201, 258, 264, 299, 307—399, 590,
 602, 671, 964, 1008, 1019 f., 1042
 äußere 24, 28, 40—43, 52, 64, 330
 Aporie 346, 351
 innere 24, 28, 40, 43, 49, 64, 330, 332
 Niveau 28 ff., 37 f., 40 f., 62, 64, 67,
 72, 309, 330—356, 360, 375, 557, 694
 Parallelismus 29, 62, 333, 354, 521
 Prozeß 16, 40, 70, 347 f.
 Psychophysiologie: s. a. Bewußtseins-
 physiologie 24, 40, 64, 70, 330, 383 f.,
 1020
 Rahmensätze 331—356
 Psychose 846 f.
 Psychotherapie 1124
 Pulfrich-Effekt 50, 609
 Purkinje-Effekt 384
 Qualität(s): s. a. Eigenschaft u. Einzel-
 stichworte 867 ff., 878, 1009
 -änderung 719, 722
 Definition 867 ff.
 -sprung 700 f., 703, 714 f., 740
 Querdisparation 519 f., 528, 545, 557,
 607—610, 612
 Rahmen 1009 f., 1019
 Rampa 449
 Randform, -gefälle 177—181
 Rankesche Gleichungen 535
 Rationalisierung 82
 Rationalismus 955
 Rauigkeit
 akustische 204 ff., 733
 intermodale Qualität 295, 505
 Raum 320 f., 325, 591 f., 598, 656,
 747 f., 835, 875, 895, 919 f., 1010
 absoluter 314, 322, 475
 anschaulich-evidenter 323
 -begriff, klassischer 320 f.
 -bewußtsein, naiv-evidentes 320
 dreidimensionaler 13 f., 322, 325
 erlebter 322 ff.
 euklidischer 320 f., 325, 590 ff., 598,
 602 ff., 835

- Raum
 -farbe 162 f., 175, 867
 kartesischer 895
 -konstanz 308, 357—399
 -korrelat, zentralnervöse 347
 leerer 354 ff.
 naiv-phänomenaler 322
 -ordnung, anschauliche 312, 417
 -orientierung 453, 524 f., 636, 1009, 1070
 motorische 307 ff.
 perzeptive 307—310, 360
 reflektorische 309
 phänomenaler 326, 333, 350, 360, 559 f.
 physikalischer 307—330, 592—605
 -schwelle, haptische 499 ff., 729
 -struktur
 phänomenale 317—330, 347
 physikalische 317—330
 psychophysische 347
 -tiefe 365, 370
 Ur-, zweidimensionaler 559 f.
 visueller 591, 593—605
 -vorstellung 345
 -wahrnehmung
 akustische 518—551
 optische 556—585, 590—612, 790 ff.
 Psychophysik 307—399
 -wert, -zeichen: s. a. Lokalzeichen 40, 330—356, 427, 520 f., 790 ff.
- Rausch 87, 290
 Rauschen 114, 193, 362
 weißes (graues) 193, 218
 Rauschsche Täuschung 820
 Rayleigh-Gleichung 153
 Reafferenz(-prinzip) 18, 22, 309, 373, 378, 384, 399, 443, 480, 620—630, 649, 652
 Reaktion(s) 18, 24, 59, 114 f., 309, 635, 663, 749
 An- u. Aus- 18
 -tendenzen 1068 ff.
 -zeit 1036
- Realismus
 hypothetischer 27
 kritischer 15, 27—55, 65, 70, 414
 naiver 6 f., 15, 19, 66, 70, 318, 411
 philosophischer 27
 semi-naiver 65 f., 71
- Realität: s. Wirklichkeit, Welt
 Rechts-Links 325, 329, 390, 639, 641 ff., 895, 1060
 Reduktionsschirm 173 ff., 177
 Redundanz 363 f., 366, 378, 391 f., 521, 524, 949
 Definition 358
 -erwartung 366, 368, 380
- Reflektanz 170
 Reflex 397 ff., 414, 421, 662 f., 684, 1118 ff., 1127
 Reflexologie 21, 413 ff., 417
 Regelkreis 19, 102 ff., 309, 381, 417, 431 f., 436 f., 443, 458, 525, 631—634
 Regelsysteme, sensumotorische 439 bis 445
 Reids Bewegungstäuschung 509
 Reiz 15—19, 24, 40 f., 47, 59, 309, 361, 364, 373, 385, 413, 415 f., 462, 518, 521, 530, 617, 637, 649, 657, 661 f., 668, 673, 684, 693, 698, 711, 738, 749 f., 755, 757, 766, 848, 908, 964 f., 1013, 1031, 1050, 1117—1122
 adäquater 42, 192, 225 f., 229, 231 f., 235—241, 250, 252, 257, 262 f., 366, 427, 450—486, 1032
 -bedingungen 43
 -beschreibung 749 ff.
 -bindung, gelockerte 369, 918
 distaler: s. a. Reizquelle 16, 41, 45, 336, 360, 362, 365, 629
 Einzel- 17, 415, 711
 Fern- 16, 40
 -folge 17
 -gegenstand 41, 44, 51
 -gestalt 18
 -irrtum 759
 -konfiguration 17 f., 177, 337 f., 346, 361, 749
 zeitliche Änderung 755—766
 -muster 17 f.
 Nah- 16, 41
 -physiologische Paradoxien 715—719
 proximaler 16, 41, 45, 52, 629, 749
 punktförmiger 17, 415, 711
 -quelle 7 f., 16 ff., 41 f., 558, 729, 757, 794
 -Reaktions-Schema 635, 749
 sprachlicher 1066—1070
 -stärke, Änderung 763—766
 System- 1013
 -topographie 357—399
 -transformation, kontinuierlich perspektivische 628, 630, 768 f.
 -verarbeitung, gegenstandsgerechte 357—363
 -verarmung 1036, 1068 ff.
 -verteilung, feinste 732—737
- Reizung
 adäquate: s. Reiz, adäquater
 homogene 146 f., 178
 inhomogene 177 f.
 konstante 146 f., 226
 subliminale 113 f.
- Rekonstruktionsprinzip 51, 363—371, 391
 Relation 871 f.

