

| | | | | | |
|-------|---|----|-------|---|-----|
| 1 | Prolog: Worum geht es in diesem Buch? | 1 | 3.3 | Hierarchie und Spezialisierung im visuellen System. | 67 |
| 1.1 | Eingrenzung: Begriffe und Forschungsstrategien. | 1 | 3.3.1 | Anatomie des Sehsystems | 67 |
| 1.1.1 | Kognitive Psychologie | 1 | 3.3.2 | Spezialisierungen | 70 |
| 1.1.2 | Psychophysiologie und Biologische Psychologie | 4 | 3.3.3 | Hierarchien | 74 |
| 1.1.3 | Modellierung kognitiver Funktionen. | 5 | 3.4 | Spezialisierte Verarbeitungsgebiete und einheitliche Perzepte? | 75 |
| 1.1.4 | Kognitive Neurowissenschaften | 6 | 3.5 | Zusammenfassung | 77 |
| 1.2 | Abgrenzungen. | 6 | 4 | Aufmerksamkeit | 79 |
| 1.3 | Vorschau | 11 | 4.1 | Introspektion und Experiment | 79 |
| 1.3.1 | Wegweiser | 15 | 4.2 | Verstärkung relevanter oder Hemmung irrelevanter Information | 84 |
| 2 | Grundlagen. | 17 | 4.3 | Objektivierung von Aufmerksamkeitsseffekten. | 85 |
| 2.1 | Elementare Bausteine des Nervensystems | 17 | 4.3.1 | Hirnelektrische Korrelate der Aufmerksamkeitsverteilung | 86 |
| 2.1.1 | Neurone | 17 | 4.4 | Wo erfolgen die Verstärkung und Abschwächung? | 90 |
| 2.1.2 | Synapsen und Transmitter | 21 | 4.5 | Aufmerksamkeitsseffekte auf der Ebene einzelner Zellen | 92 |
| 2.1.3 | Gliazellen | 24 | 4.5.1 | Kontrastverstärkung und Modulation von Signalfiltern durch Aufmerksamkeit | 93 |
| 2.1.4 | Verschaltungsprinzipien | 24 | 4.5.2 | Aufmerksamkeitsseffekt auf „höheren“ Ebenen der Verarbeitung? | 99 |
| 2.2 | Simulation neuronaler Aktivität. | 28 | 4.6 | Beeinflussung spezifischer Filter durch übergeordnete Zentren. | 100 |
| 2.2.1 | Modellneurone | 29 | 4.7 | Gatterfunktion des Thalamus. | 105 |
| 2.2.2 | Assoziative Netze | 30 | 4.8 | Zusammenfassung | 107 |
| 2.2.3 | Autoassoziative Netze | 36 | 5 | Motivation und Lernen | 109 |
| 2.2.4 | Kompetitive Netze | 37 | 5.1 | Introspektion und Experiment | 109 |
| 2.2.5 | Versteckte Schichten - intermediäre Modellneurone | 42 | 5.1.1 | Motivation | 109 |
| 2.2.6 | Diskrete vs. kontinuierliche Signale | 46 | 5.1.2 | Lernen | 112 |
| 2.3 | Nervensysteme vs. Computer - Hardware, Software und Wetware. | 47 | 5.2 | Erwartungen, Dopamin und Lernen | 114 |
| 2.4 | Zusammenfassung | 51 | 5.2.1 | Dopamin | 114 |
| 3 | Wahrnehmung | 53 | 5.2.2 | Dopamin und Lernen. | 116 |
| 3.1 | Introspektion und Experiment | 54 | 5.2.3 | Rescorla-Wagner-Modell und Delta-Regel | 119 |
| 3.2 | Signalfilter im visuellen System | 57 | | | |
| 3.2.1 | Rezeptive Felder | 57 | | | |
| 3.2.2 | Neuronale Interaktionen: Kontrastverstärkung | 62 | | | |
| 3.2.3 | Interaktionen zwischen verschiedenen Filtern | 63 | | | |

