

Manfred Spitzer

# Lernen

Gehirnforschung  
und die Schule des Lebens

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg- Berlin

# Inhalt

Vorwort XIII

## **1 Einleitung 1**

- Der Nürnberger Trichter 1
- Internet als Supermarkt 3
- Aktivität 4
- Mit Inhalten hantieren 4
- Lust und Frust 9
- Angst 11
- Spuren 12
- Das Gehirn 13
- Ein halbes Gehirn 15
- Der Plan 15

## **Teil I: Wie wir lernen 19**

### **2 Ereignisse 21**

- Der Hippokampus 22
- Ortszellen zur Navigation 24
- Neuronale Repräsentationen 27
- Neuronenwachstum für Orte und Vokabeln 30
- Neuigkeitsdetektor 34
- Geschichten 35
- Lernen ohne Hippokampus 35
- Fazit 36
- Methodisches Postskript: Funktionelles Neuroimaging 37

### **3 Neuronen 41**

- Impulse und Synapsen 41

Repräsentation durch Synapsenstärken 44

Anatomie in Zahlen 51

Input und Output 53

Fazit 54

Postskript für Fortgeschrittene: Neuronale Vektorrechnung 55

#### 4 **Wissen und Können 59**

Viel können und wenig wissen 59

Synapsenstärken können viel 62

Synapsen lernen, aber langsam 64

Langsames Können-Lernen 65

Sprachentwicklung: Regeln an Beispielen lernen 68

Vergangenheitsbewältigung 73

Tomaten im Kopf 75

Regelhafte Welt 76

Fazit 77

#### 5 **Neuronale Repräsentationen 79**

Mehr als innere Bilder 79

Repräsentation in Neuronenpopulationen 81

Neuronale Aspekte und Perspektiven 82

Von Kanten zu Regeln 85

Neuronen für Kategorien 86

Neuronen für Regeln 90

Neuroplastizität: Sich ändernde Repräsentationen 94

Fazit 96

#### 6 **Plastische Karten 99**

Karten 100

Prinzip der Karten 102

Entstehung der Karten 104

Plastische Karten 105

Plastisches Sprachverstehen 107

Wird es eng im Kopf? 108

Vom Tasten zum Sprechen 110

Weitreichende kortikale Plastizität 114

Kognitive kortikale Karten bei Postbeamten 115

Zusammenspiel der Karten 118

Fazit 119

## 7 **Schlaf und Traum 121**

Konsolidierung und Schlafstadien 121

Lernen im Schlaf 123

Zebrafinken lernen schlafend singen 125

Lernen im Traum? 126

Tagesreste im Traum 129

Schlafhygiene für Leben und Lernen 132

Fazit 133

Postskript: Delphine, Vögel und die Frage Warum 133

## **Teil II: Was Lernen beeinflusst 139**

### 8 **Aufmerksamkeit 141**

Vigilanz 142

Selektive Aufmerksamkeit 143

Aktivität für das Lernen 146

Ort- versus Objektzentriertheit 151

Darauf achten oder nicht 153

Fazit 155

### 9 **Emotionen 157**

Aufregung: Dabei sein 158

Angst essen Seele auf 161

Dem Gehirn beim emotionalen Lernen zuschauen 165

Stress 167

Akuter und chronischer Stress 169

Fazit 171

Postskript: Wo „Stress“ herkommt 172

### 10 **Motivation 175**

Besser als gedacht 176

Dopamin 177

Kokain 179

Belohnung 180

Neuigkeit und Bewertung 181

- Belohnung und Plastizität 183
- Schokolade, Musik, Blickkontakt 184
- Motivation erzeugen? 192
- Motivation in der Schule 193
- Fazit: Dopamin, Neuigkeit und Belohnung 195
- Psychiatrisches Postskript
- Wahn: Wenn die Bewertung überkocht 196

## **11 Lernen vor und nach der Geburt 201**

- Lernen im Mutterleib 201
- Angeboren und/oder gelernt 205
- Kritische Perioden 206
- Frühes Tuning für Laute 209
- Prototypen für Gesichter 211
- Verwirklichung von Möglichkeiten 216
- Stille Verbindungen 217
- Computer im Kinderzimmer? 223
- Fazit 225

## **Teil III: Lebenslang lernen 227**

### **12 Kindheit 229**

- Verbindungen reifen 229
- Areale gehen on-line 233
- Robuste Kinder und Spracherwerb 235
- Gebärdensprache 237
- Evolution: Fit sein versus fit werden 239
- Fazit: Was Hänschen nicht lernt... 240

### **13 Lesen 243**

- Erkenntnis 244
- Verdrahtung 245
- Diagnose von Mikroverdrahtungsstörungen 247
- Therapie und Neuroplastizität 250
- Fazit 251

