

---

## Anschriften

Prof. Dr. med. *Helmut Buchner*  
Klinikum der RWTH Aachen  
Abteilung Neurologie  
Pauwelsstr. 30  
D-52074 Aachen

Prof. Dr. med. *Detlef Claus*  
Klinikum Darmstadt  
Direktor der Neurologischen Klinik  
Heidelberger Landstr. 379  
D-64297 Darmstadt

Prof. Dr. med. *Hanns Christian Hopf*  
Neurologische Universitäts-Klinik  
Langenbeckstr. 1  
D-55131 Mainz

Prof. Dr. med. *Johannes Jörg*  
Klinik für Neurologie und klinische Neurophysiologie  
der Universität Witten/Herdecke  
Klinikum Wuppertal  
Heusnerstr. 40  
D-42283 Wuppertal

Prof. Dr. med. *Klaus Lowitzsch*  
Neurologische Klinik mit klinischer Neurophysiologie  
Klinikum der Stadt Ludwigshafen/Rh. gGmbH  
Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität  
Mainz  
Bremerstr. 79  
D-67063 Ludwigshafen

Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Peter Rappelsberger*  
Institut für Hirnforschung  
Universität Wien  
Spitalgasse 4  
A-1090 Wien

Prof. Dr. med. *Wolfgang Tackmann*  
Aatalklinik Wünnenberg  
Abteilung Neurologie  
In den Erlen 22  
D-33181 Wünnenberg

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Technische Grundlagen ..... 1

P. Rappelsberger

<b>Einleitung</b> .....	1	Polarität am Verstärkerausgang .....	6
<b>Elektroden</b> .....	1	<b>Filter und Signalbandbreite</b> .....	8
Arten von Elektroden .....	1	<b>Analog-Digital-Konverter</b> .....	9
Eigenschaften von Elektroden .....	4	<b>Mittelwertrechner (Averager)</b> .....	10
Elektrodenartefakte .....	5	Mittelungstechnik .....	10
<b>Differenzverstärker und Polarität</b> .....	5	Quadratwurzelgesetz .....	11
Eingangsverhältnisse und		<b>Stimulator</b> .....	13
Gleichtaktunterdrückung .....	6		

## 2 Visuell evozierte Potentiale (VEP) ..... 15

K. Lowitzsch

<b>Einleitung</b> .....	15	Physiologische Prototypen .....	41
Historischer Abriss .....	15	Normwerte .....	44
Definition .....	15	<b>Interpretation</b> .....	47
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	15	Normalbefunde .....	47
<b>Akquisition</b> .....	16	Grenzbefunde .....	49
Reizparameter .....	16	Pathologische Befunde .....	49
<i>Helligkeits-VEP (Blitz-VEP)</i> .....	17	<i>Befundmuster</i> .....	58
<i>Musterumkehr (Kontrast-VEP)</i> .....	17	Fehlermöglichkeiten bei der Interpretation .	64
<i>Reizlokalisierung</i> .....	25	<b>Krankheitsbilder</b> .....	65
<i>Klinischer Einsatz und Indikation der</i>		Demyelinisierende Erkrankungen .....	65
<i>verschiedenen Reizmodalitäten</i> .....	29	Spinale Erkrankungen .....	65
Registrierparameter .....	30	Hereditäre Erkrankungen .....	68
<i>Ableiteelektroden</i> .....	30	Kompressive und traumatische	
<i>Technische Registrierparameter</i> .....	34	Optikusläsionen .....	68
<i>Untersuchungsgang</i> .....	35	Ischämische Optikusläsionen .....	69
Fehlermöglichkeiten .....	35	Augenerkrankungen .....	70
<i>Gerätebezogene Fehlermöglichkeiten</i> .....	35	Zentralnervöse Erkrankungen .....	74
<i>Patientenbezogene Fehlermöglichkeiten</i> ...	36	Monitoring, Intensivmedizin .....	75
<b>Analyse</b> .....	39	<b>Untersuchungsstrategien, Indikationen</b> ....	76
Auswerteparameter und Vermessung .....	39		
Auswertungsstrategie des VEP .....	41		