| | | | | | |
|-------|--|-----|-------|--|-----|
| 5.2.4 | Erwartungsbildung, eine grundlegende Eigenschaft des Nervensystems . . . | 120 | 7.2 | Wo im Gehirn sitzt das Gedächtnis? | 176 |
| 5.3 | Aktivierung des dopaminergen Systems beim Menschen | 121 | 7.2.1 | Zwei grundlegende Erkenntnisse . . . | 176 |
| 5.3.1 | BOLD-Antworten bei klassischer und operanter Konditionierung . . . | 123 | 7.2.2 | Wiedererkennen | 178 |
| 5.3.2 | Belohnung und Vermeidung: Gemeinsame biologische Grundlagen? | 125 | 7.2.3 | Kontrollierter Abruf nichtsprachlicher Gedächtnisinhalte | 181 |
| 5.3.3 | Erwartungen über Gewinne in naher und ferner Zukunft | 127 | 7.3 | Wie wird Information repräsentiert? | 184 |
| 5.4 | Was wird durch das Dopaminsignal beeinflusst? | 131 | 7.3.1 | Merkmalscodierung bei Objekten . . . | 184 |
| 5.5 | Durch Verstärker kontrolliertes Lernen – formalisiert | 133 | 7.3.2 | Merkmalscodierung sprachlicher Inhalte | 187 |
| 5.5.1 | Assoziativer Verstärkungs-Bestrafungs-Algorithmus | 134 | 7.4 | Transiente Speicherung im medialen Temporallappen. | 190 |
| 5.5.2 | Vorhersagefehlermodell (Akteur-Kritiker-Modell) | 136 | 7.4.1 | Orts- und Ereignisfilter im Hippocampus | 191 |
| 5.6 | Zusammenfassung | 144 | 7.4.2 | Der Hippocampus als Speicher für kortikale Adressen | 195 |
| 6 | Neuronale Plastizität | 145 | 7.5 | Konsolidierung | 196 |
| 6.1 | Entwicklungsbedingte Plastizität | 147 | 7.5.1 | Replay und Semantisierung | 197 |
| 6.1.1 | Entwicklung elementarer Filter der Wahrnehmung | 147 | 7.5.2 | Konsolidierung im Schlaf | 199 |
| 6.1.2 | Entwicklung der Filter für höhere kognitive Leistungen | 151 | 7.5.3 | Denken im Schlaf? | 203 |
| 6.1.3 | Entwicklungsbedingte Veränderungen des Nervensystems | 152 | 7.5.4 | Replay im Schlaf | 205 |
| 6.1.4 | Anpassung des Nervensystems an sensorische Defizite | 154 | 7.5.5 | Regulation der synaptischen Plastizität im Hippocampus und im Kortex | 208 |
| 6.2 | Plastizität im Erwachsenenalter | 155 | 7.6 | Weitere Gedächtnissysteme | 210 |
| 6.2.1 | Veränderungen aufgrund von Verletzungen des Nervensystems | 156 | 7.6.1 | Deklaratives vs. prozedurales Gedächtnis. | 210 |
| 6.2.2 | Veränderungen durch Training und Lernen | 158 | 7.6.2 | Arbeits- und Langzeitgedächtnis . . . | 210 |
| 6.3 | Zelluläre Veränderungen | 160 | 7.7 | Zusammenfassung der Speicher- und Konsolidierungstheorie. | 211 |
| 6.3.1 | Langfristige Änderungen der elektrischen Eigenschaften von Synapsen im Hippocampus | 160 | 7.8 | Modellierung der verteilten Repräsentation von Gedächtnisinhalten | 212 |
| 6.3.2 | Neurogenese. | 164 | 7.8.1 | Ein assoziatives Modell zur Vergangenheitsbildung. | 213 |
| 6.4 | Modellierung der entwicklungsbedingten Plastizität | 165 | 7.8.2 | Ein Modell der thematischen Rollenzuweisung in einem assoziativen Netz | 221 |
| 6.5 | Zusammenfassung | 170 | 7.8.3 | Zusammenfassung, Einschränkungen und Perspektiven | 223 |
| 7 | Gedächtnis | 171 | 8 | Auswahl und Entscheidung | 225 |
| 7.1 | Introspektion und Experiment | 171 | 8.1 | Introspektion und Experiment | 225 |
| 7.1.1 | Ein oder mehrere Gedächtnisse? | 171 | 8.1.1 | Optimale Entscheidungen in Wahlsituationen | 225 |
| 7.1.2 | Aktiviertes und strukturelles Gedächtnis. | 174 | 8.1.2 | Auch Enten verhalten sich rational . . . | 228 |
| | | | 8.1.3 | Entscheidungen bei der Signalentdeckung | 231 |

