



Tatjana Crönlein · Wolfgang Galetke  
Peter Young

# Schlafmedizin 1x1

Praxisorientiertes Basiswissen

*2. Auflage*

 Springer

---

## Schlafmedizin 1x1

---

Tatjana Crönlein · Wolfgang Galetke ·  
Peter Young

# Schlafmedizin 1x1

Praxisorientiertes Basiswissen

2. Auflage

Mit einem Gleitwort von Prof. Dr. med. Peter  
Young, Präsident der Deutschen Gesellschaft für  
Schlafforschung und Schlafmedizin

 Springer

Tatjana Crönlein  
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie  
Universität Regensburg  
Regensburg, Deutschland

Wolfgang Galetke  
Helios Klinik Hagen-Ambrock  
Hagen, Deutschland

Peter Young  
Klinik Bad Feilnbach  
Bad Feilnbach, Deutschland

ISBN 978-3-662-60405-2      ISBN 978-3-662-60406-9 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-60406-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2017, 2020  
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Fotonachweis Umschlag: © baranq/stock.adobe.com (Symbolbild mit Fotomodell), ID: 179276326  
Umschlaggestaltung: deblik, Berlin

Planung/Lektorat: Hinrich Kuester  
Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

---

## Geleitwort

Auch in der Schlafmedizin gilt weiterhin „wir sehen nur, was wir kennen“. Der Schlaf ist in seiner Funktion zum Erhalt körperlicher und seelischer Gesundheit in der heutigen somatischen und psychiatrischen Medizin einer der wichtigsten Bausteine. Die Prävalenz von Schlafstörungen nimmt in den letzten Jahren zu, was einerseits durch eine zunehmende Inzidenz, andererseits auch durch eine verbesserte Aufmerksamkeit der Gesellschaft und der Ärzteschaft für Erkrankungen des Schlafes bedingt ist.

In der großen Vielzahl von unterschiedlichen Schlafstörungen sowie dem breiten Spektrum der therapeutischen Maßnahmen ist es erforderlich, kompaktes Wissen zu vermitteln. Das vorliegende Buch hat sich zur Aufgabe gemacht, in einer stringenten und kompakten Form Wissen zu vermitteln, sodass auch der nicht schlafmedizinische Experte eine Hilfe in der täglichen Praxis durch dieses Taschenbuch finden kann. Die unterschiedlichen Themen der Schlafmedizin von der chronischen Ein- und Durchschlafstörung bis hin zur komplexen schlafbezogenen Atmungsstörung werden in diesem Buch vermittelt. Entsprechend dem Fachwissen, welches notwendig ist, schlafmedizinisch erkrankte Patienten zu diagnostizieren und zu behandeln, wird ein kompletter Überblick geboten. Die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) begrüßt aus diesem Grund den Ansatz des „Schlafmedizin 1x1“ in jeder Weise. Dieser Ansatz hilft, die Schlafmedizin in ihrer Breite darzustellen, und ist ein weiterer Baustein, um die Qualität der schlafmedizinischen Versorgung in Deutschland zu verbessern.

im Dezember 2019

Prof. Dr. med. Peter Young  
Präsident der Deutschen Gesellschaft für  
Schlafforschung und Schlafmedizin  
Bad Feilnbach

---

## Geleitwort zur 1. Auflage

Wissen um gesunden und gestörten Schlaf ist fester Bestandteil der Medizin. Schlaf bedeutet nicht nur Erholung und Regeneration wichtiger Körperfunktionen, sondern ist auch die Ressource für unsere Gesundheit. Behandlungsbedürftige Schlafstörungen zeigen Prävalenzen von bis zu 10 %. Schlafstörungen können unbehandelt zu Folgeerkrankungen führen, andere Krankheitsverläufe erheblich verschlechtern und nicht zuletzt durch müdigkeitsbedingte Unfälle gefährlich sein.

Die Schlafmedizin kann die meisten Schlafkrankheiten gut behandeln, hierzu stehen verschiedene Therapieoptionen, angefangen von der Pharmakotherapie über die apparative Beatmung von Patienten bis hin zur Psychotherapie zu Verfügung. Um diese Möglichkeiten besser auszuschöpfen, ist es erforderlich, schlafmedizinisches Wissen umfänglich zu verbreiten und Patientinnen und Patienten gut zu informieren. Beides ist das Ziel des vorliegenden Buches. Es umfasst Kapitel zu den Grundlagen des Schlafes, zu diagnostischen Möglichkeiten sowie zu den unterschiedlichen schlafmedizinischen Krankheitsbildern einschließlich therapeutischer Optionen. Dabei wird das Buch der Interdisziplinarität der Schlafmedizin vollumfänglich gerecht. Dieser Interdisziplinarität ist die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin ganz besonders verpflichtet. Nur der intensive Austausch über Symptome und Befunde von Patientinnen und Patienten mit Schlafstörungen aus den unterschiedlichen medizinischen und psychologischen Blickwinkeln ermöglicht die ganzheitliche Versorgung schlafgestörter Menschen. In diesem Sinne wünsche ich diesem Buch eine weite und erfolgreiche Verbreitung.

im Dezember 2015

Dr. med. Alfred Wiater  
Ex-Präsident der Deutschen Gesellschaft für  
Schlafforschung und Schlafmedizin  
Köln

---

## Vorwort

Schlafstörungen gehören zu den häufigsten Beschwerden in der ärztlichen Allgemeinpraxis. Unbehandelt können sie den Verlauf anderer Krankheitsbilder verschlechtern und führen nicht nur zu einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, sondern unter Umständen auch zu einer erhöhten Unfallgefahr. Gestörter Schlaf ist für alle Altersklassen und in allen Lebenssituationen von Bedeutung und wird dennoch in der ärztlichen Praxis oft stiefmütterlich oder insuffizient behandelt. Patienten mit jahrelanger Einnahme von unterschiedlichen Hypnotika oder die verbreitete Vorstellung, nur Schlafapnoepatienten werden in Schlaflaboren untersucht, sind Beispiele dafür. Abgesehen davon entwickeln sich auch Differenzialdiagnostik schlafmedizinischer Krankheitsbilder und deren Behandlungsmethoden ständig weiter.

Dieses Buch ist aus der Idee heraus entstanden, einen praxisnahen Begleiter für Ärzte zu entwickeln, der rasch und übersichtlich Hilfestellung und wesentliche Informationen liefert. Die Neuauflage ist aufgrund der neuen Leitlinien überarbeitet worden. Das Buch beginnt mit einem Überblick über die Klassifikation und Einteilung der schlafmedizinischen Krankheitsbilder anhand der aktuellen Klassifikationssysteme. Es werden dann die wichtigsten Schlafstörungen beschrieben: Insomnie, schlafbezogene Atmungsstörungen, motorische Störungen, Hypersomnien und zirkadiane Störungen und schließlich Parasomnien. Die Behandlungsmethoden sind leitliniengerecht aufgeführt. Der Verhaltenstherapie ist ein eigenes Kapitel gewidmet, da diese Behandlungsmethode zu den am besten evaluierten Methoden in der Schlafmedizin gehört. Auch die pharmakologische Behandlung schlafmedizinischer Krankheitsbilder wird in einem eigenen Kapitel abgehandelt. Im letzten Kapitel werden Untersuchungsmethoden bei schlafmedizinischen Krankheitsbildern beschrieben, angefangen bei empfohlenen Laborparametern über Fragebögen bis hin zur Polysomnographie.

