

NEUROLOGIE & REHABILITATION

Organ der
DGNR
DGNKN
OEGNR
SGNR

Neuroprotektion | Neuroplastizität | Neurologische Langzeittherapie

4 | 2025

Schwerpunktthema: 75 Jahre Kliniken Schmieder

J. Liepert, R. van Schayck (Hg.)

- Meilensteine der Neurorehabilitation
- Neuroradiologie und funktionelle Bildgebung
- Psychotherapeutische Neurologie und Elektrophysiologie
- Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation, physiotherapeutisches Assessment SeMo-P, Modellprojekt
- Post-COVID-Syndrom und MS in der Neurorehabilitation
- Motorische Neurorehabilitation, neurologische Berufstherapie, Schmerzmanagement



75
KLINIKEN
SCHMIEDER
1950 – 2025

NEU

THERA
TRAINER

THERA-Trainer toro

Das nächste Level robotikgestütztes Bewegungstraining für ein breites Patientenspektrum - exklusiv entwickelt für den professionellen Einsatz.



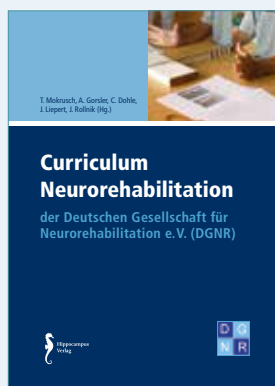
Entdecken Sie das ultimative neue toro-Erlebnis



Information & Beratung

T +49 7355-93 14-0 | info@thera-trainer.com | www.thera-trainer.com

L I F E I N M O T I O N



T. Mokrusch, A. Gorsler,
C. Dohle, J. Liepert,
J. Rollnik (Hg.)

Curriculum Neurorehabilitation

der Deutschen Gesellschaft
für Neurorehabilitation e. V.
(DGNR)

Hippocampus Verlag,
Bad Honnef 2023, broschiert,
400 S., zahlr. Abb.
€ 49,90
ISBN 978-3-955441-78-4

Das Curriculum Neurorehabilitation der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V. (DGNR) wurde als Fortbildungsreihe erarbeitet und vermittelt die wesentlichen Inhalte der neurologischen Rehabilitation in 10 Modulen.

Das von der Kommission 6 der DGNR herausgegebene Buch macht die Ergebnisse der modernen neurorehabilitativen Forschung in ihrer täglichen praktischen Anwendung Ärzten, Pflegekräften und Therapeuten in der Rehabilitation, aber auch einer interessierten breiteren Öffentlichkeit zugänglich.



SCHWERPUNKTTHEMA: 75 JAHRE KLINIKEN SCHMIEDER

185 Editorial

J. Liepert, R. van Schayck

MEILENSTEINE DER NEUROREHABILITATION

187 Entwicklung der Kliniken Schmieder: Meilensteine der Neurorehabilitation

J. Liepert, R. Schmidt, R. van Schayck

NEURORADIOLOGIE UND FUNKTIONELLE BILDGEBUNG

198 Radiologische Bildgebung in der Neurorehabilitation

C. Stippich

205 Die Rolle der funktionellen Bildgebung in der neurologischen Rehabilitation

M. A. Schoenfeld, P.-W. Meyer

PSYCHOTHERAPEUTISCHE NEUROLOGIE UND ELEKTROPHYSIOLOGIE

209 Psychotherapeutische Neurologie – ein integrierendes psychotherapeutisches Behandlungskonzept in der Neurorehabilitation

G. Birke, R. Schmidt, M. Jöbges, D. Klaasen van Husen

216 Elektrophysiologie bei funktionellen Bewegungsstörungen

J. Liepert

NEUROLOGISCH-NEUROCHIRURGISCHE FRÜHREHABILITATION, PHYSIOTHERAPEUTISCHES ASSESSMENT SEMO-P, MODELLPROJEKT

221 Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation Phase B bei Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma

A. Chatzikonstantinou

234 Das sensomotorische Assessment Physiotherapie (SeMo-P): Entwicklung, Inhalt und Verlaufsdaten

J. Stürner, J. Liepert

241 Die Satellitenstation der Kliniken Schmieder im Klinikum Stuttgart Phase B neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR) mit Beatmungsentwöhnung in Kooperation mit dem Neurozentrum des Maximalversorgers

E.-C. Rahne, R. van Schayck, O. Ganslandt, H. Bänzner

POST-COVID-SYNDROM UND MS IN DER NEUROREHABILITATION

248 Update: Neurorehabilitation bei Post-COVID-Syndrom

M. Jöbges, C. Herrmann

257 Einfluss des Lebensstils auf den Verlauf der Multiplen Sklerose

C. Dettmers, T. Henze

MOTORISCHE NEUROREHABILITATION, NEUROLOGISCHE BERUFSTHERAPIE, SCHMERZMANAGEMENT**269 Motorische Neurorehabilitation bei den Kliniken Schmieder**

S. Drechsler, J. Danke, J. Liepert

275 Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung und neurologische Berufstherapie

Anfänge und standortübergreifende Umsetzung bei den Kliniken Schmieder heute

R. van Schayck, M. Lillemeier, M. Jonk, S. Pössel, T. Unger

287 Schmerzmanagement in der Neurorehabilitation – Update einer evidenzbasierten SOP der Kliniken Schmieder

Teil 1 – Grundlagen interdisziplinärer, multimodaler Schmerzbehandlung

R. van Schayck, C. Herrmann

RUBRIKEN

186 Herausgeber und Beirat

304 Tagungen & Kongresse

305 Mitteilungen der Fachgesellschaften

Dr. Annegret Ritz – ein Nachruf (*K. R. H. von Wild*)

306 Pharmazie & Technik

307 Kongresse

308 Fortbildung

309 Impressum



Das Neofect Cognition Board:

Adaptives Hirnleistungs- training mit Gamification

Das Cognition Board setzt neue Maßstäbe in der Kombination aus kognitivem und motorischem Training – mit therapeutischem Nutzen für Klinik, Rehaszentrum oder Praxis.

- 55" Touchscreen für evidenzbasiertes, interaktives Training
- 44 Übungen in vier Trainingskategorien
- Rollbar + höhen- und winkelverstellbar für jede Therapiesituation
- Adaptive Levelsteuerung + flexible motorische Übungsausführung

Schwerpunktthema: 75 Jahre Kliniken Schmieder

Liebe Leserinnen und Leser,
sehr geehrte Damen und Herren,

die Kliniken Schmieder bestehen im November 2025 seit 75 Jahren, seit Gründung der Klinik im Jahr 1950 durch Prof. Dr. med. Friedrich Georg Schmieder als Kuranstalt Dr. Schmieder im Schloss Rheinburg, Gailingen am Hochrhein in der Bodenseeregion Baden-Württembergs. Dieses besondere Jubiläum wurde von Ärztlichen Leitern, Mitarbeitern der Kliniken Schmieder und externen Autoren als Anlass genommen, das vorliegende Schwerpunktthemenheft zu gestalten.

Die Kliniken Schmieder sind heute an fünf Standorten in Baden-Württemberg als neurologische Fachklinik vertreten. Hierzu gehören die drei Bodenseestandorte Allensbach (Akutneurologie, stationäre Neurorehabilitation Phase B, C und D), Gailingen (stationäre Neurorehabilitation Phase C und D, psychotherapeutische Neurologie) und Konstanz (stationäre Neurorehabilitation Phase C und D, psychotherapeutische Neurologie, Tagesklinik) sowie die beiden »Nordstandorte« in Heidelberg (Ballungsregion Rhein/Main; stationäre Neurorehabilitation Phase B, C und D, Tagesklinik) und in Stuttgart/Gerlingen (Großraum Stuttgart; stationäre Neurorehabilitation Phase B, C und D in Gerlingen, Tagesklinik Stuttgart, Satellitenstation Phase B am Klinikum Stuttgart).

In den 75 Jahren seit Bestehen der Klinik haben sich die Behandlungskonzepte und wissenschaftlichen Evidenzen der Neurorehabilitation gravierend weiterentwickelt: Es hat sich ein bio-psycho-soziales Gesundheits- und Krankheitsverständnis der Neurorehabilitation im Konstrukt der funktionalen Gesundheit nach der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) ausgebildet; zentrale Elemente der Neurorehabilitation umfassen das Phasenmodell der neurologischen Rehabilitation, die multimodale, multiprofessionelle Neurorehabilitation, die neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation Phase B, die wohnortnahe Neurorehabilitation und die ganztägig ambulante neurologische Rehabilitation. In der Klinikentwicklung konnten die Kliniken Schmieder zur Entwicklung dieser Konzepte regional und überregional einen Beitrag leisten, maßgeblich auch beim Konzept der sogenannten Psychotherapeutischen Neurologie.

Das vorliegende Schwerpunktthemenheft liefert eine Zusammenstellung aus klinisch relevanten Übersichten und Originalarbeiten aus den Bereichen »Meilensteine der Neurorehabilitation«, »Neuroradiologie und funktionelle Bildgebung«, »Psychotherapeutische Neurologie und Elektrophysiologie bei funktionellen Bewegungsstörungen«, »Neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation, physiotherapeutisches Assessment SeMoP, Modellprojekt Satellitenstation Phase B«, »Post-Covid-Syndrom und MS in der Neurorehabilitation« sowie »Aktuelles zu motorischer Neurorehabilitation, neurologischer Berufstherapie und Schmerzmanagement in der Neurorehabilitation«. Die Zusammenstellung der verschiedenen Themen entspricht den klinischen und wissenschaftlichen Schwerpunkten an den einzelnen Klinikstandorten und den Arbeiten, die im Lurija Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung der Kliniken Schmieder in Zusammenarbeit mit den Universitäten Konstanz, Heidelberg und Tübingen durchgeführt wurden.

Zum Gelingen des Schwerpunktthemenheftes haben maßgeblich die Unterstützung der Geschäftsführung (Herr Paul-Georg Friedrich, Frau Lisa Friedrich) und des Controllings (Frau Sowmya Srinivasan) der Kliniken Schmieder und der Hippocampus Verlag (Frau Dr. Brigitte Bülau) beigetragen, denen wir als Herausgeber hiermit herzlich danken möchten. Zur Erleichterung der Verständlichkeit haben wir uns entschlossen, auf eine Genderform in den Artikeln und in diesem Vorwort zu verzichten. Bei der Verwendung der Begriffe Patienten, Rehabilitanden, Behandler, Ärzte, Therapeuten usw. sind in jedem Fall männliche, weibliche und diverse Personen eingeschlossen.

Wir hoffen, bei der Leserschaft auf ein reges Interesse zu stoßen, und wünschen eine abwechslungsreiche und informative Lektüre.

Joachim Liepert
Rudolf van Schayck

NEUROLOGIE & REHABILITATION

Neuroprotektion | Neuroplastizität | Neurologische Langzeittherapie

Organ der

DGNER | Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation

DGNKN | Deutschen Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neurorehabilitation

OEGNR | Österreichischen Gesellschaft für Neurorehabilitation

SGNR | Schweizerischen Gesellschaft für Neurorehabilitation

Herausgeber

Ch. Dettmers, Konstanz

P. W. Schönle, Bad Oeynhausen

C. Weiller, Freiburg

Herausgeber ex officio

C. Dohle (DGNER), Berlin

M. Jöbges (DGNKN), Konstanz

H. Moser (OEGNR), Altmünster

A. Mühl (SGNR), Sion

Rubrikherausgeber

Interdisziplinäre Neurorehabilitation: **P. Frommelt**, Berlin

Bildgebung: **F. Hamzei**, Bad Klosterlausnitz

Internationale Kontakte: **V. Hömberg**, Meerbusch

Neuropsychologie: **H. Hildebrandt**, Oldenburg

Klinische Studien: **T. Platz**, Greifswald

Pathophysiologie und Restaurative Neurologie:

K. M. Stephan, Meerbusch

Rehamanagement, Nachsorge, Langzeitrehabilitation:

W. Schupp, Herzogenaurach

Gründungsherausgeber

P. Bülow †, Waldbreitbach

Wissenschaftlicher Beirat

H. Ackermann, Bad Urach

E. Altenmüller, Hannover

S. Beer, Valens

A. Bender, Burgau

T. Brandt, Lausanne

O. Busse, Minden

R. Dengler, Hannover

V. Dietz, Zürich

G. Ebersbach, Beelitz

B. Elsner, Gera

K. M. Einhäupl, Berlin

T. Ettlin, Rheinfelden

P. Flachenecker, Bad Wildbad

S. Freyvogel, Neuhausen

G. Goldenberg, Wien

A. Gorsler, Beelitz

H. Grötzsch, Schaufling

W. Huber, Aachen

H. Hummelsheim, Leipzig

W. Jost, Wolfach

S. Kasper, Wien

G. Kerkhoff, Saarbrücken

J. Kesselring, Valens

C. Knecht, Düsseldorf

E. Koenig, Bad Aibling

G. Krämer, Zürich

J. Liepert, Allensbach

H. Masur, Münster

T. Mokrusch, Lingen

K. Müller, Meerbusch

B. Muschalla, Braunschweig

H. Niemann, Bennewitz

M. A. Nitsche, Göttingen

D. Nowak, Kipfenberg

K. Pfeifer, Erlangen

J. Pichler, München

D. Pöhlau, Asbach

M. Pohl, Pulsnitz

M. Prosiel, München

P. Reuther, Bad Neuenahr

M. Rijntjes, Freiburg

E. Ringelstein, Münster

Th. Rommel, Köln

M. Sailer, Magdeburg

R. Schmidt, Konstanz

W. Tackmann, Wünnenberg

A. Tallner, Erlangen

M. Thaut, Fort Collins, USA

G. Verheyden, Leuven

V. Völzke, Hattingen

C.-W. Wallesch, Elzach

J. Wissel, Berlin

Hinweise für Autoren

EUROLOGIE & REHABILITATION veröffentlicht Beiträge aus den Gebieten der rehabilitativen Neurologie, der Neuropsychologie, Physikalischen Medizin und Neurologischen Psychosomatik. Die Arbeiten können in Form eines Übersichtsartikels, einer Mitteilung von Forschungsergebnissen, eines Kommentars sowie als Einzelfalldarstellungen eingereicht werden. Die Beiträge müssen druckreif sein und sollten einen Umfang von 75.000 Zeichen inkl. Leerzeichen möglichst nicht überschreiten. Unsere aktualisierten Autorenhinweise entnehmen Sie bitte dem Internet

www.hippocampus.de/Autorenhinweise.12303.html

Einreichungen per E-Mail sind willkommen.

Adressaten:

Die Manuskripte richten Sie bitte wahlweise an:

■ Prof. Dr. Ch. Dettmers

Kliniken Schmieder Konstanz

Eichhornstr. 68 78464 Konstanz

c.dettmers@kliniken-schmieder.de

■ Prof. Dr. Dr. P. W. Schönle

Schubertstr. 10, 78464 Konstanz

paul.schoenle@uni-konstanz.de

■ Prof. Dr. C. Weiller

Neurologische Universitätsklinik

Breisacher Str. 64, 79106 Freiburg

cornelius.weiller@uniklinik-freiburg.de

und in Kopie an den Verlag (verlag@hippocampus.de)

Entwicklung der Kliniken Schmieder: Meilensteine der Neurorehabilitation

Joachim Liepert^{1,2}, Roger Schmidt^{2,3}, Rudolf van Schayck⁴

¹ Kliniken Schmieder Allensbach

² Lurija-Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung

³ Arbeitsgemeinschaft Funktionelle Neurologische Störungen

⁴ Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt zum einen die Entwicklung der Kliniken Schmieder von einer 1950 gegründeten »Kuranstalt« zu einer neurologischen Fachklinik, die an fünf Standorten in Baden-Württemberg 1.362 Betten für stationäre Patientinnen und Patienten vorhält und neben der Akutversorgung in den Phasen B, C und D der neurologischen Rehabilitationskette behandelt, tagesklinische und ambulante Therapien sowie eine Digitale Nachsorge anbietet. Zum anderen werden die vom Klinikgründer, Prof. Dr. Friedrich Georg Schmieder,

formulierten Hypothesen zu den Themen Plastizität und Lernen bei neurologischen Erkrankungen sowie daraus resultierende therapeutische Ansätze dargestellt und im Kontext neurowissenschaftlicher Erkenntnisse der letzten ca. 25 Jahre diskutiert. Darüber hinaus werden die Entwicklung der Psychotherapeutischen Neurologie, das Lurija Institut für Forschung und das Zenith Institut für Fort- und Weiterbildung ausführlich vorgestellt.

Schlüsselwörter: neurologische Rehabilitation, psychotherapeutische Neurologie, Prof. Dr. Friedrich Georg Schmieder, Kliniken Schmieder, Lurija Institut, Zenith Institut

Einleitung

Die Kliniken Schmieder wurden 1950 von *Prof. Dr. med. Friedrich Georg Schmieder* (Abb. 1) als Kuranstalt Dr. Schmieder im Schloss Rheinburg bei Gailingen am Hochrhein in der Bodenseeregion Baden-Württembergs gegründet [112]. Am Anfang wurden bei »Schmieder« etwa 20 Privatpatienten mit verschiedenen neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen von 20 Mitarbeitenden behandelt (Abb. 2), bevor 1952 eine Abteilung für die Versorgung von Kriegsversehrten mit Hirn- und Rückenmarksschädigungen mit 45 Betten folgte. Angetrieben durch eine stetig wachsende Nachfrage nach geeigneten Behandlungsplätzen für die Nachbehandlung von Hirnschädigungsfolgen durch Kriegsverletzung, zunehmend aber auch durch Verkehrsverunfälle in der jungen Bundesrepublik Deutschland und im Zuständigkeitsbereich des südbadischen Versorgungsamtes stiegen die Patientenzahlen von Monat zu Monat stetig an. Nach Nutzung weiterer Raumkapazitäten im nahegelegenen Hotel Alpenblick und durch Aufstellen zusätzlicher Baracken, Anmietung weiterer Häuser und Zimmer im Dorf Gailingen erfolgte ab 1961 mit Haus Bodensee und Haus Schweiz die Errichtung einer Klinik »Auf dem Berg« in Gailingen zur neurologischen Rehabilitation hirngeschädigter Menschen. In rascher Folge wurde die Klinik in den Folgejahren um weitere Gebäudeteile erweitert und modernisiert: 1962 Haus Hegau, 1964 Haus Baden, 1968 Haus Bayern, 1968 Haus Österreich, 1971 Haus Schwaben, 1972 Haus Schwarzwald, 1980 Haus Hohentwiel, 1982 Haus Württemberg, 1985 Haus Tirol.

Als bedarfsgerechte, barrierefreie und modern ausgestattete Schwerpunktlinik für neurologische Rehabilitation und neurologische Akutbehandlung wurde ab 1974 mit Haus Bodan der heutige Hauptklinikstandort der Kliniken Schmieder in Allensbach am Bodensee errichtet, 1975 folgte Haus Höri, 1978 Haus Säntis, 1988 Haus Mainau, 1988 Haus Thurgau für die Zentral- und

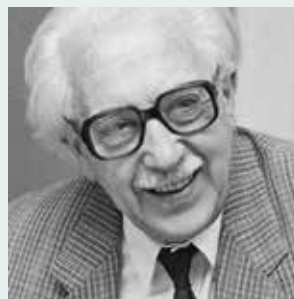


Abb. 1: Prof. Dr. med. Friedrich Georg Schmieder, geboren am 24. Juli 1911 in Köln am Rhein, verstorben 02. Februar 1988, gründete im Jahr 1950 die Kliniken Schmieder in der Rheinburg, Gailingen am Hochrhein: »Ich habe es gewagt, den Schritt zu tun, und bin sicher, er wird gelingen. ... Da das Haus seiner Einrichtung und seinen Möglichkeiten nach einzigartig dasteht, glaube ich, dass es eine Lücke ausfüllen wird.« [Brief von 10.12.1950 an Freund Dr. med. Werner Demant, zitiert nach [112]]



Abb. 2: Schloss Rheinburg, Gailingen am Hochrhein

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 187 – 197 | <https://doi.org/10.14624/NR2504001> |
© Hippocampus Verlag 2025

Development of the Schmieder Clinics: Milestones in Neurorehabilitation

J. Liepert, R. Schmidt, R. van Schayck

Abstract

This article describes the development of the Schmieder Clinics from a health resort founded in 1950 to a specialist clinic for neurological rehabilitation. At five hospital locations in Baden-Württemberg, 1,362 beds are available for acute neurology and neurological rehabilitation phases B, C and D, day clinic treatment, outpatient therapy, and digital aftercare. The hypotheses formulated by the clinic's founder, Prof. Dr. Friedrich Georg Schmieder, on the topics of cerebral plasticity and learning in neurological diseases are discussed in the context of neuroscientific findings of the last 25 years. The development of the Department of Psychotherapeutic Neurology, the Lurija Research Institute and the Zenith Institute for Professional Training are presented in detail.

Keywords: neurological rehabilitation, psychotherapeutic neurology, Prof. Dr. Friedrich Georg Schmieder, Schmieder clinics, Lurija institute, Zenith institute

Hauptverwaltung der Kliniken Schmieder. 1992 wurden die Kliniken Schmieder in Konstanz als dritter Bodenseestandort eröffnet. Im Konzept der wohnortnahen Neurorehabilitation erfolgte 1995 der »Sprung« in das Ballungszentrum Stuttgart mit der Tagesklinik NRZ im Stadtzentrum Stuttgarts und 1998 die Eröffnung der stationären Einrichtung »Auf der Schillerhöhe« in Gerlingen am Stadtrand von Stuttgart. Ab 2001 wurde dann im Ballungszentrum der Rhein-Main-Region mit den Kliniken Schmieder Heidelberg, Speyererhof, ein wei-

terer Klinikstandort gegründet. Seit der Gründungszeit mit anfänglich 20 Patientenbetten auf der Rheinburg sind die Kliniken Schmieder stark gewachsen (Abb. 3). Sie versorgen heute an fünf Klinikstandorten in Baden-Württemberg ca. 16.400 Patientinnen und Patienten pro Jahr in 1.362 Betten. Diese sind im Bereich der Akutneurologie sowie aller stationärer neurologischer Rehabilitationsphasen (B, C und D) angesiedelt, zudem bieten die Kliniken Schmieder eine (ganztägig) ambulante Neurorehabilitation. Die beiden »Nordstandorte« Stuttgart und Heidelberg für eine wohnortnahe Versorgung in den Ballungszentren sind auf eine aktuelle Größe von 225 Betten Phase B, C, D mit 45 ganztägig ambulanten Behandlungsplätzen in Stuttgart-Gerlingen und 290 Betten Phase B, C, D mit 10 ganztägig ambulanten Behandlungsplätzen in Heidelberg angewachsen.

Entwicklung neurologischer Rehabilitationskonzepte und integrierter Patientenversorgung

Die Grundidee der Kliniken Schmieder beschreibt Prof. Schmieder treffend in der ersten Ausgabe seiner »Hirnklinischen Informationen« von 1978: »Hirnklinisches – Diese – heute noch – ungewöhnliche Bezeichnung für unser engeres Fachgebiet wird an dieser Stelle aus mehreren Gründen propagiert. Warum sollte man nicht neben Bezeichnungen wie etwa Augenklinik oder Frauenklinik auch jene der HIRNKLINIK gebrauchen? Ist es doch bisher nicht gelungen, für jene klinischen Institutionen eine prägnante und allgemeinverständliche Bezeichnung zu finden, welche sich vorwiegend der (nichtoperativen) Behandlung und Rehabilitation von Hirnkranken, also Hirnverletzten, Hirngefäßkranken, Hirntumorkranken und allen anderen diagnostisch, therapeutisch und rehabilitativ mit den gleichen Prinzipien anzugehenden organischen Erkrankungen des Gehirns, widmen.« [107]. Das »Spezifische eines Rehabilitationskrankenhauses«, also »Hirnklinik« wird von ihm in der dritten Ausgabe der Hirnklinischen Informationen (1979) mit elf Unterpunkten ausgeführt (siehe Tab. 1 im Artikel Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung und neurologische Berufstherapie, van Schayck et al.) [108]. Hier nimmt er empirisch wichtige aktuelle Konzepte des bio-psycho-sozialen Modells der Rehabilitation und der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) [11] vorweg und zeigt auch einen engen Bezug zur funktionellen, psychosozialen und berufsbezogenen Ausrichtung der medizinischen Rehabilitation der Rentenversicherungsträger in Deutschland [9, 10, 32, 33, 34].