- Relativität 318
 REM 1101, 1103—1116, 1120 f., 1123, 1126 ff.
 Repräsentation, kortikale 422
 Reproduktion 118
 Response bias 1069
 Restfaktor 704, 708, 721
 Retina s. a. Netzhaut 311, 337—341, 372, 620, 789 f.
 Rezeptive Felder 337—341
 Rezeptoren 16, 87 f., 223 ff., 235—238, 243 f., 253 ff., 259—262, 311, 337 bis 341, 366, 372, 410 f., 419 ff., 429 f., 435—440, 442, 445—450, 455, 465 f., 620, 749, 789 f.
 Definition 409
 Rhythmus 207, 666, 684 ff., 901
 Richtcharakteristik 459, 463—466
 Richtung(s) 362, 762, 769, 813 f., 819 ff., 919 f., 961 f., 1059 f.
 -konstanz 312, 362, 372, 379, 1010
 -täuschung 790, 811, 841
 -unterscheidung 465 f.
 -wahrnehmung 339 ff., 352
 akustische 525—547
 Schwelle 525, 540, 542
 Riemannscher Raum 597, 603
 Rigidität 102, 628, 1038 f., 1041 f.
 Ringsektorentäuschung 851
 Rorschachscher Formdeuteversuch 416, 845 f., 1036, 1040, 1045
 Rotation 367, 377, 454, 459 ff., 480, 874
 Rückführung 358, 380, 414, 441 f.
 Rückkoppelung 18
 Rückwirkung 414
 Definition 358
 Ruffinische Körperchen 224, 429
 Ruhe 310, 314 f., 371, 485, 620 ff., 702, 730, 748, 763, 965
 -wahrnehmung 745 ff., 750, 753 f., 769 f.
 Definition 745

 Sacculus 447, 449, 451 ff., 464
 Sättigung(s) 99, 149, 161, 252, 753, 823, 825, 828, 830 f., 838, 840
 -koeffizient 142—146
 spektrale 131, 161, 173, 176
 Sandersche Täuschung 793, 803 f., 841 f., 848
 Scanning 1043, 1046
 Schafer-Murphy-Effekt 1079
 Schall 192 ff., 204 f., 210 f.
 -druckdifferenz 526 f.
 -ortung: s. Richtungswahrnehmung, akustische
 Schatten 180, 187, 575, 582 f., 585, 611, 756 f.

