

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	17
	<i>Joseph Claßen, Alfons Schnitzler</i>	
2	Grundlagen	20
2.1	Geschichte	20
	<i>Frank W. Stahnisch</i>	
2.1.1	Einleitung	20
2.1.2	Vorläuferverfahren des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts	20
2.1.3	Klinisch-interventionelle Neurophysiologie beim Menschen: Breslau – Montreal – New Orleans	20
2.1.4	Klinische Forschungsansätze und Entwicklung der INP in den 1940er- bis 1970er-Jahren ...	22
2.1.5	Fortschritte und Problemfelder der INP in den 1970er- bis 1980er-Jahren	24
2.1.6	Perspektiven	25
2.2	Grundlagen der interventionellen Neurophysiologie – Physiologie	26
	<i>Rüdiger Köhling</i>	
2.2.1	Bioelektrizität	26
2.2.2	Neuronale Signale – Aktionspotenzial	28
2.2.3	Neuronale Signalübertragung und Plastizität	36
2.3	Stimulationstechniken	40
	<i>Ulf Ziemann</i>	
2.3.1	Transkranielle Hirnstimulation	40
2.3.2	Epidurale Stimulation	46
2.3.3	Tiefe Hirnstimulation (THS)	49
2.3.4	Grundlagen informationsübertragender Stimulation	51
2.4	Technische Grundlagen implantierbarer Neurostimulatoren	55
	<i>Peter Appenrodt, Norbert Dillier, Frans Gielen</i>	
2.4.1	Einleitung	55
2.4.2	Überblick Neurostimulationssysteme	55
2.4.3	Elektroden	55
2.4.4	Energieversorgung	57
2.4.5	Material-Gewebe-Interaktion	58
2.4.6	Programmierung	58
2.4.7	Technische Sicherheit	59
2.4.8	Systeme mit Rückkopplung	60
2.5	Grundlagen der Interventionellen Neurophysiologie – Material extern	61
	<i>Klaus Schellhorn</i>	
2.5.1	Einleitung	61
2.5.2	Elektrokrampftherapie (EKT)	62
2.5.3	Vagusnervstimulation (VNS)	63
2.5.4	Transkranielle Magnetstimulation (TMS)	63
2.5.5	Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS)	65
2.6	Neurochirurgische Grundzüge der interventionellen Neurophysiologie – tiefe Hirnstimulation	67
	<i>Jan Vesper</i>	
2.6.1	Einleitung	67
2.6.2	Funktionelle Anatomie und Pathoanatomie	67
2.6.3	Anästhesie	68
2.6.4	Technik	69
2.6.5	Praktisches Vorgehen	70
2.6.6	Relevanz der Mikroelektrodenableitungen ...	71
3	Modulatorische Neurostimulation – Motorik	75
3.1	Pathophysiologie von Bewegungsstörungen	75
	<i>Joseph Claßen, Alfons Schnitzler</i>	
3.1.1	Einleitung	75
3.1.2	Bradykinese	75
3.1.3	Rigor	76
3.1.4	Tremor	76
3.1.5	Dystonien	77
3.1.6	Myoklonien	78
3.1.7	Tics	78
3.1.8	Spastik	79
3.2	Periphere Nervstimulation	80
3.2.1	Neuromuskuläre elektrische Stimulation zur Behandlung motorischer Störungen nach Schlaganfall	80
	<i>Horst Hummelsheim, Caroline Renner</i>	
3.2.2	Periphere rehabilitative Effekte	84
	<i>Stefan Quasthoff</i>	

3.3 Stimulation des Rückenmarks: Spastik ...	90	3.6 Tiefe Hirnstimulation: Tremor und andere Bewegungsstörungen	117
<i>Jürgen Voges</i>		<i>Alfons Schnitzler, Lars Wojtecki</i>	
3.3.1 Einleitung	90	3.6.1 Einleitung	117
3.3.2 Pathophysiologie der Spastik	90	3.6.2 Tremor	118
3.3.3 Wirkmechanismen der SCS	91	3.6.3 Andere Bewegungsstörungen	124
3.3.4 Klinische Daten	93	3.6.4 Perspektiven	126
3.4 Tiefe Hirnstimulation bei Morbus Parkinson	98	3.7 Kortikale Stimulation zur Unterstützung der Neurorehabilitation motorischer Defizite	129