### **14 Bildung: Mathematik, Natur- und Geisteswissenschaft 253**

- Mathematik 253

- Einsteins Gehirn 255
- Mathematik \* Mathematik: Module 257
- Strahl, Sinn und Modul 258
- Genau rechnen versus grob schätzen 260
- Mathematikunterricht 267
- Naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Bildung 272
- Fazit 274
- 15 Schnelle Jugend, weises Alter 277**
  - Endliche Existenz und angepasste Langsamkeit 277
  - Statistik: Zur Genauigkeit von Mittelwerten 279
  - Langsam zur Weisheit 280
  - Schnelle Physik und langsamer Frieden 281
  - Je mehr, desto besser 283
  - Männer: Erfahrung versus Kraft 284
  - Elefantenfrauen und Fruchtbarkeit 286
  - Warum werden wir alt? 288
  - Fazit: Der Sinn des Alters 290
- Teil IV: Gemeinschaft lernen 291**
  - 16 Kooperation 293**
    - Evolutionsmechanismen für Kooperativität 294
    - Vom Waren- zum Gedankenaustausch 296
    - Gefangen im Spiel 297
    - Dilemma im Scanner 300
    - Die Realität: Viele Spieler und viele Spiele 301
    - Ärger und Strafe 303
    - Der gute Ruf 309
    - Rahmenbedingungen für soziales Lernen 313
    - Wolf oder Schaf? 314
    - Fazit: Die Wurzeln der Kooperation 317
  - 17 Bewertungen 321**
    - Depression und Manie 321
    - Kohl, Äpfel und Bananen 322
    - Das Trolley-Problem 323

Moral im Scanner 328  
 Zur Funktion von Bewertungsrepräsentationen 330  
 Der gute Geschmack 333  
 Katzen, Whiskas und die Moral 335  
 Fazit 337

## **18 Werte 339**

Werte im Gehirn 340  
 Krankheiten und die Erkenntnis von Modulen 341  
 Der Fall Phineas Gage 342  
 Bewertung und Wert wie Haus und Substantiv 344  
 Kardex und Kodex 346  
 Prinzipien: Linguistik und Ethik 349  
 Entwicklung: Werte als Spätentwickler 351  
 Erfahrene Varianz spannt Räume auf 354  
 Erziehung: Was sollen wir tun? 356  
 Fazit 358

## **19 Gewalt im Fernsehen lernen 361**

25.000 Stunden Fernsehen 362  
 Macht Fernsehen gewalttätig? 363  
 Wirkungen nach zwei Jahrzehnten 364  
 Lernen am Modell: Gewalt im Labor 366  
 Feldstudien 367  
 Fernsehen macht Gewalt 368  
 Rauslassen oder reinlassen? 369  
 Desensibilisierung 370  
 Kinder vor dem Fernsehapparat 371  
 Auch Mädchen, auch ohne Veranlagung 373  
 Fazit: Gewalt als Umweltverschmutzung 376  
 Postskript: Computerspiele - Learning by doing 379

## **Teil V: Schlüsse: Von PISA bis Pisa 385**

### **20 PISA 387**

Hundertachtzigtausend Schülerinnen 387  
 Lesen, Rechnen, Naturwissenschaft 389

- Ergebnisse: Mittelwerte und Streuungen 390
- Finnische Schulen aus finnischer Sicht 392
- Deutsche Schulen aus tasmanischer Sicht 393
- PISA-E 395
- Fazit 396
- Postskript: Die OECD entdeckt das Gehirn 397
- 21 Schule 399**
  - Was wirklich geschieht 400
  - Frontalunterricht, Varianz, Jim und ein Wort mit O 402
  - Deutsch im Kindergarten 405
  - Englisch in der Grundschule 408
  - Lernen: Für das Leben, nicht für Klassenarbeiten! 410
  - Disziplin 411
  - Die Person des Lehrers 411
  - Ausbildung der Lehrer 414
  - Vernetzung ... 416
  - ... und Ereignisse ... 416
  - ... statt Vermittlung 417
  - Lob und Tadel, Angst und Stress 418
  - Computer in der Schule 418
  - Fazit 421
- 22 Religionsunterricht 423**
  - Religion und Staat 424
  - Das Schulfach im Grundgesetz 425
  - Der Islam und die neuen Bundesländer 427
  - Neuroplastizität, Frontalhirn und nüchterne Realität 429
  - Aufklärung 431
  - Philosophie, Ethik, Religionskunde 432
  - Ethik in der 7. Klasse? 434
  - Problemfeld Weihnachtslieder 435
  - Fazit: Vom Frontalhirn zur Grundgesetzänderung 437
  - Postskript: Meditation über Gras, die Wurzel aus zwei, Gott und die Welt 440



**23 Lebensinhalte 447**

Pokemon oder Naturschutz 448

Lebensbedingungen 450

Welche Inhalte? 452

Strukturen ... 453

... Geschichten ... 453

... Metaphern ... 454

... und Mythen 455

Natur... 455

... und Kultur 456

Fremdbestimmung ... 457

... und Selbstbestimmung 457

Postskript: Pisa 458

**24 Epilog: Terra II 461**

Literatur 487

Index 505