Das Buch enthält im Anhang Informationsmaterial als Handout für Patienten, zum Beispiel Verhaltensmaßnahmen bei Schlafapnoe oder Schlafwandeln. Des Weiteren sind im Anhang Anamnesehilfen für unterschiedliche Krankheitsbilder aufgeführt. Schließlich sind kurze Fragebögen abgebildet, welche in der Schlafmedizin derzeit gebräuchlich sind und auch nach ihrer Ökonomie (Kürze und rasche Auswertung) ausgesucht wurden. Für das Überlassen der Abbildungen danken wir Dr. Peter Geisler (Bezirksklinikum Regensburg).

Das Buch soll das Erkennen und Behandeln von schlafmedizinischen Krankheitsbildern erleichtern und für eine bessere Vernetzung zwischen schlafmedizinischen Einrichtungen und dem praktizierenden Arzt sorgen.

Tatjana Crönlein  
Wolfgang Galetke  
Peter Young

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Schlaf und Schlafmedizin – Grundlagen</b> . . . . .	<b>1</b>
	Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young	
1.1	Schlafmedizin . . . . .	1
1.1.1	Entwicklung und Definition . . . . .	1
1.1.2	Relevanz der Schlafmedizin für den ärztlichen Alltag . . . . .	3
1.1.3	Wer repräsentiert die Schlafmedizin? . . . . .	4
1.1.4	Das Schlaflabor und seine Aufgaben . . . . .	5
1.2	Der Schlaf . . . . .	6
1.2.1	Wissen und Vorurteil . . . . .	6
1.2.2	Schlaf und seine Messung . . . . .	8
1.2.3	Schlafstadien . . . . .	9
1.2.4	Quantifizierung des Schlafes . . . . .	12
1.2.5	Ein Modell der Schlafregulation . . . . .	13
1.2.6	Physiologische Grundlagen des Schlafes . . . . .	15
1.2.7	Was bedeutet Schlafqualität . . . . .	16
1.2.8	Formen des gestörten Schlafes . . . . .	16
1.2.9	Schlafwahrnehmung . . . . .	19
1.2.10	Bewegungen während des Schlafes . . . . .	20
1.2.11	Müdigkeit und Tagesschläfrigkeit . . . . .	21
1.2.12	Veränderungen des Schlafes im Lebensalter . . . . .	22
1.2.13	Chronotypen . . . . .	23
1.2.14	Auswirkungen von Schlafmangel auf die Gesundheit . . . . .	24
1.2.15	Mittagsschlaf ja oder nein? . . . . .	26
1.3	Schlafmedizinische Klassifikationssysteme . . . . .	27
1.3.1	ICD-10 . . . . .	27
1.3.2	DSM-5 . . . . .	27
1.3.3	ICSD-3 . . . . .	28
1.3.4	Komorbidität zwischen verschiedenen Schlafstörungen . . . . .	29

<b>2</b>	<b>Die insomnische Störung</b> .....	31
	Tatjana Crönlein	
2.1	Epidemiologie .....	31
2.2	Symptomatik .....	32
2.3	Formen der Insomnie .....	34
2.3.1	Alte und neue Klassifikation .....	34
2.3.2	Akute Form .....	35
2.3.3	Chronische Form .....	36
2.3.4	Schwere chronische Form .....	37
2.3.5	Komorbide Form .....	39
2.3.6	Sonderform der Insomnie: Schlafwahrnehmungsstörung .....	40
2.4	Differenzialdiagnostik .....	41
2.4.1	Wann besteht der Verdacht auf eine andere Schlafstörung? .....	41
2.4.2	Differentialdiagnostische Methoden bei der Insomnie. ....	42
2.4.3	Differenzialdiagnostik der Insomnie und der Depression. ....	43
2.5	Erklärungsmodelle .....	45
2.5.1	Genetik .....	45
2.5.2	3P-Modell .....	45
2.5.3	Hyperarousal .....	46
2.5.4	Kognitive Theorie .....	47
2.6	Therapie der Insomnie .....	49
2.6.1	Komplikationen einer unbehandelten Insomnie. ....	50
2.6.2	Therapieoptionen .....	50
2.6.3	Psychoedukation und Schlafschule .....	52
2.6.4	Insomniespezifische Verhaltenstherapie .....	53
2.6.5	Entspannungsmethoden .....	53
2.6.6	Psychopharmaka .....	54
<b>3</b>	<b>Schlafbezogene Atmungsstörungen</b> .....	55
	Wolfgang Galetke	
3.1	Klassifikation .....	55
3.1.1	Relevanz schlafbezogener Atmungsstörung in der ärztlichen Praxis .....	55
3.1.2	Obstruktive Schlafapnoe .....	56
3.1.3	Zentrale Schlafapnoe .....	57
3.2	Epidemiologie .....	58
3.3	Ursachen .....	59
3.4	Symptomatik .....	60
3.4.1	Der Schlaf von Schlafapnoepatienten .....	61
3.4.2	Monotonieintoleranz als typische Form der Müdigkeit .....	62

3.4.3	Schnarchen . . . . .	62
3.4.4	„Weibliche“ Schlafapnoe . . . . .	63
3.5	Diagnostik . . . . .	63
3.5.1	Phänotyp . . . . .	64
3.5.2	Anamnese . . . . .	64
3.5.3	Körperliche Untersuchung . . . . .	65
3.5.4	Polygraphie . . . . .	65
3.5.5	Polysomnographie . . . . .	66
3.6	Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen . . . . .	67
3.6.1	Kontinuierliche Überdruckbeatmung . . . . .	68
3.6.2	Arten der Überdruckbeatmung . . . . .	69
3.6.3	Compliance . . . . .	70
3.6.4	Vermeidung der Rückenlage im Schlaf . . . . .	71
3.6.5	Operative Methoden . . . . .	72
3.6.6	Unterkieferprotrusionsschienen . . . . .	72
3.6.7	Allgemeine Verhaltensmaßnahmen . . . . .	73
3.6.8	Weitere Methoden zur Behandlung der Schlafapnoe . . . . .	74
3.7	Einflussfaktoren und Wechselwirkungen mit anderen Störungen . . . . .	74
3.7.1	Übergewicht . . . . .	74
3.7.2	Depressionen und Schlafapnoe . . . . .	75
3.7.3	Restless-legs-Syndrom und Schlafapnoe . . . . .	75
3.7.4	Insomnie und Schlafapnoe . . . . .	76
3.7.5	Parasomnie und Schlafapnoe . . . . .	77
3.7.6	Einfluss von Medikamenten auf schlafbezogene Atmungsstörungen . . . . .	77
3.8	Schlafbezogenes Stöhnen . . . . .	77
<b>4</b>	<b>Motorische Störungen</b> . . . . .	<b>79</b>
	Peter Young	
4.1	Restless-legs-Syndrom (RLS) . . . . .	79
4.1.1	Definition und Symptomatik . . . . .	80
4.1.2	Pathophysiologie . . . . .	81
4.1.3	Häufigkeit . . . . .	81
4.1.4	Diagnostik . . . . .	81
4.1.5	Formen des Restless-legs-Syndroms . . . . .	84
4.1.6	Therapie des Restless-legs-Syndroms . . . . .	85
4.2	Periodische Beinbewegungen im Schlaf . . . . .	89
4.2.1	Definition und Symptomatik . . . . .	89
4.2.2	Diagnostik . . . . .	90
4.2.3	Komorbiditäten . . . . .	90
4.2.4	Therapie der periodischen Beinbewegungen im Schlaf . . . . .	91