Prof. Schmieder und sein Team entwarfen frühzeitig ein Konzept zum Hirntraining in einem Rehabilitationskrankenhaus: »Der Hirngeschädigte muss sich zeit seines Lebens im Hirntraining befinden und nach dessen Gesetzen seine Lebensführung und Arbeit aufbauen« [112]. Im Zentrum der Rehabilitation wurden gesehen, das Lernen zu lernen, das Training zu verstehen und

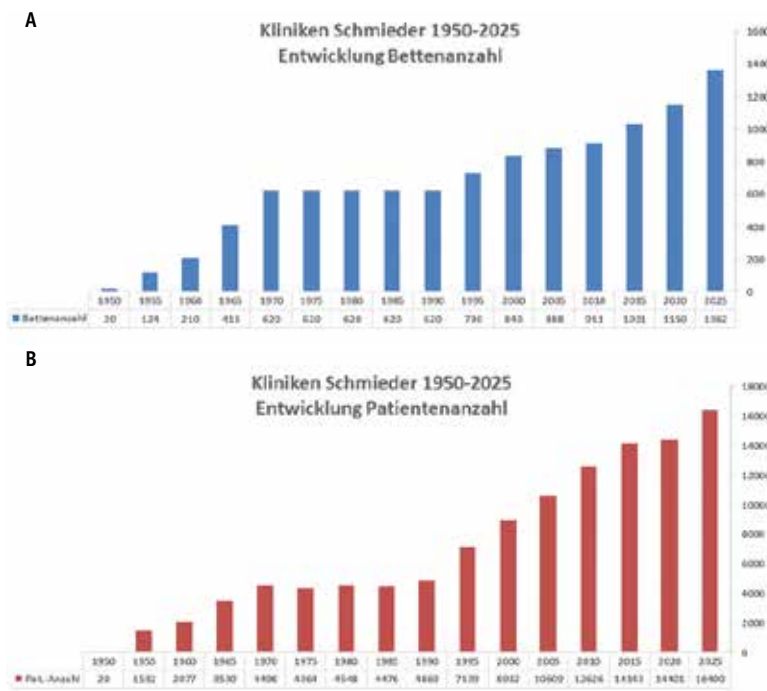


Abb. 3: Entwicklung Patientenzahlen und Bettenkapazitäten bei Kliniken Schmieder

A Entwicklung der Bettenanzahl pro Jahr 1950 bis 2025 (2025 kumuliert aus Q1), dargestellt sind die jeweiligen kumulierten Jahreswerte der 0er- und 5er-Jahre

B Entwicklung der Patientenzahl pro Jahr 1950 bis 2025 (2025 kumuliert aus Q1), dargestellt sind die jeweiligen kumulierten Jahreswerte der 0er- und 5er-Jahre

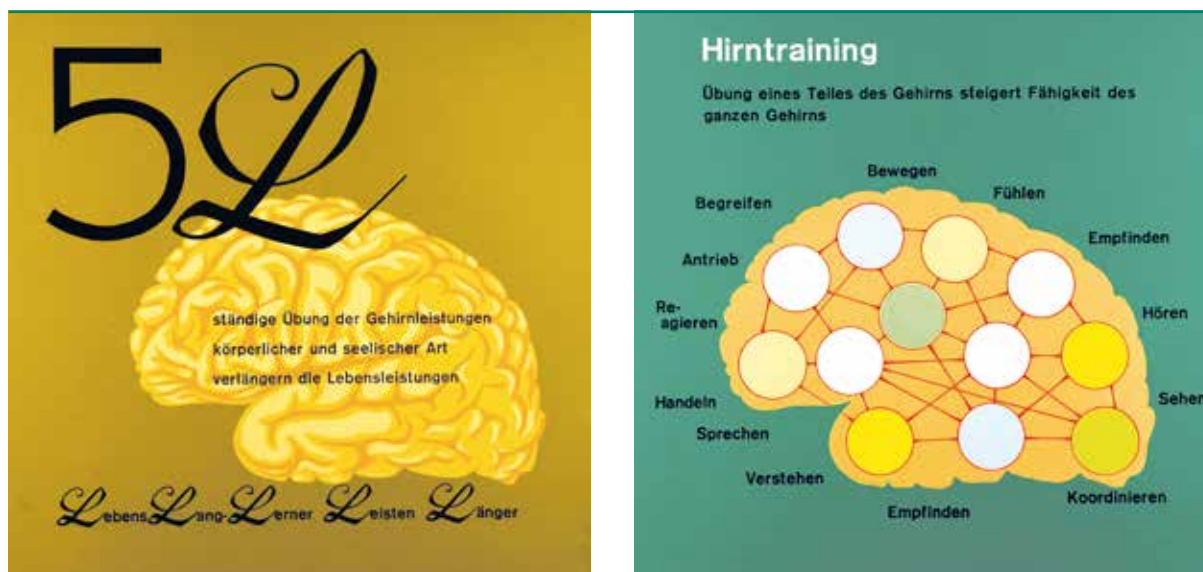


Abb. 4: Leitsatz »5L«, LebensLangLernerLeistenLänger und Schautafeln zum Hirntraining von 1972, Kliniken Schmieder Gailingen u. Allensbach

einen Lebensplan aufzustellen, aber auch die Leitsätze »Pausen steigern Leistung«, »ständige Übung der Gehirnleistungen körperlicher und seelischer Art verlängern die Lebensleistung« und »5L: LebensLangLernerLeistenLänger« (Abb. 4). Als Prinzipien des Hirntrainings wurden eine Mobilisierung der Hirnreserven durch geplante Übungen, ein Einüben von Ersatzfunktionen und eine Hebung des Hirnleistungsniveaus gesehen. Ein geeignetes Training erfordere dabei Aufklärung und Bereitschaft der Rehabilitanden, Planung und langfristige Programme, nach Umfang und Art geregelte Übungen und Pausen sowie ständige Anregungen und Kontrolle. Damit wurden zentrale Ergebnisse moderner Trainings- und restaurativer Rehabilitationsforschung nach Hirnschädigung [Übersichten: 77, 88, 124, 125] auf empirischer Basis vorausgedacht (Tab. 1). Aus einer anfangs genutzten physikalischen Therapie in der Frühphase der Neurorehabilitation (»Abteilung für Badekuren von hirnverletzten Kriegsversehrten«, Rheinburg 1952) hat sie sich über eine Zwischenphase mit maßgeblich an klinischen Schulen wie Bobath-Konzept, Vojta-Therapie, Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation (PNF) u. a. ausgerichteter Behandlung bis heute zu einem an evidenzbasierten Verfahren orientierten Behandlungskonzept der sensomotorischen Rehabilitation in den Kliniken Schmieder entwickelt (Abb. 5) [57, 70, 77, 124, 125]. Ganz aktuell geblieben ist aber die gesellschaftspolitische und soziale Dimension: »Jeder von uns kann morgen eine Hirnschädigung erleiden: durch Unfall, Tumor, Krankheit. Keiner wird in Familie, Beruf und Gesellschaft ohne Begegnung mit Hirngeschädigten bleiben. Deshalb muss jeder von den Problemen der Hirnschädigung wissen. Ihre Folgen können weitgehend ausgeglichen oder gemildert werden, wenn zeitige, ausreichende und notfalls wiederholte Behandlungen und Rehabilitationen stattfinden.« [Lehrtafeln Prof. Dr. F. Schmieder, zitiert aus 112] (Abb. 4 u. Tab. 1).

Tab. 1: Lehrtafeln Kliniken Schmieder Allensbach und Gailingen nach Prof. Dr. Schmieder und evidenzbasierte Behandlungsansätze in der Neurorehabilitation modifiziert nach [77, 88]

Empirische (erfahrungsbasierte) Lehrsätze Prof. Dr. Schmieder	Evidenzbasierte Neurorehabilitation heute
5L – LebensLangLernerLeistenLänger Ständige Übung der Gehirnleistungen körperlicher und seelische Art verlängern die Lebensleistung.	Plastizität des Gehirns, Fähigkeit zur Anpassung an veränderte Umweltbedingungen auch bis ins hohe Lebensalter, Trainierbarkeit bis ins hohe Lebensalter
Geschädigtes, verletztes, erkranktes oder verlorenes Gehirngewebe kann sich nicht selbst erneuern.	Nach Schlaganfall irreversibler Gewebeuntergang des Infarkt Kerngebietes, »time is brain«-Konzept, nach Hirnhypoxie irreversibler Neuronenverlust ischämieintoleranter Hirnregionen wie Hippocampus, individuelle Faktoren und die betroffenen Hirnstrukturen beeinflussen die maximal erreichbare Besserung bzw. biologische Grenze der Neurorehabilitation.
Geschädigte Hirnpartien erhalten Hilfe: durch Reserven am Ort, auf eine aktive Hirnzelle kommen 9 Reservezellen, durch andere Hirnschichten derselben Hirnseite, durch Hirnpartien der anderen Gehirnhälfte.	Neuroplastizität in der Neurorehabilitation: • läsionsinduzierte Plastizität • durch Therapien und Training hervorgerufene trainingsinduzierte Plastizität
Jeder von uns kann morgen eine Hirnschädigung erleiden. Keiner wird ohne Begegnung mit Hirngeschädigten bleiben. Deshalb muss jeder von den Problemen der Hirnschädigung wissen.	Hilfe zur Selbsthilfe. Unterstützung pflegender Angehöriger. Patientenvertretungs- und -selbsthilfeorganisationen mit Beteiligung an medizinischen Leitlinien auf S3-Niveau
Ihre Folgen können weitgehend ausgeglichen werden oder gemildert werden, wenn zeitige, ausreichende und notfalls wiederholte Behandlungen und Rehabilitation stattfinden.	Behandlungsvermittelte funktionelle Erholung des Gehirns beruht auf ausreichend spezifischem und intensivem restitutiven Training (Neural Repair Therapy). Behandlungsziel ist eine Unterstützung der funktionsfördernden Reorganisation. Förderung durch nicht invasive Hirnstimulation und (begrenzt) durch Pharmaka
Hirnschädigung ruft keine Geisteskrankheit hervor.	Schädigungsspezifische Hirnschädigungssyndrome in Abhängigkeit von Ort und Größe der Hirnläsion, aber auch (vaskuläre) Demenzen, Delir mit Einmündung in Demenz
Hirntraining – Übung eines Teiles des Gehirns steigert Fähigkeit des ganzen Gehirns.	Organisation der Hirnfunktionen in Netzwerken, Netzwerkaktivierung durch Ansprechen von Netzwerkteilen
Übung isolierter Teilfunktionen bessert Leistungen anderer kranker Funktionen.	Körperliches Training kann Sprache und Kognition verbessern. Üben nach lerntheoretischen Grundsätzen (motor relearning)
Pausen steigern Leistung. Durch ausreichend lange und zeitlich geplante Pausen wird die Leistung besser.	Intensives Trainieren an der individuellen Leistungsgrenze, spezifisch und alltagsrelevant trainieren, Überforderung und Überanstrengung vermeiden



Abb. 5: Entwicklung therapeutischer Konzepte 1952 bis heute

A: physikalische Anwendungen mit Stangerbad und Vier-Zellen-Bad, Kliniken Schmieder Gailingen, 1952

B: moderne gerätegestützte Armrehabilitation mit Armroboter Armeo, Kliniken Schmieder Allensbach, 2024

Beruflich orientierte Neurorehabilitation und neurologische Berufstherapie

Nach Eröffnung des »Sanatorium Schloss Rheinburg« am 1. November 1950 waren die weiteren Entwicklungsstufen: Eröffnung einer Abteilung für Badekuren von hirnerkrankten Kriegsverletzten im Februar 1952, ab 1953 »Vertragsanstalt für Hirnverletzte, Nervengeschädigte und süchtige Kriegsverletzte« durch Vertrag mit dem Bundesministerium und der Landesversorgungsanstalt, neben hirngeschädigten Kriegsverletzten zunehmende Betreuung von Verkehrsunfallopfern und ab 1957 Durchführung von Rehabilitationsmaßnahmen im Auftrag der Sozialversicherungsträger. Bereits in den Anfangsjahren der Klinik stand neben der sozialen auch die berufliche Wiedereingliederung im therapeutischen Fokus, d.h. beide wurden konzeptionell als Einheit betrachtet. Eine »gewerbliche Berufstherapie« bestand seit etwa Mitte der 50er-Jahre in Gailingen. Bereits im März 1957 startete eine Beratungskommission mit Vertretern des Landesarbeitsamtes und der LVA Baden und Württemberg mit den behandelnden Ärzten, die fallbezogenen Leistungsprofile Betroffener nach Hirnschädigung und Möglichkeiten zur Rehabilitation und beruflichen Wiedereingliederung erörterten [86] als Vorläufer interdisziplinärer und trägerübergreifender Fallkonferenzen. In einem Referat für die Landesversorgungsanstalt Baden in Gailingen 1978 werden von Prof. Schmieder »Leitgedanken zur Therapie und Rehabilitation von Hirngeschädigten« geäußert: »Wichtigster Gesichtspunkt ist die Auswertung der neurobiologischen Gesetzmäßigkeiten der funktionellen Plastizität ...«; »Daraus folgert das Prinzip der zerebralen Funktionstherapie (des Hirntrainings) ...«; »Therapie und Rehabilitation von Hirngeschädigten ist – meist ein lebenslanger Prozess. ... sind ... regenerierende stationäre Heilverfahren ein selbstverständlicher Teil des Rehabilitationsprogrammes« [107]. Als »Das Spezifische eines Rehabilitationskrankenhauses« werden benannt: »Behandlungsbegleitende sozialtherapeutische und berufliche Maßnahmen (Berufstherapie

bzw. Anpassungstherapie) haben den Patienten bereits während des Krankenhausaufenthaltes auf die Zeit nach der Entlassung vorzubereiten.« »Rehabilitation kann nicht gelingen, wenn nicht alle jene Kräfte, Organisationen und Einrichtungen zur Mitarbeit herangezogen werden, welche anschließend an die medizinisch orientierte Phase wirksam werden müssen. Mit ihnen ist also schon während des Krankenhausaufenthaltes Verbindung aufzunehmen und diese für die nachfolgenden Phasen abzusichern.« ... »Rehabilitation kann nur dann in einem Schwerpunkt Krankenhaus verwirklicht werden, wenn a) Gruppenarbeit aller Fachkräfte wirksam wird und b) dabei die Fachkräfte des Sozialdienstes als Teil der Gruppe zur Geltung kommen ...« [108]. Damit wurden frühzeitig wichtige Elemente moderner neurologischer Berufstherapie zur medizinisch-beruflichen Rehabilitation konzeptionell vorgedacht: Beginn der multiprofessionellen Berufstherapie frühzeitig in der medizinischen Rehabilitation; kein therapeutischer Nihilismus, sondern ressourcenorientierter Versuch der Wiedereingliederung; frühzeitiger Einbezug aller Player, einschließlich Sozialträger; berufliche Wiedereingliederung als längerfristigen Prozess begreifen. 1987 werden an die Patientinnen und Patienten Informationsbroschüren zu »Müdigkeit – Ermüdung« und zu »Hirntraining« [110, 111] verteilt: Es wird von »gesteigerter Ermüdbarkeit bei Hirnverletzten« und »als Folge anderer Krankheiten« gesprochen, darauf folgen u. a. Empfehlungen zu »Tagesplan und Pausenregelung«, allesamt Inhalte, die sich in einem modernen neuropsychologischen und berufstherapeutischen Assessment zu Fatigue (subjektive Müdigkeit/Erschöpfung) und Fatigability (objektiv messbare Leistungsminderung in der Ausführung) finden [18, 27, 29]. Vorläufer einer audiovisuellen Therapie in den Kliniken Schmieder Gailingen ab 1968 und Weiterentwicklungen einer computergestützten Therapie Anfang 2000 mit Förderung durch das Kuratorium ZNS [52] haben heute zu telemedizinischer, digitaler Nachsorge in der stationären und ambulanten Neurorehabilitation bei den Kliniken Schmieder geführt.

Als besonderes Ausstattungsmerkmal hält der Standort Gailingen in seiner klinikhistorischen Tradition seit Aufbau einer »gewerblichen Berufstherapie« Mitte der 50er-Jahre bis heute in der neurologischen Berufstherapie (NBT) im Bereich handwerklich-technischer Berufe Modellarbeitsplätze der Holz- und Metallverarbeitung, im elektrotechnischen und elektronischen Bereich, als EDV-Arbeitsplätze mit CNC und CAD unter Werkstattbedingungen, für Pfl egetätigkeiten und Hauswirtschaft vor: Niederschwellig sind Arbeitsbelastungserprobungen berufsbezogen und berufstherapeutisch begleitet im Gesamtbehandlungskonzept der multimodalen und multiprofessionellen Neurorehabilitation möglich. Prof. Dr. Dr. Paul Walter Schönle hat die berufstherapeutische Tradition der Kliniken Schmieder in seine Vorstandstätigkeit bei der Bundesarbeitsgemeinschaft der medizinisch-beruflichen Rehabilitationseinrichtungen (BAG MBR Phase II; www.mbreha.de) einfließen lassen. Die berufstherapeutischen Erfahrungen aus der stationären neurologischen Rehabilitation konnten erfolgreich auf den (ganztägig) ambulanten Bereich übertragen werden [119, 120, 121]. Zu den wesentlichen Entwicklungen von Dr. Dolores Claros-Salinas als Fachkompetenzleitung Berufstherapie bei den Kliniken Schmieder gehörten ein Profilabgleich der beruflichen Anforderungen mit dem individuellen Leistungsvermögen (Fragebogen PAL), der als standardisierter Fragebogen einen festen Bestandteil des berufstherapeutischen Assessments darstellt [15, 21]. Weiterhin wurde die Bedeutung einer kognitiv ausgerichteten Berufstherapie für die erfolgreiche berufliche Wiedereingliederung und die Wichtigkeit des Wiedereingliederungsinstrumentes der stufenweisen Wiedereingliederung (StW) erkannt [12, 13, 14, 16, 17, 19], ein neuropsychologisches Untersuchungsinstrument zum objektiven Nachweis der kognitiven Fatigability entwickelt [18] und das Screening-Instrument zur Feststellung des Bedarfs an medizinisch-beruflich orientierten Maßnahmen bei Patienten mit chronischen Erkrankungen (SIMBO-C) für den Bereich der neurologischen Rehabilitation evaluiert [20, 22]. Bis heute sind in der neurologischen Berufstherapie (Anm.: als Berufsbezeichnung in traditionellen Auflistungen von Berufen nicht aufgeführt [8], d. h. hinsichtlich Standards und Qualifikationen nicht allgemein festgelegt) in den handwerklich-technischen Bereichen Therapeuten tätig mit abgeschlossener Berufsausbildung mit Meisterabschluss, möglichst mit pädagogischer Zusatzqualifikation, ansonsten Therapeuten mit abgeschlossenem Studium der Sozial- oder Berufspädagogik, Erwachsenenpädagogik, Psychologie, insbesondere auch für die berufstherapeutische Betreuung in kaufmännisch-verwaltenden Berufen und im Managementbereich.

Neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation in Baden-Württemberg

Bereits 1982 publizierte Prof. Schmieder mit *Gerhard Busch*, Chefarzt Kliniken Schmieder Gailingen: »Es

gehört daher auch heute noch zu den schwierigen Fragen, zu welchem Zeitpunkt ein Patient aus dem Krankenhaus der Akutversorgung in ein Rehabilitationskrankenhaus verlegt werden solle, ...« [109]. »Patienten, die noch künstlich ernährt werden müssen, die Schluck- und Atemstörungen haben, die inkontinent sind und die einer ständigen chirurgischen Betreuung oder gar anästhesiologischen Überwachung bedürfen, im Großklinikum verbleiben sollten mit der Möglichkeit, sofort interdisziplinäre Hilfe bei auftretenden Komplikationen zu erhalten.« Dem wird entgegengesetzt: »Die Behandlung der mehr körperlichen Folgezustände, wie Hemiplegien, Anfallsleiden, Aphasien usw. sollte möglichst rasch einsetzen und kann auch schon im Akutkrankenhaus beginnen.« Damit wird die Grundkonzeption einer neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation der Phase B nach dem Phasenmodell der Neurorehabilitation entworfen: die Bereitstellung spezifisch ausgestatteter Behandlungsbereiche für schwerst Hirn- und Rückenmarksgeschädigte, die sowohl einen akutmedizinischen Überwachungs- und Behandlungsbedarf aufweisen, aber gleichzeitig frühzeitig multimodal und multiprofessionell therapiert werden sollten [9, 73, 129].

Im Juli 1991 wurde in den Kliniken Schmieder Allensbach die erste Abteilung für Neurologische Frührehabilitation Phase B in Baden-Württemberg eröffnet, die in ca. acht Jahren seit Bestehen bis 1999 mehr als 2.000 Patientinnen und Patienten behandelt hat [60]. Neben Betroffenen nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma [51, 118] wurden Menschen mit schweren Läsionen des zentralen Nervensystems nach Schlaganfall, d. h. Hirninfarkten, intrazerebralen Blutungen und Subarachnoidalblutungen, aber auch anderen Hirnerkrankungen mit ausgedehnten Hirn- und Hirnstammschädigungen, betreut. Hinzu traten schwere generalisierte Erkrankungen des peripheren Nervensystems bei Guillain-Barré-Syndrom, FSME-Polyneuroradikulitis und bei Critical-Illness-Polyneuropathie. Eine besondere Patientengruppe umfasste dabei bewusste und stark bewusstseinsgestörte Menschen. Zum diagnostischen Procedere gehörten eine zerebrale Bildgebung mit MRT [43], EEG und andere elektrophysiologische Methoden [61, 133], zur klinischen Verlaufsdagnostik wurde die deutschsprachige Koma-Remissions-Skala [117] eingesetzt, die heute international durch die Coma Recovery Scale-Revised [3, 40] abgelöst wurde und in einer deutschen Variante vorliegt [71].

Bis heute wird jedoch zur Klassifikation in der neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation der Frühreha-Barthel-Index (FRB) [116] angewendet. Seit 1. Januar 1990 hatte *Prof. Dr. phil. Dr. med. Paul Walter Schönle*, nach Promotionen der Slawistik und der Medizin in Tübingen, 1987 Habilitation und 1988 Ernennung zum Professor für Neurologie und Klinischen Neurophysiologie an der Neurologischen Universitätsklinik Göttingen, die Ärztliche Leitung der Klinik Allensbach übernommen. Als Ärztlicher Direktor der Kliniken Schmieder und als Vorsitzender der Bundesarbeitsgemeinschaft

medizinisch-beruflicher Rehabilitationszentren (Phase II), der Deutschen Gesellschaft für Neurologische Rehabilitation (DGNR) und der Deutschen Gesellschaft für klinische Neuropsychologie (DGKN) hat er aktiv klinisch geforscht und klinische Konzepte in Nachfolge von Prof. Schmieder bei den Kliniken Schmieder weiterentwickelt. Insbesondere hat er die medizinische Konzeptentwicklung der neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation Phase B bei Kliniken Schmieder betrieben [116, 117] und damit die Konzeptentwicklung »Apallisches Syndrom: Versorgungskonzept für Baden-Württemberg, 1993« [73] für das Bundesland Baden-Württemberg gefördert. Das ursprüngliche Versorgungskonzept wurde inzwischen mit Beteiligung der Kliniken Schmieder und der Landesarbeitsgemeinschaft Neurorehabilitation Baden-Württemberg 2012 und 2016 in eine Fachplanung Neurologische Frührehabilitation Phase B überführt [74, 75].

Zum Behandlungskonzept der neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation Phase B der Kliniken Schmieder gehört dabei auch das (prolongierte) neurologische Weaning beatmeter Patienten mit schweren Hirnschädigungen oder peripheren Nervenschädigungen [4, 5]. Heute werden an den Standorten Allensbach, Heidelberg und Stuttgart-Gerlingen 341 Betten der Phase B (Stuttgart-Gerlingen 119 B, Allensbach 92 B, Heidelberg 130 B) mit 12 neurologischen Weaning-Plätzen mit einheitlichem Behandlungskonzept und Ausstattung vorgehalten. In Stuttgart-Gerlingen wird seit 10/2018 eine sogenannte Satellitenstation Phase B der Kliniken Schmieder mit inzwischen 30 Phase B-Betten und 4 Weaning-Plätzen am Standort des Maximalversorgers Klinikum Stuttgart in enger Kooperation mit dem Neurozentrum aus Neurologie, Neurochirurgie und interventioneller Neuroradiologie als Modellprojekt betrieben. Die neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation Phase B ist damit insgesamt wichtiger Bestandteil des Stroke-Unit-Konzeptes zur Schlaganfallversorgung [76], der Weiterbetreuung von schwer Schädel-Hirn-Verletzten mit und ohne Polytrauma [31, 38, 85] und im Rahmen der intensivmedizinischen Versorgung, u. a. in der Behandlung der schweren Sepsis mit Postintensive-Care-Syndrom (PICS) und Critical-Illness-Polyneuropathie/Myopathie (CIP/CIM) [53, 54, 58, 72] sowie Betreuung nach kardiopulmonaler Reanimation mit hypoxischer Hirnschädigung [60].

