

Kurzzinhalt

1	Einführung in die Wahrnehmung	1
2	Die ersten Schritte der Wahrnehmung	19
3	Neuronale Verarbeitung und Wahrnehmung	51
4	Kortikale Organisation	75
5	Die Wahrnehmung von Objekten und Szenen	95
6	Visuelle Aufmerksamkeit	127
7	Handeln	153
8	Bewegungswahrnehmung	173
9	Farbwahrnehmung	197
10	Tiefen- und Größenwahrnehmung	225
11	Hören	257
12	Auditive Lokalisierung und Organisation	285
13	Sprachwahrnehmung	313
14	Die Hautsinne	331
15	Die chemischen Sinne	357

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Wahrnehmung	1
1.1	Warum sollte man dieses Buch lesen?	2
1.2	Der Prozess der Wahrnehmung	3
1.2.1	Stimuli – Schritte 1 und 2	4
1.2.2	Rezeptorprozesse der Transduktion – Schritt 3	5
1.2.3	Neuronale Verarbeitung – Schritt 4	5
1.2.4	Verhaltensreaktion – Schritte 5 bis 7	7
1.2.5	Wissen	7
1.3	Der Zugang zur Untersuchung der Wahrnehmung	9
1.4	Die Messung der Wahrnehmung	11
1.4.1	Messen von Schwellen	11
1.4.2	Die Methode der direkten Größenschätzung	13
1.4.3	Jenseits der Schwellen und Großen	15
1.5	Zum Nachdenken: Wie das Antwortverhalten einer Person die Schwellenmessung beeinflusst	15
1.6	Der weitere Weg durch dieses Buch	16
1.7	Zum weiteren Nachdenken	16
1.8	Weiterführende Literatur	17
1.9	Schlüsselbegriffe	17
2	Die ersten Schritte der Wahrnehmung	19
2.1	Am Anfang steht der Reiz	20
2.2	Licht und Fokussierung	20
2.2.1	Licht – der Stimulus für das Sehen	20
2.2.2	Das Auge	20
2.2.3	Licht wird im Auge fokussiert	21
2.2.4	Zunehmende Akkommodationsschwäche im Alter	22
2.2.5	Myopie	22
2.2.6	Hyperopie	24
2.3	Rezeptoren und Wahrnehmung	24
2.3.1	Die Transformation von Lichtenergie in elektrische Energie	24
2.3.2	Dunkeladaptation	25
2.3.3	Spektrale Empfindlichkeit	32
2.4	Elektrische Signale in Neuronen	34
2.4.1	Die Aufzeichnung elektrischer Signale von Neuronen	34
2.4.2	Grundlegende Eigenschaften von Aktionspotenzialen	36
2.4.3	Die chemische Grundlage von Aktionspotenzialen	37
2.4.4	Informationsübertragung am synaptischen Spalt	37
2.5	Neuronale Konvergenz und Wahrnehmung	40
2.5.1	Konvergenz verleiht den Stäbchen eine höhere Lichtempfindlichkeit als den Zapfen	41
2.5.2	Fehlende Konvergenz verleiht den Zapfenrezeptoren eine höhere Detailwahrnehmung als den Stäbchen	42
2.6	Zum Nachdenken: Frühe Prozesse haben starken Einfluss	44
2.7	Der Entwicklungsaspekt: Sehschärfe im Säuglingsalter	45
2.8	Zum weiteren Nachdenken	47
2.9	Weiterführende Literatur	48
2.10	Schlüsselbegriffe	48
3	Neuronale Verarbeitung und Wahrnehmung	51
3.1	Laterale Inhibition und Wahrnehmung	52
3.1.1	Laterale Inhibition beim Pfeilschwanzkrebs	53
3.1.2	Laterale Inhibition und Helligkeitswahrnehmung	53
3.1.3	Eine Demonstration, die sich nicht durch laterale Inhibition erklären lässt	57

3.2	Neuronale Verarbeitung von der Retina bis zum visuellen Kortex und darüber hinaus	58
3.2.1	Die Antworten in einzelnen Fasern des Sehnervs	59
3.2.2	Hubels und Wiesel's Grundprinzip für die Untersuchung rezeptiver Felder	61