4.3	Schlafbezogene Beinkrämpfe . . . . .	91
4.4	Bruxismus . . . . .	92
4.5	Rhythmische Bewegungsstörung . . . . .	93
4.5.1	Definition und Symptomatik . . . . .	93
4.5.2	Therapie der rhythmischen Bewegungsstörung . . . . .	94
4.6	Einschlafmyoklonien . . . . .	94
<b>5</b>	<b>Hypersomnolenz zentralen Ursprungs . . . . .</b>	<b>97</b>
	Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young	
5.1	Definition, Symptome und Diagnostik der Hypersomnolenz . . . . .	97
5.1.1	Definition . . . . .	97
5.1.2	Phänomenologie hypersomnischer Symptome . . . . .	99
5.1.3	Klassifikation der Hypersomnolenzen zentralnervösen Ursprungs. . . . .	102
5.1.4	Anamnese bei hypersomnischen Symptomen . . . . .	103
5.1.5	Diagnostische Methoden bei hypersomnischen Symptomen . . . . .	105
5.2	Narkolepsie . . . . .	105
5.2.1	Definition und Epidemiologie . . . . .	105
5.2.2	Symptome . . . . .	106
5.2.3	Pathophysiologie und Verlauf . . . . .	109
5.2.4	Diagnostik . . . . .	110
5.2.5	Therapie der Narkolepsie . . . . .	114
5.2.6	Zur Frage der Arbeitsfähigkeit bei Narkolepsie . . . . .	116
5.3	Hypersomnien . . . . .	116
5.3.1	Kleine-Levin-Syndrom . . . . .	116
5.3.2	Idiopathische Hypersomnie . . . . .	117
5.4	Verhaltensabhängiges Schlafmangelsyndrom . . . . .	121
5.4.1	Symptomatik . . . . .	122
5.4.2	Diagnostik . . . . .	122
5.4.3	Therapie des Schlafmangelsyndroms. . . . .	123
<b>6</b>	<b>Zirkadiane Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus . . . . .</b>	<b>125</b>
	Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young	
6.1	Definition und Klassifikation . . . . .	125
6.2	Jetlag . . . . .	126
6.2.1	Definition und Symptomatik . . . . .	126
6.2.2	Therapie des Jetlag-Syndroms . . . . .	127
6.3	Schlafstörung bei Schichtarbeit . . . . .	127
6.3.1	Schichtarbeit. . . . .	128
6.3.2	Symptomatik . . . . .	128
6.3.3	Diagnostik . . . . .	129
6.3.4	Kriterien für Schichtuntauglichkeit aufgrund von Schlafstörungen . . . . .	131
6.3.5	Therapie von Schlafstörungen bei Schichtarbeit . . . . .	131

6.4	Chronobiologische Extremtypen . . . . .	132
6.4.1	Syndrom der verzögerten Schlafphase. . . . .	133
6.4.2	Syndrom der vorverlagerten Schlafphase . . . . .	134
6.4.3	Weitere chronobiologische Störungen . . . . .	134
6.5	Therapie zirkadianer Störungen . . . . .	134
6.5.1	Licht . . . . .	135
6.5.2	Verhaltensmaßnahmen . . . . .	136
6.5.3	Medikamentöse Therapie . . . . .	137
<b>7</b>	<b>Parasomnien . . . . .</b>	<b>139</b>
	Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young	
7.1	Definition und Einteilung . . . . .	139
7.2	Diagnostik . . . . .	141
7.3	Non-REM-Schlaf-bezogene Parasomnien . . . . .	143
7.3.1	Schlaftrunkenheit . . . . .	144
7.3.2	Schlafwandeln . . . . .	145
7.3.3	Pavor nocturnus . . . . .	148
7.4	REM-Schlaf-bezogene Parasomnien . . . . .	149
7.4.1	REM-Schlaf-Verhaltensstörung . . . . .	149
7.4.2	Isolierte Schlaflähmung . . . . .	153
7.4.3	Alpträume. . . . .	155
7.5	Enuresis . . . . .	157
7.5.1	Symptomatik und Ursachen . . . . .	157
7.5.2	Diagnostik . . . . .	158
7.5.3	Therapie der Enuresis. . . . .	158
7.6	Weitere Parasomnien . . . . .	158
7.6.1	Schlafbezogene Essstörung . . . . .	158
7.6.2	Exploding-head-Syndrom . . . . .	159
7.6.3	Schlafbezogene Halluzinationen . . . . .	159
<b>8</b>	<b>Verhaltenstherapeutische Methoden in der Schlafmedizin. . . . .</b>	<b>161</b>
	Tatjana Crönlein	
8.1	Was ist Verhaltenstherapie? . . . . .	161
8.1.1	Pro und Kontra einer Verhaltenstherapie bei Schlafstörungen . . . . .	162
8.1.2	Voraussetzungen beim Patienten . . . . .	164
8.1.3	Indikationsbereiche . . . . .	165
8.1.4	Wie finde ich den passenden Verhaltenstherapeuten? . . . . .	166
8.2	Verhaltenstherapie bei Insomnie . . . . .	166
8.2.1	Psychoedukation . . . . .	167
8.2.2	Schlafhygiene. . . . .	168
8.2.3	Weniger Zeit im Bett: Bettzeitrestriktion. . . . .	169
8.2.4	Verhaltenstherapeutische Empfehlungen des Arztes. . . . .	170
8.3	Verhaltenstherapie bei Alpträumen . . . . .	171