Psychotherapeutische Neurologie

1993 wurde am neu gegründeten Klinikstandort der Kliniken Schmieder in Konstanz mit dem Bereich Psychotherapeutische Neurologie ein spezifisches Behandlungsangebot für neurologisch Kranke geschaffen, die an komorbiden psychischen Störungen leiden, welche das klinische und sozialmedizinische Geschehen prägen. Bis dahin war deren Behandlung in den Kliniken dezentral, über alle Abteilungen verstreut erfolgt, nun

sollten klinische Erfahrungen und Kompetenzen gebündelt und innovativ weiterentwickelt werden. Von der Geschäftsführung aktiv vorbereitet, mit vielen Gestaltungsspielräumen ausgestattet und beständig gefördert, entwickelte sich dieses als Entwicklungsprojekt auf den Weg gebrachte Vorhaben schon nach wenigen Jahren zu einem dezidierten neurorehabilitativen Kompetenzschwerpunkt. Der wachsenden Zahl an Zuweisungen folgend kam 2000 eine zweite Abteilung am Standort Gailingen hinzu. In den beiden Abteilungen stieg die jährliche Patientenanzahl in den letzten zehn Jahren (1994 bis 2024) insgesamt von 871 auf 1.677 an.

Ein wesentlicher Grund für den Erfolg war – und ist – die unmittelbare räumliche und organisatorische Integration in ein großes neurologisches Fach- und Rehabilitationskrankenhaus, sichert sie doch einen direkten Zugang zu umfassenden diagnostischen und therapeutischen Ressourcen, die auch die Beantwortung komplexer klinischer Fragestellungen und eine differenzierte Funktionstherapie erlauben. Die Grenzen zu den primär neurologischen Abteilungen der Kliniken sind durchlässig, rasche Verlegungen und gemeinsame Behandlungen sind niederschwellig möglich. Aus diesem Kontext heraus lag ein Fokus der inhaltlichen Arbeit auf der aktiven Entwicklung von alle Fachdisziplinen übergreifenden, gemeinsam geteilten klinischen Verständnis- und Handlungsmodellen, die transdisziplinär eine integrierte, umfassend in sich stimmige Durchführung medizinisch-somatischer, psychotherapeutischer und psychosozialer Maßnahmen »wie aus einer Hand« erlauben. Neben einer dezidierten Erfassung der individuell jeweils gegebenen klinischen Befunde und Behandlungserfordernisse erwies sich dabei eine ebenfalls teamweit geübte, fortlaufende teilnehmende Beobachtung [39, 47] als Weg zu einer kontinuierlichen Fortentwicklung integrierter Behandlungsangebote und zu deren Vermittlung [84, 89, 90, 93, 94, 97, 100, 105]. Hinzu kamen eine vertiefte Beschäftigung mit Fragen der Krankheitsbewältigung bei einzelnen Krankheitsbildern, zumal bei Schlaganfall und MS [23, 26, 28, 30, 35, 41, 81, 82, 83, 91, 92, 95, 96, 99, 102, 130, 131].

Heute gilt die Bereitstellung integrierter Behandlungsangebote in der Neurologie zunehmend als ein zu erreichender Standard. Zumal bei Vorliegen von funktionellen neurologischen Störungen (FNS) ist ein integriertes Vorgehen freilich unverzichtbar, an praktisch erprobten Modellen fehlt es jedoch weiterhin [48, 49, 55, 59, 98, 100, 101, 103, 104, 134]. Dem institutionellen und klinischen Engagement im Feld dieser neurorehabilitativ und sozialmedizinisch gewichtigen – zum Leid Betroffener, aber auch aus gesundheitsökonomischer Perspektive viel zu oft nicht angemessen beachteten und jedenfalls lange unbehandelt bleibenden – Erkrankungen entsprechend sind die beiden psychotherapeutisch-neurologischen Abteilungen und die Kliniken Schmieder insgesamt personell intensiv in der im Oktober 2022 in der Klinik Konstanz gegründeten Arbeitsgemeinschaft

Funktionelle Neurologische Störungen (<https://www.ag-fns.de>) aktiv, deren Sekretariat in den Kliniken sein Zuhause gefunden hat [50]. Zugleich haben sich die Funktionellen Neurologischen Störungen und deren integrierte Diagnostik und Therapie zum dezidierten Schwerpunkt der unter dem Dach des Lurija Institutes durchgeführten begleitenden Forschung zur psychotherapeutischen Neurologie entwickelt – wobei sich wiederum die kollaborative Nutzung der Ressourcen der Kliniken Schmieder insgesamt sowie eine ertragreiche Kooperation mit der Universität Konstanz als unschätzbbarer Vorteil erwiesen haben [1, 36, 37, 44, 45, 46, 56, 62, 63, 64, 78, 113, 126, 127].

In ihrer unmittelbaren Einbettung in ein neurologisches Fach- und Rehabilitationskrankenhaus haben die beiden Bereiche Psychotherapeutische Neurologie in Konstanz und Gailingen über die Jahre ein zuverlässig umsetzbares und klinisch erfolgreiches Modell einer integrierten somato-psychosomatischen Behandlung entwickelt, das ihnen – wiederum in Gleichklang mit den Kliniken Schmieder insgesamt – als beständig »Lernendes System« erlaubt, die eigenen Kenntnisse und Kompetenzen orientiert an den je gegebenen klinischen und sozialmedizinischen Erfordernissen fortlaufend zu erweitern. Mit Blick auf die Zukunft bleibt das ursprünglich zum Leitgedanken der transdisziplinären Zusammenarbeit gewordene Motto »Vom Entweder-oder zum Sowohl-als-auch« jedenfalls Ansporn für weitere innovative Zielsetzungen und Entwicklungen.

Modellprojekt Tagesklinik NRZ Stuttgart

1995 wurde das Neurologische Rehabilitationszentrum (NRZ) der Kliniken Schmieder Stuttgart als Modell-einrichtung für ganztägig ambulante/teilstationäre Neurorehabilitation im Ballungszentrum Stuttgart eröffnet. Vorausgegangen waren konzeptionelle Überlegungen zur ambulanten neurologischen Rehabilitation als Ergänzung und Alternative zur rein stationären Neurorehabilitation [114, 115, 119, 121] und eine gemeinsame Initiative der Kliniken Schmieder mit der damaligen Landesversicherungsanstalt (LVA) Württemberg und der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte (BfA) Berlin. Neben den für das Modell federführenden Rentenversicherungsträgern waren auch die Landesverbände der gesetzlichen Krankenkassen und die Berufsgenossenschaften aktiv in das Modell einbezogen. Mit zunächst 15 Behandlungsplätzen ab April 1995 erfolgte Anfang 1996 die Erweiterung auf die geplante volle Kapazität von 40 Behandlungsplätzen. Zur wissenschaftlichen Überprüfung der Eignung einer ambulant/teilstationären Form der Rehabilitation für Patientinnen und Patienten mit neurologischen Erkrankungen, einem Vergleich mit der stationären neurologischen Rehabilitation, dem Wirksamkeitsnachweis, der Akzeptanz bei den behandelten Patienten und der Wirtschaftlichkeitsprüfung erfolgte eine Evaluation von zwei Untersuchungsgruppen von

April 1995 bis Ende 1998 mit insgesamt 694 Patienten. Die durchweg positiven Ergebnisse wurden in einer Monografie 2000 publiziert [120] und entsprechen den in der Literatur in weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen belegten guten Behandlungsergebnissen für ganztägig ambulante, teilstationäre bzw. tagesklinische neurologische Rehabilitation [69, 79, 80, 119, 120, 121].

Die Tagesklinik NRZ Kliniken Schmieder ist längst in die stadien- und stufengerechte, d. h. phasengerechte Regelversorgung von neurologisch neurochirurgisch erkrankten Menschen übergegangen und stellt mit 45 Behandlungsplätzen einen der größten ganztägig ambulanten Leistungserbringer im Bereich Neurologie in der Bundesrepublik Deutschland dar. Das ganztägig ambulante Behandlungsangebot wird inzwischen durch eine ambulante Heilmittelerbringung in den Bereichen Physiotherapie, Physikalische Therapie, Sporttherapie, Ergotherapie und Logopädie ergänzt. Im Bereich der Nachsorge wurde über viele Jahre die Intensivierte Rehabilitationsnachsorge (IRENA) für Rehabilitanden der Kliniken Schmieder und anderer Kliniken durchgeführt. Befördert durch die gravierenden Einschränkungen der Coronazeit und im Rahmen eines Modernisierungsprojektes wird inzwischen eine »Digitale Nachsorge« angewendet: in 2023 bei 158, in 2024 bei 156 Rehabilitanden. Inzwischen konnten bereits 243 Rehabilitanden das gesamte Programm mit durchschnittlich 22 Behandlungsmodulen à 90 min abschließen. Modelle der hybriden Nachsorge mit Präsenz- und telemedizinischen Behandlungsteilen befinden sich in der Entwicklung und praktischen Erprobung.

Lurija Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung, Fortbildungsinstitut Zenith, Bachelorstudiengang »Motorische Neurorehabilitation«

Das Lurija Institut ist nach dem Mitbegründer der Neuropsychologie, Neurolinguistik und Neurologischen Rehabilitation *Alexander Romanowitsch Lurija (1902–1977)* benannt. Es wurde als Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung an der Universität Konstanz gegründet, um die wissenschaftlichen Verbindungen zwischen den Kliniken Schmieder und der Gemeinnützigen Stiftung Schmieder für Wissenschaft und Forschung einerseits und der Universität Konstanz andererseits zu intensivieren und institutionell zu verankern. Bereits seit Anfang der 70er-Jahre war die wissenschaftliche Kooperation der Kliniken Schmieder von Prof. Schmieder mit dem Lehrstuhlinhaber für Klinische und Differentielle Psychologie und späteren Rektor der Universität Konstanz, *Prof. Dr. Rudolf Cohen*, aktiv betrieben worden. Ein entsprechender Kooperationsvertrag mit der Universität Konstanz wurde am 12.05.1997 unterzeichnet. Aus dem Lurija Institut ist eine Vielzahl von Studien, die sich mit unterschiedlichen Aspekten der Neurorehabilitation beschäftigen, hervorgegangen. Aktuelle Schwerpunkte sind Post-Covid-Erkrankungen

[132], Bewegungsvorstellung mit einem Schwerpunkt auf Mentaler Chronometrie [6, 24, 25, 42, 65, 66, 67, 128], motorische Neurorehabilitation [2, 7, 87, 122, 123], Fatigue und Fatigability, Funktionelle Neurologische Störungen (s.o.) und die Entwicklung neuer, umfassender Assessments für schwerst Betroffene der neurologischen Frührehabilitation. Die engsten Kooperationspartner vonseiten der Universität Konstanz sind der Fachbereich Psychologie und die Sportwissenschaft. Das Lurija Institut führt jedoch auch Forschungsprojekte mit anderen Universitäten durch, u. a. mit den Neurologischen Universitätskliniken in Freiburg, Heidelberg, Magdeburg, Aachen und Tübingen. Ein wesentliches Ziel ist, neben dem wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn auch die Voraussetzung für eine Implementierung und Umsetzung neuer Ideen und Konzepte zu schaffen. Zum Transfer von der Wissenschaft in die Praxis trägt u.a. das klinikeigene Fort- und Weiterbildungsinstitut Zenith (s. u.) bei.

Die wissenschaftlichen Aktivitäten des Lurija Institutes werden in ca. zweijährigen Abständen von einer externen Gutachter-Kommission, dem Kuratorium, bewertet. Dem Kuratorium unter Leitung von *Prof. Dr. Cornelius Weiller* gehören v. a. Direktorinnen und Direktoren sowie Bereichsleitungen neurologischer Universitätskliniken an, sodass eine kritische, fachlich kompetente Beurteilung der wissenschaftlichen Aktivitäten des Lurija Instituts gewährleistet ist. Das Kuratorium begleitet beratend die strategische Weiterentwicklung des Forschungsinstituts. Durch den Vorstand des Lurija Institutes, der paritätisch jeweils zur Hälfte aus Mitgliedern der Universität Konstanz und aus Mitarbeitern der Kliniken Schmieder besetzt ist, werden seit 2006 einmal jährlich die Preisträger des Stiftung Schmieder Preises ausgewählt. Berücksichtigt werden Abschlussarbeiten zu Themen der Neurologischen Rehabilitation, die an der Universität Konstanz erstellt worden sind. In den letzten Jahren wurden die Themenbereiche »Post-Covid-Syndrom«, »Demenzerkrankungen« und »Apraxie nach Schlaganfall« ausgezeichnet.

Das Zenith Institut der Kliniken Schmieder bietet Fort- und Weiterbildungskurse für alle in der Rehabilitation eingesetzten Berufsgruppen (Ärztinnen und Ärzte, Ergo-, Physiotherapeutinnen und -therapeuten, Logopädinnen und Logopäden, Psychologinnen und Psychologen, Pflegekräfte) an. An den Kursen können sowohl intern als auch extern Interessierte teilnehmen. Ziel ist sowohl die Vermittlung grundlegender wissenschaftlicher Erkenntnisse wie z. B. die Vorstellung neuer Leitlinien als auch die Schulung spezifischer Therapieansätze wie Elektrostimulation, basale Stimulation, Kinaesthetics u. v. m. (<https://www.kliniken-schmieder.de/fortbildung-zenith/kursthemen.html>). Darüber hinaus bietet die Universität Konstanz zusammen mit den Kliniken Schmieder den berufsbegleitenden Bachelorstudiengang Motorische Neurorehabilitation an. Das Angebot richtet sich in erster Linie an Ergo- und Physiotherapeutinnen und -therapeuten. Der Studiengang besteht aus verschie-

denen, Theorie und Praxis umfassenden Modulen. Die Regelstudienzeit umfasst sechs Semester (<https://www.uni-konstanz.de/studieren/im-studium/pruefungen/pruefungsordnungen/bachelorpruefung/arts/>).

Literatur

1. Ballmaier M, Schmidt R. Conversion disorder revisited. *Functional Neurology* 2005; 20(3), 105–113
2. Barzyk P, Boden AS, Howaldt J, Stürner J, Zimmermann P, Seebacher D, Liepert J, Stein M, Gruber M, Schwenk M. Steps to Facilitate the Use of Clinical Gait Analysis in Stroke Patients: The Validation of a Single 2D RGB Smartphone Video-Based System for Gait Analysis. *Sensors (Basel)*. 2024; 24(23): 7819
3. Bender A, et al. S3-LL Neurologische Rehabilitation bei Koma und schwerer Bewusstseinsstörung im Erwachsenenalter. In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NEUROREHABILITATION E.V. (DGNR) (Hrsgb.), Leitlinien für die Neurorehabilitation. 1. Auflage 2022 / 23.12.2022 Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/080-006.html> aberufen am 30.04.2025
4. Bertram M, Brandt T. Neurologische Frührehabilitation. Eine aktuelle Bestandsaufnahme. *Nervenarzt* 2007; 78: 160–174
5. Bertram M, Brandt T. Neurologische Frührehabilitation bei beatmeten Patienten mit ZNS-Störungen. *Intensivmedizin* up2date 2013; 9: 53–71
6. Braun N, Kranczoch C, Liepert J, Dettmers C, Zich C, Büsching I, Debener S. Motor Imagery Impairment in Postacute Stroke Patients. *Neural Plast.* 2017; 2017: 4653256
7. Büsching I, Sehle A, Stürner J, Liepert J. Using an upper extremity exoskeleton for semi-autonomous exercise during inpatient neurological rehabilitation – a pilot study. *J Neuroeng Rehabil.* 2018; 15: 72
8. Bundesagentur für Arbeit. Alle Berufs von A bis Z. www.web.arbeitsagentur.de, abgerufen am 30.04.2025
9. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C. Frankfurt am Main: BAR/ VdR, 1995, 1999, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
10. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Rahmenempfehlungen zur ambulanten neurologischen Rehabilitation. Frankfurt am Main: BAR 2005, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
11. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). ICF-Praxisleitfaden 2. Trägerübergreifende Informationen und Anregungen für die praktische Nutzung der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) in medizinischen Rehabilitationseinrichtungen. 2. Auflage, 2016, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
12. Claros-Salinas D. Relation between calculation and number processing impairments and other higher cortical functions – implications for rehabilitation design. In: Stachowiak FJ et al. (Eds.) *Developments in the Assessment and Rehabilitation of Brain-Damaged Patients*. Tübingen: Gunter Narr 1993, 417–428
13. Claros-Salinas D, Greitemann G, Jeske A. Berufliche Neurorehabilitation innerhalb medizinischer Rehabilitationsphasen: Behandlungskonzept und Evaluation anhand katamnästischer Daten. *Neurol Rehabil* 2000; 6(2): 82–92
14. Claros-Salinas D. Therapie von Zahlenverarbeitung und Rechnen nach Hirnschädigung. *Aphasie und verwandte Gebiete* 2003; 17(2,3): 29–42
15. Claros-Salinas D. Neurologische Berufstherapie: Evaluation kognitiver Leistungsdaten und beruflicher Wiedereingliederungsverläufe bei neurologischen Patienten. Universität Konstanz, 2004
16. Claros-Salinas D. Stufenweise Wiedereingliederung nach berufsorientiertem neurokognitiven Training – Verläufe und Ergebnisse. In: Müller-Fahmow W et al. (Hrsg.) *Wissenschaftliche Grundlagen der medizinisch-beruflich orientierten Rehabilitation – Assessments – Interventionen – Ergebnisse*. Lengerich: Pabst Science Publishers 2006, 389–399
17. Claros-Salinas D, Greitemann G. Berufsorientierte Behandlung schriftlicher Textproduktion bei Patienten mit aphasischen und nicht-aphasischen Sprachstörungen. *Neurolinguistik* 2010; 24(1,2): 51–69
18. Claros-Salinas D et al. Fatigue-related diurnal variations of cognitive performance in multiple sclerosis and stroke patients. *J Neurol Sci* 2010; 295(1): 75–81
19. Claros-Salinas D et al. Zurück in den Beruf – subjektive und objektive Perspektiven berufsorientierter Neurorehabilitation. *Neurol Rehabil* 2012; 18(5): 275–290
20. Claros-Salinas D et al. MBOR in der Neurologie – Bedarf und Therapieunterstützung. *neuroreha* 2016; 8(1): 28–34

21. Claros-Salinas D, Streibelt M. Profilabgleich von Arbeitsanforderungen und Leistungsvermögen (PAL): Ein Instrument zur Unterstützung der MBORR-Steuerung in der neurologischen Rehabilitation. *DRV-Schriften* 2016; 113: 352–354
22. Claros-Salinas D, Menzel C, Dettmers C. Interne MBOR-Belastungsprüfung: Ergebnisse eines standardisierten neurokognitiven Prüfverfahrens. *DRV-Schriften* 2019; 117: 59–61
23. Dettmers C, Schmidt R. Fatigue bei Patienten mit MS. In: C. Dettmers, P. Bülow, & C. Weiller (Eds.), *Rehabilitation der Multiplen Sklerose: Hippocampus Verlag, Bad Honnef*, 2010, 295–304
24. Dettmers C, Benz M, Liepert J, Rockstroh B. Motor imagery in stroke patients, or plegic patients with spinal cord or peripheral diseases. *Acta Neurol Scand*. 2012; 126: 238–247
25. Dettmers C, Braun N, Büsching I, Hassa T, Debener S, Liepert J. [Neurofeedback-based motor imagery training for rehabilitation after stroke]. *Nervenarzt*. 2016; 87: 1074–1081
26. Dettmers C, Schmidt R, Jöbges M.. Fatigue und Fatigability bei Multipler Sklerose – Implikationen für die sozialmedizinische Leistungsbeurteilung. *Die Rehabilitation*, 2020; 59(06), 327–329.
27. Dettmers C, Schmidt R, Jöbges M. Fatigue und Fatigability bei Multipler Sklerose – Leistungsbeurteilung. *Rehabilitation (Stuttg)*. 2020; 59(6): 327–329
28. Dettmers C, Jöbges M, Schmidt R. Fatigue und Fatigability bei MS – Zwei Seiten einer Medaille. *neuro aktuell* 2020; 06: 7–12.
29. Dettmers C et al. Cognitive Fatigability, not Fatigue predicts employment status in patients with MS three months after rehabilitation. *Mult Scler Relat Disord* 2021; 56: 103215
30. Dettmers C, Henze T, Schmidt R. Multiple Sklerose. In P. Frommelt, A. Thöne-Otto, & H. Grötzbach (Eds.), *NeuroRehabilitation. Ein Praxisbuch für interdisziplinäre Teams* (4. Aufl. ed., pp. 529–555). Berlin, Heidelberg: Springer 2024, 529–555
31. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.: S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Registernummer 187-023), Version 4.0 (31.12.2022), verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/187-023.html>, abgerufen am 30.04.2025
32. Deutsche Rentenversicherung Bund (DRV Bund). Anforderungen für stationäre Einrichtungen zur medizinischen Rehabilitation mit Zulassung zum AHB-Verfahren. 2018. www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
33. Deutsche Rentenversicherung Bund (DRV Bund). Medizinisch-beruflich orientierte Rehabilitation. Anforderungsprofil zur Durchführung der Medizinisch-beruflich orientierten Rehabilitation (MBOR) im Auftrag der Deutschen Rentenversicherung. Aktualisierte Auflage 2023. www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
34. Deutsche Rentenversicherung Bund (DRV Bund). Strukturqualität von Reha-Fachabteilungen. Anforderungen der Deutschen Rentenversicherung. Medizinische Reha-Fachabteilungen – Stationäre Rehabilitation – Ganztägig-ambulante Rehabilitation – Medizinisch-beruflich orientierte Rehabilitation (MBOR) – Rehabilitation von Erwachsenen – Kinder- und Jugendlichen-Rehabilitation, 3. Auflage 2025; www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
35. Epp N, Lautenschläger T. »Forcierte Bewältigung« – Eine Typusbeschreibung. Konstanz, 2018
36. Fiess J, Rockstroh B, Schmidt R, Steffen A. Emotion regulation and functional neurological symptoms: Does emotion processing convert into sensorimotor activity? *Journal of Psychosomatic Research* 2015; 79: 477–483
37. Fiess J, Rockstroh B, Schmidt R, Wienbruch C, Steffen A. Functional neurological symptoms modulate processing of emotionally salient stimuli. *Journal of Psychosomatic Research* 2016; 91: 61–67
38. Firsching R et al. Leitlinie Schädelhirntrauma im Erwachsenenalter. Update 2015. www.awmf.org, abgerufen am 30.04.2025
39. Friedrichs J, Lütke H. (Hrsg.) *Teilnehmende Beobachtung – Einführung in die sozialwissenschaftliche Feldforschung*. Beltz, Weinheim, 2. Aufl. 1973
40. Giacino JT, Kalmar K. The JFK Coma Recovery Scale-Revised: Measurement characteristics and diagnostic utility. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 2020–2029
41. Glaesser J, Neuner F, Lütgehetmann R, Schmidt R, Elbert T. Posttraumatic Stress Disorder in patients with traumatic brain injury. *BMC Psychiatry*; <http://www.biomedcentral.com/1471-244X/4/5>
42. Greiner J, Schoenfeld MA, Liepert J. Assessment of mental chronometry (MC) in healthy subjects. *Arch Gerontol Geriatr*. 2014; 58: 226–230
43. Gut E, Fritz R, Leyhe T et al. Kernspintomografische Befunde nach zerebraler Hypoxie in der chronischen Erkrankungsphase. *Klin Neuroradiol* 1999; 9: 147–152
44. Hassa T, de Jel E, Tüschler O, Schmidt R, Schoenfeld MA. Functional networks of motor inhibition in conversion disorder patients and feigning subjects. *Neuroimage Clin* 2016; 11: 719–727
45. Hassa T, Sebastian A, Liepert J, Weiller C, Schmidt R, Tüschler O. Symptom-specific amygdala hyperactivity modulates motor control network in conversion disorder. *Neuroimage Clin* 2017; 15: 143–150
46. Hassa T, Spiteri S, Schmidt R, Merkel C, Schoenfeld MA. Increased Amygdala Activity Associated With Cognitive Reappraisal Strategy in Functional Neurologic Disorder. *Frontiers in Psychiatry* 2021; 26(12): 613156
47. Hauser-Schäublin B. Teilnehmende Beobachtung. In: Beer B, König A (Hrsg.), *Methoden ethnologischer Feldforschung*. Dietrich Reimer Verlag, 2020, Seiten 35–54
48. Hausteiner-Wiehle C, Schmidt R, Henningsen P. Treating in concert: Integrated biopsychosocial care – Not only for functional disorders. *Journal of Psychosomatic Research* 2023; 111376
49. Hausteiner W, Constanze, Schmidt R. Die transdisziplinäre Behandlung funktioneller Bewegungsstörungen: Integration statt Dissoziation. *Nervenarzt*, 2024, accepted
50. Heidegger T, Hausteiner-Wiehle C, Popkirev S, Klaasen van Husen D, Schmidt R. The Network Functional Neurological Disorders Germany/Austria/Switzerland. *Clinical Neurophysiology* 2024; 159: e40-e41
51. Henze T, Schönle PW. Postakutphase nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma- Frührehabilitation und Prognose. *Akt Neurol Sonderband* 1998, G5: S1–6
52. Huber W, Schönle PW, Weber P, Wiechers R. Computer helfen heilen und leben. *Computer in der neurologischen Rehabilitation*. Hippocampus-Verlag, Bad Honnef, 2002, ISBN 3-9806107-6-4
53. Huang A et al. ICU-acquired weakness: Critical illness myopathy and polyneuropathy. *J Crit Care* 2025; 88: 155074
54. Intiso D et al. Recovery and long term functional outcome in people with critical illness polyneuropathy and myopathy: a scoping review. *BMC Neurology* 2022; 22(1): 50
55. Joos A, Leiprecht N, Wiesand K, Schmidt R, Hartmann A. Integrated inpatient rehabilitation for patients with Functional Neurological Symptom Disorder (FNSD) – A specific group therapy. *J Psychosom Res* 2019; 120: 102–104
56. Kienle J, Rockstroh B, Fiess J, Schmidt R, Popov T, Steffen-Klatt A. Variation of Functional Neurological Symptoms and Emotion Regulation with Time. *Frontiers in Psychiatry* 2018; 9: 35.
57. Kollen BJ et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke* 2009; 40(4): e89–97
58. Kollmar R. Criticall-illness-Polyneuropathie und –Myopathie als neurologische Komplikation der Sepsis. *Nervenarzt* 2016; 87(3): 236–245
59. Lamprecht S, Schmidt R. Funktionelle neurologische Störungen. Welche Rolle spielen motorische Therapien? *Zeitschrift für Physiotherapeuten* 2023; 75: 48–52
60. Leithner C, Bender A. et al., Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie im Erwachsenenalter, S1-Leitlinie, 2023, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.) *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie*. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 30.04.2025)
61. Leyhe T. Hirnstammidiagnostik: Orbicularis-oculi-Reflex, Kieferöffnungsreflex und Masseterreflex. *Das EEG-Labor* 1998, 20/1: 1–16
62. Liepert J, Hassa T, Tüschler O, Schmidt R. Electrophysiological correlates of motor conversion disorder. *Mov Disord* 2008; 23(15): 2171–2176
63. Liepert J, Hassa T, Tüschler O, Schmidt R. Abnormal motor excitability in patients with psychogenic paresis. A TMS study. *J Neurol* 2009; 256(1): 121–126
64. Liepert J, Hassa T, Tüschler O, Schmidt R. Motor excitability during movement imagination and movement observation in psychogenic lower limb paresis. *J Psychosom Res* 2011; 70(1): 59–65
65. Liepert J, Shala J, Greiner J. Electrophysiological correlates of disobedience and feigning-like behaviour in motor imagery. *Clin Neurophysiol*. 2014; 125: 763–767
66. Liepert J, Büsching I, Sehle A, Schoenfeld MA. Mental chronometry and mental rotation abilities in stroke patients with different degrees of sensory deficit. *Restor Neurol Neurosci*. 2016; 34: 907–914
67. Liepert J, Stürner J, Büsching I, Sehle A, Schoenfeld MA. Effects of a single mental chronometry training session in subacute stroke patients – a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2020; 12: 66
68. Manzl G, Henze T. Neurologische Frührehabilitation – Praktische Erfahrungen. *Neurophysiol Lab* 2000, 22/2: 119–128
69. Marheineke J et al. Teilhabebezogene Verlaufstypen in der Schlaganfallrehabilitation – Subgruppenanalyse der Daten einer multizentrischen Beobachtungsstudie zur ambulanten Rehabilitation nach Schlaganfall. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2017; 85(7): 393–399
70. Marques S et al. The Bobath concept (NDT) in adult neurorehabilitation: a scoping review of conceptual literature. *Disabil Rehabil* 2025; 47(6): 1379–1390

