

Inhaltsverzeichnis

1	Voraussetzungen	1
1.1	Hirnforschung versus Philosophie	1
1.2	Abstraktion des Nervensystems	6
1.2.1	Neuronale „Module“	6
1.2.2	Funktionelle Aspekte	9
1.3	Erregbare Zellen	11
1.3.1	Allgemeines	11
1.3.2	Physikalische Funktionsabläufe	16
1.4	Verknüpfende Synapsen	20
1.4.1	Allgemeines	20
1.4.2	Funktion der Synapse	23
1.4.3	Konsequenzen des Synapsenverhaltens	25
1.5	Muskeln und Motorik	26
1.5.1	Mechanismen von Erregung und Kontraktion	26
1.5.2	Dosierung der Kontraktion	32
1.6	Registrierung neuronaler Erregungen	34
1.6.1	Elektroenzephalographie (EEG)	34
1.6.2	Brain/Computer-Interfaces (BCIs)	38
1.6.3	Magnetoenzephalographie (MEG)	39
1.6.4	Kernresonanz (NMR)	40
1.6.5	NMR-Spektroskopie	45
1.6.6	Positronen-Emissionstomographie (PET)	46
	Literatur	48

2	Sensorische Signale und ihre Bewusstwerdung	51
2.1	Neuronale Vernetzung sensorischer Signale . . .	51
2.1.1	Neuronale Grundschaltungen	51
2.1.2	Zeitliche und räumliche Kontrastierung	55
2.2	Einlauf sensorischer Signale in das Gehirn	57
2.2.1	Bereiche des Gehirns	57
2.2.2	Funktionelle Verarbeitung	60
2.3	Engramme als Bausteine der Funktion und Logik	63
2.3.1	Das Gehirn als neuronales Netz	64
2.3.2	Konzept des Engramms	66
2.3.3	Verallgemeinerung des Engrammbegriffs	68
2.4	Arbeits- und Langzeitgedächtnis	69
2.4.1	Allgemeines	69
2.4.2	Langzeitgedächtnis	72
2.4.3	Arbeitsgedächtnis	74
2.5	Erinnern und Vergessen	75
2.5.1	Aspekte der Konsolidierung	76
2.5.2	Gezieltes Vergessen	78
2.6	Engrammschleifen als Basis des Denkens	79
2.6.1	Denken als iterativer Prozess	80
2.6.2	Kurzzeit- und Langzeitprozesse	82
2.7	Phänomene des Bewusstseins	84
2.7.1	Wesen und Sinn der Bewusstwerdung .	84
2.7.2	Lokalisierbarkeit des Bewusstseins	86
2.7.3	Zeitliche Aspekte der Bewusstwerdung	88
2.8	Dualistische und materialistische Deutungen des Bewusstseins	93
2.8.1	Dualistische Modelle	94
2.8.2	Materialistische Modelle	97
2.9	Ein Modell zur Relativierung der Bewusstseinsproblematik	100
2.9.1	Zur Problematik physikalischer Kompatibilität	101
2.9.2	Bewusstsein als physischer Faktor	105

2.9.3	Bewusstsein als Gegenstand der Mathematik?	107
2.9.4	Resümee	110
2.10	Modell rückwirkungsfreien Bewusstseins	112
2.10.1	Denken als Substrat des Bewusstseins	112
2.10.2	Zur Problematik der Rückwirkungsfreiheit	115
2.10.3	Sinnhaftigkeit des Bewusstseins	117
2.11	Schlussfolgerungen zum Kapitel 2	121
	Literatur	123

3

	Modellierung höherer Hirnleistungen	127
3.1	Herkunft motorischer Signale	127
3.1.1	Drei Ebenen der Komplexität	128
3.1.2	Reflexe	130
3.1.3	Reaktionen	132
3.1.4	Handlungen	134
3.2	Handeln mit freiem Willen?	135
3.2.1	Modelle des Dualismus	136
3.2.2	Beschränkte Freiheit im Sinne der Vetofunktion?	139
3.3	Naturgesetze contra Willensfreiheit	142
3.3.1	Das Dilemma fehlender Kompatibilität	142
3.3.2	Kompatibilität durch Nano-Prozesse?	147
3.4	Freier Wille als Illusion	149
3.5	Iterationsmodell höherer Hirnleistungen	154
3.5.1	Die Organisation des Modells	154
3.5.2	Modellierung von Denken und Gedächtnis	158
3.5.3	Modellierung der Motorik	159
3.5.4	Modellierung der Bewusstwerdung	160
3.6	Beispiele zu Funktionen des Iterationsmodells	163
3.6.1	Reflexe und Reaktionen	164
3.6.2	Schnelle Iterationen	165
3.6.3	Träge Adaptionen	166

3.6.4	Lebenslange Evolution der Persönlichkeit	169
3.6.5	Aspekte der Willensbildung	171
3.7	Deutung von Schlaf und Traum	172
3.7.1	Das EEG als Schlüssel zum Schlafgeschehen	172
3.7.2	Quellen schwacher Erregungen	175
3.7.3	Modellierung des Träumens	179
3.8	Roboter mit Wissen über ihr Ich	181
3.8.1	Roboter in Analogie zum Menschen . .	181
3.8.2	Roboter mit Bewusstsein?	184
3.9	Schlussfolgerungen zum Kapitel 3	187
	Literatur	188

4

	Optimierte Willensbildung	191
4.1	Konsistenz zur Verzögerung von Bewusstsein und willentlicher Handlung	191
4.2	Bedeutung des Faktors Zeit	195
4.2.1	Deutung langzeitlichen neuronalen Geschehens	196
4.2.2	Chronologie des KO-Schlags eines Boxers	198
4.2.3	Dynamisches Handeln ohne Bewusstsein	202
4.3	Iteration als Erklärung langzeitlicher Kausalität .	203
4.3.1	Die Problematik uneingeschränkter Kausalität	204
4.3.2	Scharen von Bedingungsketten	206
4.3.3	Das Mitwirken der fernen Vergangenheit	209
4.4	Beispiele versteckter Kausalität	212
4.4.1	Kausalität des Handelns	212
4.4.2	Kausalität des Planens	214
4.5	Auslösung und Bewusstwerdung von Gedanken	216
4.5.1	Auslösung des Denkens	217
4.5.2	Denken als Prozess der Optimierung . .	220

4.5.3	Partielle Bewusstwerdung des Denkprozesses	221
4.6	Optimierter Wille als Ausdruck des individuellen Ichs	224
4.6.1	Individualität trotz Determinismus	224
4.6.2	Wann killt ein Killer?	226
4.7	Konsequenzen für Schuld und Strafe	230
4.7.1	Aspekte des Schuldbegriffs	231
4.7.2	Das Problem der Bestrafung	236
4.8	Optimierung versus Freiheit	240
4.8.1	Kein Bedarf an freiem Willen	240
4.8.2	Der Mensch als intelligente Maschine? .	243
4.9	Bekenntnis zur eingeschränkten Freiheit	245
4.10	Schlussfolgerungen zum Kapitel 4	248
	Literatur	250
	 Glossar	 253
	 Epilog – Was vom Leib-Seele-Problem verbleibt	 261
	 Zusammenfassung – Das Modell in kurzen Worten	 265
	 Zum Autor	 271
	 Sachverzeichnis	 273