 Schein
 anschaulicher 326
 -bewegung 283, 507, 621, 627, 658 f., 763 ff., 798 f., 846, 1040
 -körperlichkeit 563, 578 ff., 756
 -problem: s. a. Leib-Seele-Problem 29, 66, 312, 364, 372, 418
 Scherenferrohr 528, 565
 Schichtenlehre 334
 Schirm-Effekt, statisch, kinetisch 980 bis 996, 998 f.
 Schizophrenie 1049, 1124
 Schizothymie 846 f., 1036
 Schlaf 87, 1101—1107
 -Deprivation 1117
 -EEG 1101—1112, 1115—1120, 1126 ff.
 -tiefe 1102 f., 1109, 1118, 1127
 -wandeln 1116 f.
 Schlag
 -feld 469
 -schatten 575, 582 f.
 Schließungsgeschwindigkeit, -stärke 1036
 Schlüsse, unbewußte 329, 1012, 1065
 Schmerz 221, 238—246, 252, 260, 499
 Adaptation 241 f.
 doppelter 242 f.
 -grenze, akustische 203, 206, 211, 218
 Oberflächen- 239
 Reizung, adäquate 238—241
 Schwellen 241, 501
 Summation 242
 Tiefen- 239
 Schnecke 447 f., 452
 Schrödersche Treppe 576
 Schumannsche Quadrattäuschung 841
 Schwachsinn 847
 Schwebung 204 f., 216
 Schwellen 114, 194 ff., 199—203, 209 bis 214, 217, 227, 233 f., 241, 256, 263 ff., 270, 282, 375, 462, 499 ff., 525, 540, 542, 561 f., 648, 658, 666, 669—672, 729, 733, 748, 770 ff., 916, 1018, 1067 ff., 1075, 1078, 1118, 1127
 heteromodale Beeinflussung 281 f., 618 f.
 Schwerkraft 455, 466, 471, 480 f.
 Schwindel 392, 410
 Seele: s. a. Leib-Seele-Problem 47, 84, 86, 292, 342, 422
 Seelisches
 Anschaulich- (1. Sinn) 25 ff., 43, 342
 Erkenntnistheoretisch- (2. Sinn) 27, 31, 46, 342
 Metaphysisch- (3. Sinn) 36, 46, 342
 Rein- 26
 Unbewußt- 38

- Seh(en): s. Wahrnehmung, optische
 -feld 63, 311, 693—699, 812
 -raum 556—585, 590—612
 Anisotropie 790 ff.
 Skalierung 590—606
 -schärfe 282, 561, 790
 -schwelle 282, 561 f.
 Sehnenspindeln 435—439
 Sekundär
 -empfindung: s. Synästhesie
 -prozeß 1048
 Selbst
 -beobachtung: s. Introspektion
 -bewußtsein 3, 5 f., 107 f., 1045
 -erkenntnis 5, 26
 -gefühl 108
 -kompensation 378—382
 -sättigung 823, 838
 -steuerung 101
 -vertrauen 1041
 -wahrnehmung 5, 26, 29, 1035
 Selektivität 1074 f., 1078
 SEM 1105
 Semantik 418, 1056
 Definition 359
 Sensitivierung 1074 f.
 Sensorische Deprivation 1042, 1070 f.
 Sensory-tonic field theory 49 f., 54,
 298, 330, 410, 413, 416 f., 435, 480,
 787, 1059 f., 1065
 Sensualismus 62 f.
 Sensumotorik 412, 431, 439—445
 Sexualität 416, 1079, 1099, 1117
 Signal(e) 29, 114, 316, 318, 359, 372 ff.,
 389, 395, 397, 417, 521, 954
 Definition 357
 -gewicht 391
 inkongruente 385—390, 395
 Simultan
 -gestalt 1040
 -kontrast 133
 -lösung 389 ff.
 Sinn 939 f., 1052, 1066
 -fülle 946
 innerer u. äußerer 48
 Sinne(s) s. a. Wahrnehmung u. Einzel-
 stichworte
 -energie, spezifische 366, 410
 -organ: s. a. Rezeptoren 413, 450,
 519 f., 523, 618, 647, 649, 657 f.,
 710
 Definition 409 ff.
 -physiologie 72
 -psychologie 66
 Zusammenarbeit 518, 616—653
 Skalierung 590—605, 1020
 intraplänenale 33, 37
 Social perception: s. Wahrnehmung, so-
 ziale Bedingtheit
 Somästhesie: s. a. Körpersinne 5, 221
 bis 246, 252, 412, 425 f., 499, 1070
 Sone 215
 Sozialpsychologie 1032
 Spannung(s) 433 f.
 -wahrnehmung 409—486
 Rezeptoren 411, 419, 421
 Spektralhellempfindlichkeit 137, 153,
 156 f.
 Spektrum, Erscheinungsweise 131 f.,
 140 ff., 156 f., 199
 Spiegelung 168, 175
 Sprechen 1116
 Spurenfeld 1023, 1052 f., 1065
 Stabilisiertes Netzhaubild 147, 623,
 770
 Stab-u.-Rahmen-Versuch 1045
 Statolithenapparat 377, 411, 419 f.,
 425, 447, 450, 453, 463—466, 483,
 486, 521
 Anatomie 448 f.
 Reizung
 adäquate 454 ff.
 motorische Wirkungen 470 ff.
 phänomenale Wirkungen 475—486
 rezeptoradäquate 456 ff.
 Rezeptoren 465 f.
 Stellung(s)
 -sinn 411 f.
 -wahrnehmung 409—486
 Rezeptoren 411, 419 ff., 429 f.
 Stereokinese 578 f., 997
 Stereophonie 528
 Stereoskopie 388, 527 f., 562 f., 573 f.,
 608 ff., 612, 799 f., 996 f.
 Steuerglied 358
 Steuerung 100—105, 1039—1046
 Definition 358
 Stimme, Rhythmus, Dynamik, Melodie
 207
 Störgrößen-Aufschaltung 442—445
 Störung 617
 Stoff 354 ff.
 Stofflichkeit, anschaulich-substantielle
 351
 Stratum: s. Haut
 Streckenhalbierungstäuschung 792, 821,
 834
 Streifenzyylinder 381, 388, 468
 Stroboskopie 578, 721 ff., 749, 753,
 763 f., 1059
 Struktur 4, 8, 19, 25, 32, 36 ff., 46, 733,
 735, 901, 903, 908 f., 923, 925, 931 f.,
 978, 1012
 Strukturalismus 48
 Strukturierung 924 f.
 Subkütis: s. Haut
 Substanzen, photosensitive 136 f.

