

---

# Neuromonitoring in der Intensivmedizin

---

Lars-Olav Harnisch • Onnen Mörer  
Caspar Stephani  
Hrsg.

# Neuromonitoring in der Intensivmedizin



Springer

*Hrsg.*

Lars-Olav Harnisch  
Klinik für Anästhesiologie  
Universitätsmedizin Göttingen  
Göttingen, Deutschland

Onnen Mörer  
Klinik für Anästhesiologie  
Universitätsmedizin Göttingen  
Göttingen, Deutschland

Caspar Stephani  
Klinik für Anästhesiologie  
Universitätsmedizin Göttingen  
Göttingen, Deutschland

ISBN 978-3-662-65997-7

ISBN 978-3-662-65998-4 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-65998-4>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2023

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.

Planung: Dr. Anna Krätz

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

---

## Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

bei kritisch kranken Patienten mit primären oder sekundären neurologischen und neurochirurgischen Krankheitsbildern ist die sorgfältige und wiederholte Beurteilung und Überwachung klinischer und laborchemischer Befunde, bildgebender Untersuchungen sowie bettseitig erhobener physiologischer Daten essenziell, um eine frühzeitige Erkennung und Behandlung sekundärer Hirnverletzungen zu ermöglichen. Die moderne Überwachung des zentralen und peripheren Nervensystems kritisch Kranter ist in Anbetracht der großen Bandbreite seiner möglichen pathophysiologischen Veränderungen nur durch Einsatz verschiedener Neuromonitoringverfahren realisierbar. Ziel dieses Buches ist es, Ihnen verfügbare Neuromonitoringtechniken und typische Befunde nahezubringen. So stellen wir im ersten Teil in 15 Einzelkapiteln Grundzüge der aus unserer Sicht für die Neurointensivmedizin bedeutsamsten Monitoringverfahren vor. Daran anschließend finden sich im zweiten Teil des Buches anhand ausgewählter allgemeiner und spezieller klinischer Situationen und Krankheitsbilder einige veranschaulichende Beispiele des Einsatzes dieser Verfahren. Neben dem Bemühen, für jedes Thema einen auf aktuellstem Wissen beruhenden Kenntnisstand zu vermitteln, wird in jedem Kapitel ein kurzer Abschnitt auch laufenden Untersuchungen und Perspektiven des jeweiligen Verfahrens bzw. klinischen Kontexts gewidmet. Und wo die/der Interessierte sich detailliertere Informationen wünscht, hoffen wir mit zahlreichen Literaturverweisen nützliche Empfehlungen für eine tiefergehende Beschäftigung geben zu können.

All diesen Übersichten liegt die Arbeit zahlreicher Kolleginnen und Kollegen als Kapitelautoren unterschiedlicher Fachrichtungen – allesamt erfahrene Experten auf dem jeweiligen Gebiet – zugrunde, die exzellente Einzelkapitel angefertigt haben. Ohne ihren großen Einsatz wäre dieses Buch nicht denkbar. Ihnen gilt unser allergrößter Dank!

Wir hoffen und wünschen uns, dass wir mit diesem Buch dazu beitragen, Ihnen, geschätzte Leserin und geschätzter Leser, ein Verständnis des differenzierten und individuell angepassten Einsatzes der verfügbaren Techniken zu vermitteln, und dass diese Kenntnisse zum Wohle der Patienten eingesetzt werden können.

Die Herausgeber

Göttingen  
im Juli 2022

---

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Monitoringtechniken

<b>1 Klinisch-neurologische Untersuchung kritisch Kranker . . . . .</b>	<b>3</b>
Lars-Olav Harnisch und Bettina Göricker	
<b>2 Elektroenzephalografie in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>33</b>
Caspar Stephani und Niels Focke	
<b>3 Evozierte Potenziale in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>59</b>
Caspar Stephani und Onnen Mörer	
<b>4 Elektroneuro- und -myografie in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>75</b>
Caspar Stephani und Onnen Mörer	
<b>5 Zerebrale Oxymetrie/Nahinfrarotspektroskopie . . . . .</b>	<b>95</b>
Lars-Olav Harnisch	
<b>6 Ultraschall in der Neurointensivmedizin . . . . .</b>	<b>103</b>
Ilko Maier, Caspar Stephani und Jan Liman	
<b>7 Native Computertomografie in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>131</b>
Christian Riedel	
<b>8 CT-Angiografie und CT-Hirnperfusionsmessung in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>143</b>
Christian Riedel	
<b>9 Magnetresonanztomografie in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>153</b>
Christian Riedel	
<b>10 Laborchemische Hirnschädigungsmarker . . . . .</b>	<b>161</b>
Abass Eidizadeh und Inga Zerr	
<b>11 Liquordiagnostik in der Intensivmedizin . . . . .</b>	<b>179</b>
Caspar Stephani und Inga Zerr	
<b>12 Jugularvenensättigung . . . . .</b>	<b>201</b>
Lars-Olav Harnisch	