8.4	Verhaltenstherapie bei pathologischer Müdigkeit . . . . .	172
8.4.1	Naps . . . . .	172
8.4.2	Ausweitung der Bettzeit. . . . .	173
8.4.3	Weitere Verhaltensmaßnahmen bei Müdigkeit. . . . .	174
8.5	Verhaltenstherapie bei Schlafwandeln . . . . .	175
8.6	Verhaltenstherapie bei Enuresis . . . . .	176
8.7	Weitere nicht medikamentöse Verfahren . . . . .	176
8.7.1	Achtsamkeit und Hypnose . . . . .	176
8.7.2	Licht . . . . .	176
8.7.3	Entspannung . . . . .	178
<b>9</b>	<b>Pharmaka in der Schlafmedizin . . . . .</b>	<b>181</b>
	Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young	
9.1	Hypnotika. . . . .	181
9.1.1	Geschichte der Hypnotika . . . . .	182
9.1.2	Definition und Eigenschaften. . . . .	182
9.1.3	Regeln bei der Verschreibung. . . . .	183
9.1.4	Auswahl eines geeigneten Hypnotikums. . . . .	185
9.1.5	Zum Thema Abhängigkeit von Schlafmitteln . . . . .	186
9.1.6	Benzodiazepine . . . . .	189
9.1.7	Benzodiazepinrezeptoragonisten . . . . .	191
9.1.8	Antidepressiva . . . . .	192
9.1.9	Melatonin . . . . .	193
9.1.10	Antihistaminika . . . . .	194
9.1.11	Neuroleptika. . . . .	195
9.2	Wachheitsfördernde Substanzen . . . . .	196
9.2.1	Modafinil . . . . .	196
9.2.2	Natriumoxybat (Xyrem). . . . .	197
9.2.3	Methylphenidat (Ritalin) . . . . .	197
9.2.4	Pitolisant. . . . .	197
9.2.5	Selegilin (Movergan) . . . . .	198
9.3	Medikamente zur Behandlung einer „REM sleep behaviour disorder“ . . . . .	198
9.4	Medikamente zur Unterdrückung von Kataplexien. . . . .	198
9.5	Substanzen mit chronobiologischer Wirkung . . . . .	199
<b>10</b>	<b>Schlafmedizinische Messmethoden . . . . .</b>	<b>201</b>
	Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young	
10.1	Schlafmedizinische Methoden und deren Indikationen. . . . .	201
10.2	Schlafmedizinische Anamnese. . . . .	204
10.3	Körperliche Untersuchung. . . . .	205
10.4	Blutuntersuchung. . . . .	206
10.5	Fragebögen in der Schlafmedizin . . . . .	207
10.5.1	Tagesschläfrigkeit . . . . .	208
10.5.2	Insomnische Beschwerden. . . . .	209
10.5.3	Schlafapnoesyndrom . . . . .	210

10.5.4	Zirkadiane Störungen . . . . .	211
10.5.5	Restless-legs-Syndrom . . . . .	211
10.6	Schlafprotokoll . . . . .	212
10.7	Ambulante apparative Verfahren . . . . .	214
10.7.1	Testverfahren bei Müdigkeit . . . . .	214
10.7.2	Verfahren zur Messung von Aktivität . . . . .	215
10.7.3	Testverfahren bei schlafbezogenen Atmungsstörungen . . . . .	216
10.8	Schlaflabor . . . . .	222
10.8.1	Indikationen zur Untersuchung im Schlaflabor . . . . .	223
10.8.2	Aufbau eines Schlaflabors . . . . .	224
10.8.3	Verkabelung . . . . .	224
10.8.4	Ablauf der Untersuchung . . . . .	225
10.8.5	Kann man in einem Schlaflabor schlafen? . . . . .	226
10.8.6	Arten der Polysomnographien im Schlaflabor . . . . .	227
10.8.7	Störfaktoren für eine Untersuchung im Schlaflabor . . . . .	227
<b>Anhang</b> . . . . .		229
<b>Glossar</b> . . . . .		241
<b>Literatur</b> . . . . .		247
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .		249

---

## Über die Autoren



**Priv.- Doz. Dr. phil. med. habil. Tatjana Crönlein** Psychologische Psychotherapeutin, Supervisorin für Psychotherapie und Somnologin (DGSM). Hat am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München Schlafforschung begonnen und an der Universität Regensburg fortgesetzt. Entwicklung und Evaluation eines stationären standardisierten insomniespezifischen Therapieprogramms. Leitung der Arbeitsgruppe Insomnie der DGSM, Mitarbeit bei der Erstellung der Leitlinie Insomnie.



**Prof. Dr. med. Wolfgang Galetke** Internist, Pneumologe, Allergologe und Schlafmediziner. Er leitet die Klinik für Pneumologie der VAMED Klinik Hagen Ambrock, die einen Schwerpunkt in der Schlafmedizin hat. Wissenschaftliche Schwerpunkte sind die Beatmungsmedizin und die Behandlung schlafbezogener Atemstörungen. Über viele Jahre war er Sprecher der AG Apnoe der DGSM und ist einer der Autoren der Leitlinie Schlafbezogene Atemstörungen.



**Prof. Dr. med. Peter Young** Neurologie und Schlafmediziner. Er hat über viele Jahre an der Universitätsklinik Münster die Schlafmedizin geleitet und sich wissenschaftlich besonders mit den Themen Atmung, Schlaf und Parasomnien beschäftigt, dabei mehr als 100 Originalartikel und Buchbeiträge verfasst. Seit April 2019 ist er Chefarzt und ärztlicher Direktor der Neurologischen Rehabilitationsklinik Medical Park Bad Feilnbach, Reithofpark. Derzeit ist er Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin.