- Suggestibilität 846 f., 1037, 1081
 Sukzession
 kumulative 720, 725 f., 728
 mediale 720, 725—730
 privative 720
 regressive 720, 726
 transitorische 725, 728, 730
 Sukzessiv
 -Kontrast 133
 -wahrnehmung 1036, 1040, 1074
 Summation 205, 216, 227, 233, 242
 Summativität 885—888
 Summenbegriff 885
 Symbol 1056, 1066—1070, 1099
 Symmetrie 710, 715, 807, 893 f., 904, 925
 Synästhesie 43, 278—300, 506, 620
 Assoziationstheorie 290
 Bedingungen 296
 Definition 278
 differentielle Psychologie 285
 Entwicklungsbedingtheit 285—288
 experimentelle Erzeugung 284 f.
 Funktion 278 f.
 Gefühlstheorie 290 f.
 genetisch-organismische Theorie 291 bis 300
 Historisches 279 f.
 bei Künstlern 285
 kulturelle Bedingtheit 279, 288 f., 297
 Methodik 279 ff.
 neurophysiologische Theorie 291
 Psychopathologie 289
 typologische Psychologie 285
 Synthese, schöpferische 46
 System
 physisches 357
 -reiz 1013

 Tachistoskop 283, 296, 795, 827 f., 830 f., 837, 846, 918, 979, 1036, 1077
 Täuschbarkeit 1036, 1041
 Täuschungen 26, 43, 50, 52 f., 73, 329, 363, 368, 430, 498, 503 f., 507—510, 513, 520, 609, 644, 750, 776—851, 870 f., 964, 1036, 1041, 1060
 geometrisch-optische 53, 329, 507, 609, 776—851, 870 f.
 Darbietungsdauer u. -Häufigkeit 829—832, 1041
 Definition 776, 785 ff.
 Farb- u. Helligkeitsverhältnisse 849 f.
 figurentbunden 790
 figurgbunden 790

 Täuschungen
 Geschichte 787—800
 u. Lebensalter 836, 840—844
 Simultan- u. Sukzessiveffekt 822 bis 829
 u. Typus 844—848
 haptische 503 f., 507—510, 513
 Tagesreste 1099, 1123
 Tagtraum 87
 Takt 882
 Talbotscheibe 284
 Tasten: s. a. Haptik 18, 421, 524, 636 f., 725, 729 ff., 733, 736
 Einfluß des Sehens 504 ff.
 TAT 1045, 1077
 Taubheit 211
 Teileigenschaft 890—896, 898, 902
 Teil-Ganzes-Beziehung 706, 732, 886 f., 890 ff., 895, 897 ff., 999
 Teilungstäuschung 804, 815 f., 822
 Tektonik 901, 903
 Teleologie 47, 738
 Teleonomie 47 f., 51—55, 357, 382, 391, 397, 418
 Definition 359
 Teleotypus 359
 Telestereoskop 527 f.
 Temperatur: s. a. Kälte, Wärme 228 bis 238, 244 ff., 260
 Adaptation 229 ff.
 Reizung, adäquate 229, 231 f., 235 bis 238
 Rezeptoren 235—238
 Schwellen 233 f.
 Summation 233
 Tempo, persönliches 846
 Tenuität 936 f.
 Tetanus 434
 Tetartanopie 157 f.
 Textur 368, 370, 560 f., 638, 701, 732 bis 735, 737, 867, 875
 Tiefe(n)
 -faktoren (-signale)
 des Doppelauges 606—611
 des Einzelauges 577, 565—583
 -Ferne 565—574
 -Körperlichkeit 565, 575—585
 -kontrast 610
 -kriterien 396
 Wettstreit 385, 389, 392
 monokulare 577, 611
 -lokalisierung: s. a. Raumwert, Tiefenwahrnehmung 311
 -psychologie 85
 -schwelle 561 f.
 -sensibilität: s. a. Somästhesie 411, 418
 -signale, empirische 611