<i>Jan Herzog, René Reese, Günther Deuschl</i>		<i>Friedhelm C. Hummel, Christian Gerloff</i>	
3.4.1 Einleitung	98	3.7.1 Einleitung	129
3.4.2 Wirkmechanismen	100	3.7.2 Pathophysiologische Überlegungen	129
3.4.3 Klinische Daten	102	3.7.3 Methoden	131
3.4.4 Offene Fragen und Perspektiven	107	3.7.4 Anwendung in der geschädigten Hemisphäre	132
3.5 Tiefe Hirnstimulation: Dystonie	109	3.7.5 Anwendung in der intakten Hemisphäre ...	133
<i>Jens Volkmann</i>			
3.5.1 Einleitung	109		
3.5.2 Wirkmechanismen	110		
3.5.3 Klinische Daten (Evidenz nach EBM) und kritische Beurteilung	112		
3.5.4 Offene Fragen und Perspektiven	115		
4 Modulatorische Neurostimulation – Epilepsie und Schmerz	137		
4.1 Pathophysiologie von Epilepsien und mögliche Mechanismen der Hirnstimulation	137	4.4 Tiefe Hirnstimulation: Epilepsie	158
<i>Georgios Naros, Alireza Gharabaghi, Holger Lerche</i>		<i>Bernhard J. Steinhoff</i>	
4.1.1 Störung der neuronalen Exzitabilität	137	4.4.1 Einleitung	158
4.1.2 Entstehungsmechanismen erworbener Epilepsien	138	4.4.2 Wirkmechanismus	159
4.1.3 Ausbreitung epileptischer Aktivität in neuronalen Netzwerken	139	4.4.3 Open-Loop- und Closed-Loop-Stimulation ..	159
4.1.4 Neurostimulation bei der Behandlung von Epilepsie	139	4.4.4 Stimulationsort	159
4.2 Physiologie und Pathophysiologie des Schmerzes	142	4.5 Kortextstimulation: Epilepsie	162
<i>Sigrid Schuh-Hofer, Rolf Detlef Treede</i>		<i>Felix Rosenow, Sebastian Bauer, Katja Menzler</i>	
4.2.1 Physiologie des Schmerzes	142	4.5.1 Einleitung	162
4.2.2 Pathophysiologie des Schmerzes: neurobiologische und neurophysiologische Grundlagen	146	4.5.2 Historische Aspekte der Hirnstimulation ...	163
4.3 Vagusnervstimulation: Epilepsie	151	4.5.3 Invasive Kortextstimulation	163
<i>Matthias Hoppe, Christian Brandt, Tilman Polster</i>		4.5.4 Repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS)	166
4.3.1 Einleitung	151	4.5.5 Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS)	167
4.3.2 Wirkmechanismen	151	4.6 Transkutane elektrische Nervenstimulation zur Schmerzbehandlung	170
4.3.3 Klinische Wirksamkeit	153	<i>Claudia Sommer</i>	
4.3.4 Beeinflussung von Kognition, Stimmung, Lebensqualität	155	4.6.1 Einleitung	170
4.3.5 Wahl der Stimulationsparameter	155	4.6.2 Wirkmechanismen	170
4.3.6 Unerwünschte Wirkungen, Komplikationen	156	4.6.3 Klinische Daten	171
4.3.7 Abschließende Wertung und Perspektiven	157	4.6.4 Offene Fragen und Perspektiven	173
		4.7 Stimulation des Rückenmarks: Schmerz .	174
		<i>Dirk Winkler, Jürgen Meixensberger</i>	
		4.7.1 Hintergrund	174
		4.7.2 Einführung	174
		4.7.3 Verfahren der perkutanen Elektrodenplatzierung	176
		4.7.4 Komplikationen	177

4.7.5	Einschlusskriterien	178	4.8.4	Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS)	185
4.7.6	Ausschlusskriterien	178	4.8.5	Transkranielle Magnetstimulation (TMS)	186
4.7.7	Evidenz	178			
4.8	Kortikale Schmerzmodulation mit Motorkortexstimulation, transkranieller Gleichstrom- und Magnetstimulation	182	4.9	Neuromodulative Therapieverfahren bei primären Kopfschmerzsyndromen	191
	<i>Hartwig R. Siebner, Christoph Ritter</i>			<i>Arne May, Tim P. Jürgens</i>	