# Schlaf und Schlafmedizin – Grundlagen

# 1

Tatjana Crönlein, Wolfgang Galetke und Peter Young

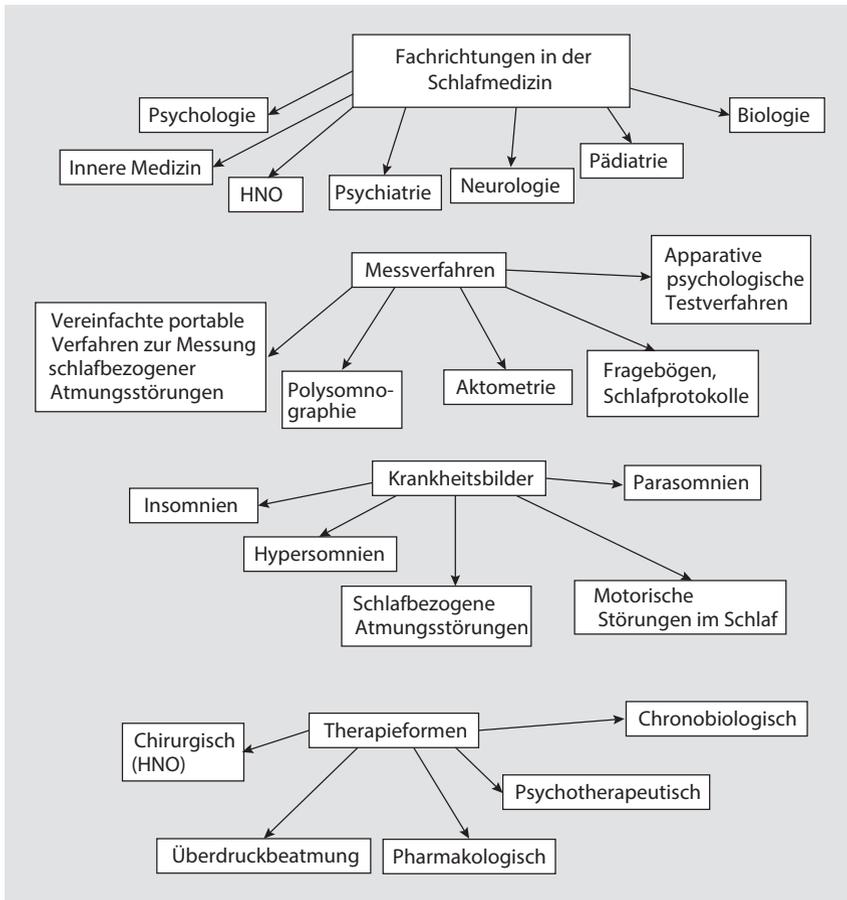
Die Schlafmedizin umfasst sowohl Forschungsbereiche, die den gesunden Schlaf betreffen, als auch solche, die den gestörten Schlaf untersuchen. Die Klassifikation der Schlafstörungen ist in der ICD-10 eingebettet. Es existiert jedoch auch eine differenziertere Einteilung, die Internationale Klassifikation der Schlafstörungen (ICSD). Diese Klassifikation aller Schlafstörungen wurde aufgrund eines Expertenkonsensus entwickelt und wird regelmäßig überprüft und erneuert. In diesem Kapitel werden ein Überblick über Fakten des normalen Schlafes und die Einteilung der unterschiedlichen Schlafstörungen sowie eine Beschreibung des Faches Schlafmedizin gegeben.

## 1.1 Schlafmedizin

### 1.1.1 Entwicklung und Definition

Die Schlafmedizin ist die Lehre von der Diagnostik, Klassifikation und Behandlung von Störungen, die im, während oder infolge des Schlafes auftreten (Abb. 1.1).

Im Vergleich zu anderen medizinischen Fachrichtungen ist die Schlafmedizin relativ jung, dabei sind Schlafmittel eines der ältesten Pharmazeutika überhaupt und finden schon in der Antike Erwähnung (z. B. „Somniferum“, Schlafmohn). Die Erfindung des Elektroenzephalogramms machte eine systematische Untersuchung des Schlafes möglich und brachte wissenschaftlich gesehen Licht in das Dunkel des Nachtschlafes; aus der Schlafforschung ist die Schlafmedizin entstanden. Mithilfe der Polysomnographie (physiologische Messung der Gehirnströme, Augenbewegungen und Muskelspannung) wurde Schlaf nun als Abfolge unterschiedlicher Schlafstadien begriffen, die zyklisch verlaufen und ihre spezifischen physiologischen Eigenschaften haben.



**Abb. 1.1** Schlafmedizin: beteiligte Fachrichtungen, Messverfahren, Krankheitsbilder und Therapieverfahren

Diese physiologische Messung des Schlafes machte auch die Entdeckung von Schlafkrankheiten und die Entwicklung therapeutischer Optionen möglich. Die Schlafmedizin hat insbesondere durch die Behandlung mit der maschinellen Beatmung bei der Schlafapnoe einen neuen Industriezweig erschaffen. Die CPAP-Geräte („continuous positive airway pressure“), aus der Anästhesie entlehnt, unterdrücken durch eine kontinuierliche Überdrucktherapie Apnoen im Schlaf. Sie wurden 1980 durch Sullivan entwickelt, zuvor wurden schwere Apnoen im Schlaf nicht selten durch eine Tracheotomie behandelt. Erkenntnisse der Schlafmedizin haben Auswirkungen auf die Erfindung neuer schlafinduzierender Substanzen und auf die Standards in psychotherapeutischen Ausbildungsinstituten bei der Insomnie.

- ▶ Die Schlafmedizin verfügt neben den stationären Schlaflaboren auch über eine Auswahl von ambulanten Messmethoden.

Mittlerweile umfasst die Schlafmedizin die Diagnostik und Therapie von nahezu 80 Schlafstörungen. Sie ist innerhalb der Medizin interdisziplinär und umfasst die Fachbereiche Innere Medizin, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Pädiatrie, Zahnheilkunde, Psychiatrie und Neurologie. Außerdem arbeiten Psychologen und Biologen klinisch und wissenschaftlich in dieser Fachrichtung. Die technischen schlafmedizinischen Methoden sind überwiegend elektrophysiologisch (Polysomnographie). Daneben umfassen die Methoden aber auch psychologische Testverfahren, körperliche Untersuchungen und die Bestimmung von Laborparametern. Die Patienten werden je nach Indikation im ambulanten Setting (z. B. mit Langzeitbewegungsmessung) oder stationär in einem Schlaflabor untersucht und behandelt. Die Schlafmedizin verfügt also neben den stationären Schlaflaboren auch über eine Auswahl von ambulanten Mess- und Behandlungsmethoden. Zur Schlafmedizin gehört auch ein speziell ausgebildetes technisches Personal, das in der Durchführung einer Polysomnographie und der Auswertung ausgebildet ist. Die Einweisung in die Handhabung der CPAP-Geräte wird mittlerweile von Firmen übernommen.

Die schlafmedizinischen Krankheitsbilder sind zum Teil in der ICD-10, ausführlicher jedoch in der Internationalen Klassifikation der Schlafstörungen (ICSD) beschrieben. Diese liegt seit 2014 in der dritten überarbeiteten Fassung vor. Wissenschaftliche Gremien auf nationaler und internationaler Ebene beschäftigen sich mit der Erstellung aktueller Diagnose- und Behandlungskriterien.

### 1.1.2 Relevanz der Schlafmedizin für den ärztlichen Alltag

Es gibt kaum eine Störung in der Medizin, die so hohe Prävalenzen erreicht und deren Folgen auch für die Allgemeinheit so dramatisch sein können wie eine Schlafstörung. Bis zu 30 % der Bevölkerung leidet unter gestörtem oder nicht erholsamem Schlaf und ca. 10 % erfüllen die Kriterien einer Insomnie.

- ▶ Etwa 30 % der Bevölkerung leidet unter nicht erholsamem Schlaf.

Auch die Prävalenzen einer Schlafapnoe oder eines Restless-legs-Syndroms erreichen zweistellige Zahlen. Die Folgen von ungewolltem Einschlafen sind in zahlreichen Katastrophen der jüngeren Geschichte sichtbar, in denen menschliches Versagen vor allem einer Übermüdung zugeschrieben wurde. Schlafstörungen können auch den Verlauf einer anderen Erkrankung erheblich verschlechtern, und nicht zuletzt in der Schichtarbeit spielt das Thema Schlafstörung eine zunehmende und für die breite Masse der Gesellschaft relevante Rolle.