- Tiefe(n)
 -wahrnehmung 756 ff., 1050
 einäugige 556—585
 zweiäugige 341, 556 ff., 561—564,
 590—612
- Titchenersche Täuschung 809, 811, 827,
 841
- Toleranz gegenüber unrealistischen Er-
 fahrungen, Instabilität, Ambiguität
 1040 ff., 1046
- Ton 193
 Brillanz 209
 -dichte 209
 Differenz- 205
 -gemischt 193
 -höhe(n) 198, 209, 252, 881, 883
 Intensitätsabhängigkeit 202 f.
 -skalen 199—202
 -unterscheidung 194
 -unterschiedsschwelle 200 ff.
 Zeitabhängigkeit 203 f.
- intermittierender 204
- Kombinations- 204 f., 216
- leiter 199, 201
- modulierter, rhythmisch veränderlicher
 206, 216
- Nieder- 193, 196
- Ober- 193, 202, 205—209
- reiner 208, 527, 547
- Stör- 217
- Summations- 205, 216
- Teil- 198
- Verzerrungs- 206
- volumen 209
- Tonigkeit 197
- Tonus: s. a. Sensory-tonic field theory
 434 f.
 -Theorie 412—417
- Topologie 9 f., 32 ff., 88, 98, 332, 347,
 349, 351
- Traçage-Versuch 968
- Traction-Versuch 961, 968
- Trading-Funktionen 530—533, 536,
 545 f., 548 f.
- Trägheit(s)
 -kraft 455, 480 ff.
 spezifische 658
- Trance 87
- Transaktionalismus 1032, 1056—1061,
 1070
- Transfer 1064
- Transformation(s) 367, 900
 -annahme 1012
- Transinformation 364 f., 372
 Definition 358
- Translatation 367
- Transponierbarkeit 880—885, 888
- Transport-Versuch 964, 966 f.
- Trapezfenster 571, 1058
- Traum 7 f., 26, 87, 112, 432, 1097—1128
 -arbeit 1099, 1111
 -dauer 1113 f., 1121, 1126 f.
 -Deprivation 1127
 -deutung 1098 f., 1125 f.
 Methodik 1098 f.
 -erinnern 1107—1113
 experimentelle Kontrolle 1100—1128
 -forschung 1098—1102
 Methodik 1100 ff.
 -gedanke 1099
 -geschwindigkeit 1113 f.
 -inhalt 1099, 1111, 1113—1116, 1120
 bis 1124
 hypnotisch induzierter 1124 ff.
 zeitliche Bedingungen 1108—1111,
 1113 f.
- Treffen 308
- Tremolo 206
- Tremometer 846
- Triller 206
- Tritanopie 157 f.
- Tunnel-Effekt 723, 988—994, 999
- Typologie 285, 844—848, 928, 1035 bis
 1038, 1047
- Übelkeit 221
- Überkonstanz 398
- Überkreuzung 566—569
- Übertragungs-
 -eigenschaft 358
 -glied 358
- Überzeugung 10 f.
- Übung s. a. Erfahrung, Lernen 1063 f.
- Uhr, innere 664
- Umfeldwirkung 133, 1045
- Umgebung 873 f.
- Umschlagfigur: s. Kippfigur, Figur-
 Grund-Beziehung
- Umschlagfrequenz 1036
- Umstrukturierung 720, 1044 ff., 1058
- Umwelt 656, 1032, 1045 f., 1057
 anschauliche, phänomenale 9 f., 25,
 27 ff., 40 f., 58, 475
 biologische 26
- Umzentrierung 720
- Unbewußtes 79—84, 87, 91, 93—100,
 104, 106, 108, 117
- Unbewußtheit 109—115
- Unmittelbares 30
- Unterhaut 222 f., 225
- Unterscheidungsverhalten 59 f., 89—92,
 97, 99 f., 114, 118, 132, 225, 1016 f.,
 1033, 1042, 1062