4.8.1	Einleitung	182	4.9.1	Einleitung	191
4.8.2	Schmerzverarbeitung	183	4.9.2	Periphere Neurostimulationsverfahren	191
4.8.3	Motorkortexstimulation (MCS)	184	4.9.3	Zentrale Neurostimulationsverfahren	198
5	Modulatorische Neurostimulation – Psychiatrie und Kognition	207			
5.1	Physiologische Grundlagen der Anwendung modulatorischer Neurostimulanzien in der Psychiatrie	207	5.3	Transkranielle Magnetstimulation, Elektrokonvulsionstherapie und Magnetkonvulsionstherapie: Psychiatrie	220
	<i>Christian Plewnia, Andreas J. Fallgatter</i>			<i>Frank Padberg, Maria Eppe, Oliver Pogarell</i>	
5.1.1	Einleitung	207	5.3.1	Einleitung	220
5.1.2	Neurophysiologische Grundlagen klinischer Anwendung	211	5.3.2	Elektrokonvulsionstherapie	221
5.1.3	Offene Fragen und Limitationen	212	5.3.3	Repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS)	227
5.1.4	Perspektiven	214	5.4	Auswirkungen der transkraniellen Gleichstromstimulation auf kognitive Prozesse	236
5.2	Tiefe Hirnstimulation: Psychiatrie	215		<i>Michael A. Nitsche</i>	
	<i>Thomas E. Schlöfner, Sarah Kayser</i>		5.4.1	Einleitung	236
5.2.1	Einleitung	215	5.4.2	Wirkmechanismen	237
5.2.2	Wirkmechanismen	215	5.4.3	Klinische Studien	239
5.2.3	Klinische Daten	216	5.4.4	Offene Fragen und Perspektiven	240
5.2.4	Offene Fragen und Perspektiven	218			
6	Prothetische Neurostimulation	243			
6.1	Physiologie und Pathophysiologie: visuelles und akustisches System	243	6.3	Hirnstammimplantate zur Stimulation der zentralen Hörbahn	267
	<i>Andreas Reichenbach, Rudolf Rübsamen</i>			<i>Robert Behr</i>	
6.1.1	Physiologie des visuellen Systems	243	6.3.1	Geschichte	267
6.1.2	Pathophysiologie des visuellen Systems	247	6.3.2	Technik	268
6.1.3	Physiologie des auditiven Systems	251	6.3.3	Indikationen	269
6.1.4	Pathophysiologie des auditiven Systems	255	6.3.4	Operationsverfahren	269
6.2	Hören: Cochleaimplantate	258	6.3.5	Stimulationsorte	270
	<i>Pascal Senn, Martin Kompis, Marco Caversaccio</i>		6.3.6	Patientenauswahl	271
6.2.1	Einleitung	258	6.3.7	Ergebnisse	271
6.2.2	Aufbau und Funktion von Cochleaimplantat-Systemen	259	6.3.8	Postoperative Bildgebung	274
6.2.3	Elektrische Stimulation des auditiven Systems	261	6.4	Sehen: Retinale Implantate	275
6.2.4	Indikationen und klinische Anwendungen	263		<i>Eberhart Zrenner</i>	
6.2.5	Rehabilitation nach Cochleaimplantation	264	6.4.1	Einleitung	275
6.2.6	Hören und Sprachverstehen mit Cochleaimplantaten	265	6.4.2	Verschiedene Ansätze visueller Neuroprothesen	276
6.2.7	Kosten	266	6.4.3	Prinzip epiretinaler Implantate	276
6.2.8	Perspektiven	266	6.4.4	Prinzip subretinaler Implantate	277
			6.4.5	Präklinische Versuche zum subretinalen Implantat	278
			6.4.6	Funktionsweise des subretinalen Chips	279

6.4.7	Chirurgische Positionierung subretinaler Implantate	280	6.7	Physiologie und Pathophysiologie der Sphinkterkontrolle	298
6.4.8	Seheindrücke mit einem elektronischen Netzhautimplantat	280		<i>Susanne Heitmann, Wolfgang Jost</i>	
6.4.9	Künftige Entwicklungen subretinaler Implantate	283	6.7.1	Einleitung	298