Unbehandelte Schlafstörungen sind teuer – für die Gesellschaft und für den Betroffenen. Und dennoch ist schlafmedizinisches Wissen in der Ärzteschaft kaum

verbreitet. Beispielsweise herrscht bei vielen Ärzten noch immer die Meinung vor, dass die Überweisung in ein Schlaflabor „nur“ bei schlafbezogenen Atmungsstörungen indiziert sei. Dabei besteht bei sehr vielen Krankheitsbildern der Schlafmedizin eine Indikation zur weiteren polysomnographischen Abklärung.

Gestörter Schlaf wird oft als Folge einer anderen Störung gesehen und symptomatisch behandelt oder als Befindlichkeitsstörung nicht ernst genommen. Schlaf und seine Störungen sind immer noch ein weitgehend unbekanntes Feld. Zwar sind mittlerweile die häufigsten Störungen, wie zum Beispiel das Schlafapnoesyndrom oder das Restless-legs-Syndrom, inklusive ihrer Behandlungsmöglichkeiten gut bekannt, über andere Schlafstörungen und die diagnostischen Möglichkeiten herrscht jedoch noch weitgehend Unsicherheit. Studien haben gezeigt, dass alleine eine Verbesserung des Wissens um schlafmedizinische Krankheitsbilder zu einer Erhöhung schlafmedizinischer Diagnosen führt.

#### **Gründe für eine Schlafmedizin**

- Schlafstörungen gehören zu den häufigsten Erkrankungen.
- Unbehandelte Schlafstörungen können zu schweren Folgeerkrankungen führen.
- Unbehandelte Schlafstörungen erhöhen die Unfallgefahr und die Anzahl der Krankheitstage.
- Schlafstörungen kann man in der Regel gut behandeln.
- Schlafmedizinische Einrichtungen bieten diagnostische Untersuchungen und Therapien, die in der niedergelassenen Praxis nicht ökonomisch wären.

### **1.1.3 Wer repräsentiert die Schlafmedizin?**

Die Schlafmedizin wird in Deutschland durch die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) repräsentiert. Diese wissenschaftliche Gesellschaft befasst sich mit der Erforschung von Schlafkrankheiten sowie den Grundlagen des Schlafes, die auf einem jährlichen Kongress ausgetauscht werden. Sie supervidiert die Qualität von Schlaflaboren in medizinischen Einrichtungen. Ein Schlaflabor, welches den standardisierten Ansprüchen der DGSM genügt, wird durch die DGSM in einem standardisierten Prüfungsverfahren akkreditiert. Somit ist ein einheitlicher Standard in der Diagnostik und Behandlung gewährleistet. Die DGSM verfügt über eine Homepage, die über Ansprechpartner und wichtige Adressen informiert, so auch über die akkreditierten Schlaflabore in Deutschland ([www.dgsm.de](http://www.dgsm.de)). Die Fachzeitschrift der DGSM nennt sich Somnologie.

- ▶ Die Schlafmedizin wird in Deutschland durch die Deutsche Gesellschaft für Schlafmedizin und Schlafforschung repräsentiert.

Europaweit ist die Schlafmedizin durch die European Sleep Research Society (ESRS) vertreten. Die Jahrestreffen finden alle 2 Jahre an wechselnden Orten statt. Die wissenschaftliche Fachzeitschrift heißt Journal of Sleep Research. Die World Association of Sleep Medicine (WASM) ist der Weltfachverband für die Schlafmedizin mit der Fachzeitschrift Sleep.

Obwohl die Schlafmedizin national wie auch international wissenschaftlich gut etabliert ist und es mittlerweile (Stand 2019) 300 Schlaflabore und schlafmedizinische Zentren an Krankenhäusern und Universitätskliniken gibt, fehlt die Schlafmedizin noch als eigenständiges Fach in der medizinischen Ausbildung. Dabei verfügt sie über einen Ausbildungskatalog zum Somnologen und Schlafmediziner und ist sowohl wissenschaftlich als auch klinisch aus der medizinischen Landschaft nicht mehr wegzudenken. Derzeit kümmert sich eine eigene Kommission um die Etablierung des Faches Schlafmedizin in der Ausbildung zum approbierten Arzt.

#### **Nationale und internationale Verbände der Schlafmedizin**

- Deutschland: Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin
- Europa: European Sleep Research Society
- weltweit: World Association of Sleep Medicine

### **1.1.4 Das Schlaflabor und seine Aufgaben**

Ein Schlaflabor ist eine Messeinheit, die sowohl ambulant als auch stationär im Einsatz ist. Sie hat sich ursprünglich aus Forschungslaboren für den Schlaf entwickelt und ist in den letzten Jahrzehnten technisch immer ausgefeilter vor allem in Kliniken angesiedelt. In einem Schlaflabor können der Schlaf, die Atmung, Beinbewegungen und andere physiologische Parameter aufgezeichnet und ausgewertet werden (Abschn. 10.7).

In Schlaflaboren findet jedoch nicht nur eine elektrophysiologische Messung des Schlafes statt, sondern auch Untersuchungen der Müdigkeit, der Tages-schläfrigkeit und der Aufmerksamkeit werden vorgenommen. Neben den polysomnographischen Daten und der Klinik sind diese Ergebnisse maßgeblich bei der Diagnosestellung beteiligt.

- ▶ Schlaflabore sind Untersuchungsstationen für den aktuellen Nachtschlaf und die damit verbundenen Störungen. Dazu gehören auch die Auswirkungen der Schlafstörung auf die Tagesbefindlichkeit.

Schlaflabore sind mittlerweile jedoch mehr als reine diagnostische Funktionseinheiten, viele Störungen werden hier auch behandelt. Die Behandlung der jeweiligen Schlafstörung ist in der Regel von dem medizinischen Fachgebiet abhängig, in dem das Schlaflabor angesiedelt ist. Es gibt jedoch auch schlafmedizinische Zentren, in denen nahezu alle Schlafstörungen diagnostiziert und behandelt werden können.

**Schlaflabore**

Schlaflabore sind Messstationen

- des Nacht- und Tagschlafes,
- der Aufmerksamkeit,
- der Müdigkeit,
- von Atemstörungen während des Schlafes,
- von motorischen Störungen während des Schlafes,
- von neurologischen Störungen während des Schlafes.

Ein von der DGSM zertifiziertes Schlaflabor muss einen Katalog von Bedingungen erfüllen, angefangen von der Raumausstattung bis hin zur Anzahl und Qualifikation des Personals. Diese Grundanforderungen müssen erfüllt sein, um von der DGSM anerkannt, d. h. akkreditiert zu sein. Schlaflabore werden von Schlafmedizinern oder Somnologen geleitet. Auch diese müssen gewisse Voraussetzungen erfüllen und eine Prüfung ablegen. Informationen sind direkt bei der DGSM erhältlich. Der Schlafmediziner bzw. Somnologe ist qualifiziert, Schlafstörungen differenzialdiagnostisch zu erfassen und zu behandeln.