- Unterschieds
 -empfindlichkeit 646 ff., 669—672
 -schwellen: s. Schwellen
 Unterstützungsfläche 421, 470
 Unwahrnehmbar Vorhandenes: s. a. Ergänzungserscheinungen 368, 394, 568
 Urraum, zweidimensionaler 559 f.
 Urteil(s)
 absolutes 664, 1005—1008, 1015, 1021 bis 1024
 -geschwindigkeit 1036
 komparatives 1005
 -täuschung 797, 799
 Usnadzes Volumtäuschung 513
 Utriculus 447, 449, 453, 458, 464 ff., 480, 482 f.
- Valenz 17, 19
 Validität, ökologische 1055 f.
 Variabilität 813—822, 837, 901
 Variable, intervening 59, 64 f.
 Vater-Pacinische Körperchen 411, 429, 440
 Vektorenanalyse 759—762
 Veränderung: s. a. Bewegung, Geschehen 746, 751, 755—766, 901, 954, 1009
 Verankerung 814, 819—822, 1009, 1012, 1017 ff., 1022
 Verbalisierung 32, 1066—1070
 Verdeckung(s) 568 f., 703, 724, 980
 -effekt, akustischer 216, 524
 Verdoppelung 166 f., 566 f., 575 f., 716 f., 965 f., 974, 980
 Verdrängung 1112
 Verformung 563, 571, 574, 577—582, 585, 719, 757
 Vergangenheit 687
 Vergegenwärtigtes: s. a. Einzelstichworte 6 ff.
 Vergleichsverfahren 665, 668
 Verhältniswahrnehmung 1012
 Verhalten(s): s. a. Unterscheidungsverhalten, Wahrnehmung u. Verhalten 23, 31, 54, 80, 86, 90 f., 119, 712 ff., 719, 838 ff., 843, 932, 1000, 1031, 1043, 1063, 1075
 -forschung 3 f., 15 ff., 19, 368, 740
 -physiologie 21 f., 413 f., 417 f.
 präreflexives 116 f.
 im Traum 1116 f.
 u. Zeit 673—677
 zielenktes 618, 630—635
 Verifizierbarkeit 61
 Verlagerungsschwelle 771
 Vermengung 796 f.
 Verschiebung 719
- Verstärkung 227 f.
 Versuchsanordnung 16
 Vertikale(n) 310, 314 f., 325, 368, 371, 379, 384, 393 f., 411, 421, 475—483, 501, 503, 508, 594, 647, 787, 919 f., 1008, 1010, 1045
 -Horizontalen-Täuschung 329, 508 f., 644, 786 f., 789—793, 795, 814—818, 821, 824, 832, 837 f., 841, 843, 845, 850
 -Konstanz 369, 377, 420 f., 475 f., 480 f.
 Verursachung: s. Kausalität
 Vervollständigung: s. a. Ergänzungserscheinungen 715 ff.
 Verzerrung 206, 575 ff.
 Vestibularapparat 410 f., 419 f., 446, 472—486, 521, 747, 752, 754
 adäquate Reizung 450—486
 biologisch 466—472
 psychologisch 472—486
 rezeptor- 456 ff.
 Schwellen, absolute 462
 Übertragungseigenschaften 458—466
 Vexierversuch 1069
 Vibrationsempfindung 196, 221, 225, 227, 244 f., 283, 452, 513, 658
 Vibrato 206
 Vieth-Müller-Kreis 592 f., 598 ff., 607 f.
 Vigilanz 1073
 Visual cliff 638
 Vitalismus 67 f.
 Vitalität 416
 Volkmannsche Täuschung 787
 Vollmerscher Leserversuch 846
 Volumen 209, 320, 513
 intermodale Qualität 295
 Vorgang 719 f.
 Vorgefundenes s. Angetroffenes
 Vorgestalt: s. a. Aktualgenese 732—737
 Vorlage 778—782, 785, 801
 Vorn-Hinten 325, 478, 482, 895
 Vorstellung 345, 846, 1043, 1113 ff., 1122 f.
- Wachheit 86 f., 103 ff., 107, 116, 1073
 Wärme 221, 228 f., 231 ff., 235, 237, 245, 252, 298, 499, 1004
 Schwelle 233, 501
 Wahrnehmung(s): s. a. Einzelstichworte 23, 28, 71 f., 98, 521, 618, 622, 776, 866—949, 1034
 -abwehr 1069, 1075
 -akt 342
 akustische 192—218, 252, 518—551, 747

Wahrnehmung(s):