### 3 Elektroretinographie (ERG) ..... 81

K. Lowitzsch

<b>Einleitung</b> .....	81	<i>H-ERG</i> .....	90
Historischer Abriss .....	81	<i>M-ERG (Kontrastreizung)</i> .....	91
Definition und Terminologie .....	81	Pathologische Prototypen .....	91
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	81	<i>Topographische Aspekte</i> .....	91
<b>Akquisition</b> .....	83	<i>Ätiologische Aspekte</i> .....	91
Reizparameter .....	83	<i>Phänotypische Aspekte</i> .....	91
<i>Helligkeits-ERG (H-ERG)</i> .....	83	<i>Befundmuster</i> .....	91
<i>Flicker-ERG</i> .....	84	Fehlermöglichkeiten .....	91
<i>Muster-ERG (M-ERG)</i> .....	84	<b>Krankheitsbilder</b> .....	91
Registrierparameter .....	84	Degenerative hereditäre	
<i>Elektroden</i> .....	84	Netzhauterkrankungen .....	91
<i>Registrierung</i> .....	85	Systemerkrankungen .....	93
Fehlermöglichkeiten .....	88	Vaskuläre Retinaerkrankungen .....	93
<b>Analyse</b> .....	88	Toxische Retinaveränderungen,	
Auswerteparameter, physiologische		Transmitter .....	95
Prototypen und Polung .....	88	Entzündliche Erkrankungen .....	96
Normgrenzen, Normwerte .....	89	Optikuserkrankungen .....	96
<b>Interpretation</b> .....	90	<b>Untersuchungsstrategien</b> .....	99
Normalbefunde .....	90		

### 4 Frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP) ..... 103

H. Buchner

<b>Einleitung</b> .....	103	Physiologische Einflüsse .....	112
Historischer Abriss .....	103	Fehlerquellen .....	112
Definition .....	103	<b>Interpretation</b> .....	113
<b>Anatomie, Physiologie und Entstehung der</b>		Normalbefund .....	113
<b>FAEP</b> .....	104	Grenzbefund .....	114
Anatomie und Physiologie .....	104	Pathologische Befunde .....	114
Entstehungsmodell der FAEP .....	105	<i>Periphere Hörstörungen</i> .....	114
<b>Akquisition</b> .....	106	<i>Läsionen des N. cochlearis</i> .....	115
Reizparameter .....	106	<i>Zentrale Läsionen</i> .....	116
Registrierparameter .....	108	<b>Krankheitsbilder, Befunde, Indikationen</b> ...	116
<i>Untersuchungsgang</i> .....	109	Krankheitsbilder .....	116
Fehlermöglichkeiten .....	109	<i>Periphere Hörstörung</i> .....	116
<i>Patientenbezogene Fehlermöglichkeiten</i> ...	109	<i>Läsionen des Nervus cochlearis</i> .....	118
<i>Gerätebezogene Fehlermöglichkeiten</i> .....	110	<i>Zentrale Läsionen</i> .....	120
<b>Analyse</b> .....	110	Befunde nach Erkrankungen .....	123
Auswerteparameter .....	110	Indikationen .....	123
Normvarianten .....	111	<i>Intraoperative Überwachung</i> .....	123
Normalwerte .....	112	<i>Diagnostik von Funktionsstörungen</i> .....	123