71. Maurer-Karattup P, Giacino J, Luther M, Eifert B. Diagnostik von Bewusstseinsstörungen anhand der deutschsprachigen Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R). *Neurol Rehabil* 2010; 16 (5): 232–246
72. Mehrholz J et al. Physical rehabilitation for critical illness myopathy and neuropathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2015(3): CD010942
73. Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg. Apallisches Syndrom: Versorgungskonzept für Baden-Württemberg: Behandlung Rehabilitation Pflege. 1993, Library Catalog, MMS ID 998547333406676, NLM Unique ID 9817381
74. Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren. Baden-Württemberg. Neurologische Frührehabilitation Phase B. Fachplanung für Baden-Württemberg. 2012. www.sozialministerium.baden-wuerttemberg.de, abgerufen am 30.04.2025
75. Ministerium für Soziales und Integration. Baden-Württemberg. Neurologische Frührehabilitation Phase B. Fachplanung Baden-Wuerttemberg. 2016. www.sozialministerium.baden-wuerttemberg.de, abgerufen am 30.04.2025
76. Ministerium für Soziales, Gesundheit und Integration. Baden-Württemberg. Schlaganfallkonzeption Baden-Württemberg. 2017, 2019. www.sozialministerium.baden-wuerttemberg.de, abgerufen am 30.04.2025
77. Nelles G., Platz T., Allert N., Brinkmann S., Dettmer C., Dohle C., Engel A., Eckhardt G., Elsner B., Fheodoroff K., Guggisberg A., Jahn K., Liepert J., Pucks-Faes E., Reichl S., Renner C., Steib S., Rehabilitation sensorischer Störungen, S2k-Leitlinie, 2023, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 30.04.2025)
78. Piliavskaya K, Dantlgraber M, Dettmers C, Jöbges M, Liepert J, Schmidt R. Functional neurological symptoms are a frequent and relevant comorbidity in patients with multiple sclerosis. *Frontiers in Neurology* 2023; 14: 1077838
79. Pöppel D et al. Messung von Teilhabe in der wohnortnahen ambulanten Neurorehabilitation – eine Pilotstudie. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2013; 81(10): 570–578
80. Pöppel D et al. Teilhabe nach Schlaganfall: Ergebnisse einer multizentrischen Katamnese studie in der ambulanten Neurorehabilitation (Teil 1). *Akt Neurol* 2016; 43(1): 14–23
81. Pust GEA, Schmidt R, Weierstall-Pust R PJ, Dettmers C, Randerath J, et al. Fatigue bei Multipler Sklerose (MS) als dissoziativer Bewältigungsmechanismus psychischen Ursprungs? Eine Studie an 571 Patienten mit MS. *DRV-Schriften* 2020; 120: 167–168
82. Pust GEA., Dettmers C, Randerath J, Rahn AC, Heesen C, Schmidt R et al. (). Fatigue in Multiple Sclerosis Is Associated With Childhood Adversities. *Frontiers in Psychiatry* 2020; 11: 811
83. Pust GEA., Randerath J, Goetzmann L, Weierstall R, Korzinski M, Gold SM et al. Association of Fatigue Severity With Maladaptive Coping in Multiple Sclerosis: A Data-Driven Psychodynamic Perspective. *Frontiers in Neurology* 2021; 12: 652177
84. Schmidt, R., Piliavskaya, K., & Schmid, D. (2021). Zur Psychotherapie der MS-Fatigue. *Neurologie & Rehabilitation*, 27(01), 56–62.
85. Rickels E, von Wild K et al. Head injury in Germany: population-based prospective study on epidemiology, causes, treatment and outcome of all degrees of head-injury severity in two distinct areas. *Brain Inj* 2010; 24: 1491–1504
86. Rothacher G. Persönliche Mitteilung anhand schriftlicher Dokumente, Aufzeichnungen und Manuskripte von Prof. Dr. Friedrich Georg Schmieder aus den 1950'er Jahren. Eigenarchiv.
87. Salzmann C, Sehle A, Liepert J. Using the Flexor Reflex in a Chronic Stroke Patient for Gait Improvement: A Case Report. *Front Neurol* 2021; 12: 691214
88. Sanes JR. Repairing the Damaged Brain. In: Kandel ER, Koeser JD, Mack SH, Siegelbaum SA (eds.) *Principles of Neural Science*. Mc Graw Hill, sixth ed., 2021; p 1236–1259
89. Schmidt R, Löttgen J, Lütgehetmann R. Chronizität und chronifiziertes Krankheitsverhalten: Die pragmatische Integration medizinisch-somatischer und psychosomatisch-psychozialer Ansätze als Ausgangspunkt erneuter Entwicklung. *Praxis der Klinischen Verhaltensmedizin und Rehabilitation* 1995; 8: 193–197
90. Schmidt R, Löttgen J, Bösch J, Petrovici M. Psychotherapie in der Neurologie. *Praxis der Klinischen Verhaltensmedizin und Rehabilitation* 2001; 14(56): 280–287
91. Schmidt R, Löttgen J, Bösch J, Petrovici M. Abschlussbericht: Depressive Störungen nach Schlaganfall. Wirksamkeit und Stabilität stationärer und teilstationärer Rehabilitationsmaßnahmen, 2003. <http://forschung.deutsche-rentenversicherung.de/ForschPortalWeb/rehaDoc.pdf?rehaId=8AFC1062BAF0CAEC1256EA2002FBC5F>
92. Schmidt R, Löttgen J. Offensichtliche und somatisierte psychische Störungen nach Schlaganfall – Ergebnisse aus der Studie »Depressive Störungen nach Schlaganfall«. *Proceedings from 13. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium. Selbstkompetenz – Weg und Ziel der Rehabilitation*, Düsseldorf, 2004
93. Schmidt R, Berger M. Psychotherapeutische Ansätze bei neurologischen Erkrankungen und neurologischer Behinderung. In C.-W. Wallesch (Ed.), *Neurologie. Diagnostik und Therapie in Klinik und Praxis*. Elsevier, Urban und Fischer, München, Jena 2005, 1065–1073
94. Schmidt, R., & Berger, M. (b). Emotional affektive Störungen und Hirnkrankheiten. In C. W. Wallesch (Ed.), *Neurologie. Diagnostik und Therapie in Klinik und Praxis*. München : Elsevier, Urban und Fischer Verlag 2005, 199–204
95. Schmidt R, Krauß B, Weiß M. Psychotherapie komorbider psychischer Störungen bei MS. *Neurol Rehabil* 2006; 12(4): 214 – 223
96. Schmidt R. Depressive Störungen nach Schlaganfall. *Psychiatrie und Neurologie* 2010; 1, 2: 10–12
97. Schmidt R, Piliavskaya K, Maier-Ring D, Klaasen van Husen D., Dettmers C. Psychotherapy in Neurorehabilitation. *Neurology International Open* 2017, 01(03), E153–E159
98. Schmidt R, Piliavskaya K, Trier C, Dettmers C. Die integrierte Behandlung funktioneller neurologischer Lähmungen. *neurorha* 2018, 10(02), 77–81
99. Schmidt R. Krankheitsbewältigung und Achtsamkeit bei MS. In: T. Henze (Hrsg.), *Multiple Sklerose. Verstehen, Symptome behandeln, mit der Krankheit leben*. München: Zuckschwerdt 2020, 242–251
100. Schmidt R, Schmid D. Emotionale Störungen in der Neurologischen Frührehabilitation. In T. Mokrusch, A. Gorsler, C. Dohle, J. Liepert, & J. Rolnik (Hrsg.), *Curriculum Neurorehabilitation der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR)* (pp.). Bad Honnef: Hippocampus Verlag 2023, 334–346
101. Schmidt R, van Husen DK, Gegusch M, Steurer A, Hausteiner-Wiehle C, Schmid DA. Die interdisziplinäre – integrative – Versorgung von funktionellen neurologischen Störungen. *Goldstandard und aktuelle Herausforderung in Einem. Nervenheilkunde* 2023; 42(08): 555–562
102. Schmidt, R., Dettmers, C., Wolff, W., & Schüller, J. (2023). Forcierte Bewältigung: Wenn das Bewältigungsverhalten das klinische Bild mitbestimmt. *Forschungsprojekt Universität Konstanz - Lurija Institut Allensbach - Kliniken Schmieder Konstanz*, Poster Lurija-Kuratorium 2023.
103. Schmidt R. Psychiatrische Störungen und psychoemotionale Faktoren. In C. Pott & H. Thieme (Eds.), *Physiotherapie in der Neurologie*. Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag 2024, 381–390
104. Schmidt R, van Husen DK, Gegusch M, Schmid DA. Funktionelle neurologische Störungen in der Neurorehabilitation. In P. Frommelt, A. Thöne-Otto, & H. Grötzbach (Hrsg.), *NeuroRehabilitation*. 4. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer 2024, Seiten 619–635
105. Schmidt R. Neurologie. In J. Kruse, W. Langewitz, A. Schneider, W. Söllner, C. Waller, K. Weidner et al. (Hrsg.), *Uexküll, Psychosomatische Medizin*. 9. Aufl. München: Elsevier 2025, 916–925
106. Schmieder F (Hrsg.) *Hirnklinisches. Hirnklinische Informationen*; Nr. 1, Mai 1978: Seite 13–14. *Kliniken Dr. Schmieder Gailingen und Allensbach. Archiv Kliniken Schmieder Gailingen*
107. Schmieder F (Hrsg.) *Leitgedanken zur Therapie und Rehabilitation von Hirngeschädigten. Hirnklinische Informationen*; Nr. 2, August 1978: Seite 2. *Kliniken Dr. Schmieder Gailingen und Allensbach. Archiv Kliniken Schmieder Gailingen*
108. Schmieder F (Hrsg.) *Das Spezifische eines Rehabilitationskrankenhauses. Hirnklinische Informationen*; Nr. 3, Februar 1979: Seite 3. *Kliniken Dr. Schmieder Gailingen und Allensbach. Archiv Kliniken Schmieder Gailingen*
109. Schmieder F (Hrsg.) *Busch G. Vom Akutkrankenhaus zur Rehabilitationsklinik. Hirnklinische Informationen*; Nr. 5, November 1982, 21–22. *Kliniken Dr. Schmieder Gailingen und Allensbach. Archiv Kliniken Schmieder Gailingen*
110. Schmieder F (Hrsg.) *Hirntraining. Schriften zur Gesundheitsaufklärung*. Konstanz: Realien Verlag 1987, 1. Auflage 1976, überarbeitete Auflage 1997
111. Schmieder F (Hrsg.) *Müdigkeit – Ermüdung. Schriften zur Gesundheitsaufklärung*. Realien Verlag Konstanz, 1987, 1. Auflage 1976, überarbeitete Auflage 1997
112. Schmieder-Wasmuth H, Schmieder D: Friedrich Georg Schmieder. Ein persönliches Photoalbum zum 100. Geburtstag. Eigenverlag, 2011, Archiv der Kliniken Schmieder
113. Schoenfeld MA, Hassa T, Hopf JM, Eulitz C, Schmidt R. Neural Correlates of Hysterical Blindness. *Cerebral Cortex* 2011; 21(10): 2394–2398
114. Schönle PW: Tagesklinik für ambulant/teilstationäre Neurologische Rehabilitation der Kliniken Schmieder (NRZ) Stuttgart – Konzept. In Kooperation mit Dr. Schulte (LVA Württemberg) und Dr. Philipp (BfA). Allensbach 1994

115. Schönle PW: Indikationsbezogene Überlegungen zur Flexibilisierung von Reha-Leistungen aus Sicht von ärztlichen Rehabilitationsexperten: Forum Rehabilitation 1994 der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte und der Landesversicherungsanstalt Sachsen (Flexibilisierung von medizinischen Rehabilitationsleistungen), 1.–2. September 1994, Dresden 1995
116. Schönle PW. Der Frühreha-Barthel-Index (FBR) – eine frührehabilitationsorientierte Erweiterung des Barthelindex. Rehabilitation 1995, 34: 69–74
117. Schönle PWW, Schwall D. Die KRS – eine Skala zum Monitoring der protrahierten Komaremission in der Frührehabilitation. Neurol Rehabil 1995; 2: 87–96
118. Schönle PW. Rehabilitation bei Patienten mit Schädelhirntraumen. Nervenheilkunde 1996, 15: 220–225
119. Schönle PW: Ambulante Neurologische Rehabilitation Neurol Rehabil 1997; 3 (2): 87–95
120. Schönle PW, Leyhe T. Ambulante neurologische Rehabilitation. Konzept – Praxis – Outcome. Rehabilitationswissenschaftliche Reihe. Hippocampus Verlag Bad Honnef. 2000
121. Schönle PW. Ambulante und stationäre neurologische Rehabilitation – ein katamnästischer Vergleich. Rehabilitation (Stuttg) 2002; 41(2/3): 183–188
122. Sehle A, Salzmann C, Liepert J. Effects of flexor reflex stimulation on gait aspects in stroke patients: randomized clinical trial. J Neuroeng Rehabil. 2024; 21: 83
123. Sehle A, Stuermer J, Hassa T, Spiteri S, Schoenfeld MA, Liepert J. Behavioral and neurophysiological effects of an intensified robot-assisted therapy in subacute stroke: a case control study. J Neuroeng Rehabil. 2021; 18: 6
124. Selzer ME et al. (eds.) Textbook of Neural Repair and Rehabilitation. Volume I – Neural Repair and Plasticity. Cambridge University press, 2nd ed., 2014
125. Selzer ME et al. (eds.) Textbook of Neural Repair and Rehabilitation. Volume II – Medical Neurorehabilitation. Cambridge University press, 2nd ed., 2014
126. Steffen A, Fiess J, Schmidt R, Rockstroh B. »That pulled the rug out from under my feet!!« – adverse experiences and altered emotion processing in patients with functional neurological symptoms compared to healthy comparison subjects. BMC Psychiatry 2015; 15(1): 133
127. Steffen-Klatt A, Fiess J, Beckh J, Schmidt R, Rockstroh B. The impact of adverse childhood experience on symptom severity in patients with functional neurological symptom disorder (FNSD). Mental Health & Prevention 2019; 13: 169–175
128. Stuermer J, Sehle A, Liepert J. Extrinsic facilitates mental chronometry abilities in stroke patients. NeuroRehabilitation. 2023; 53: 347–354
129. Wallesch CW, Koenig E. Was ist das Besondere an der Neurologischen Rehabilitation? Akt Neurol 2008; 35: 275–279
130. Wallesch CW, & Schmidt R. Schädel-Hirn-Traumen. In B. Widder & P. W. Gaidzik (Eds.), Begutachtung in der Neurologie. Stuttgart: Thieme 2011, 313–324
131. Wallesch CW, Fries W, Marx P, du Mesnil de Rochemont R, Roschmann R, Schmidt R et al. Die Leitlinie »Begutachtung nach gedecktem Schädel-Hirntrauma«. Fortschr Neurol Psychiatr 2013; 81: 511–522
132. Weich C, Dettmers C, Saile R, Schleicher L, Vieten M, Joeßges M. Prominent Fatigue but No Motor Fatigability in Non-Hospitalized Patients With Post-COVID-Syndrome. Front Neurol 2022; 13: 902502
133. Witzke W, Schönle PW. Ereigniskorrelierte Potentiale als diagnostisches Mittel in der Neurologischen Frührehabilitation. Neurol Rehabil 1996, 2: 68–80
134. Zeuner KE, Schmidt R, Schwingenschuh P. Klinische und kognitive Neurologie des funktionellen (psychogenen) Tremors. Nervenarzt 2018; 89(4): 400–407

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Rudolf van Schayck
 Ärztliche Leitung
 Neurologisches Rehabilitationszentrum auf der Schillerhöhe
 Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen
 Solitudestr. 20
 70839 Gerlingen
 r.vanschayck@kliniken-schmieder.de

Radiologische Bildgebung in der Neurorehabilitation

C. Stippich

Abteilung Neuroradiologie und Radiologie, Kliniken Schmieder Allensbach

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt wichtige radiologische Bildgebungsverfahren vor mit Blick auf Spezifika der Neuro-Rehabilitation. Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT) gehören neu zur sachlichen Ausstattung, laut Krankenhausversorgungsverbesserungsgesetz. Digitales Röntgen und optionale teleradiologische Anbindung ergänzen das

Portfolio. Die Neuroradiologie ist das entsprechende Fachgebiet. Optimales Neuroimaging trägt zu besserer Patientenversorgung, Qualität und zur Forschung bei. Die entsprechenden apparativen, technisch-methodischen, fachlichen, interdisziplinären und strukturellen Anforderungen werden dargestellt sowie neuro-optimierte MRT-Untersuchungen.

Schlüsselwörter: Neurorehabilitation, Neuroimaging, Neuroradiologie, MRI, CT, Gehirn

Einleitung

Die radiologische Bildgebung spielt eine wesentliche Rolle in der Diagnostik akuter und chronischer neurologischer Erkrankungen, zu deren Verlaufsbeurteilung sowie zur Erfassung erwünschter und unerwünschter therapeutischer Effekte (Nebenwirkungen, Komplikationen). Hierfür können strukturelle, funktionelle, hämodynamische, metabolische und weitere Parameter herangezogen werden. Die klassische radiologisch-deskriptive Bildinterpretation wird ergänzt durch quantitative Verfahren und Computeranalysen, zunehmend durch maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz.

Die Neuroradiologie ist das entsprechend spezialisierte radiologische Fachgebiet mit eigener ärztlicher Weiterbildung in Diagnostik (diagnostische Neuroradiologie) und Therapie (interventionelle Neuroradiologie). Sie deckt das gesamte Spektrum der klinischen Neurodisziplinen und von deren Nachbardisziplinen ab und ist daher stark interdisziplinär ausgerichtet (<https://www.dgnr.org>)

Dieser Beitrag stellt wichtige radiologische Bildgebungsverfahren vor mit Blick auf Spezifika der Neurorehabilitation. Laut Krankenhausversorgungsverbesserungsgesetz gehört in der Leistungsgruppe 55 (»Neuro-Frührehabilitation«) die Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) zur sachlichen Ausstattung, eine teleradiologische Anbindung ist möglich.

Radiologische Bildgebung

Die *Magnetresonanztomographie (MRT)* ermöglicht die sehr detaillierte Untersuchung anatomischer Verhältnisse, struktureller und pathologischer Veränderungen des (zentralen und peripheren) Nervensystems in mehreren Raumebenen (multiplanar oder dreidimensional) mit verschiedenen Bildkontrasten bei hohem örtlichen

Auflösungsvermögen ohne Applikation von Röntgenstrahlen. Auch die nicht-invasive Messung hämodynamischer, funktioneller und metabolischer Parameter ist möglich und klinisch etabliert [12]. Quantitative Methoden liefern objektive und reproduzierbare Messergebnisse. Damit bietet die MRT wesentliche Vorteile für die Bildgebung in der Neurorehabilitation und hat zentrale Bedeutung.

Voraussetzung ist, dass neuro-optimierte Untersuchungstechniken und MRT-Untersuchungsprotokolle zum Einsatz kommen, die weitgehend standardisiert sein sollten und den klinischen Anforderungen Rechnung tragen (siehe unten). Dies gilt sowohl für die großen neurologischen Krankheitsbilder (z.B. Ischämien, Blutungen, entzündlich-demyelinisierende, neurodegenerative, neuroonkologische Erkrankungen und weitere) als auch für die spezielle bildgebende Diagnostik seltener Erkrankungen.

Um bestmögliche diagnostische Ergebnisse erzielen zu können, sollte das medizinisch-technische Radiologie-Personal (MTRA) entsprechend geschult sein, auch was die Nachverarbeitung und quantitative Auswertungen der Bilddaten betrifft. MRT-Verlaufsuntersuchungen sollten möglichst im selben MRT-Gerät mit identischem Untersuchungsprotokoll durchgeführt werden.