- amodale 9, 166, 314, 369, 628, 726 f., 730, 978—1000
- Bedeutungs- 1063, 1066—1070
- begriff 1032 ff., 1082
- Berührungs- 224—228
- Bewegungs- 337, 339 ff., 352, 366 ff., 624, 752 f., 1059, 1063 f.
- Ding- 616
- ding 45
- Druck- 224—228
- Entfernungs- 525, 547—551, 559 ff., 565—574, 598—605, 1058
- Erfolgs- 1035
- Farb- 131—158, 161—189, 282, 284, 1070
- Figural- 50, 368, 693—741, 776—851, 901
- Form- 372, 499, 1052
- Fremd- 26
- frühkindliche 736
- genetischer Aspekt 8, 291—300, 1047 ff., 1064 f.
- Geruchs- 250 ff., 259—272
- Geschehens- 745—772, 875
- Geschmacks- 250—258
- geschwindigkeit 1036
- Gestalt- 693—741, 797 f.
- gestalt, unvollständige äußere Festlegung 369
- Gewichts-: s. a. Spannungswahrnehmung 411 f., 426, 510, 1015—1019, 1021
- Größen- 362, 369, 499, 1058
- Haltungs- 368, 412, 421, 433—439
- haptische 498—513
- inhalt 41, 51, 364, 368, 413
- intermodale Qualitäten 278—300, 505 f., 635, 882
- Kausalitäts- 954—975, 1077
- konstanz: s. Konstanz
- Lage- 409—486, 499
- lernen 368, 1032, 1050—1071
- mechanismen, Theorie 1060
- motivationale Bedingtheit 714, 1032, 1071, 1078 f.
- nicht-sinnliche Bedingungen 1031 bis 1082
- optische: s. a. Einzelstichworte 131 bis 158, 161—189, 252, 337—342, 366—371, 426, 556—585, 590—612, 747, 776—851
- organisation 1031
- u. Persönlichkeit 54, 846, 1031 f., 1034—1049, 1079
- physiologie 72
- als Prozeß 1065

Wahrnehmung(s):

- psychologie 109 f., 114, 339, 412, 747—750, 752, 955
- assoziationalistische 616
- im Aufbau der Psychologie 3—19
- erkenntnistheoretische Grundlagenprobleme 7, 11—15, 21—74
- gestalttheoretische 50 f.
- u. Lehre vom Bewußtsein 5—11
- reine 42—45, 49, 51
- qualitäten, gegenseitige Beeinflussung 282 ff., 295 ff., 618 f.
- Raum- 307—399, 518—551, 556—585, 590—612, 636
- raum
 - anisotroper 324 f., 329
 - Asymmetrie 639, 647
 - dynamisch inhomogener 324 f., 329
 - evidente Struktur 322—326
 - funktionale Struktur 326—330, 357
 - homogener 318
 - isotroper 318
 - Metrik 320 f., 325 f., 329, 346
 - Relativität 318, 326
- Richtungs- 339 ff., 352, 525—547
- Ruhe- 745 ff., 750, 753 f., 769 f.
- Schmerz- 238—243
- schwellen: s. Schwellen
- Selbst- 5, 26, 29, 1035
- Somästhesie 221—246
- soziale Bedingtheit 714, 741, 1032, 1071, 1078, 1080 ff.
- Spannungs- 409—486
- Stellungs- 409—486
- struktur
 - amodale Ergänzung 978—1000
 - kausale 964—972, 974
 - subliminale 110, 1069, 1079
- Sukzessiv- 1036, 1040, 1074
- täuschungen: s. Täuschungen
- u. Tarnung 1036
- Temperatur- 228—238
- Tiefen- 756 ff., 1050
 - einäugige 556—585
 - zweiäugige 341, 556 ff., 561—564, 590—612
- Verhältnis- 1012
- u. Verhalten 624—646, 652 f., 719 f., 838 ff., 843, 932, 1032, 1056—1061
- Vibrations- 196, 221, 225, 227, 244 f., 283, 452, 513, 658
- Zeit- 656—687
- Wahrscheinlichkeitstheorie (Piaget) 837 f.
- Warten 678 f.
- Webersches Gesetz 265, 671, 1016
- Wecken 1107 f., 1111 ff.