- ▶ Schlaflabore können bezüglich ihres Standards von der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin begutachtet und akkreditiert werden.

Die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin verfügt über eine Liste von akkreditierten Schlaflaboren, die über ganz Deutschland verteilt sind. Sie sind teilweise an Universitätskliniken angesiedelt, teilweise in Krankenhäusern der Maximal- oder Regelversorgung. Die Liste der Schlaflabore ist auf der Homepage der DGSM hinterlegt. Patienten mit Schlafstörungen können zur weiteren Abklärung an das nächstgelegene Schlaflabor verwiesen werden.

---

## 1.2 Der Schlaf

### 1.2.1 Wissen und Vorurteil

Das Thema Schlaf ist im Gegensatz zu anderen medizinischen Themen häufig in der Presse vertreten. Insbesondere für insomnische Beschwerden gibt es allerlei Ratgeber und Tipps. Der Arzt ist daher häufig mit Annahmen des Patienten konfrontiert, welche in der Regel von zwei Quellen gespeist werden: Zum einen sind es Fakten, die durch die „Fachpresse“ wandern (z. B. „Schichtarbeit führt zu Schlafstörungen“), zum anderen ist es eine Plausibilität, die auf eigenen Annahmen beruht („Das kann doch gar nicht gesund sein, wenn man zu wenig schläft“).

- Das Thema gesunder Schlaf ist mit Vorurteilen und unrealistischen Erwartungen überfrachtet.

Die Schlaffähigkeit wird durch verschiedene Variablen beeinflusst, sehr entscheidende sind dabei interne Faktoren, wie zum Beispiel Erwartungen, Ängste oder Einstellungen. Einstellungen und Erwartungen können Schlaf begünstigen, aber auch verschlechtern. Viele dieser Einstellungen kursieren als „Wahrheiten“ durch die Medien, angefeuert von „Expertenstatements“, und können Schlafgestörte verunsichern. Die folgende Übersicht zeigt die häufigsten Vorurteile bezüglich des Schlafes. Für den behandelnden Arzt kommt es nicht so sehr darauf an, dass er die Ängste „vom Tisch wischt“, sondern eher, dass er sich der Suggestivkraft dieser Vorurteile bewusst ist. Diese dysfunktionalen Kognitionen in Bezug auf den Schlaf zu korrigieren, ist ein Teil der insomniespezifischen Verhaltenstherapie (Abschn. 8.2).

#### **Vorurteile über den Schlaf**

- Der beste Schlaf ist der vor Mitternacht.
- Der Schlaf verschlechtert sich bei Vollmond.
- Schlafmangel macht krank.
- Ältere Personen brauchen nicht so viel Schlaf.
- Schlafmittel machen abhängig.
- Spätes Essen verschlechtert das Einschlafen.
- Elektronische Geräte im Schlafzimmer führen zu Schlafstörungen.
- Sport am Abend verschlechtert den Schlaf.
- Schlafmangel macht dick.

Diese Vorurteile können zu einer Störungsquelle für den eigenen Schlaf werden, zum Beispiel wenn die erreichte Schlafqualität im Vergleich zu vermeintlichen Standards zurückbleibt („Man braucht mindestens 7 h, um erholt zu sein“; Kap. 2) oder falsch verstandene Fakten über den Schlaf die eigene Gesundheit bedrohen („Schlafmangel macht dick“).

#### **Fallbeispiel**

Frau T. ist verzweifelt, weil sie nicht schlafen kann. Sie ist fest davon überzeugt, dass die Schlafstörung durch einen Melatoninmangel im Gehirn ausgelöst wird. Sie hat sich ihren Melatoninspiegel auf eigene Kosten bestimmen lassen. Allerdings helfen die Melatoninpräparate auch nicht. Frau T. wurde in einem Schlaflabor untersucht. Sie schlief besser, als sie dachte, was sie sehr beruhigte. Außerdem wurden mit ihr Verhaltensmaßnahmen besprochen, die auch ohne Medikamente zu einer Besserung des Schlafes führte.

Die Behandlung schlafmedizinischer Störungen setzt also Basiswissen über den normalen Schlaf voraus. Allein die Aufklärung über bestimmte Zusammenhänge kann schon einen therapeutischen Effekt haben. Gerade dem Arzt kommt bei der Wissensvermittlung über den Schlaf eine bedeutsame Rolle zu.

## 1.2.2 Schlaf und seine Messung

Was ist Schlaf? Schlaf ist durch folgende Kriterien gekennzeichnet:

### Definition Schlaf

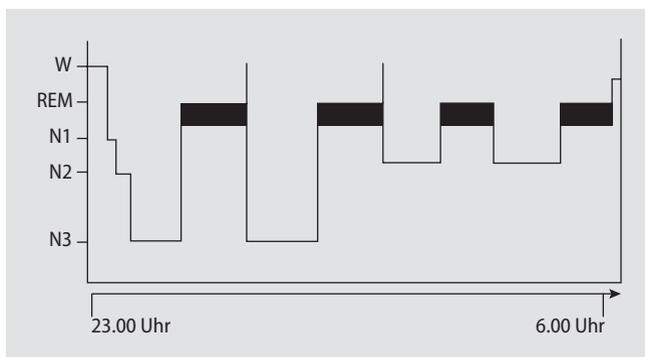
- Geschlossene Augen
- Ruhige Atmung
- Verminderte Reaktionsfähigkeit auf akustische, taktile oder olfaktorische Reize
- Erweckbarkeit

Die Schlafmedizin ist eine vergleichsweise junge Wissenschaft, und viele Fragestellungen sind noch nicht in Gänze erforscht. Die meisten Forschungsergebnisse basieren auf elektrophysiologischen Daten mit EEG, Bildgebung ist hier naturgemäß schwierig. Durch die Entdeckung der Elektroenzephalographie war die Veränderung von Gehirnwellen während des Schlafes möglich. Diese Veränderungen wurden klassifiziert und erlauben eine zeitliche Einteilung des Schlafes in verschiedene „Schlafstadien“. Grundsätzlich wird zwischen leichtem Schlaf, Tiefschlaf und Rapid-Eye-Movement-Schlaf unterschieden.

Nach Durchführung einer Polysomnographie (Kap. 10) werden die Schlafstadien klassifiziert (Staging). Man erhält dann ein Hypnogramm (Abb. 1.2). Diese schematische Darstellung der Schlaftiefe quantifiziert die Veränderungen im EEG, der Augenbewegungen und des Muskeltonus während des Schlafes. Während lange Zeit nach Rechtschaffen und Kales ausgewertet wurde, werden mittlerweile die Kriterien der American Association for Sleep Medicine (AASM) zugrunde gelegt.