Technische Fortschritte bei der Akquisition und Verarbeitung der Bilddaten führen zu einer deutlichen Verbesserung von Bildqualität, Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit bei gleichzeitiger Reduktion von Untersuchungszeiten und Verbesserung von Arbeitsabläufen, besonders auch mit Blick auf maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz. Bei aller Euphorie sind hierbei wichtige Limitationen der verwendeten Methoden zu berücksichtigen [1, 4, 5, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 20, siehe auch <https://pubs.rsna.org/journal/ai>].

Die *Computertomographie (CT)* dient häufig als initiale radiologische Schnittbildgebung im Akut-Setting. Sie hat besonderen Stellenwert in der Neurorehabili-

tation, wenn Krankenhausversorgung angeboten wird (Notfallaufnahme, neurologische Intensivmedizin, Stroke-Unit/IMC und Früh-Rehabilitation). Domäne bleibt die schnelle Abklärung von Notfällen, dringlichen neurologischen Erkrankungen, von Erkrankungen des Gefäßsystems (CT-Angiographie, CT-Perfusion) und knöcherner Strukturen sowie von Erkrankungen des gesamten Körpers (allgemein-radiologische Bildgebung). Hinsichtlich der detaillierten radiologischen Abklärung komplexer neurologischer Fragestellungen bleibt die CT jedoch meist hinter der MRT zurück. CT-gesteuerte Punktionen und lokale Schmerzbehandlungen (meist an der Wirbelsäule) sind typische weitere Anwendungen.

Das *digitale konventionelle Röntgen* spielt vom anteiligen Untersuchungsaufkommen in der Neurorehabilitation eine eher untergeordnete Rolle, verglichen zur Akutversorgung. Mobile Röntgengeräte sind jedoch wichtig für bettseitige stationäre Untersuchungen, besonders Thorax-, Notfall- und andere dringliche Untersuchungen bei nicht oder schlecht transportierbaren Patientinnen und Patienten. Elektive Untersuchungen werden typischerweise mit fest installierten Röntgenanlagen durchgeführt. Sie betreffen überwiegend Thorax, Skelett/ muskuloskelettales System und Körperstamm.

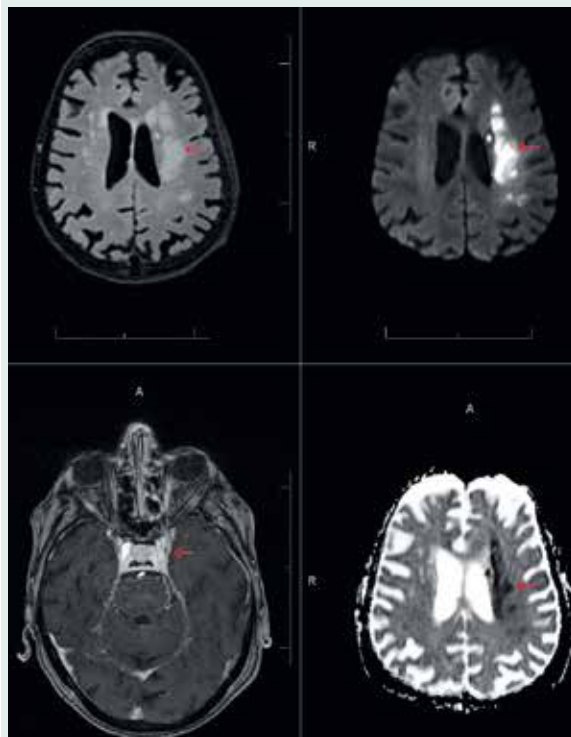


Abb. 2: Frische Grenzzoneninfarkte links kettenförmig angeordnet zwischen den Stromgebieten von A. cerebri media und A. cerebri anterior links, flau hyperintens demarkiert in FLAIR (oben links) mit Diffusionseinschränkung (oben rechts) und ADC-Signalabsenkung (unten rechts). Verschluss der intrakraniellen Arteria carotis interna links mit fehlender Kontrastierung in der TOF-MRA nach i.v. Gabe von Gadolinium-haltigem Kontrastmittel (KM, unten links).

Bildbeispiele: Neurovaskuläre Erkrankungen

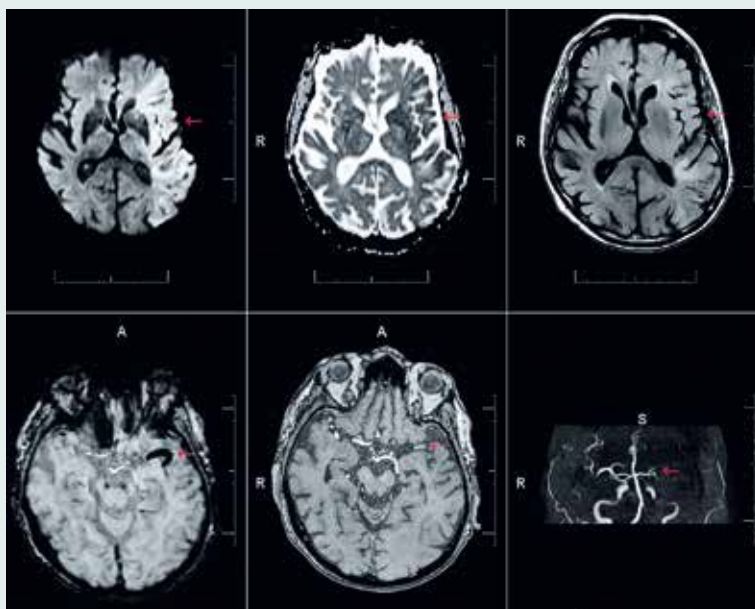


Abb. 1: Frische Mediaischämie links mit zytotoxischem Ödem, charakterisiert durch b1000-hyperintense Diffusionseinschränkung (oben links), ADC-Signalabsenkung (oben mittig) und flau hyperintense Demarkierung in FLAIR (oben rechts), SWI-Signalauslöschung durch den Thrombus im distalen Mediahauptstamm und proximalen M2-Segment links (unten links), fehlenden Fluss und gering T1-hyperintensen Thrombus in den transversalen Quellbildern der »time of flight«-MR-Angiographie (TOF-MRA, unten mittig), MRA 3D maximum intensity projection (MIP, unten rechts)

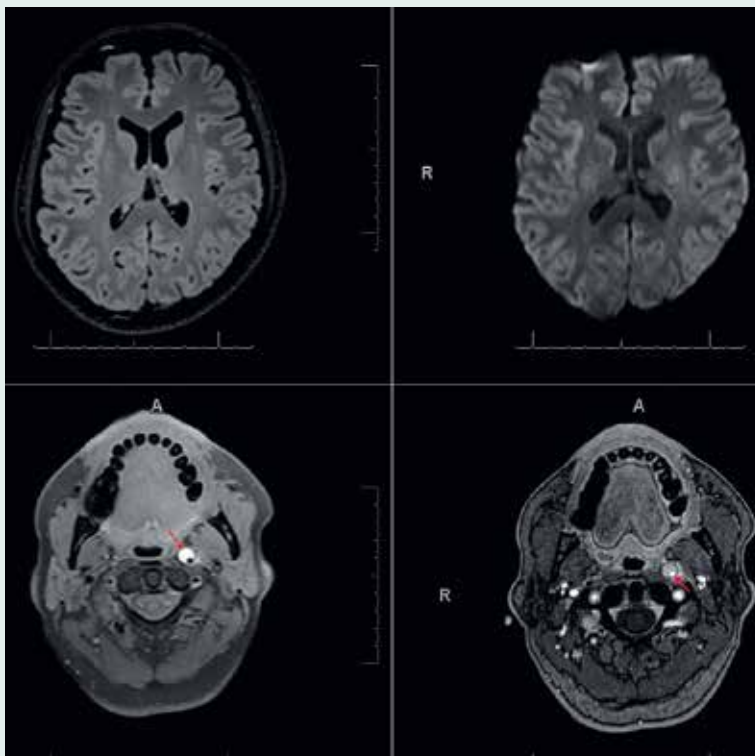


Abb. 3: Nicht okklusive Dissektion der intrakraniellen Arteria carotis interna links am Eintritt in die Schädelbasis ohne Nachweis zerebraler Ischämien in FLAIR (oben links) und DWI (oben rechts). Charakteristisches exzentrisches Wandhämatom, stark hyperintens durch Methämoglobin in T1-Wichtung mit Fettunterdrückung, mit Signalauslöschung im punktförmigen Restlumen (unten links) und korrespondierender Kontrastierung in der KM-TOF-MRA (unten rechts)

Die *Katheterangiographie* (digitale Subtraktionsangiographie) und komplexe neurovaskuläre Eingriffe mit Mikrokathetersystemen (interventionelle Neuroradiologie) sind neurovaskulären Zentren vorbehalten, die über entsprechende apparative und personelle Ausstattung verfügen. Die Rolle der Neuroradiologie in der Neuro-

Rehabilitation besteht darin, im Vorfeld entsprechende diagnostische Abklärungen kompetent durchzuführen und damit eine optimierte und schnellstmögliche Versorgung sicherzustellen, ohne dass Nach- oder Doppeluntersuchungen nötig werden. Eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Neuroradiologie und neurovaskulären Zentren ist daher empfehlenswert.

Bildbeispiele: Neurodegenerative Erkrankungen

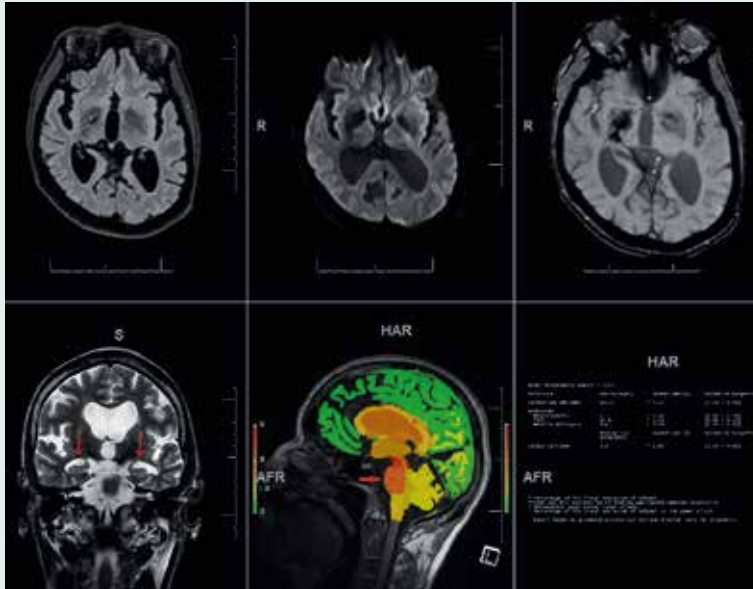


Abb. 4: Residuen nach hämorrhagisch transformierter Stammganglienschämie rechts mit Signalabsenkungen in T2/FLAIR, DWI und SWI (oben von links nach rechts). Mäßige bis deutliche mesiotemporale Atrophie (MTA) beidseits, MTA 2 bis 3 nach Scheltens, subjektiv links betont (unten links). MR-morphometrisch objektivierbare Atrophien von Mittelhirn, Pons, Medulla oblongata, Kleinhirn und Balken (unten mittig [Farbkarte, Pfeil], unten rechts [Messwerte tabellarisch])

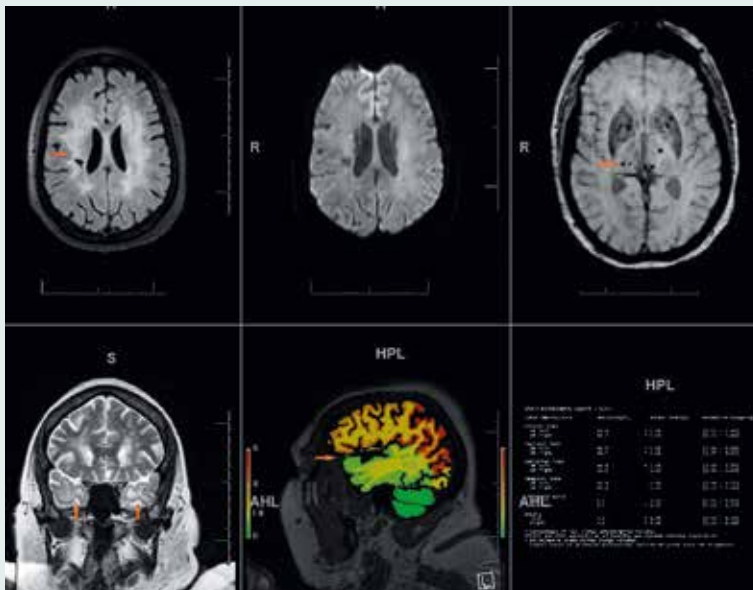


Abb. 5: Massivste mikrovaskuläre Leukenzephalopathie, Fazekas 3, hyperintens in FLAIR (oben links) und DWI (oben mittig) mit hypointensen eingestreuten lakunären Defekten (Pfeil). Punktförmige SWI-Signalauslöschungen durch Mikroblutungen in beiden Thalami in hyperintensem Verteilungsmuster (oben rechts, Pfeil). T2-hyperintense vaskuläre Marklagerschäden beidseits temporopolar (Pfeile). Ausgeprägte MR-morphometrisch objektivierbare kortikale Atrophien (unten mittig [Farbkarte, Pfeil] und unten rechts [Messwerte tabellarisch])

Radiologische Bildgebung in der Neurorehabilitation

Abhängig von lokalen Gegebenheiten an Standorten, die radiologische Leistungen in der Neurorehabilitation erbringen, kann es notwendig sein, diese ganzjährig und rund um die Uhr anzubieten (24/7) zur Versorgung von Notfällen, Akut-Neurologie und Frührehabilitation (Krankenhausbetrieb). Außerhalb der regulären Dienstzeiten kann dies auch durch *teleradiologische Anbindung* und/oder *Remote-Betrieb* der Bildgebung einschließlich Befundung unterstützt werden. Entsprechende technische Lösungen und Anbieter sind etabliert. Die apparativen, personellen und rechtlichen Voraussetzungen und die Belange des Strahlenschutzes müssen erfüllt sein (https://www.gesetze-im-internet.de/strlrschv_2018/_123.html).

Regelmäßige klinisch-radiologische Fallkonferenzen sind essenziell für die interdisziplinäre Zusammenarbeit, ebenso radiologische Fortbildungsveranstaltungen für ärztliches, therapeutisches, pflegendes und technisches Personal. Diese können mit üblichen integrierten RIS-PACS-Systemen und »Teleconferencing« technisch verlässlich auch für verschiedene Standorte angeboten werden. Die Kliniken Schmieder haben das mit einem »Campus-Konzept« der drei Bodensee-Standorte umgesetzt, wobei auch die radiologischen Leistungen für Gailingen und Konstanz in Allensbach erbracht werden.

Aufgrund des vergleichsweise hohen Anteils elektiver Bildgebung sind die Bedingungen für die spezialisierte neuroradiologische Diagnostik in der Neurorehabilitation hervorragend. Akute neuroradiologische Fragestellungen können in der Regel ebenfalls detailliert abgeklärt werden mit optimierten und weitgehend standardisierten Untersuchungsprotokollen, die bestmöglich auf die jeweiligen Pathologien zugeschnitten sind. Dies ist im hochfrequenten Routinebetrieb größerer Akutkliniken oder radiologischer Praxen so nicht ohne Weiteres möglich. Bei entsprechender apparativer Ausstattung, technisch-methodischer und fachlicher Expertise können auch schwierige Krankheitsbilder optimal abgeklärt werden, was auch einen qualitativen Vorsprung bieten kann. Dies trägt zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität von Patienten in der Neurorehabilitation bei und zur Vermeidung von Doppeluntersuchungen. Zusätzlich ist das Arbeitsumfeld günstig für intensiven interdisziplinären Austausch und kann zusätzlich Raum bieten für persönliche Befundbesprechungen mit Patienten und Angehörigen (neuroradiologische Sprechstunde).

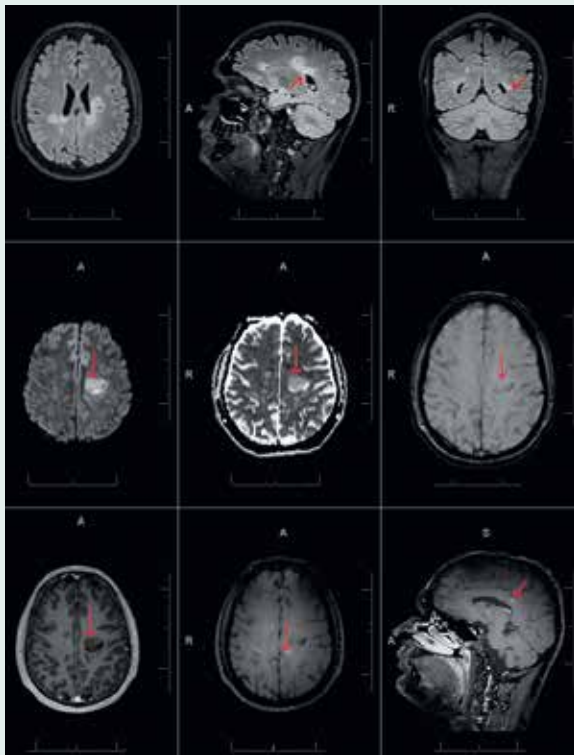
Bildbeispiele: Entzündliche und demyelinisierende Erkrankungen

Abb. 6: Multiple Sklerose (kranial), multiple FLAIR-hyperintense Demyelinisierungen in typischer Läsionsverteilung mit Balkenassoziation und Bezug zur Sehstrahlung (oben), inhomogen hyperintens in DWI (Mitte links) und ADC (mittig), zentral flau hypointens in SWI (rechts), flau Kontrastmittelanreicherung in T1-Wichtung (unten) verdächtig auf (geringe) entzündliche Aktivität

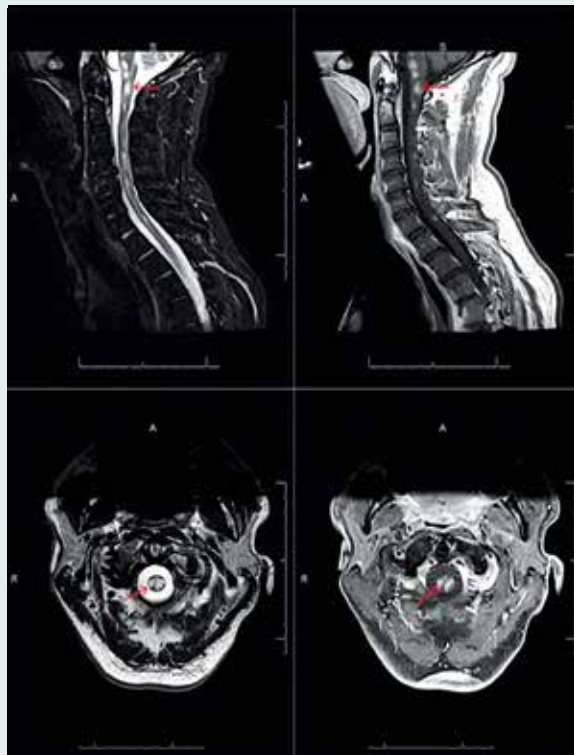


Abb. 7: Multiple Sklerose (spinal), multiple T2-hyperintense Demyelinisierungen in unterem Hirnstamm, Medulla oblongata, Halsmark und Thorakalmark, erfasst bis auf Höhe BWK 4 (links) mit deutlicher Kontrastmittel-Anreicherung in T1-Wichtung (rechts) als Ausdruck deutlicher entzündlicher Aktivität. Sagittale (oben) und transversale (unten) Schichten

Ein relevanter Anteil der radiologischen Bildgebung in der Neurorehabilitation ist gut planbar. Dies kann dazu beitragen, Freiräume für Studienuntersuchungen zu schaffen [2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 17]. Die Kliniken Schmieder haben dies in zahlreichen Forschungsprojekten erfolgreich umgesetzt, vor Ort gemeinsam mit dem Lurija-Institut (<https://www.kliniken-schmieder.de/lurija-institut.html>; Forschungsbericht erschienen – Kliniken Schmieder [kliniken-schmieder.de]), mit der Universität Konstanz, anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen.

Die wünschenswerte radiologische Ausstattung für die Bildgebung in der Neurorehabilitation umfasst daher neuro-optimierte MR-Scanner möglichst mit 3 Tesla Feldstärke oder leistungsfähige 1,5 Tesla-Geräte einschließlich performanter Software zur Nachverarbeitung und quantitativen Auswertung der Bilddaten. Die Anforderungen an die Computertomographie und das digitale Röntgen sind geringer. Moderne strahlungssparende Spiral-CT und Röntgenanlagen sind meist hinreichend. Wichtig sind CT-Angiographien, CT-Perfusion, Metallartefakt-Unterdrückung und optional Navigations-Tools für minimal invasive perkutane Prozeduren. Sofern Forschung mit radiologischen bildgebenden Verfahren durchgeführt wird, sollten die infrastrukturellen, appa-

rativen und technischen Voraussetzungen dieser zusätzlich Rechnung tragen.

Neuro-optimierte MRT-Untersuchungsprotokolle (kranial)

Grundsätzlich ist es sinnvoll, als Basis hochauflösende 3D-Sequenzen zu verwenden, die hinsichtlich Bildkontrast und geringer Untersuchungszeit optimiert sind (Reduktion von Bewegungsartefakten). Die Akquisition erfolgt primär sagittal in T1-Wichtung oder T2-Wichtung / FLAIR mit geringer Voxelgröße (idealerweise 1 mm isotrop) und obligat mit multiplanaren Rekonstruktionen (transversal, koronar). Bei unruhigen oder unkooperativen Patient(inn)en kann es jedoch nötig werden, 3D-Sequenzen durch schnelle 2D-Sequenzen zu ersetzen. Zur detaillierten Untersuchung von Hirnnerven und kleinen Strukturen wie Hör- und Gleichgewichtsorganen, Orbitaspitze, Sellaregion, Sinus cavernosus und anderen können noch geringere Voxelgrößen nötig werden (0,5 mm isotrop oder kleiner). Bei der Sequenzoptimierung ist aber auf guten Bildkontrast, hinreichendes MR-Signal (SNR) und adäquate Fettsättigung zu achten. Die Ausrichtung transversaler 2D-Sequenzen innerhalb der verschiedenen Untersuchungsprotokolle

Bildbeispiele: Neuroonkologische Bildgebung

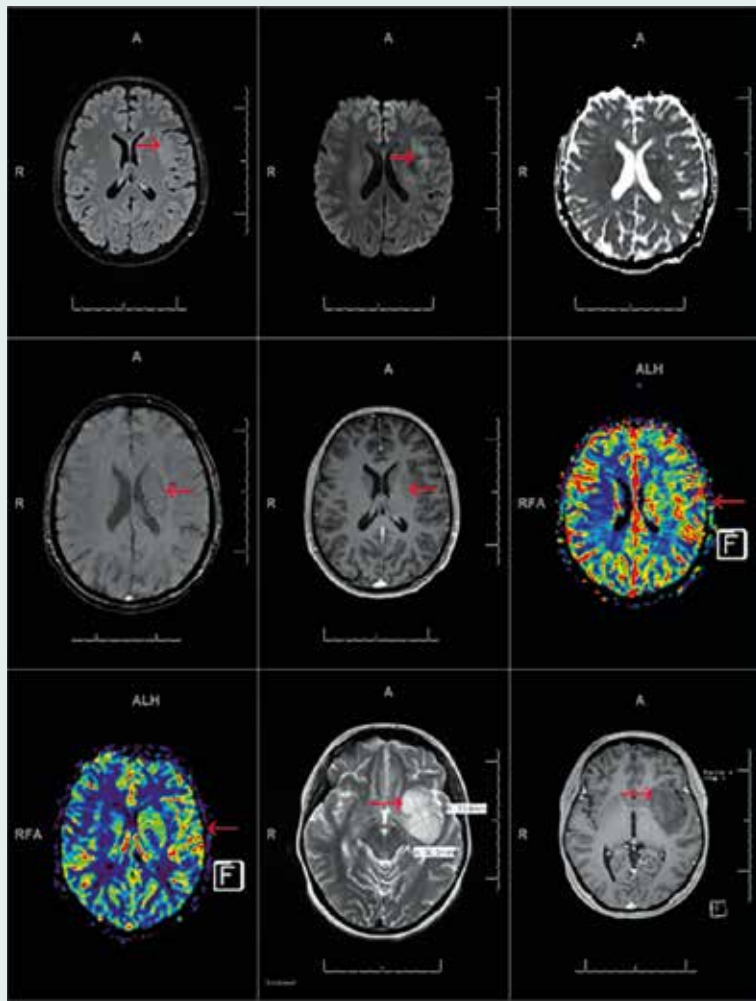


Abb. 8: Proliferierendes Gliom mit Schwerpunkt in den Stammganglien links, initial gering FLAIR, DWI/ADC hyperintens (oben von links nach rechts) mit prominenten Tumorgefäßen in SWI, ohne Kontrastmittelanreicherung, aber mit erhöhtem relativem regionalen Blutvolumen (rCBV) in der MR-Perfusion (Mitte von links nach rechts) und deutlichem Wachstum im Verlauf (unten von links nach rechts: MR-Perfusion [rCBV], T2-Wichtung, T1-Wichtung mit KM)

erfolgt am besten entlang der AC-PC-Linie. Dies ermöglicht standardisierte und reproduzierbare Schichtpositionierungen aller inkrementellen MR-Sequenzen, erhöht die Vergleichbarkeit für Verlaufsuntersuchungen und erleichtert die Nachverarbeitung und Auswertungen mit verschiedenen Software-Tools. Beispiele für klinisch etablierte optionale 3D-Anwendungen sind MR-Morphometrien zur Messung verschiedener Volumina (Kortex, Marklager, Liquorräume, Mittelhirn, Hirnstamm, Kleinhirn, Stammganglien, ...), bei den 2D-Sequenzen Perfusions-Untersuchungen für neurovaskuläre oder neuroonkologische Fragestellungen.