## 5 Somatosensorisch evozierte Potentiale (SEP) ..... 127

W.Tackmann

<b>Einleitung</b> .....	127	Spinale Tumoren .....	150
Historischer Abriss .....	127	Zervikale Myelopathie .....	152
Einordnung des Verfahrens .....	127	Syringomyelie .....	153
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	128	Friedreich-Ataxie .....	153
<b>Akquisition</b> .....	128	Olivopontozerebelläre Atrophie (OPCA) ...	153
Reizmodalitäten .....	128	Hereditäre spastische Paraplegie .....	154
Stimulationsorte .....	129	Vitaminmangelerkrankungen .....	154
Reizintensität .....	130	<i>Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel</i> .....	154
Reizfrequenz .....	130	<i>Vitamin-E-Mangel</i> .....	155
Ableiteelektroden .....	130	Multiple Sklerose (MS) .....	155
Ableiteorte .....	130	Entzündliche Rückenmarkerkrankungen mit	
Filter .....	131	Ausnahme der MS .....	158
Averaging .....	132	<i>Lues spinalis</i> .....	158
<b>Analyse</b> .....	132	<i>Tabes dorsalis</i> .....	158
Potentialdarstellung .....	132	<i>Myelitis transversa</i> .....	158
Registrierung .....	132	<i>Neuroborreliose</i> .....	158
Nomenklatur .....	132	<i>HIV-I- und HTLV-I- Erkrankungen</i> .....	158
Ausmessung der Potentiale .....	132	Vaskuläre Prozesse im Bereich des	
Reproduzierbarkeit .....	132	Hirnstamms und Großhirns .....	158
<b>Interpretation</b> .....	132	<i>Ischämien im Hirnstammbereich</i> .....	158
Normalbefunde und physiologische		<i>Infarkte im Thalamus und im Bereich der</i>	
Determinanten .....	132	<i>inneren Kapsel</i> .....	159
<b>Krankheitsbilder</b> .....	143	<i>Durchblutungsstörungen im Bereich des</i>	
Kompressionssyndrome peripherer Nerven		<i>Marklagers und Kortex</i> .....	159
und Plexus .....	143	<i>Korrelation mit klinischen Befunden</i> .....	159
<i>Thoracic-outlet-Syndrom</i> .....	143	Erkrankungen der Basalganglien .....	159
<i>Meralgia paraesthetica</i> .....	144	Epilepsien .....	161
Traumatische Nervenläsionen .....	145	Demenzielle Erkrankungen .....	162
Plexusläsionen .....	145	Schilddrüsenerkrankungen .....	162
Zervikale und lumbale		SSEP bei erektiler Dysfunktion .....	162
Wurzelkompressionen .....	145	<b>Spezielle Indikationen</b> .....	162
Polyneuropathien .....	147	Intraoperatives Monitoring .....	162
Amyotrophe Lateralsklerose .....	149	SSEP bei komatösen Patienten .....	163
Muskeldystrophien .....	149	SSEP und Hirntod .....	164
Traumatische Rückenmarkläsionen .....	149	SSEP bei Kindern .....	165
Vaskuläre Myelopathien .....	149		

## 6 Motorisch evozierte Potentiale (MEP) ..... 173

D. Claus

<b>Einleitung</b> .....	173	<i>Magnetische Stimulation peripherer</i>	
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	173	<i>Nerven</i> .....	181
Anatomische Grundlagen .....	173	<i>Transkutane Stimulation des Rückenmarks</i> .	181
Physikalische Grundlagen .....	175	<i>Silent Period</i> .....	182
Physiologische Grundlagen .....	176	Doppelstimulation .....	183
<b>Akquisition und Analyse</b> .....	177	<i>Transkallosale Stimulation,</i>	
Stimulation .....	177	<i>Kleinhirnstimulation</i> .....	183
<i>Transkranielle Stimulation</i> .....	177	Hochfrequenzstimulation .....	188
<i>Stimulation spinaler Vorderwurzeln</i> .....	179	Ableitungsmodalitäten .....	190

Reizgeräte und Spulen .....	191	Heredoataxien .....	215
Berechnung der zentralen motorischen		Krankheiten des extrapyramidalen	
Leitungszeit .....	191	Systems .....	217
Untersuchung von Hirnnerven .....	193	<i>Morbus Parkinson</i> .....	217
Sicherheitskriterien .....	196	<i>Multisystematrophie (MSA)</i> .....	218
<b>Interpretationen</b> .....	197	<i>Morbus Wilson</i> .....	218
Normalbefunde .....	197	<i>Chorea Huntington</i> .....	218
<i>Obere Extremitäten</i> .....	197	<i>Torticollis spasmodicus</i> .....	218
<i>Hirnnerven</i> .....	202	<i>Myoklonus</i> .....	219
<i>Diaphragma, Ösophagus, N. pudendus</i> ....	203	Spinale Prozesse .....	219
Besonderheiten bei Kindern .....	205	<i>Zervikale Myelopathie</i> .....	219
Topographische Zuordnung der Ergebnisse,		<i>Spinale Tumoren und Syringomyelie</i> .....	219
Mapping .....	206	<i>Übergangsanomalien, Morquio-Syndrom</i> ..	222
Fehlerquellen .....	208	<i>Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel</i> .....	222
<b>Krankheitsbilder</b> .....	208	Mitochondriale Enzephalomyopathien .....	222
Multiple Sklerose (MS) .....	208	Läsionen des N. facialis und der	
Schlaganfall .....	211	Hirnnerven .....	223
Degenerative Krankheiten des motorischen		Psychogene Bewegungsstörungen und	
Systems .....	212	Paresen .....	226
<i>Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)</i> .....	212	Spiegelbewegungen .....	226
<i>Spastische Spinalparalyse, tropische</i>		Sonstige Erkrankungen .....	226
<i>spastische Paraparese</i> .....	214		
<i>Neurolathyrismus</i> .....	215		