3.2.3	Die rezeptiven Felder von Kortexneuronen	63
3.3	Spielen Merkmalsdetektoren eine Rolle bei der Wahrnehmung?	65
3.3.1	Selektive Adaptation und Merkmalsdetektoren	65
3.3.2	Selektive Aufzucht und Merkmalsdetektoren	67
3.3.3	Neuronen auf höheren Ebenen des visuellen Systems	68
3.4	Der sensorische Code	69
3.4.1	Einzelzellcodierung: Repräsentation durch Aktivität eines einzelnen Neurons	70
3.4.2	Ensemblecodierung: Repräsentation durch große Gruppen von Neuronen	70
3.4.3	Sparsame Codierung: Repräsentation durch kleine Gruppen von Neuronen	71
3.5	Zum Nachdenken: Das Leib-Seele-Problem	72
3.6	Zum weiteren Nachdenken	73
3.7	Weiterführende Literatur	73
3.8	Schlüsselbegriffe	74
4	Kortikale Organisation	75
4.1	Organisation im visuellen System	76
4.2	Die Erkundung der räumlichen Organisation	76
4.2.1	Die elektrische Karte im Areal V1	76
4.2.2	Kortexorganisation in Säulen	79
4.2.3	Wie reagieren die Merkmalsdetektoren auf eine Szene?	80
4.3	Ströme: Verarbeitungswege für Was, Wo und Wie	81
4.3.1	Ströme für Information über Was und Wo	82
4.3.2	Ströme für Information über Was und Wie	83
4.4	Modularität: Strukturen für Gesichter, Orte und Körper	85
4.4.1	Gesichtsspezifische Neuronen im inferotemporalen Kortex von Affen	86
4.4.2	Areale für Gesichter, Orte und Körper	87
4.5	Zum Nachdenken: Visuelle Wahrnehmung und Gedächtnis	88
4.6	Der Entwicklungsaspekt: Erfahrung und neuronale Antwort	90
4.7	Zum weiteren Nachdenken	91
4.8	Weiterführende Literatur	92
4.9	Schlüsselbegriffe	92
5	Die Wahrnehmung von Objekten und Szenen	95
5.1	Warum ist maschinelles Sehen so schwierig?	98
5.1.1	Der Stimulus an den Rezeptoren ist mehrdeutig	98
5.1.2	Objekte können verdeckt oder unscharf sein	98
5.1.3	Objekte sehen aus verschiedenen Blickwinkeln unterschiedlich aus	99
5.2	Wahrnehmungsorganisation	100
5.2.1	Der gestaltpsychologische Ansatz zur perzeptuellen Gruppierung	100
5.2.2	Die Gestaltprinzipien	102
5.2.3	Perzeptuelle Segmentierung	105
5.3	Die Wahrnehmung von Szenen und Objekten in Szenen	109
5.3.1	Die Wahrnehmung der Bedeutung einer Szene	109
5.3.2	Regelmäßigkeiten in der Umgebung. Information für die Wahrnehmung	111
5.3.3	Der Einfluss von Schlussfolgerungen auf die Wahrnehmung	113
5.4	Objektwahrnehmung und neuronale Aktivität	115
5.4.1	Gehirnaktivität und das Erkennen von Bildern	116
5.4.2	Gehirnaktivität und bewusstes Sehen	116
5.4.3	Gehirnaktivität entschlüsseln	118
5.5	Zum Nachdenken: Sind Gesichter etwas Besonderes?	120
5.6	Der Entwicklungsaspekt: Die kindliche Wahrnehmung von Gesichtern	122
5.7	Zum weiteren Nachdenken	123
5.8	Weiterführende Literatur	124
5.9	Schlüsselbegriffe	125

6	Visuelle Aufmerksamkeit	127
6.1	Die Suche in einer Szene	128
6.2	Was lenkt unsere Aufmerksamkeit?	130
6.2.1	Stimulussalienz	130
6.2.2	Selektion durch kognitive Faktoren	130
6.2.3	Aufgabenanforderungen	132
6.3	Was passiert bei Aufmerksamkeit?	133
6.3.1	Aufmerksamkeit beschleunigt Reaktionen	133