2D-Sequenzen sollten möglichst mit geringer Schichtdicke akquiriert werden von 3 mm oder weniger, transversal ausgerichtet entlang der AC-PC-Linie. Die »traditionelle« Untersuchung des Neurokraniums in 5 mm Schichtdicke ist nicht mehr zeitgemäß. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollten Standard-Protokol-

le T1-gewichtete und FLAIR / T2-gewichtete Schnittbilder beinhalten (optional Protonen-Dichte (PD) Bilder, etwa zur Beurteilung infratentorieller Läsionen bei Multipler Sklerose) und Diffusions-Sequenzen (DWI), je nach Fragestellungen zusätzlich suszeptibilitätsgewichtete Sequenzen (SWI, T2*). Ergänzende MR-Perfusionsmessungen (PWI) können mit verschiedenen Techniken akquiriert werden. Am häufigsten wird die dynamic susceptibility contrast Technik (DSC) verwendet mit intravenöser Bolus-Applikation paramagnetischer Kontrastmittel (Gadolinium).

Epilepsieprotokolle sollten hochauflösende koronare T2-gewichtete Sequenzen beinhalten mit Schichtdicken von 2 mm oder weniger und mit gutem Mark-Rinden-Kontrast, die orthogonal zur Längsachse der Hippocampi ausgerichtet werden und diese komplett abdecken (Temporalpol bis einschließlich Splenium des Balkens). Zur ersten Orientierung kann die Sylvische Fissur dienen. Zur Untersuchung der Orbitae und (vorderen) Sehbahn ist ebenfalls eine Schichtdicke von 2 mm gut geeignet und die Dixon-Technik zur Fettunterdrückung. Die Ausrichtung transversaler Schnittbilder erfolgt parallel zu den Sehnerven und koronar orthogonal dazu, idealerweise geplant auf hochauflösenden sagittalen 3D-Datensätzen (T1, T2 oder FLAIR). Bei Hypophysen-Untersuchungen ist die T1-Kontrastmitteldynamik sinnvoll zum Nachweis von Mikroadenomen. Auf weitere und seltene Detailuntersuchungen kann im Rahmen dieses Artikels nicht eingegangen werden.

Kraniale MR-Angiographien werden meist in »time of flight«-Technik (TOF) akquiriert, arteriell möglichst transversal mit Schichtdicken von 0,5 mm oder weniger. Die Gabe von MR-Kontrastmittel kann nötig sein zur Reduktion von Flussartefakten, besonders in der Beurteilung intrakranieller arterieller Stenosen, von Kollateralen oder zur Verlaufskontrolle nach neurovaskulären Eingriffen (z. B. Stenting, Aneurysma-Coiling, Embolisation von AV-Shunts). Venöse MR-Angiographien können auch primär koronar akquiriert werden mit Schichtdicken bis 3 mm. Zur Beurteilung von Gefäßwand-Pathologien (vessel-wall imaging) können T1-gewichtete »black-blood«-Sequenzen ergänzt werden.

Zur Darstellung der supraaortalen und zervikalen hirnversorgenden Arterien werden typischerweise kontrastverstärkte MR-Angiographien verwendet, die den Aortenbogen, die Halsgefäße, die Schädelbasis und den Circulus arteriosus Willisii abdecken. Zur detaillierten Beurteilung der intrakraniellen arteriellen Gefäßverhältnisse sind diese Sequenzen wegen des geringeren örtlichen Auflösungsvermögens nicht ausreichend und sollten mit oben genannter intrakranieller kontrastverstärkter TOF-MR-Angiographie ergänzt werden. Zur orientierenden Abklärung von AV-Shunts (arteriovenöse Malformationen [AVM], durale arteriovenöse Fisteln [dAVF]) können zeitlich auflösende kontrastverstärkte MR-Angiographien verwendet werden, sogenannte 4D-MRA.

Bildbeispiele: Spezialuntersuchungen

Abb. 9: Detailuntersuchung Epilepsie. Mesiale Sklerose links, Hippocampus-Atrophie bei Temporallappen-Epilepsie (gestrichelte weiße Kreise), hyperintens in 3D-FLAIR (1 mm isovoxel, links oben koronar, links unten sagittal), in T2-Wichtung (oben rechts) und T1 inversion recovery (unten rechts)



Abb. 10: Detailuntersuchung Orbitae / vordere Sehbahn. T2-Wichtung mit Fettunterdrückung (links) und in T1-Wichtung mit Fettunterdrückung nach Kontrastmittelgabe (rechts)

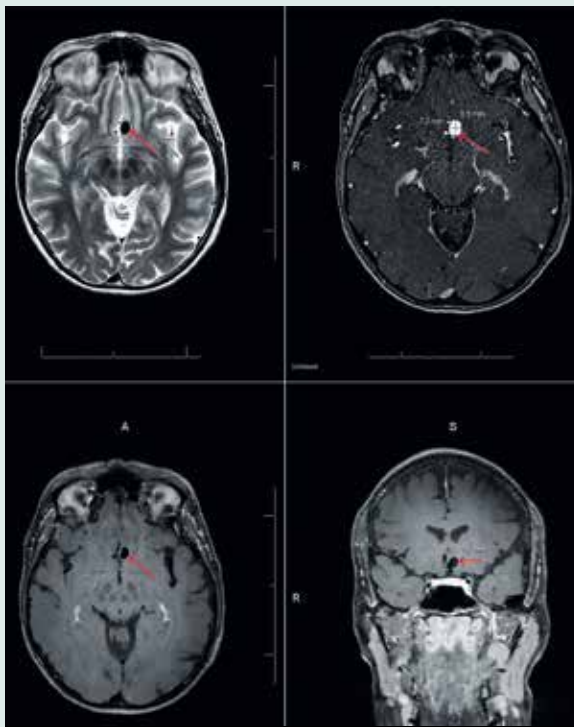


Abb. 11: Detailuntersuchung Aneurysma (A. communicans anterior). T2-Wichtung (oben links) und KM-verstärkte TOF-MRA (Schichtdicke 0,5 mm, oben rechts), geringe KM-Anreicherung des Aneurysmadoms in 3D-T1 »black blood«-Technik (unten)

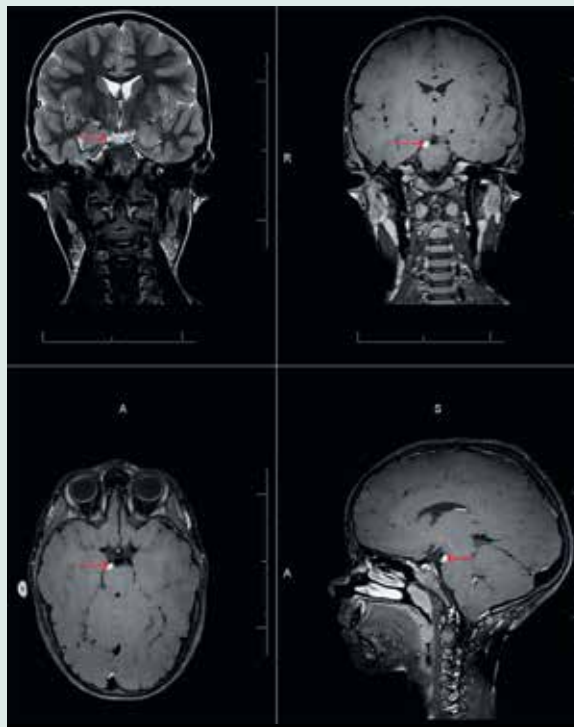


Abb. 12: Detailuntersuchung Hirnnerven. Oculomotoriusparese rechts bei granulomatöser Entzündung, T2-flau hyperintens (oben links) mit deutlicher KM-Anreicherung in 3D-T1 »black blood«-Technik (Pfeile)

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 198 – 204 | <https://doi.org/10.14624/NR2504002> | © Hippocampus Verlag 2025

Radiological imaging in neurorehabilitation

C. Stippich

Abstract

This article highlights the radiological imaging specific to neurorehabilitation with magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT) representing essentials according to the novel German hospital legislation. Digital radiography and optional teleradiology complete the portfolio. Neuroradiology represents the related medical specialty. Optimised neuroimaging helps to improve patient care, quality and research. Technical, methodological, professional, interdisciplinary and structural prerequisites are presented along with neuro-optimised MRI protocols.

Keywords: neurorehabilitation, neuroimaging, neuroradiology, MRI, CT, brain

CT-Angiographien bieten ein hohes örtliches Auflösungsvermögen und eine exakte Abbildung der mit Kontrastmittel gefüllten Gefäßlumina. Sie sind nicht anfällig für Flussartefakte, gut zum Nachweis von Verkalkungen, schnell durchführbar und können daher MR-angiographischen Techniken überlegen sein, je nach klinischer Fragestellung und Situation (Notfälle, unruhige Patienten, Kontraindikationen gegen MRT, Planung endovaskulärer Eingriffe/Zugangsweg etc.). Allerdings ist die intravenöse Gabe jodhaltiger Kontrastmittel erforderlich und die Applikation von Röntgenstrahlen.

Die Planung und Durchführung invasiver endovaskulärer Prozeduren kann durch vorherige Anfertigung von CT- oder MR-Angiographien erleichtert werden. Bei adäquater Primäruntersuchung werden Nachuntersuchungen im behandelnden Zentrum vermieden, was besonders bei zeitkritischen Eingriffen entscheidend sein kann (z. B. mechanische Thrombektomien bei akuten zerebralen Ischämien). Die detaillierte Abklärung und die Behandlung komplexer neurovaskulärer Pathologien erfordert invasive Katheterangiographien, meist coaxiale Mikrokathetertechniken. Die Behandlung erfolgt neuroradiologisch, neurochirurgisch, strahlentherapeutisch oder in Kombination.

Bei entsprechenden Schallfenstern ist die Duplexsonographie/Dopplersonographie ein wichtiges diagnostisches Instrument zur Beurteilung von Flussverhältnissen und Gefäßwandveränderungen.

Auf die Aspekte der spinalen Bildgebung und Bildgebung peripherer Nerven kann im Rahmen dieses Artikels nicht näher eingegangen werden.

Literatur

- Agarwal S, Wood D, Grzeda M et al. Systematic Review of Artificial Intelligence for Abnormality Detection in High-volume Neuroimaging and Subgroup Meta-analysis for Intracranial Hemorrhage Detection. *Clin Neuroradiol.* 2023; 33(4): 943–956
- Altokhis AI, AlAmrani A, Alotaibi A et al. Magnetic Resonance Imaging as a Prognostic Disability Marker in Clinically Isolated Syndrome and Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis Diagnostics (Basel). 2022; 12(2): 270
- Arrigoni E, Antoniotti P, Bellocchio V et al. Neural alterations underlying executive dysfunction in Parkinson's disease: A systematic review and coordinate-based meta-analysis of functional neuroimaging studies *Ageing Res Rev* 2024; 95: 102207
- Dzialas V. Houston, We Have AI Problem! Quality Issues with Neuroimaging-Based Artificial Intelligence in Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Mov Disord* 2024; 39(12): 2130–2143
- Farahani FV, Fiock K, Lahijanian B et al. Explainable AI: A review of applications to neuroimaging data *Front Neurosci* 2022; 16: 906290
- González-Méndez PP. Real-Time fMRI Neurofeedback Training as a Neurorehabilitation Approach on Depressive Disorders: A Systematic Review of Randomized Control Trials. *J Clin Med.* 2022; 11(23): 6909
- Ielo A, Bonanno L, Brunati C et al. Structural and functional connectomics of the olfactory system in Parkinson's disease: a systematic review. *Parkinsonism Relat Disord.* 2025: 132: 107230
- Imura T, Mitsutake T, Iwamoto Y, Tanaka R. A systematic review of the usefulness of magnetic resonance imaging in predicting the gait ability of stroke patients. *Sci Rep* 2021; 11(1): 14338
- Le Cause M, Bonanno L, Alagna A et al. Prognostic Evaluation of Disorders of Consciousness by Using Resting-State fMRI: A Systematic Review. *J Clin Med* 2024; 13(19): 5704
- Oren O, Gersh BJ, Bhatt DL. Artificial intelligence in medical imaging: switching from radiographic pathological data to clinically meaningful endpoints. *Lancet Digit Health* 2020; 2(9): e486–e488
- Pinto-Coelho L. How Artificial Intelligence Is Shaping Medical Imaging Technology: A Survey of Innovations and Applications. *Bioengineering* (Basel) 2023; 10(12): 1435
- Stippich C (Ed.), *Clinical functional MRI: Presurgical Neuroimaging*, Springer Verlag 2022
- Tang X. The role of artificial intelligence in medical imaging research *BJR Open.* 2019 Nov 28; 2(1): 20190031
- Tavazzi E, Bergsland N, Pirastu A et al. MRI markers of functional connectivity and tissue microstructure in stroke-related motor rehabilitation: A systematic review. *Neuroimage Clin* 2022; 33: 102931
- Varoquaux G, Cheplygnia V. Machine learning for medical imaging: methodological failures and recommendations for the future. *NPJ Digit Med* 2022; 5(1): 48
- Wang T, Mantini D, Gillebert CR. The potential of real-time fMRI neurofeedback for stroke rehabilitation: A systematic review. *Cortex* 2018 ; 107: 148–165
- Wei R, Wang C, He, F, Hong L et al. Prediction of poor outcome after hypoxic-ischemic brain injury by diffusion-weighted imaging: A systematic review and meta-analysis *PLoS One* 2019;14(12): e0226295
- Wenderott K, Krups J, Zaruchas F, Weigl M. Effects of artificial intelligence implementation on efficiency in medical imaging—a systematic literature review and meta-analysis. *NPJ Digit Med* 2024; 7(1): 265
- Wu Q, Kiakou D, Mueller K, Köhler W, Schröter M. Boosting diagnosis of frontotemporal lobar degeneration with AI-driven neuroimaging – A systematic review and meta-analysis *Neuroimage Clin* 2025; 45: 103757
- Yao AD, Cheng DL, Pan I, Kitamura F. Deep Learning in Neuroradiology: A Systematic Review of Current Algorithms and Approaches for the New Wave of Imaging Technology. *Radiol Artif Intell* 2020; 2(2): e190026

Interessenvermerk

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Christoph Stippich
 Ärztliche Leitung Neuroradiologie und Radiologie
 Kliniken Schmieder
 Zum Tafelholz 8
 78476 Allensbach
c.stippich@kliniken-schmieder.de

Die Rolle der funktionellen Bildgebung in der neurologischen Rehabilitation

M. A. Schoenfeld^{1,2}, P.-W. Meyer¹

¹ Kliniken Schmieder Heidelberg

² Abteilung Experimentelle Neurologie, Universitätsklinik für Neurologie, Magdeburg

³ Leibniz-Institut für Neurobiologie, Magdeburg

Zusammenfassung

Die funktionelle Bildgebung spielt eine immer größere Rolle in der Neurologie und der neurologischen Rehabilitation. Dieses kurze Review zeigt den Beitrag der Bildgebung in der Rehabilitation exemplarisch an einigen Arbeiten auf – von

der Grundlagenwissenschaft über die Diagnostik bis zur Anwendung. Es werden auch die Herausforderung und Grenzen angesprochen und es wird ein Ausblick auf die Zukunft gegeben.

Schlüsselwörter: funktionelle Bildgebung, neurologische Rehabilitation, Reorganisation

Einleitung

Die funktionelle Bildgebung nutzt hämodynamische und elektrophysiologische Methoden der Messung von Gehirnaktivität und hat sich in den letzten Jahrzehnten als wertvolles Instrument in der neurowissenschaftlichen Forschung bewährt. Für die klinische Neurologie spielt die funktionelle Bildgebung ebenfalls eine Rolle und hat entscheidende Erkenntnisse hinsichtlich der funktionellen Organisation des zentralen Nervensystems geliefert. Die funktionelle Bildgebung spielt eine besondere Rolle für die neurologische Rehabilitation. Sie ermöglicht es, neurale Netzwerke und Aktivierungsmuster sichtbar zu machen und bietet wertvolle Einblicke in die Plastizität des Gehirns nach neurologischen Schädigungen. Besonders bei Patienten mit Schlaganfällen, traumatischen Hirnverletzungen oder neurodegenerativen Erkrankungen wie Parkinson Syndrom oder Multipler Sklerose ist die funktionelle Bildgebung von Bedeutung.

Grundlagen der Elektroenzephalographie und Magnetenzephalographie

Die Elektroenzephalographie (EEG) und die Magnetenzephalographie (MEG) sind neurophysiologische Methoden zur Messung der Gehirnaktivität. Während das EEG elektrische Spannungsänderungen auf der Kopfhaut erfasst, misst das MEG die durch neuronale Aktivität erzeugten Magnetfelder. Beide Verfahren beruhen auf der Aktivität synchron feuender Neuronengruppen, insbesondere der Pyramidenzellen im Kortex, wobei das EEG durch extrazelluläre elektrische Felder und das MEG durch intrazelluläre Ströme erzeugt werden. Das EEG bietet eine hohe zeitliche Auflösung, ist kostengünstig und mittlerweile auch mobil, während das MEG eine höhere räumliche Präzision hat und weniger durch Schädel und Gewebe beeinflusst wird. Beide

Methoden werden in der neurologischen Diagnostik und der kognitiven Neurowissenschaft eingesetzt. Das EEG ist aufgrund seiner einfachen Handhabung und der etablierten Nutzung in der klinischen Praxis weit verbreitet. Demgegenüber gilt das MEG als präzisere, aber kostenintensive Methode, die in spezialisierten Forschungseinrichtungen genutzt wird.

Die Quellenanalyse von EEG- und MEG-Daten ist dabei der essenzielle Schritt zur Lokalisation der neuronalen Aktivität im Gehirn. Sie ermöglicht eine mathematische Rekonstruktion der Ursprungsorte dieser Signale. Diese gemessenen Felder werden zurückgerechnet, um die wahrscheinlichsten Quellen im Gehirn zu bestimmen. Da unendlich viele mögliche Quellen eine gegebene Feldverteilung erzeugen könnten (sogenanntes inverses Problem), müssen zusätzlichen Annahmen getroffen werden. Dabei werden Vorinformationen genutzt, zum Beispiel die Einschränkung, dass die Quellen im Cortex und nicht in der weißen Substanz lokalisiert sein sollen. Eigene Studien zeigen, dass die Kombination beider Verfahren die diagnostische Aussagekraft bezüglich der erzeugenden Quellen erhöhen kann [9, 10].

Grundlagen der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT)

Die funktionelle Magnetresonanztomographie basiert auf dem sogenannten BOLD-Effekt (Blood Oxygen Level Dependent), der Änderungen des Sauerstoffgehalts im Blut misst. Aktive Gehirnregionen verbrauchen mehr Sauerstoff, was zu einer Veränderung der lokalen Magnetfelder führt, die mit der fMRT erfasst werden kann. Diese Technik erlaubt es, funktionelle Netzwerke des Gehirns darzustellen und deren Veränderungen im Laufe perzeptueller oder kognitiver Prozesse zu verfolgen. In der Rehabilitation kann man Veränderungen vor und nach Rehabilitation nachweisen [8, 3, 2].

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 205 – 208 | <https://doi.org/10.14624/NR2504003> | © Hippocampus Verlag 2025

The role of functional imaging in neurological rehabilitation

M. A. Schoenfeld, P.-W. Meyer

Abstract

Functional neuroimaging plays an increasing role in neurology and neurological rehabilitation. Using some examples based on own studies, this short review illustrates how functional neuroimaging contributes in terms of basic science, diagnostics and clinical applications. Challenges and limits are also discussed along with future perspectives.

Keywords: functional neuroimaging, neurological rehabilitation, reorganization

Neben der klassischen fMRT gibt es weitere Verfahren wie die Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) oder die funktionelle Konnektivitätsanalyse, die zusätzliche Einblicke in strukturelle und funktionelle Netzwerke des Gehirns besonders bei Patienten ermöglichen [4, 1]. Durch die Kombination dieser Methoden können Kliniker genauere Diagnosen stellen und gezielte Therapiepläne entwickeln.

ANWENDUNGEN IN DER NEUROLOGISCHEN REHABILITATION

Netzwerke neuronaler Verarbeitung bei Funktionsstörungen, Funktionswiederherstellung und Kompensation

Um motorische, sensible oder kognitive Funktionsstörungen zu therapieren, ist es von entscheidender Bedeutung, die neurale Repräsentation dieser Funktionen zu kennen und zu verstehen. Dies gilt für das »gesunde« Gehirn im Rahmen der Grundlagenforschung, ist aber noch viel wichtiger bei Patienten mit vorliegenden Läsionen. Die funktionelle Bildgebung ermöglicht nicht nur, Funktionsstörungen und -ausfälle zu verstehen, sondern zeigt auch mögliche Kompensationsmechanismen auf. Eine Ischämie im Bereich der A. cerebri posterior zum Beispiel führt zu einer kontralateralen homonymen Hemianopsie. Dennoch ist es Patienten in Einzelfällen möglich, im Bereich des Skotoms visuelle Bewegung wahrzunehmen. Wir konnten zeigen, dass es auch beim Menschen subkortikale Bahnen gibt, die den geschädigten primären visuellen Kortex umgehen und Bewegungsinformationen von der Retina vermitteln. Die Reize können bewusst [9] wahrgenommen oder unbewusst verarbeitet werden [1] und erzeugen Aktivitätserhöhungen in entsprechenden bewegungssensitiven occipitalen Hirnarealen. Diese Bahnen lassen sich mit modernen Fibertracking-Verfahren bei jedem Patienten individuell rekonstruieren (Abb. 1) und liefern eine Erklärung für die Aktivierung dieser bewegungssensitiven visuellen

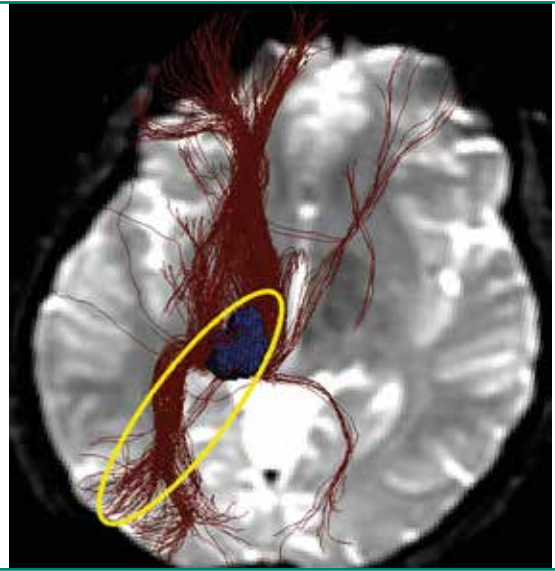


Abb. 1: Rekonstruktion subkortikaler Bahnen zwischen Pulvinar und V5/hMT, über die visuelle Bewegung innerhalb des Skotoms vermittelt werden kann. Hier wurden mittels einem probabilistischen Verfahren basierend auf Diffusionsbildgebung Bahnen ermittelt, die im Pulvinar links starten (Seed-Ansatz)

Hirnregionen durch Bewegungsreize innerhalb des Skotoms einer Hemianopsie. Die funktionelle Bildgebung ermöglicht uns, die physiologischen Grundlagen von Funktionsstörungen und Kompensationsmechanismen zu verstehen.