<b>13</b>	<b>Intrakranielle Druckmessung .....</b>	209
	Vesna Malinova und Christian von der Brelie	
<b>14</b>	<b>Zerebrale Mikrodialyse .....</b>	221
	Vesna Malinova und Christian von der Brelie	
<b>15</b>	<b>Messung des zerebralen Sauerstoffpartialdrucks (ptiO<sub>2</sub>) .....</b>	231
	Christian von der Brelie, Caspar Stephani und Vesna Malinova	
<b>Teil II Ausgewählte Klinische Anwendungen</b>		
<b>16</b>	<b>Messung der Sedierungstiefe .....</b>	243
	Onnen Mörer	
<b>17</b>	<b>Unklare Vigilanzstörung bei kritisch kranken Patienten .....</b>	259
	Lars-Olav Harnisch	
<b>18</b>	<b>Neuromonitoring nach Herz-Kreislauf-Stillstand .....</b>	265
	Martin Lier	
<b>19</b>	<b>Neuromonitoring bei Patienten mit extrakorporalem Lungenersatz .....</b>	275
	Onnen Mörer und Lars-Olav Harnisch	
<b>20</b>	<b>Ausgewählte Krankheitszustände des peripheren Nervensystems .....</b>	285
	Caspar Stephani	
<b>21</b>	<b>Ausgewählte Krankheitszustände des Zentralnervensystems .....</b>	297
	Onnen Mörer, Dorothée Mielke, Caspar Stephani und Bettina Görlicke	
<b>22</b>	<b>Diagnostik bei irreversiblem Hirnfunktionsausfall .....</b>	337
	Jan Liman	
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>		345

---

## Herausgeber- und Autorenverzeichnis

---

### Über die Herausgeber



**Dr. med. Lars-Olav Harnisch, DESA, EDIC** Dr. Harnisch ist Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Göttingen mit dem Schwerpunkt Intensivmedizin. Seine wissenschaftlichen und klinischen Schwerpunkte liegen im Bereich Beatmung und dem Einsatz extrakorporaler Lungenersatzverfahren, der neurochirurgischen Intensivmedizin sowie Auswirkungen und Folgen von kritischer Krankheit und der intensivmedizinischen Therapie.



**Prof. Dr. med. Onnen Mörer** Prof. Mörer ist leitender Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Göttingen und Leiter des Bereichs Intensivmedizin. Seine wissenschaftlichen und klinischen Schwerpunkte liegen im Bereich Beatmung und Weaning sowie dem Einsatz extrakorporaler Lungenersatzverfahren, Sepsis und zahlreichen interdisziplinären Aspekten der operativen und neurochirurgischen Intensivmedizin.



**PD Dr. med. Caspar Stephani** Dr. Stephani ist Facharzt für Neurologie und Mitarbeiter der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Göttingen. Seine klinischen und wissenschaftlichen Schwerpunkte liegen im Bereich der allgemeinen operativen, neurochirurgischen und neurologischen Intensivmedizin, der Untersuchung zur funktionellen Neuroanatomie und der Anwendung von Neuromodulationsverfahren.

---

## Autorenverzeichnis

**Prof. Dr. Christian von der Brelie** Johanniter-Kliniken Bonn, Klinik für Neurochirurgie und Wirbelsäulenchorurgie, Bonn, Deutschland

**PD Dr. Abass Eidizadeh** Universitätsmedizin Göttingen UMG Institut für Klinische Chemie, Göttingen, Deutschland

**Prof. Dr. Niels Focke** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neurologie, Göttingen, Deutschland

**Dr. Bettina Göricker** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neurologie, Göttingen, Deutschland

**Dr. Lars-Olav Harnisch** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Anästhesiologie, Göttingen, Deutschland

**Dr. Martin Lier** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Anästhesiologie, Göttingen, Deutschland

**Prof. Dr. Jan Liman** Universitätsklinik der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität Klinik für Neurologie, Nürnberg, Deutschland

**PD Dr. Ilko Maier** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neurologie, Göttingen, Deutschland

**PD Dr. Vesna Malinova** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neurochirurgie, Göttingen, Deutschland

**Prof. Dr. Dorothée Mielke** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neurochirurgie, Göttingen, Deutschland

**Prof. Dr. Onnen Mörer** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Anästhesiologie, Göttingen, Deutschland

**Prof. Dr. Christian Riedel** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neuroradiologie, Göttingen, Deutschland

**PD Dr. Caspar Stephani** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Anästhesiologie, Göttingen, Deutschland

**Prof. Dr. Inga Zerr** Universitätsmedizin Göttingen UMG Klinik für Neurologie, Göttingen, Deutschland