Die Einteilung der Schlafstadien unter Einbezug des Elektroenzephalogramms, des Elektroofokulogramms und der Muskelaktivität wurde klassischerweise visuell (damals noch auf Papier) vorgenommen, mittlerweile haben diese Arbeit Computerprogramme übernommen. Eine computerbasierte Auswertung bedarf jedoch aus verschiedenen Gründen (zum Beispiel Artefakte) in der Regel immer noch einer visuellen Überprüfung. Die Polysomnographie ist schon deswegen eine aufwendige Untersuchung.

Wie man auf dem Hypnogramm erkennen kann, verläuft der Schlaf zyklisch, das heißt, man sieht eine Abfolge von leichtem Schlaf, tiefem Schlaf und REM-Schlaf. Die Zyklusdauer ist ca. 90 min. Zu Beginn der Nacht passiert mehr Tiefschlaf, und in der zweiten Nachthälfte dominiert der REM-Schlaf. Wenn man



**Abb. 1.2** Normales Hypnogramm: schematische Darstellung der Abfolge von Schlafstadien eines gesunden Schlafes. *W* wach, *REM* Rapid Eye Movement, *N1* Schlafstadium 1, *N2* Schlafstadium 2, *N3* Tiefschlaf

nach 3 h aufwacht, hat man in der Regel den meisten Tiefschlaf schon durchlaufen. REM-Schlaf-bezogene Träume hingegen finden meist in den Morgenstunden statt.

Die Quantifizierung des Schlafes kann dazu verleiten, Abweichungen von Normen zu „diagnostizieren“. In der Tat gibt es Normwerte für die Dauer der Schlafstadien, die an gesunden Probanden erhoben wurden. Schlüsse aus einem Vergleich damit sollten jedoch aus medizinischer Sicht nicht gezogen werden. „Zu wenig“ Tiefschlaf beispielsweise muss nicht pathologisch sein. Es gibt in der Tat Menschen, die sich nach objektiv gestörten Schlafabläufen wohlfühlen, und Personen, die sich nach einem „normalen“ Schlafablauf müde und unausgeschlafen fühlen. Gemessener Schlaf sollte daher immer in Zusammenschau mit dem subjektiv erlebten Schlaf und dem Befinden nach der Schlafperiode gesehen werden.

- ▶ Zur klinischen Beurteilung der Schlafqualität gehören neben der Auswertung der polysomnographischen Daten auch das subjektive Schlaf-erleben und das Befinden nach der Schlafperiode.

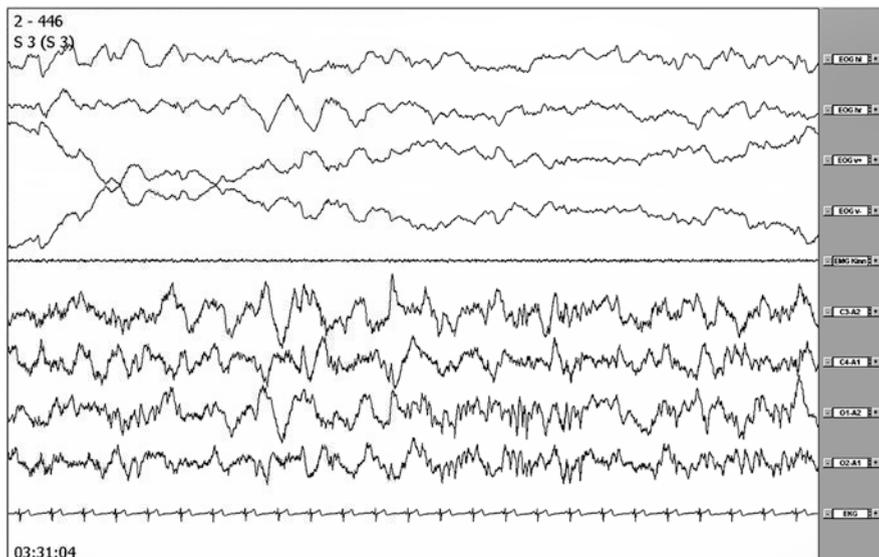
### 1.2.3 Schlafstadien

Die Zuordnung der polysomnographischen Daten zu Schlafstadien ist standardisiert. Für die Klassifizierung gibt es bestimmte Regeln, die international festgelegt sind. Die Aufzeichnung wird in einer Epochendauer von 30 s beurteilt. Diese Einteilung ist den alten Aufzeichnungsgeräten mit Papier geschuldet, die modernen Polysomnographen orientieren sich an dieser Aufzeichnungsart. Eine 30-Sekunden-Epoche wird nun nach bestimmten Kriterien in die genannten Schlafstadien eingeordnet. Beispielsweise ist ein Mindestanteil von 50 %  $\alpha$ -Aktivität

oder schnellerer Aktivität im EEG notwendig, um die Kategorie „Wach“ zu vergeben. Um das Schlafstadium N3 zu klassifizieren, muss mindestens 20 %  $\delta$ -Aktivität im EEG in einer Epoche zu sehen sein. Diese Einteilung der Schlafstadien in Form eines Hypnogramms bildet den Schlaf schematisch ab.

**Schlafstadium N1** ist das initiale Schlafstadium. Dieses Schlafstadium wird zusammen mit dem Schlafstadium 2 als leichter Schlaf bezeichnet. Schlafwahrnehmungsergebnisse zeigen, dass der Schlaf hier leicht störbar ist und teilweise noch gar nicht als Schlaf wahrgenommen wird. **Schlafstadium N2** wird dann klassifiziert, wenn entweder Spindeln oder sogenannte K-Komplexe im EEG zu sehen sind. Diese deuten auf eine stärkere Abschottung des Gehirns gegenüber Außenreizen an. Spindeln sind Ausdruck einer Rückkopplungsaktivität thalamokortikaler Netzwerke, man nimmt eine Hemmung der Wahrnehmungsreize im Thalamus an. Man weiß aus Untersuchungen, dass die Weckschwelle hier ansteigt. Benzodiazepine und Barbiturate führen zu einer Frequenzbeschleunigung im Spindelbereich, die auch nach Absetzen der Medikamente noch Tage danach sichtbar ist.

**Schlafstadium N3:** Der Tiefschlaf zeichnet sich durch hohe und langsame EEG-Wellen, die  $\delta$ -Wellen, aus. Diese  $\delta$ -Wellen haben eine langsame Frequenz ( $<4$  Hz) und eine hohe Amplitude (Abb. 1.3). Während unter der alten Nomenklatur noch zwischen Non-REM 3 und Non-REM 4 unterschieden wurden, gibt es in der neuen nur noch Non-REM 3, also N3. Den meisten Tiefschlaf erreichen wir zu Beginn der Schlafperiode.



**Abb. 1.3** Tiefschlaf: 30-Sekunden-Epoche einer polysomnographischen Aufzeichnung mit typischem Tiefschlafmuster. Die unteren 4 Kanäle zeigen hohe  $\delta$ -Wellen im Elektroenzephalogramm, die oberen 4 das Elektrookulogramm. (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Peter Geisler)