Neuroplastizität und Erholung nach Hirnschäden

Ein zentrales Konzept in der neurologischen Rehabilitation ist die Neuroplastizität, also die Fähigkeit des Gehirns, sich nach einer Verletzung neu zu organisieren. Die funktionelle Bildgebung kann zeigen, welche Reorganisationsmuster mit der Funktionswiederherstellung einhergehen, wenn ursprüngliche, dafür wichtige Areale oder Netzwerke geschädigt sind. Viele Patienten leiden zum Beispiel an einer Fußheberparese infolge einer ischämischen Läsion. Sie rollen den Fuß beim Gehen nicht mehr richtig ab, schleifen ihn über den Boden und sind deshalb stark sturzgefährdet. Seit einigen Jahren werden in der Therapie sogenannte aktive Prothesen eingesetzt. Über einen Sensor wird erkannt, wenn die Ferse aufgesetzt wird, und es wird eine koordinierte elektrische Stimulation ausgelöst, die zur Fußhebung führt. Mittels dieser Therapie werden die Gehbewegungen der Patienten innerhalb weniger Wochen wieder flüssiger. In einer Studie [7] konnten wir zeigen, wie sich die Netzwerke in der sensomotorischen Hirnrinde funktionell durch das Gehen mit diesen aktiven Prothesen neu organisieren und so die Exekution und Koordination der Bewegung verbessern. Es wurden elf Patienten vor und nach Implantation einer aktiven Prothese untersucht. Drei Monate nach der Implantation hatte sich das Gangbild bei allen elf untersuchten Patienten deutlich verbessert.

Bei etwa der Hälfte der Patienten verschlechterten sich die Gehbewegungen allerdings sofort, wenn die Prothese ausgeschaltet wurde – in etwa vergleichbar mit dem Gangbild vor der Implantation. Im Gegensatz dazu blieb bei den übrigen Patienten im gleichen Zeitraum das Gangbild auch bei ausgeschalteter Prothese stabil. In der Bildgebung zeigte sich, dass der Einsatz der Prothese in den Gehirnen der Patienten zu unterschiedlichen Veränderungen geführt hatte: Bei den Patienten mit nicht dauerhaften Gangbildverbesserungen innerhalb des dreimonatigen Studienverlaufs fand vorwiegend eine funktionelle Reorganisation der nicht vom Schlaganfall betroffenen Hirnhälfte statt. Die Patienten mit einer stabilen Verbesserung im Gehen hatten im Gegensatz dazu vor allem funktionelle Umorganisationsprozesse in der durch den Schlaganfall betroffenen Hirnhälfte. Die Existenz von zwei grundsätzlich unterschiedlichen Reorganisationsmustern mit ebenfalls unterschiedlichem klinischen Outcome eröffnet auch neue Möglichkeiten hinsichtlich der Therapie. Hier bietet es sich an, mittels transkranieller Gleichstromstimulation (tDCS) in der betroffenen Hirnhälfte die Reorganisation zu fördern und diese in der nicht betroffenen Hemisphäre zu hemmen. Dies ist derzeit Gegenstand einer laufenden klinischen Studie (Abb. 2).

Diagnostik

Wie vorher erwähnt, kann die funktionelle Bildgebung helfen, die genaue Lokalisation von Hirnschädigungen zu bestimmen und funktionelle Defizite zu analysieren. Besonders bei Patienten mit neurologischen Erkrankungen ist es entscheidend, die betroffenen Hirnregionen und deren Netzwerke genau zu identifizieren, um die Erkrankungen und deren funktionellen Konsequenzen zu verstehen und gezielte therapeutische Maßnahmen zu ergreifen. Idealerweise würde das noch vor Beginn der klinischen Symptomatik geschehen. Die Bildgebung mittels CT oder MRT, die in der Routinediagnostik erfolgt, war bislang in dieser Hinsicht nicht geeignet. Bildgebungsbiomarker (z. B. Atrophien) konnten erst mit oder nach dem Auftreten von Symptomen etabliert werden. Besonders bei neurodegenerativen Erkrankungen ist es wichtig, Biomarker zu finden, die vor Beginn der klinischen Symptomatik eine Diagnose und frühzeitige Therapie ermöglichen könnten.

Mittels fMRT-basierten Konnektivitätsanalysen ist es uns gelungen, tatsächlich Veränderungen der Konnektivität vor Beginn einer klinischen Symptomatik nachzuweisen. Bei Patienten mit amyotropher Lateralsklerose war es möglich, Veränderungen im Temporallappen und Okzipitallappen von Patienten nachzuweisen, die mit kognitiven Funktionsstörungen einhergehen [5, 6], bevor die Patienten diese Funktionsstörungen klinisch aufzeigen [4]. Vorher war es uns gelungen, in einer longitudinalen Studie bei dieser Erkrankung zu zeigen, dass Aktivitätsveränderungen in der funktionellen (BOLD) Bildgebung genau

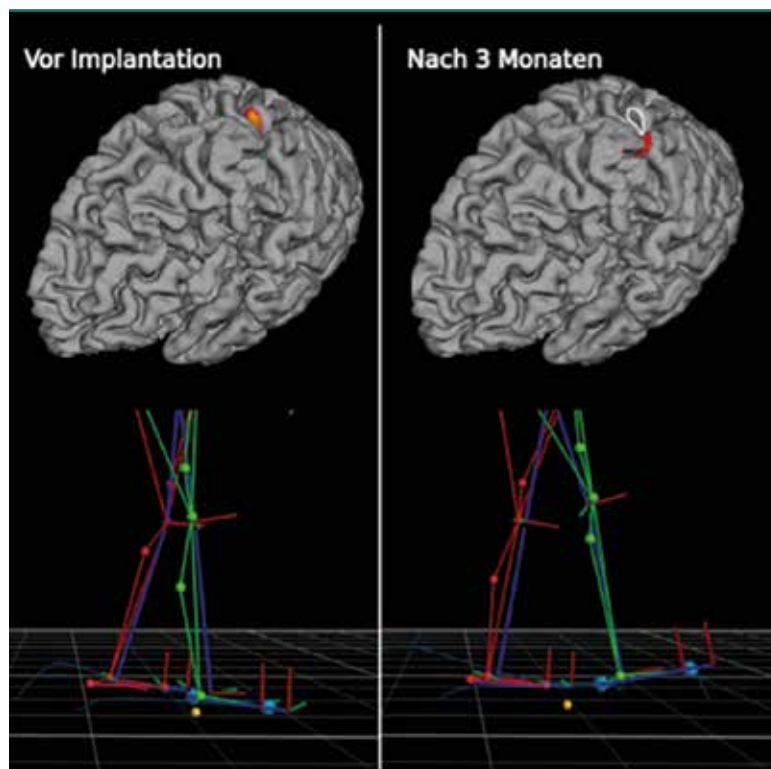


Abb. 2: Die Fußheberschwäche der untersuchten Patienten (linkes Bild) hat sich drei Monate nach der Implantation einer aktiven Prothese (rechtes Bild) deutlich verbessert, und das Gehirn der Betroffenen zeigt eine funktionelle Reorganisation (nach Merkel [7]) der primären sensomotorischen Hirnrinde mit veränderter funktioneller Repräsentation

dort lokalisiert sind, wo später im Verlauf der Erkrankung in der strukturellen MRT-Bildgebung Läsionen sichtbar werden [11]. Das zeigt, dass für bestimmte neurologische Erkrankungen die funktionelle Bildgebung die Rolle eines Biomarkers annehmen könnte.

Evaluation neuer Therapieansätze und Überwachung des Rehabilitationserfolgs

Mithilfe der fMRT lassen sich Veränderungen in der Hirnaktivierung nach einer Therapie messen. Dies ermöglicht potenziell ein Verständnis und prospektiv eine Beurteilung der Wirksamkeit verschiedener Therapieansätze. Zum Beispiel kann untersucht werden, ob ein bestimmtes motorisches Training oder eine medikamentöse Behandlung zu einer Reorganisation der Hirnaktivierung führt. In einer Studie haben wir fMRT während der Durchführung von Rechenaufgaben genutzt, um die Veränderungen zu untersuchen, die mit einem strukturierten Rechentraining einhergehen. Wir fanden, dass trainingsinduziertes verbessertes Rechnen vor allem mit einer Erhöhung der Konnektivität in vorwiegend frontalen Hirnregionen einherging, die nach den klassischen Modellen wenig bzw. gar nicht mit dem Rechnen in Verbindung gebracht wurden [2]. Die Aktivitätsveränderungen waren spezifisch für das Rechnen und zeigen zusammen mit den Verhaltensdaten, dass die Wirksamkeit der Rehabilitation mit Bildgebung messbar ist.

Vorteile der fMRT in der Rehabilitation

- Nicht-invasive Diagnostik: Im Gegensatz zu anderen Methoden, wie der Positronen-Emissions-Tomographie (PET), kommt die fMRT ohne radioaktive Kontrastmittel aus.
- Hohe räumliche Auflösung: Sie bietet eine präzise Lokalisierung neuronaler Aktivität.
- Langfristige Verlaufskontrolle: Die Bildgebung erlaubt eine kontinuierliche Beobachtung von Genesungsprozessen.
- Individualisierte Therapieplanung: Die gewonnenen Erkenntnisse können genutzt werden, um patientenspezifische Rehabilitationsstrategien zu entwickeln.

Herausforderungen und Grenzen

Trotz der zahlreichen Vorteile gibt es auch Herausforderungen in der Anwendung der fMRT in der neurologischen Rehabilitation:

- Hohe Kosten: Die Anschaffung und der Betrieb von MRT-Geräten sind kostenintensiv.
- Komplexe Datenanalyse: Die Interpretation der Bildgebung erfordert spezialisierte Kenntnisse.
- Bewegungsartefakte: Patienten mit schweren motorischen Einschränkungen können während der Messung ungewollte Bewegungen machen, die die Bildqualität beeinflussen.
- Eingeschränkte Verfügbarkeit: Nicht jede Rehabilitationsklinik verfügt über fMRT-Kapazitäten, was die breite Anwendung erschwert.

Zukunftsperspektiven

Die Zukunft der fMRT in der neurologischen Rehabilitation sieht vielversprechend aus. Durch technologische Fortschritte, wie die Verbesserung der Bildauflösung und die Entwicklung neuer Analysemethoden, könnte die Anwendung der fMRT noch effizienter und kostengünstiger werden. Zudem könnte die Kombination der fMRT mit anderen bildgebenden Verfahren und neurophysiologischen Tests dazu beitragen, ein umfassendes Bild der neuronalen Erholung zu erhalten.

Ein weiteres spannendes Feld ist die Verbindung der fMRT mit künstlicher Intelligenz (KI). KI-gestützte Analyseverfahren könnten dazu beitragen, komplexe Muster in den Bildgebungsdaten schneller und präziser zu erkennen, was wiederum die Therapieplanung verbessert.

Fazit

Die funktionelle Bildgebung wird zunehmend eine wichtige Rolle in der neurologischen Rehabilitation spielen. Sie bietet wertvolle Einblicke in die Hirnaktivierung, ermöglicht eine potenziell gezieltere Therapieplanung und unterstützt die Evaluation neuer Behandlungsmethoden. Trotz der bestehenden Herausforderungen hinsichtlich der Kosten kann erwartet werden, dass der Einsatz der fMRT in der Zukunft weiter zunimmt,

insbesondere in Verbindung mit fortschrittlichen Analysemethoden und personalisierten Therapieansätzen. Langfristig kann sie dazu beitragen, die Lebensqualität von Patienten mit neurologischen Erkrankungen nachhaltig zu verbessern.

Literatur

1. Barleben M, Stoppel CM, Kaufmann J, Merkel C, Wecke T, Goertler M, Heinze H-J, Hopf J-M, Schoenfeld MA. Neural correlates of visual motion processing without awareness in patients with striate cortex and pulvinar lesions. *Hum Brain Mapp* 2015; 36: 1585–1594
2. Claros-Salinas D, Greitemann G, Hassa T, Nedelko V, Steppacher I, Harris JA, Schoenfeld MA (2014) Neural correlates of training-induced improvements of calculation skills in patients with brain lesions. *Restor Neurol Neurosci* 2014; 32: 463–472
3. Hassa T, de Jel E, Tüesch O, Schmidt R, Schoenfeld MA. Functional networks of motor inhibition in conversion disorder patients and feigning subjects. *Neuroimage Clin* 2016; 11: 719–727
4. Loewe K, Machts J, Kaufmann J, Petri S, Heinze H-J, Borgelt C, Harris Vielhaber S, Schoenfeld MA. Widespread temporo-occipital lobe dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis. *Sci Rep* 2017; 7: 40252
5. Machts J, Keute M, Kaufmann J, Schreiber S, Kasper E, Petri S, Prudlo J, Vielhaber S, Schoenfeld MA. Longitudinal clinical and neuroanatomical correlates of memory impairment in motor neuron disease. *Neuroimage Clin* 2021; 29: 102545
6. Machts J, Vielhaber S, Kollewke K, Petri S, Kaufmann J, Schoenfeld MA. Global Hippocampal Volume Reductions and Local CA1 Shape Deformations in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Front Neurol* 2018; 9: 565
7. Merkel C, Hausmann J, Hopf J-M, Heinze H-J, Buentjen L, Schoenfeld MA. Active prosthesis dependent functional cortical reorganization following stroke. *Sci Rep* 2017; 7: 8680
8. Schoenfeld MA, Hassa T, Hopf J-M, Eulitz C, Schmidt R. Neural correlates of hysterical blindness. *Cereb Cortex* 2011; 21: 2394–2398
9. Schoenfeld MA, Noesselt T, Pöggel D, Tempelmann C, Hopf J-M, Woldorff MG, Heinze H-J, Hillyard SA. Analysis of pathways mediating preserved vision after striate cortex lesions. *Ann Neurol* 2002; 52: 814–824
10. Stoppel CM, Boehler CN, Strumpf H, Krebs RM, Heinze H-J, Hopf J-M, Schoenfeld MA. Spatiotemporal dynamics of feature-based attention spread: evidence from combined electroencephalographic and magnetoencephalographic recordings. *J Neurosci* 2012; 32: 9671–9676
11. Stoppel CM, Vielhaber S, Eckart C, Machts J, Kaufmann J, Heinze H-J, Kollewke K, Petri S, Dengler R, Hopf J-M, Schoenfeld MA. Structural and functional hallmarks of amyotrophic lateral sclerosis progression in motor- and memory-related brain regions. *Neuroimage Clin* 2014; 5: 277–290

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Mircea A. Schoenfeld
 Ärztliche Leitung Kliniken Schmieder Heidelberg
 Leiter Experimentelle Neurologie
 Universitätsklinik für Neurologie
 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
 Medizinische Fakultät
 Leipziger Str. 44
 39120 Magdeburg
 ariel.schoenfeld@med.ovgu.de

Psychotherapeutische Neurologie – ein integrierendes psychotherapeutisches Behandlungskonzept in der Neurorehabilitation

G. Birke^{1,2}, R. Schmidt^{2,3}, M. Jöbges^{4,5}, D. Klaasen van Husen^{2,4}

¹ Psychotherapeutische Neurologie, Kliniken Schmieder Gailingen

² Arbeitsgemeinschaft Funktionelle Neurologische Störungen

³ Lurija Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung

⁴ Psychotherapeutische Neurologie, Kliniken Schmieder Konstanz

⁵ Neurorehabilitation, Kliniken Schmieder Konstanz

Zusammenfassung

Die Abteilung für Psychotherapeutische Neurologie wurde in den Kliniken Schmieder 1993 am Standort Konstanz gegründet und hat sich seither als ein wichtiger integraler Teil der neurologischen Rehabilitation etabliert. Seit 2010 besteht eine zweite Abteilung für psychotherapeutische Neurologie am Standort Gailingen.

Besonderheit des Behandlungsansatzes ist eine Integration psychotherapeutischen Denkens und Handelns in die neurologische Rehabilitation. Psychotherapie wird dabei als eine Voraussetzung verstanden, mit in der neurologischen Rehabilitation häufigen und geradezu typischen komplexen bio-psycho-sozialen Bedingungsgefügen arbeiten zu können. Und dies umso mehr, wenn psychomentele Funktionsstörungen maßgeblich zur Beeinträchtigung führen und

somit deren Verbesserung wesentlich zur Wiederherstellung von Teilhabe beiträgt. Dies betrifft insbesondere die weiten Spektren neurologisch-psychischer Komorbidität und funktioneller neurologischer Störungen. Neben der Hinzunahme der psychotherapeutischen Kompetenz stellt zudem eine integrierende transdisziplinäre Metakompetenz einen wichtigen Faktor dar, um bio-psycho-soziale Wechselwirkungen verstehen und therapeutisch beeinflussen zu können. Im Artikel geben wir einen Überblick über Häufigkeit und Bedeutung komorbider neurologisch-psychischer Störungen sowie Funktioneller Neurologischer Störungen und skizzieren die Besonderheiten dieses integrierten rehabilitativen Behandlungsansatzes.

Schlüsselwörter: psychotherapeutische Neurologie, Funktionelle Neurologische Störungen, neurologisch psychische Komorbidität

Biopsychosoziale Komplexität: eine Aufgabe der Neurorehabilitation

Neurologische Erkrankungen sind in ihren Auswirkungen auf Funktion und Teilhabe in hohem Maße komplexe, von vornherein regelhaft biopsychosoziale Gesundheitsstörungen. Aus neurobiologischer Perspektive liegt ein Ineinandergreifen von Neurologie und Psychosomatik unmittelbar nahe: Als regelrechte bio-psycho-soziale Schnittstelle entwickelt sich das Nervensystem aus der Begegnung des Menschen mit seiner Welt heraus – ein Zusammenspiel, das zugleich die Voraussetzungen für ein Überleben des Individuums wie auch seiner Art in seiner konkreten Lebenswirklichkeit schafft [45]. Bei Erkrankungen des Nervensystems ergibt sich zudem die Herausforderung, dass Schädigung sowie die Ressourcen für deren Bewältigung im gleichen Organ verortet sind. ZNS-Schädigungen können direkt emotionale, kognitive und soziale Funktionen und somit auch das Ausdrucksverhalten und die Erlebnis- und Gestaltungsmöglichkeiten der Betroffenen beeinträchtigen. In der Rehabilitation neurologisch Erkrankter kommt der zuverlässigen Erfassung somatischer, psychischer

und sozialer Funktionen und deren Verschränkungen sowie einer konsequent darauf aufbauenden Therapie besondere Bedeutung zu [44]. Ergeben sich aus der biopsychosozialen Perspektive deutliche teilhaberelevante Beeinträchtigungen psychomentaler Funktionen, sind neuropsychologische und psychotherapeutische Kompetenzen gefragt, um Rehabilitation zielführend gestalten zu können. Dabei tragen die biologisch orientierten somatischen und die psychosozialen Fachkompetenzen dazu bei, gemeinsam komplexe biopsychosoziale Bedingungsgefüge mit ihren Wechselwirkungen analysieren und beeinflussen zu können. Somit ist neben der jeweiligen neurologischen und psychotherapeutischen disziplinbezogenen Fachkompetenz eine integrierende transdisziplinäre Metakompetenz wichtiger Teil eines Behandlungskontextes für komplexe somato-psychosomatisch Erkrankte.

Die Komorbidität neurologischer und psychischer Störungen

Es existiert eine breite Datenlage, die eine hohe Komorbidität neurologischer und psychischer Erkrankungen

Tab. 1: Prävalenzen häufiger komorbider psychischer Störungen bei ausgewählten neurologischen Erkrankungen in % (nach Schmidt 2025, modifiziert und ergänzt) [45]

Neurologische Erkrankung	Depression	Angst	Andere
Schlaganfall [10]	25 – 35	18,7 – 29	PTBS: 4 – 37 Fatigue: 25 – 85 Apathie: 36,3
Subarachnoidalblutung [49]	0 – 61,7	27 – 54	PTBS: 18 – 37 Fatigue: 31 – 90 Apathie: 15 – 68
Schädel-Hirn-Trauma	27 – 38	2 – 50	PTBS: 2,6 – 48,2 Chronischer Schmerz: 32,1 – 75,3 Schlafstörungen: 30 – 85 Psychotische Störung: 1,35 – 9,2 Aggressivität: < 70
Hirntumoren	2,5 – 44	10 – 34	Anpassungsstörungen: 15 – 19 Apathie: 35,2 Psychotische Störung: 22
Multiple Sklerose	30,5 – 35	22,1 – 57	Zwangsstörung: 11,8 – 16,1 PTBS: 16 – 24 Funktionell neurologische Störung: 7,5 Psychotische Störung: 0,8 – 4,7 Bipolare Störung: 0,5 – 5,8 Alkohol: 13,6 – 14,6 Andere Substanzen: 1,5 – 7,4
Parkinson	2,7 – 90	6 – 55	Schlafstörungen: 30 – 40 Fatigue: 50 Funktionell neurologische Störungen 1,4 – 7 Apathie: 13,9 – 70 Psychotische Störungen: 17 – 72 Störungen der Impulskontrolle: 10 – 20
Demenzen	19 – 78	14 – 62	Schlafstörungen: 14 – 69 Aggressivität: 11 – 68 Apathie: 18 – 53 Psychotische Störung: 9 – 59
Anfallsleiden	13,4 – 68	12, 5 – 42, 5	ADHS: 12 – 37 PTBS: 1,8 – 35 Funktionelle Anfälle: 1 – 62 Psychotische Störung: 1, 8 – 9,4 Bipolare Störung: 1,5 – 12 Abhängigkeiten: 0,5 – 20,6
Migräne [5, 11, 24, 47, 54]	6,1 – 73, 7	30,1 – 31,2	PTBS: 25 – 40 Bipolare Störung: 5,9 – 9
Funktionell neurologische Störungen [30, 38]	35 – 42	7 – 23	PTBS: 0 – 24 Panikstörung: 3 – 36 Dissoziative Störung: 26 Somatisierungsstörung: 22 – 27

belegt (Tab. 1). Dabei schwankt die Prävalenz komorbider psychischer Störungen je nach untersuchtem Kollektiv und eingesetzter Untersuchungsmethode. Sie ist durchgehend deutlich höher als in der Allgemeinbevölkerung.

Das Spektrum der psychischen Störungen erfasst dabei nach ICD 10 insbesondere affektive Störungen sowie das weite Feld der neurotischen Störungen (Angsterkrankungen, phobische und sozialphobische Ängste, die psychischen Reaktionsbildungen auf schwere Belastungen, somatoforme Schmerzstörungen). Neben der Prävalenz von psychischen Störungen, welche von der Ausprägung und Symptomenkonstellation her im ICD 10 als eigenständige Erkrankung klassifiziert

werden können, ist die Prävalenz von psychischer Symptombildung und von medizinisch unklaren körperlichen Symptomen als zusätzliche diagnostische und therapeutische Herausforderung zu benennen.

Symptome von Abgeschlagenheit, Konzentrationsstörungen, Müdigkeit, Erschöpfung und Schlafstörungen finden sich bei neurologischen Erkrankungen häufig. Insbesondere die Phänomene der Beeinträchtigung der Belastbarkeit, der vermehrten Müdigkeit und Abgeschlagenheit finden unter der syndromalen Beschreibung als Fatigue-Syndrom zunehmende Beachtung. Dies betrifft bereits je nach Stadium 36 – 78 % der an MS Erkrankten [28]. Nach Schlaganfall ist bei 25 – 85 % der Betroffenen vom Auftreten eines Fatigue-Syndroms auszugehen [8]. Insbesondere bei zunehmender Beachtung der Selbsteinschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wird deutlich, welche erhebliche Auswirkung diese Symptomenkomplexe für die Lebensqualität der Betroffenen haben [53].