8.1.4 Grundquoten, Gewinne und Verluste 234

8.2 Entscheidungen zwischen Signalen und Rauschen 235

8.2.1 Aktivität einzelner Zellen bei der Signalentdeckung 236

8.2.2 Aktivität einzelner Zellen bei Entscheidungen zwischen komplexen Reizvorlagen 240

8.2.3 BOLD-Antworten bei Entscheidungen zwischen komplexen Reizvorlagen 241

8.3 Gewinne, Verluste und Erwartungswahrscheinlichkeiten 243

8.3.1 Neurone, die Kosten, Nutzen und Grundquoten codieren 243

8.3.2 Zusammenfassung und Folgerungen 246

8.4 Optimale Entscheidungen bei der Signalentdeckung – formalisiert 247

8.4.1 Akkumulierte Evidenz und Likelihood-Ratios. 247

8.4.2 Berücksichtigung normal verteilter Evidenzwerte. 252

8.4.3 Optimale Entscheidung ohne Kenntnis der Populationserwartungswerte und ohne Berechnung einer Normalverteilung. 252

8.4.4 Verrechnung der Signalevidenz in Nervensystemen 254

8.5 Soziale Abhängigkeiten: Dynamische, rückgekoppelte Entscheidungen 255

8.5.1 Neurone codieren die relative subjektive Attraktivität einer Handlungsalternative. 259

8.5.2 BOLD-Korrelate des Explorierens und Ausbeutens 259

8.5.3 Verhaltenshemmung durch Gebiete des frontalen Kortex 262

8.6 Ein Modell des Entscheidungsverhaltens 264

8.6.1 Basalganglien – Steuerung motorischer Programme 265

8.6.2 Simulation der kortikostriären Interaktion 267

8.6.3 Was leistet das Modell? 271

8.6.4 Bewertung des Modells 276

8.7 Zusammenfassung 277

9 Handlungskontrolle 279

9.1 Introspektion und Experiment 280

9.1.1 Experimentell ausgelöste Handlungskonflikte. 280

9.1.2 Aufgabenwechsel 282

9.1.3 Bahnung und Hemmung konkurrierender Gedächtnisrepräsentationen. 284

9.1.4 Rückwärtige Hemmung 285

9.1.5 Erklärungen 287

9.2 Hirnareale, die bei Handlungskonflikten aktiviert werden 288

9.2.1 Konkurrierende Handlungen 288

9.2.2 Handlungsfehler 289

9.2.3 Funktion des im ACC gebildeten Signals. 292

9.3 Ein Modell der Handlungskontrolle und der Aktivierung des ACC 294

9.3.1 Bewertung des Modells 299

9.4 Generalisiertes Prinzip der Handlungskontrolle und Konfliktlösung 301

9.5 Zusammenfassung 306

10 Hierarchien der Handlungskontrolle 307

10.1 Symbole und Hierarchien 308

10.2 Anatomie des präfrontalen Kortex 313

10.2.1 Kortexareale 313

10.2.2 Verbindungen 315

10.3 Was leistet der präfrontale Kortex? 318

10.3.1 Hierarchische Kontrolle durch Kontextreize 321

10.3.2 Hierarchisches Aushandeln von Konflikten 323

10.3.3 Funktionale Spezialisierungen? 328

10.3.4 Kontrolle des Gedächtnisabrufs 329

10.4 Motivationale und emotionale Einflüsse auf den frontalen Kortex 332

10.5 Ein Modell zur hierarchischen Kontrolle 337

10.6 Zusammenfassung 342

11 Sprache 345

11.1 Was ist Sprache? 345

11.2 Sprachrelevante Hirngebiete 348

11.3 Syntaktische Zerlegung 349

11.3.1 Biologische Korrelate der syntaktischen Zerlegung 353

| | | | | | |
|--------|---|-----|--------|---|-----|
| 11.3.2 | Das Broca-Gebiet, ein Zentrum der Konfliktregulation? | 359 | 12.2 | Kontextabhängigkeiten | 396 |
| 11.3.3 | Sprachspezifität des Broca-Gebiets? | 359 | 12.2.1 | Abhängigkeit des Verhaltens und Erlebens vom vorangegangenen Kontext | 397 |
| 11.4 | Semantische Zuordnung | 361 | 12.2.2 | Abhängigkeit biologischer Signale vom vorangegangenen Kontext. | 398 |
| 11.4.1 | Biologische Korrelate der semantischen Zuordnung | 361 | 12.3 | Kausalzusammenhänge | 400 |
| 11.4.2 | Semantische Bahnung, Konflikte und Ambiguitäten | 362 | 12.3.1 | Rückkopplungen | 400 |
| 11.4.3 | Generatoren der N400 | 366 | 12.3.2 | Multifunktionalität | 401 |
| 11.5 | Integration der biologischen Korrelate von Syntax und Semantik | 367 | 12.4 | Ideografische vs. nomothetische Erklärungen und Vorhersagen | 401 |
| 11.5.1 | Syntax vs. Semantik | 367 | 12.4.1 | Exkurs: Freier Wille | 402 |
| 11.5.2 | Semantik und Syntax – Gedächtnis- aktivierung und Kontrolle | 368 | 12.4.2 | Experimente zur Vorhersagbarkeit des Verhaltens aus biologischen Signalen | 404 |
| 11.6 | Modellierung der semantischen und syntaktischen Analyse | 371 | 12.4.3 | Wer wird zum Straftäter? | 406 |
| 11.6.1 | Lexikalischer Zugriff | 371 | 12.5 | Zusammenfassung | 409 |
| 11.6.2 | Syntaktische Zerlegung | 372 | | | 411 |
| 11.6.3 | Das Modell von Lewis und Vasishth | 374 | | | 415 |
| 11.6.4 | Das Modell von Vosse und Kempen (2000) | 381 | | | 429 |
| 11.7 | Zusammenfassung | 385 | | | 449 |
| 12 | Epilog: Einige ungelöste Probleme | 387 | | | 451 |
| 12.1 | Geist und Gehirn – verschieden oder identisch? | 387 | | | 457 |
| 12.1.1 | Konzepte, Ebenen und Hierarchien | 388 | | | |
| 12.1.2 | Relationen und Abbildungs- probleme | 391 | | | |
| 12.1.3 | <i>Übersetzen</i> und zuordnen heißt nicht <i>ersetzen</i> | 394 | | | |