6.3.2	Aufmerksamkeit beeinflusst das Aussehen der Dinge	135
6.3.3	Aufmerksamkeit kann die physiologische Antwort beeinflussen	136
6.4	Was passiert bei fehlender Aufmerksamkeit?	138
6.4.1	Unaufmerksamkeitsblindheit	138
6.4.2	Das Entdecken von Veränderungen	139
6.4.3	Ist Aufmerksamkeit für die Wahrnehmung von Szenen nötig?	140
6.5	Die Ablenkungswirkung aufgabenirrelevanter Reize	141
6.5.1	Ablenkung und die Merkmale einer Aufgabe	142
6.5.2	Aufmerksamkeit und perzeptuelle Beanspruchung	142
6.6	Aufmerksamkeit und die Erfahrung einer kohärenten Welt	143
6.6.1	Weshalb ist Bindung notwendig?	143
6.6.2	Die Merkmalsintegrationstheorie	143
6.7	Zum Nachdenken: Aufmerksamkeit und Autismus	146
6.8	Der Entwicklungsaspekt: Aufmerksamkeit und perzeptuelle Vervollständigung	147
6.9	Zum weiteren Nachdenken	150
6.10	Weiterführende Literatur	151
6.11	Schlüsselbegriffe	152
7	Handeln	153
7.1	Der ökologische Ansatz der Wahrnehmungsforschung	154
7.1.1	Der bewegte Betrachter erzeugt Information zu seiner Umgebung	154
7.1.2	Selbstproduzierte Information	155
7.1.3	Die Sinne arbeiten nicht jeder für sich	156
7.2	Navigation durch die Umwelt	157
7.2.1	Verwenden Menschen Information aus dem optischen Fluss?	157
7.2.2	Autofahren	158
7.2.3	Gehen	159
7.2.4	Wegfindung	160
7.3	Handlungen mit Objekten	164
7.3.1	Affordanzen: Wozu Objekte verwendet werden	164
7.3.2	Die Physiologie des Greifens	164
7.4	Beobachten der Handlungen anderer	167
7.4.1	Spiegelungen von Handlungen anderer im Gehirn	167
7.4.2	Intentionen anderer verstehen	168
7.5	Zum Nachdenken: Handlungsbasierte Ansätze der Wahrnehmung	169
7.6	Zum weiteren Nachdenken	171
7.7	Weiterführende Literatur	172
7.8	Schlüsselbegriffe	172
8	Bewegungswahrnehmung	173
8.1	Funktionen der Bewegungswahrnehmung	174
8.1.1	Bewegungswahrnehmung ermöglicht zu verstehen, was in der Umgebung geschieht	174
8.1.2	Bewegung zieht Aufmerksamkeit auf sich	175
8.1.3	Bewegung lässt Objekte erkennen	175
8.2	Die Untersuchung der Bewegungswahrnehmung	176
8.2.1	Wann nehmen wir Bewegung wahr?	176
8.2.2	Reale Bewegung und Scheinbewegung im Vergleich	177
8.2.3	Was wir erklären wollen	178

8.3	Bewegungswahrnehmung: Umgebungsinformation	178
8.4	Bewegungswahrnehmung: Information aus Netzhaut und Auge	180
8.4.1	Der Reichardt-Detektor	180
8.4.2	Das Reafferenzprinzip	181
8.5	Bewegungswahrnehmung und Gehirn	184
8.5.1	Das Bewegungsareal im Gehirn	184
8.5.2	Läsionen und Mikrostimulierung	185
8.5.3	Bewegung aus der Sicht eines einzelnen Neurons	186
8.6	Bewegung und der menschliche Körper	188
8.6.1	Scheinbewegungen des Körpers	189
8.6.2	Bewegung eines Lichtpunktlauers	189
8.7	Repräsentationaler Impuls: Bewegung in statischen Bildern	191
8.8	Zum Nachdenken: Wahrnehmen von Ereignissen	193
8.9	Zum weiteren Nachdenken	194
8.10	Weiterführende Literatur	194
8.11	Schlüsselbegriffe	195
9	Farbwahrnehmung	197
9.1	Einführung in die Farbwahrnehmung	198
9.1.1	Welche Funktionen hat die Farbwahrnehmung?	198