## 7 Sympathische Hautreaktion (SSR) ..... 233

J. Jörg

<b>Einleitung</b> .....	233	<i>Plexus- oder Wurzelläsionen</i> .....	240
Historischer Abriss .....	233	<i>Fokale Nervenläsionen</i> .....	241
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	234	<i>Erektile Dysfunktion</i> .....	241
<b>Akquisition</b> .....	235	<i>Morbus Sudeck</i> .....	241
Reiztechnik .....	235	Rückenmarkerkrankungen .....	241
Ableittechnik .....	236	Zerebrale Erkrankungen .....	242
<b>Analyse und Interpretation</b> .....	237	<i>Multiple Sklerose</i> .....	242
Analysetechnik .....	237	<i>Hirnfarkt</i> .....	243
Auswertung .....	237	<i>Morbus Parkinson, Parkinson-Syndrome und</i>	
Normalbefunde .....	237	<i>Multisystematrophie</i> .....	243
Bewertung .....	239	<i>Bewusstseins- und Vigilanzstörungen</i> .....	243
Fehlermöglichkeiten .....	239	Indikationen .....	243
<b>Krankheitsbilder, Indikationen und</b>		<i>Operative und medikamentöse Eingriffe</i> ...	243
<b>Befunde</b> .....	239	<i>Psychiatrische und neuropsychologische</i>	
Erkrankungen im Bereich des peripheren		<i>Anwendungen</i> .....	243
Nervensystems .....	239	<i>Psychophysiologische und Schlafforschung</i> .	244
<i>Polyneuropathien (PNP)</i> .....	239		
<i>Akute Polyneuroradikulitis (GBS-Syndrom)</i> .	240		

<b>8 Hirnstammreflexe</b> .....	247		
H. C. Hopf			
<b>Blinkreflex</b> .....	247	<b>Krankheitsbilder</b> .....	258
<b>Einleitung</b> .....	247	<i>Schädigungen des peripheren</i>	
Historischer Abriss .....	247	<i>Reflexbogens</i> .....	258
Definition .....	247	<i>Intraaxiale Schädigungen</i> .....	258
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	247	<b>Weiterführende Techniken</b> .....	259
<b>Akquisition</b> .....	249	<b>Exterozeptive Hemmung der</b>	
<b>Analyse</b> .....	249	<b>    Masseteraktivität</b> .....	260
<b>Interpretation</b> .....	250	<b>Einleitung</b> .....	260
<b>Krankheitsbilder</b> .....	250	Historischer Abriss .....	260
<i>Schädigungen des peripheren</i>		Definition .....	260
<i>Reflexbogens</i> .....	250	<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	260
<i>Intraaxiale Schädigungen (pontine oder</i>		<b>Akquisition</b> .....	261
<i>medulläre Läsionen)</i> .....	250	<b>Analyse</b> .....	261
<i>Störungen im Interneuronenpool</i> .....	250	<b>Interpretation</b> .....	263
<i>Supranukleäre Läsionen</i> .....	250	<b>Krankheitsbilder</b> .....	263
<b>Weiterführende Techniken</b> .....	250	<i>Schädigungen des peripheren</i>	
<b>Masseterreflex</b> .....	256	<i>Reflexbogens</i> .....	263
<b>Einleitung</b> .....	256	<i>Intraaxiale Schädigungen (pontomedulläre</i>	
Historischer Abriss .....	256	<i>Läsionen)</i> .....	263
Definition .....	257	<i>Störungen im Interneuronenpool</i> .....	264
<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	257	<b>Weiterführende Techniken</b> .....	264
<b>Akquisition</b> .....	257	<b>Nachweis der Polytopie mit Hilfe der</b>	
<b>Analyse</b> .....	257	<b>    Hirnstammreflexe</b> .....	265
<b>Interpretation</b> .....	258		
<b>Sachverzeichnis</b> .....	267		