6.5	EEG-basierte Brain-Computer Interfaces zur Echtzeitdekodierung mentaler Zustände	284	6.7.2	Physiologie	298
	<i>Gabriel Curio, Benjamin Blankertz, Klaus-Robert Müller</i>		6.7.3	Steuerungszentren und Regelkreise	299
6.5.1	Einleitung	284	6.7.4	Pathophysiologie	301
6.5.2	Neurophysiologische Grundlagen	285	6.8	Anale Sphinkterprothesen	303
6.5.3	Maschinelles Lernen und Echtzeit-EEG-Analyse	286		<i>Klaus E. Matzel</i>	
6.5.4	BBCI-Steuerung in motorischen Paradigmen	287	6.8.1	Einleitung	303
6.5.5	Invasive und nicht invasive BCI-Systeme ...	289	6.8.2	Sakralnervstimulation	303
6.6	Motorische Neuoprothesen	291	6.8.3	Nervus-pudendus-Stimulation	306
	<i>Ahmed A. Karim, Niels Birbaumer</i>		6.8.4	Nervus-tibialis-posterior-Stimulation	306
6.6.1	Einleitung	291	6.8.5	Dynamische Graziloplastik	306
6.6.2	Kommunikation mit Locked-in-Patienten ..	291	6.9	Prothetische Versorgung von Harntraktfunktionsstörungen	308
6.6.3	Gehirn-Computer-Schnittstellen (Brain-Computer Interfaces, BCI)	292		<i>André Reitz</i>	
6.6.4	Diskussion und Perspektiven	296	6.9.1	Sakrale Deafferentation und Vorderwurzelstimulation	308
7	Regulatorische Aspekte	311	6.9.2	Sakrale Neuromodulation	309
	<i>Jan-Michael Krüger</i>		6.9.3	Pudendale Neuromodulation	309
7.1	Einleitung und Einordnung	311	6.9.4	Laparoskopische Implantation von Elektroden zur Stimulation der Beckennerven	310
7.2	Europäische Rahmengesetzgebung und Deutsches Recht (Medizinproduktegesetz)	311	7.4.3	Technische Dokumentation und harmonisierte Normen	315
7.3	Medizinprodukt und Begriffsbestimmungen	313	7.4.4	Qualitätssicherungssystem	319
7.4	CE-Kennzeichnung und Marktzulassung .	313	7.4.5	Konformitätserklärung	319
7.4.1	Klassifizierung	313	7.5	Zuständige Behörden	319
7.4.2	Grundlegende Anforderungen an Sicherheit und Leistungsfähigkeit	315	7.6	Marktüberwachung	320
8	Ökonomische Aspekte und Lebensqualität	323	7.7	Neuere Tendenzen in der Rechtsetzung .	320
	<i>Richard Dodel, Yaroslav Winter</i>		7.8	Zusammenfassung und Ausblick	321
8.1	Einleitung	323	8.3	Parkinson-Erkrankung	327
8.2	Epilepsie	324	8.3.1	Daten und Zahlen	327
8.2.1	Daten und Zahlen	324	8.3.2	Wirksamkeit interventioneller Verfahren ...	327
8.2.2	Wirksamkeit interventioneller Verfahren ...	324	8.4	Dystonie	327
			8.4.1	Daten und Zahlen	327
			8.4.2	Wirksamkeit interventioneller Verfahren ...	328

8.5	Essenzieller Tremor	329	8.7	Depression	330
8.5.1	Daten und Zahlen	329	8.7.1	Daten und Zahlen	330
8.5.2	Wirksamkeit interventioneller Verfahren	329	8.7.2	Wirksamkeit interventioneller Verfahren	330
8.6	Kopfschmerz	330			
8.6.1	Daten und Zahlen	330			
8.6.2	Wirksamkeit interventioneller Verfahren	330			
9	Ethische Aspekte interventioneller Neurophysiologie: Neuroethik am Beispiel der tiefen Hirnstimulation	333			
	<i>Jens Clausen</i>				
9.1	Einleitung	333	9.3	Experimentelle Ausweitung der THS	336
9.2	Ethische Aspekte in der klinischen Praxis	333	9.3.1	Frühere Stadien des Morbus Parkinson	336
9.2.1	Respektieren der Patientenautonomie	333	9.3.2	Einsatz in der Psychiatrie	336
9.2.2	Abwägen von Nutzen und Risiken	334	9.3.3	Bewusstseinsstörungen	338
			9.4	Ausblick	338
	Sachverzeichnis	340			