9.1.2	Welche Farben nehmen wir wahr?	199
9.1.3	Farbe und Wellenlänge	200
9.2	Die Dreifarbentheorie des Farbensehens	202
9.2.1	Verhaltensbasierte Belege für die Dreifarbentheorie	202
9.2.2	Die physiologischen Belege zur Dreifarbentheorie	203
9.3	Farbfehlsichtigkeit	206
9.3.1	Monochromasie	207
9.3.2	Dichromasie	207
9.3.3	Physiologische Mechanismen der rezeptorbasierten Farbfehlsichtigkeit	208
9.4	Die Gegenfarbentheorie des Farbensehens	209
9.4.1	Verhaltensbasierte Belege für die Gegenfarbentheorie	209
9.4.2	Die Physiologie der Gegenfarbentheorie	210
9.5	Farbe im Kortex	211
9.5.1	Gibt es ein bestimmtes Farbzentrum im Kortex?	212
9.5.2	Zwei Arten von Gegenfarbennuroneen im Kortex	212
9.5.3	Die Beziehung zwischen Form und Farbe	213
9.6	Farbkonstanz	213
9.6.1	Farbadaptation	214
9.6.2	Der Einfluss des Umfelds	215
9.6.3	Gedächtnis und Farbe	216
9.7	Helligkeitskonstanz	216
9.7.1	Die Relationen zwischen Intensitäten: Das Verhältnisprinzip	217
9.7.2	Helligkeitswahrnehmung unter ungleichmäßiger Beleuchtung	217
9.8	Zum Nachdenken: Farbe als Konstrukt des visuellen Systems	219
9.9	Der Entwicklungsaspekt: Farbwahrnehmung bei Säuglingen	221
9.10	Zum weiteren Nachdenken	222
9.11	Weiterführende Literatur	223
9.12	Schlüsselbegriffe	224
10	Tiefen- und Größenwahrnehmung	225
10.1	Okulomotorische Tiefenhinweise	226
10.2	Monokulare Tiefenhinweise	226
10.2.1	Bildbezogene Tiefenhinweise	227
10.2.2	Bewegungsinduzierte Tiefenhinweise	231
10.3	Binokulare Information über räumliche Tiefe	232
10.3.1	Sehen mit beiden Augen	232
10.3.2	Querdisparität	234

10.3.3	Geometrie und Wahrnehmung: Von der Disparität zur Stereopsis	236
10.3.4	Das Korrespondenzproblem	239
10.4	Die Physiologie der binokularen Tiefenwahrnehmung	239
10.5	Größenwahrnehmung	241
10.5.1	Das Experiment von Holway und Boring	241
10.5.2	Großenkonstanz	244
10.6	Optische Täuschungen	246
10.6.1	Die Muller-Lyer-Täuschung	247
10.6.2	Die Ponzo-Täuschung	249
10.6.3	Der Ames'sche Raum	249
10.6.4	Die Mondtäuschung	250
10.7	Zum Nachdenken: Tiefeninformation bei verschiedenen Tieren	251
10.8	Der Entwicklungsaspekt: Tiefenwahrnehmung bei Säuglingen	253
10.8.1	Die Nutzung von binokularer Disparität	253
10.8.2	Tiefe durch vertraute Größe	253
10.8.3	Tiefe durch Schatten	254
10.9	Zum weiteren Nachdenken	255
10.10	Weiterführende Literatur	255
10.11	Schlüsselbegriffe	256
11	Hören	257
11.1	Der Wahrnehmungsprozess beim Hören	258
11.2	Die physikalische Seite	259
11.2.1	Schall als Druckschwankung	259
11.2.2	Reine Töne	260
11.2.3	Wellenformen und Frequenzspektren	261
11.3	Die Seite der Wahrnehmung	262
11.3.1	Hörschwellen und Lautheit	263
11.3.2	Tonhöhe	265
11.3.3	Die Klangfarbe	266
11.4	Vom Schalldruck zum elektrischen Signal	267
11.4.1	Das äußere Ohr	267
11.4.2	Das Mittelohr	268
11.4.3	Das Innenohr	269
11.5	Die Schwingungen der Basilarmembran	272
11.5.1	Békésy's Untersuchungen zu Schwingung der Basilarmembran	272
11.5.2	Belege für die Ortstheorie	273