- Wechsel-Wirkung(s) 250 f., 259, 385,
415 f., 418—421
Definition 358
-theorie 29
- Weismannsches Bündel 436
- Weitengefühl 323
- Welt: s. a. Wirklichkeit 27, 1097
anschauliche 310, 350, 1010 f.
Außen- 24 ff., 28, 41, 416
-bild
 physikalisches 30 f., 40, 44, 64, 317
 wissenschaftliches 320 f.
Erfahrungs- 34 f.
evidente 326
-form, metrische 30
Gegenstands- 30, 53, 364
Innen- 26
Körper- 26
kritisch-phänomenale 27—30, 65
Lebens- 34 f.
Merk- 5, 7, 17, 35
naiv-phänomenale: s. a. Wahrneh-
mungswelt 27—30, 65
physikalische 326, 366, 368, 518, 591
psychologisch-funktionale 326
-schema 28, 40
transphänomenale, bewußtseins-
jenseitige 27—31, 58, 62, 64
Um- 656, 1032, 1045 f., 1057
 anschauliche, phänomenale 9 f., 25,
 27 ff., 40 f., 58, 475
 biologische 26
 Wahrnehmungs- 6, 10, 14 ff., 19, 27
 bis 31, 33 f., 37, 39 ff., 49, 53, 366
- Werkzeugeffekt 969
- Werthaltungs-Test 1067, 1079
- Wesenseigenschaft 902 ff., 907 f., 937
- Wiener Kreis 55 ff.
- Willensfreiheit 101
- Willkür
 -impuls 622
 -motorik 431, 434
- Willkürlichkeit 100—105
- Will to perceive 1054
- Winkelbeispiel 909 ff., 921 f.
- Wirklichkeit(s): s. a. Welt 6 f., 10, 13,
16, 37, 73, 870, 875 f., 944 f., 1042
anschauliche 6 f., 10, 14 ff., 19
-begriffe (Metzger) 875 f.
physikalische, bewußtseinsjenseitige
 7, 13 f., 15, 350
im Traum 1097 f.
- Wirkung(s)
 -akzent 893 f.
 -gabelung 374, 418, 1013
 -gefüge 309, 359, 381, 389, 414, 417,
 431
 Definition 357
- Wirkung(s)
 gerichtete 358
 -plan 420
 Definition 357
- Wissen 105, 107 f.
- Witte-König-Effekt 611
- Wort
 -frequenz 1067 ff., 1078
 -parameter, nicht-sensorische 1067 f.
- Wundtsche Täuschung 787
- Ypsilon-Bindung 577
- Zeichen 359
- Zeit 656, 677, 745, 750, 875
 Ableitungen 751—755
 Anpassung 661—664
 ausgefüllte 665 f., 668, 670, 680 f.
 Dauer 656 f., 661 f., 664 f., 668 f.,
 672, 680, 958 f., 961
 Einheit 664 f., 680
 Einordnung 657
 -fehler 1040
 Folge 656—661, 665 f.
 -gestalten 719—728
 -intervall 666 f.
 leere 665 f., 668, 670, 672, 680
 -messung 683
 Orientierung 656 f., 662, 684—687,
 1070, 1113
 -perspektive 118
 -reflex, bedingter 662, 684
 -schätzung 656—687
 Alterseinfluß 680—683
 Methodik 664 f.
 motivationaler Einfluß 677—680
 pharmakologischer Einfluß 683
 situativer Einfluß 673—677
- Schwelle 666, 670, 733
 -skala 669—672
 -strecke
 Schätzung 656, 661, 664 f., 669,
 672—684
 Unterscheidung 663 f.
 Wahrnehmung 656, 661, 664—672
- Unterschiedsempfindlichkeit 669 bis
672
 -verhalten 459—462
 -wahrnehmung 656—687
 Methodik 664 f.
 -wert 521
- Zeitlichkeit 118
- Zenons Problem 747, 749
- Zentralnervensystem 28 f., 61, 64, 70,
101, 260 ff., 309, 331—335, 337, 347 f.,
371, 377, 383 f., 414, 419, 422, 424 f.,

- Zentralnervensystem
430 f., 433, 443 f., 447, 474, 480, 486,
520, 523, 528, 740, 1117, 1127 f.
- Zentraltendenz 837
- Zentrenlehre 309, 414
- Zentrierung 835—838, 905, 1077
- Zentrifugalkraft 454 ff., 464
- Zerlegung 350 f.
- Zielen 308
- Zöllnersche Täuschung 785 ff., 793,
799 f., 805, 823, 829, 841, 849 f.
- Zukunft 687
- Zulu 1058
- Zusammenarbeit
intersensorielle 619, 635—646
sensumotorische 619—635
- Zusammengefaßtheit: s. a. Gliederungs-
gesetze, Gruppierung 697, 699, 701 f.,
707, 710 f., 721—731, 871
Theorie 737—741
- Zweckmäßigkeit 307
- Zwischenabstandstäuschung 850
- Zwischenraum 329, 368, 560, 740, 962
- Zyklopenauge 593 f.
- Zyklothymie 846 f., 1036