11.5.3	Eine praktische Anwendung	273
11.5.4	Neuere Erkenntnisse zu Békésy's Theorie	275
11.5.5	Die Schwingung der Basilarmembran bei komplexen Tönen	275
11.6	Die Physiologie der Tonhöhenwahrnehmung	276
11.6.1	Tonhöhe und Ohr	276
11.6.2	Tonhöhe und Gehirn	277
11.7	Zum Nachdenken: Was die Haarzellen zerstört	278
11.7.1	Presbycusis	279
11.7.2	Hörverlust durch Lärmbelastung	279
11.8	Der Entwicklungsaspekt: Hören bei Säuglingen	280
11.8.1	Die Schwelle für das Hören eines Tons	280
11.8.2	Das Erkennen der Stimme der Mutter	281
11.9	Zum weiteren Nachdenken	282
11.10	Weiterführende Literatur	282
11.11	Schlüsselbegriffe	283
12	Auditive Lokalisierung und Organisation	285
12.1	Auditive Lokalisierung	286
12.1.1	Binaurale Positionsreize bei der auditiven Lokalisierung	286
12.1.2	Monaurale Positionsreize	290

12.2	Die Physiologie der auditiven Lokalisierung	292
12.2.1	Die Hörbahnen und der auditorische Kortex	292
12.2.2	Das Jeffress-Modell der auditiven Lokalisierung.....	293
12.2.3	Breite Zeitdifferenz-Tuningkurven bei Säugern.....	294
12.2.4	Auditive Lokalisierung in A1 und Gurtel	295
12.2.5	Außerhalb des Temporallappens Was- und Wo- Strome für das Hören	296
12.3	Hören in geschlossenen Räumen	297
12.3.1	Die Wahrnehmung von zwei Schallereignissen, die zu verschiedenen Zeitpunkten bei den Ohren eintreffen ..	298
12.3.2	Raumakustik	299
12.4	Wahrnehmungsorganisation beim Hören: Szeneanalyse	300
12.4.1	Die Analyse der auditiven Szene.....	300
12.4.2	Trennen der Schallquellen	301
12.5	Wahrnehmungsorganisation beim Hören: Das Metrum	304
12.5.1	Die Mehrdeutigkeit der metrischen Struktur	305
12.5.2	Metrische Struktur und Bewegung	305
12.5.3	Metrische Struktur und Sprache.....	306
12.6	Zurück in das Café	306
12.7	Zum Nachdenken: Interaktionen zwischen Sehen und Hören	307
12.7.1	Hören und Sehen: Wahrnehmung	307
12.7.2	Hören und Sehen: Physiologie	308
12.8	Zum weiteren Nachdenken	310
12.9	Weiterführende Literatur	310
12.10	Schlüsselbegriffe	311
13	Sprachwahrnehmung	313
13.1	Der Sprachreiz	314
13.1.1	Das akustische Sprachsignal	314
13.1.2	Phoneme: Die Grundeinheiten der gesprochenen Sprache	315
13.2	Die wechselhaften Beziehungen zwischen Phonemen und akustischem Signal	317
13.2.1	Variabilität durch den Kontext	317
13.2.2	Variabilität bei unterschiedlichen Sprechern	317
13.3	Phonemwahrnehmung	318
13.3.1	Kategoriale Wahrnehmung	318
13.3.2	Informationsquelle Gesicht	319
13.3.3	Informationsquelle Sprachkenntnis	321
13.4	Wortwahrnehmung	321
13.4.1	Die Wahrnehmung von Wörtern innerhalb von Sätzen.....	322
13.4.2	Wahrnehmen von Wortgrenzen	322
13.4.3	Der Einfluss der Sprechereigenschaften.	324
13.5	Sprachwahrnehmung und Gehirn	325
13.5.1	Hirnnareale, Neuronen und Sprachwahrnehmung.....	325
13.5.2	Die Rekonstruktion von Sprachreizen aus dem kortikalen Signal	326
13.6	Zum Nachdenken: Sprachwahrnehmung und Handlung	326
13.7	Der Entwicklungsaspekt: Sprachwahrnehmung bei Säuglingen	328
13.7.1	Kategoriale Wahrnehmung von Phonemen	328
13.7.2	Das Lernen von Sprachlauten	328
13.8	Zum weiteren Nachdenken	330
13.9	Weiterführende Literatur	330
13.10	Schlüsselbegriffe	330
14	Die Hautsinne	331
14.1	Die Hautsinne im Überblick	332
14.1.1	Die Haut	332
14.1.2	Mechanorezeptoren.....	333
14.1.3	Neuronale Bahnen von der Haut zum Kortex.	334

14.1.4	Der somatosensorische Kortex	334
14.1.5	Die Plastizität der Körperkarten im Kortex	336
14.2	Taktile Detailwahrnehmung	337
14.2.1	Rezeptormechanismen für taktile Unterscheidungsfähigkeit	337
14.2.2	Kortikale Mechanismen für taktile Unterscheidungsfähigkeit	338
14.3	Die Wahrnehmung von Vibration	339
14.4	Die Wahrnehmung von Oberflächenstrukturen	340
14.5	Die Wahrnehmung von Objekten	342
14.5.1	Objektidentifikation durch haptische Exploration	342
14.5.2	Die Physiologie der taktilen Objektwahrnehmung	343
14.6	Schmerz	345
14.6.1	Das Modell der direkten Schmerzbahnen und seine Schwächen	346
14.6.2	Die Gate-Control-Theorie	347
14.6.3	Kognition und Schmerz	347
14.6.4	Das Gehirn und die Schmerzwahrnehmung	349
14.7	Zum Nachdenken: Wie die Beobachtung von Schmerz oder Berührung anderer auf uns wirkt	352
14.8	Zum weiteren Nachdenken	354
14.9	Weiterführende Literatur	354
14.10	Schlüsselbegriffe	355
15	Die chemischen Sinne	357
15.1	Das gustatorische System	358
15.1.1	Funktionen des Schmeckens	358
15.1.2	Grundqualitäten der Geschmackswahrnehmung	359
15.2	Die neuronale Codierung von Geschmacksqualitäten	359
15.2.1	Die Struktur des gustatorischen Systems	359
15.2.2	Ensemblecodierung	361
15.2.3	Einzelzellencodierung	362
15.3	Individuelle Unterschiede bei der Geschmackswahrnehmung	364
15.4	Das olfaktorische System	365
15.4.1	Das Entdecken von Geruchen	367
15.4.2	Das Identifizieren von Geruchen	367
15.5	Die Analyse der Geruchsstoffe in der Riechschleimhaut und im Riechkolben	368
15.5.1	Das Rätsel der Geruchsqualitäten	368
15.5.2	Die Riechschleimhaut	369
15.5.3	Die Aktivierung von Geruchsrezeptoren in der Riechschleimhaut	370
15.5.4	Die Suche nach Ordnung im Riechkolben	372
15.6	Die Repräsentation von Gerüchen im Kortex	373
15.6.1	Die Repräsentation von Geruchsstoffen im piriformen Kortex	373
15.6.2	Die Repräsentation von Geruchsobjekten im piriformen Kortex	375
15.7	Die Wahrnehmung des Aromas	376
15.7.1	Die Aromawahrnehmung in Mund und Nase	376
15.7.2	Die Aromawahrnehmung im Nervensystem	377
15.7.3	Der Einfluss von Erwartungen auf die Aromawahrnehmung	378
15.7.4	Der Einfluss von Nahrungsaufnahme und Sättigung auf die Aromawahrnehmung	378
15.8	Zum Nachdenken: Der Proust-Effekt beim Geruchsgedächtnis	380
15.9	Der Entwicklungsaspekt: Die chemischen Sinne bei Säuglingen	380
15.10	Zum weiteren Nachdenken	382
15.11	Weiterführende Literatur	382
15.12	Schlüsselbegriffe	382
	Serviceteil	385
	Epilog: The Long and Winding Road	386
	Anhang: Die Signalentdeckungstheorie	395
	Glossar	401
	Literatur	425
	Stichwortverzeichnis	443