Funktionelle neurologische Störungen – in der Neurologie häufig und häufig nicht benannt

Funktionelle neurologische Störungen sind ein häufiges Erkrankungsbild in der Neurologie. Ungefähr 10 – 20 % der Patientinnen und Patienten, die uns in der Neurologie – sei es ambulant oder stationär – begegnen, leiden an einer Funktionellen Neurologischen Störung [36, 18]. Funktionelle Symptome sind der zweithäufigste Grund (nach Kopfschmerzen) für eine neurologische Konsultation [48]. Sie manifestieren sich dabei häufig als sichtbare, beunruhigende und beschämende Unterbrechung der Alltagsfunktionalität. Neben dem alleinigen Auftreten von funktionellen neurologischen Störungen sind sie auch im Kontext von somatischen und insbesondere neurologischen Erkrankungen deutlich häufiger anzutreffen, als in einer somatisch gesunden Vergleichsgruppe und stellen damit große Herausforderungen an die Behandler chronischer neurologischer Erkrankungen dar [33]. Im Grenz- und Übergangsbereich von Neurologie, Psychiatrie und Psychosomatik gelegen, gehören sie gleichzeitig nirgendwo richtig dazu und laufen Gefahr, nicht angemessen erkannt oder behandelt zu werden. Bis zur Diagnosestellung vergehen 2 – 10 Jahre [30], wobei Patienten häufig zirkulär zwischen verschiedenen Instanzen des Gesundheitssystems wechseln [52]. Bleiben funktionelle neurologische Störungen unerkannt, drohen nicht nur eine Chronifizierung, sondern auch eigene Gesundheitsschäden durch eine falsch ausgerichtete Behandlung [4, 1, 43]. Betroffene erleben dabei häufig, vom »interessanten Fall« zur »Nervensäge« zu werden, »...unerkannt, unerhört und weggeschickt....« [3]. Dabei gehen funktionelle neurologische Erkrankungen mit ähnlicher oder höherer Funktionsbeeinträchtigung in Bezug auf Alltagskompetenzen und tendenziell höherer Beeinträchtigung von sozialer Funktionsfähigkeit und Teilhabe einher wie rein organische neurologische Erkrankungen [33].

Psychosoziale Anpassungsleistungen bei neurologischen Erkrankungen

Tritt eine neurologische Erkrankung ins Leben kann dies mit dem Erleben von Lebensgefahr, einer Konfrontation mit der Endlichkeit des Lebens oder dem »Aushalten« von Irreversibilität und Progredienz einhergehen. Insbesondere bei chronischen Erkrankungen kann eine Herausforderung der Umgang mit der Unvorhersehbarkeit des Krankheitsverlaufs sowie der Abhängigkeit von Ärztinnen und Ärzten, Personal und Angehörigen sein.

Eine reduzierte Leistungsfähigkeit kann einen neuen Lebensentwurf verlangen und bedroht das innere Selbstbild. Bisher geltende Grundbedürfnisse und Wertesysteme werden infrage gestellt und verlangen eine persönliche Neuorientierung. Oft hat eine neurologische Erkrankung unmittelbare Auswirkung auf die Selbstständigkeit in der Lebensführung. Sichtbare körperliche Stigmata verlangen neue soziale Kompetenzen im Umgang damit, aber auch vermeintlich »unsichtbare« Krankheitsphänomene wie beispielsweise neuropsychologische Defizite können von Patientinnen und Patienten im Umgang mit anderen Menschen neue soziale Fertigkeiten erfordern. So gilt es, das eigene Leben aktiv neu leben zu lernen. Dabei kann Psychotherapie hilfreich sein, hilft sie doch bei allem, was sich über die Beseitigung von Hemmungen und die Förderungen von Ressourcen bessern lässt [15].

Freilich kann gerade der Versuch, eigene Krankheits Erfahrungen in den Griff zu bekommen, dazu führen, dass die Bewältigungsanstrengungen selbst zu einem gesundheitlichen Problem werden. Das Bestreben, alle Kräfte »zusammenzureißen« und sich ja nichts anmerken zu lassen, um trotz allem zurechtzukommen, kann zwar dabei helfen, eine bedrohte psychische Verfassung (»problem of lost normality« [37]) zu schützen. Eine sich dabei rasch manifestierende »Forcierte Bewältigung« zeichnet sich durch eine aktive Negation emotionaler (psychischer) Bedürftigkeit und ein Vermeiden relationaler Abhängigkeit, ein hohes Kontroll- und Informationsbedürfnis und ein hohes Aktivitätsniveau aus – und das Bestreben, die Herausforderungen des eigenen Lebens durch ein gegebenenfalls stetiges Mehr an eigenen Anstrengungen zu meistern [42, 41, 13]. Sie kann im Umgang mit schweren Beeinträchtigungen durchaus von Vorteil sein – allerdings zum Preis eines eingeschränkten Verständnisses der eigenen Selbst- und Weltbezüge, und zu Lasten möglicher persönlicher Veränderung. Über längere Zeit kann eine forcierte Bewältigung meist nur zum Preis wachsender psychophysischer Erschöpfung aufrechterhalten werden, bis sie dann schließlich doch in manifesten psychischen und psychosomatischen Beschwerden mündet [42]. Klinisch weisen forcierte Bewältigungsstrategien jedenfalls in aller Regel darauf hin, dass eine psychische Bewältigung nicht vollends gelungen ist und dass ein Erleben existentieller Bedrohung fortbesteht, das anhaltende Bewältigungsanstrengungen erforderlich macht.

Bewältigung ist weit mehr als die Akzeptanz einer Erkrankung und ihrer Folgen. Gelingt der Prozess der Krankheits- und Lebensbewältigung nicht, ist das Risiko psychischer Störungen deutlich erhöht – wie hier am Beispiel depressiver Störungen illustriert werden soll: Depressionen treten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung bei chronischen körperlichen Erkrankungen drei bis vier Mal häufiger auf [23]. Etwa jeder fünfte Patient mit körperlicher Erkrankung leidet an einer voll ausgeprägten Depression [17]. Dies führt zu einer erhöhten Inanspruchnahme medizinischer Versorgung und geht mit entsprechenden Kosten einher [12] und beeinflusst die Lebensqualität [26]. Dabei steigt die Prävalenz einer Depression in Abhängigkeit von der Zahl komorbider Erkrankungen [32]. Auch kann eine Depression den Verlauf einer körperlichen Erkrankung verschlechtern [17].

Metaanalysen zu Psychotherapie bei Depression bei Patienten mit körperlichen Erkrankungen zeigen deren Wirksamkeit [25, 39, 50]. Sie führen vor allem zu einer Reduktion der Schwere der Depression mit mittlerer oder hoher Effektstärke und haben einen positiven Einfluss auf die Lebensqualität. Daneben gibt es auch Hinweise, dass Psychotherapie Auswirkungen auf Inflammationsmarker haben kann [27]. Zugleich scheinen psychische Belastungen und Erkrankungen andersherum das Risiko für das Auftreten eines Schlaganfalls zu erhöhen [29, 6, 31]. Aber auch für die Manifestation einer MS [34] oder einer Demenz [9, 46] gibt es entsprechende Beobachtungen. Wenig überraschend scheint eine psychiatrische Vorgeschichte das Risiko komorbider psychischer Störungen bei Manifestation einer somatischen Erkrankung zu erhöhen [20].

Psychotherapeutische Neurologie – ein transdisziplinärer Behandlungskontext in der neurologischen Rehabilitation

1993 wurde am neu gegründeten Klinikstandort der Kliniken Schmieder in Konstanz eine Abteilung mit einem integriert neurologischen und psychotherapeutischen Behandlungsschwerpunkt geschaffen (siehe Liepert & van Schayck in diesem Heft). Dieser innovative Schritt fußte auf dem Wissen um die Komplexität neurologischer Erkrankungen und die Häufigkeit und Bedeutung psychomentaler Funktionsbeeinträchtigungen für eine große Gruppe der Erkrankten – und dem Wunsch, den resultierenden Behandlungserfordernissen mit einem gezielten Behandlungsangebot »wie aus einer Hand« Rechnung zu tragen. Jenseits der Bereitstellung der diagnostisch wie therapeutisch erforderlichen fachspezifischen Kenntnisse und Erfahrungen war dazu die Entwicklung und Umsetzung einer zuverlässigen transdisziplinären Kollaboration erforderlich.

Soll den psychischen und psychosomatischen Aspekten neurologischer Krankheit klinisch angemessen Rechnung getragen werden, muss sich das Verständnis des Krankheitsgeschehens vom üblichen »entweder-oder«

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 209 – 215 | <https://doi.org/10.14624/NR2504004> | © Hippocampus Verlag 2025

Psychotherapeutic neurology – an integrative psychotherapeutic treatment concept in neurorehabilitation

G. Birke, R. Schmidt, M. Jöbges, D. Klaasen van Husen

Abstract

Founded in 1993 at the Kliniken Schmieder in Constance, the Department of Psychotherapeutic Neurology has become an integral part of neurological rehabilitation. In 2010, a second department was established at the Kliniken Schmieder Gailingen.

A distinctive aspect of our treatment approach is integrating psychotherapeutic principles into neurological rehabilitation. Psychotherapy is considered essential for addressing the complex biopsychosocial conditions frequently encountered in neurological rehabilitation. Especially, when psychomental dysfunctions are the main cause of impairment, improving them can significantly contribute to restoring participation. This is particularly true for the broad spectrum of neurological-psychological comorbidity and functional neurological disorders. In addition to adding psychotherapeutic competence, integrating transdisciplinary meta-competence is also important for understanding and therapeutically influencing biopsychosocial interactions. This article provides an overview of the frequency and significance of comorbid neurological-psychological and functional neurological disorders, as well as rehabilitative treatment approaches.

Keywords: psychotherapeutic neurology, functional neurological disorders, neurological-psychological comorbidity

hin zu einem fallbezogen aktiv differenzierten »sowohls-auch« entwickeln – und schließlich zu einem »Was-denn-sonst noch?«. In der praktischen Umsetzung einer transdisziplinär integrierten Behandlung haben sich systemtheoretische Modelle und zumal das Arbeiten mit Bedingungsgefügen als hilfreich erwiesen, bei denen der Untersucher auch seine eigene Rolle und die seiner Modellbildungen in die Betrachtung mit einbezieht [45, 16, 40]. Idealtypisch beschreibt ein Bedingungsgefüge das Zusammenspiel »aller« Einflussfaktoren, aus dem heraus sich die jeweilige Symptomatik manifestiert. Über die medizinischen Sachverhalte hinaus sind die individuellen Erlebnis- und Verhaltensweisen, die Persönlichkeit und Lebensgeschichte und die familiäre und weitere soziale Lebenswelt des erkrankten Menschen zu erfassen, mitsamt dessen persönlichen Ressourcen und bevorzugten Bewältigungsstrategien – und spätestens bei chronischen Krankheitsverläufen der Behandlungskontext selbst. Aufbauend auf den Befunden und Beurteilungen aller Behandelnden wird dann, unter Einbeziehung der Vorstellungen des Erkrankten, gemeinsam geprüft, wie die jeweils erfassten potenziellen Einflussfaktoren sich gegenseitig verstärkend oder abschwächend in der Manifestation des Krankheitsgeschehens zusammenwirken könnten und welche diagnostischen und therapeutischen Erfordernisse sich daraus ergeben

(Abb. 1). Dazu gilt es unterschiedliche klinische Perspektiven einnehmen zu lernen – und dabei sowohl die eigenen Befunde und Beurteilungen konsequent zu vertreten als sie auch, komplementär zu anderen Sichtweisen, in ein übergreifendes und kohärentes, übergreifend abgestimmtes klinisches Vorgehen einzubinden. In einem aktiv gestalteten, repetitiven Wechsel von Aufbau und Reduktion von Komplexität schälen sich so – orientiert an der klinischen Entwicklung, die als Feedback dient – die im Einzelfall nach und nach passenden – integrierten – Einzel- und Team-Behandlungen heraus [40].

Alle Fragen und Probleme, die sich in einer individuellen Behandlung zeigen können, wirken sich auch übergreifend auf das gesamte Team aus. Unterschiedliche, oft diametral entgegengesetzte Einschätzungen der diagnostischen Einordnung und der therapeutischen Notwendigkeiten sind geradezu typisch, aber auch Bewertungen der Person des Betroffenen – und auch der anderen Teammitglieder. Umso wichtiger sind reguläre Supervisionsangebote mit der Möglichkeit, sowohl fall- wie teambezogen miteinander ins Gespräch zu kommen. Dazu gilt es insbesondere, sich über die Erzählungen und Verhaltensweisen der Patientinnen und Patienten auszutauschen und einen Raum zu bieten, in dem auch belastende Inhalte zur Sprache gebracht werden können. Zu einem gemeinsamen Training, wie sich das eigene spontane Erleben klinisch nutzen lässt und wie sich therapeutische Beziehungen aktiv gestalten lassen, bietet jeder Behandlungsfall die Gelegenheit. Gemeinsam erarbeiten und trainieren lassen sich auch die in der Begegnung mit Patientinnen und Patienten erforderlichen kommunikativen Kompetenzen und Techniken. Übergreifend gilt es im eigenen Tun eine aktive Neugier und eine respektvolle Respektlosigkeit zu leben [7] – in der Begegnung mit Patientinnen und Patienten, im Team und den eigenen Verständnis- und Handlungsmodellen gegenüber. Gewinn eines solchen Vorgehens aber ist eine Medizin, die »mehrdimensional, integrativ oder pluri-perspektiv«, in dem Verzicht auf die eine umfassende Erklärung, Wege zu einem umfassenden Verständnis von Krankheit und krankem Menschen erst eröffnet [51] (Abb. 1).

Behandlungskonzept innerhalb der Psychotherapeutischen Neurologie

Im Behandlungsprogramm der psychotherapeutischen Neurologie bei den Kliniken Schmieder spielen neben einer hohen neurologischen Fachexpertise psychosomatisch-psychotherapeutische, psychiatrische und soziale Aspekte eine große Rolle in der Diagnostik und Therapie dieser Rehabilitandinnen und Rehabilitanden. Im Sinne eines integrierenden biopsychosozialen Modells stehen diagnostisch neben somatischen Aspekten funktionelle und psychosoziale bzw. systemische initial im Vordergrund der Evaluation. Therapeutisch werden die klassischen neurologischen Funktionstherapien durch psycho-

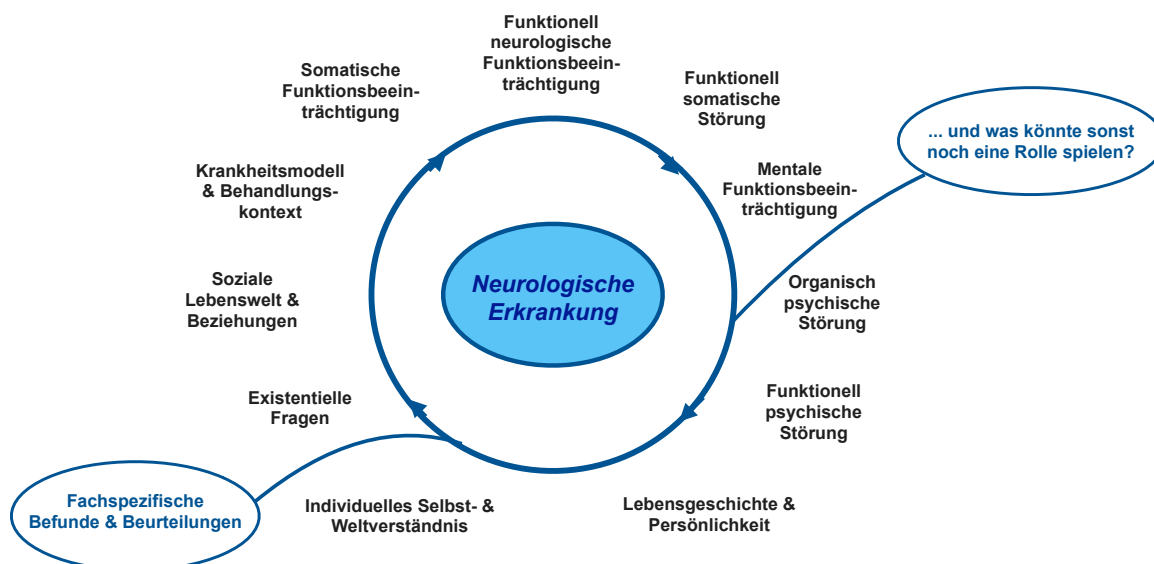


Abb. 1: Die Arbeit mit komplexen Bedingungsgefügen

therapeutische Einzel- und Gruppentherapieangebote, Kreativtherapien (Gestaltungs-, Musik-, Körpertherapien), Entspannungsmaßnahmen, achtsamkeitsfokussierten Therapien sowie bei entsprechender Konstellation traumafokussierten Therapieanteilen ergänzt. Wenn indiziert, wird psychopharmakologisch behandelt. Die duale fachärztlich neurologische sowie psychiatrisch-psychotherapeutische Behandlungsleitung sowie der Zugang zu den klassischen neurologischen Funktionstherapien wie Logopädie, Neuropsychologie, Physio- und Ergotherapie stellt ein zentrales Unterscheidungsmerkmal zu klassischen psychosomatischen und psychiatrischen Behandlungskonzepten dar.

Psychotherapeutisch sind gemäß einem eklektischen Ansatz neben psychodynamischen Aspekten, kognitiv-behaviorale und systemische Konzeptbildungen tragend. Das Behandlungsteam besteht aus entsprechend geschulten psychologischen Psychotherapeuten, Ärzten für Psychiatrie und Psychotherapie, psychotherapeutisch erfahrenen Neurologen und geschulten Pflegekräften sowie Kreativtherapeuten. Ebenfalls werden die weiteren in den Behandlungsprozessen beteiligten Berufsgruppen psychotherapeutisch geschult. Insbesondere die enge Einbeziehung der Physiotherapie und Ergotherapie sowie fallbezogen der Logopädie und Berufstherapie hat sich in unsere Behandlungsstruktur insbesondere bei psychisch schwerer erkrankten Patienten sehr bewährt. Damit wurden und werden Kompetenzen des Rehateams entwickelt, multipel komorbid belastete Rehabilitandinnen und Rehabilitanden sozialmedizinisch einzuschätzen und Lösungen zur Wiederherstellung von Teilhabe zu finden.

Innerhalb des Behandlungskonzeptes kommen sowohl indikationsübergreifende Psychotherapiegruppen wie auch indikationsspezifische Gruppenangebote

wie eine Gruppe für funktionell-neurologische Störungen [22, 21] sowie Gruppenangebote, die die krankheitsspezifischen Aspekte der psychischen Krankheitsverarbeitung für beispielsweise Multiple Sklerose, Schlaganfall oder Post-Covid beinhaltet, zum Tragen. Durch die Integration der Abteilung Psychotherapeutische Neurologie in eine neurologische Rehabilitationsklinik finden alle Gruppentherapien bis auf den psychotherapeutischen Bereich bereichsübergreifend statt. Dies trägt zu einer Entstigmatisierung der psychischen Komorbiditäten bei, stärkt die Reintegration sowie das Selbstwirksamkeitserleben und eröffnet auch Rehabilitandinnen und Rehabilitanden aus der üblichen neurologischen Rehabilitation neue, für die Bewältigung ihres Leidens hilfreiche Sichtweisen.

Ausblick

Der integrative psychotherapeutisch-neurologische Ansatz in der Neurorehabilitation besteht bei den Kliniken Schmieder nun seit mehr als 32 Jahren. Aus als Pionierarbeit begonnener praktischer psychotherapeutischer Tätigkeit innerhalb der Neurologie ist inzwischen nicht nur ein breiter klinischer Erfahrungsschatz gewachsen, sondern parallel dazu eine immer größer werdende wissenschaftliche Evidenz, die zu einem besseren Krankheitsverständnis, aber auch zu sich stetig weiter differenzierenden Therapiekonzepten für Menschen mit neurologischen Erkrankungen und psychotherapeutischem Behandlungsbedarf beiträgt. Der integrierte Behandlungsansatz in der Psychotherapeutischen Neurologie überwindet die sonst im Gesundheitswesen übliche geteilte, sektorale Zuständigkeit von neurologisch und psychotherapeutisch Tätigen und stellt mit seinem transdisziplinären Behandlungsansatz eine »pragmatische integrierte Somatopsychosomatik« dar.

Die Notwendigkeit, dualistisches Denken und auch therapeutisches Handeln in der Kategorie »entweder somatisch oder psychisch« zu verlassen, ergibt sich auch aus den Veränderungen von Diagnose- und Erkrankungsmodellen z. B. im ICD 11, der den im ICD 10 großen Bereich der Somatisierungs- und somatoformen Störungen neu sortiert und auch die Diagnose der Funktionellen Neurologischen Störung von Konzepten der Psychogenese entkoppelt. Zukünftig wird eine dualistische Betrachtung der Beschwerdeätiologie (z. B. Ausschluss organischer Ursachen bei chronischen Schmerzstörungen, Forderung psychischer Ursachen bei dissoziativen und somatoformen Störungen) nicht mehr gefordert sein [19]. Die Diagnose funktionell-neurologischer Störungen hat sich von der Ausschlussdiagnose hin zur Positivdiagnose an Hand von charakteristischen klinischen Zeichen entwickelt [14, 35]. Vorbestehende, auf eine Psychogenese ausgerichtete Krankheitsmodelle wurden grundlegend verändert, hin zu einem komplexen, multifaktoriellen Denken, in dem für das Verstehen und Behandeln biologische, psychische und soziale Faktoren mit ihren wechselseitigen Interaktionen bedeutsam sind.

Neben dem zunehmend verbesserten Verständnis von beteiligten neuronalen Netzwerken ist auch die Entwicklung von neuen kooperativen Behandlungsnetzwerken für die Versorgung der Betroffenen von hoher Relevanz. Dies erfordert ein hohes Maß an interdisziplinärer und sektorenübergreifender Kooperation [35]. Vor diesem Hintergrund hat sich 2022 in Konstanz auch die Arbeitsgemeinschaft Funktionelle Neurologische Störungen – AG FNS gegründet, die die Sektoren- und Berufsgruppen übergreifende Vernetzung sowie den wissenschaftlichen Austausch von Behandlern von Menschen mit Funktionellen Neurologischen Störungen fördert. Dies wird zukünftig mitunter die Vor- und Weiterbehandlung außerhalb des stationären rehabilitativen Settings verbessern.

Weitere Entwicklungen werden in den nächsten Jahren auch im Kontext der Digitalisierung stehen mit den daraus entstehenden Möglichkeiten, stationäre Rehabilitation mit ambulanter Weiterbetreuung stärker zu verzahnen und damit den Transfer von in der Rehabilitation erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten nach Hause zu erleichtern. Wichtig wird auch zukünftig die wissenschaftliche Begleitung der Therapiekonzepte sein, sodass im Sinne eines lernenden Systems laufend Erkenntnisse aus der klinischen Arbeit mit den Betroffenen in neue Behandlungskonzepte überführt werden können. Vor dem Hintergrund des großen Bedarfs an psychotherapeutischer Arbeit mit neurologischen Rehabilitandinnen und Rehabilitanden und der wachsenden Evidenz für Behandlungserfolge wird weiterhin die Unterstützung der Kostenträger wichtig sein, um spezialisierte Behandlungsmodelle mit ihren strukturellen und prozessualen Besonderheiten weiter zu ermöglichen.

Literatur

1. Anzellotti F, Dono F, Evangelista G et al. Psychogenic Non-epileptic Seizures and Pseudo-Refractory Epilepsy, a Management Challenge. *Front Neuro* 2020; 11
2. Aybek S, Perez DL. Diagnosis and management of functional neurological disorder. *BMJ* 2022; 376: e064
3. Barnett C, Davis R, Mitchell C, Tyson S. The vicious cycle of functional neurological disorders: a synthesis of healthcare professionals' views on working with patients with functional neurological disorder. *Disabil Rehabil* 2022; 44(10):1802–1811
4. Barsky AJ, Orav EJ, Bates DW. Somatization Increases Medical Utilization and Costs Independent of Psychiatric and Medical Comorbidity. *Arch Gen Psychiatry* 2005; 62(8): 903
5. Buse DC, Silberstein SD, Manack AN et al. Psychiatric comorbidities of episodic and chronic migraine. *J Neurol* 2013; 260(8): 1960–1969
6. Cai H, Cai B, Zhang H et al. Major depression and small vessel stroke: a Mendelian randomization analysis. *J Neurol* 2019; 266(11): 2859–2866
7. Cecchin G. Zum gegenwärtigen Stand von Hypothesisieren, Zirkularität und Neutralität: Eine Einladung zur Neugier. *Familiendynamik* 1988; 13: 190–203
8. Cumming TB, Packer M, Kramer SF, English C. The prevalence of fatigue after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Int J Stroke* 2016; 11(9): 968–977
9. Diniz BS, Butters MA, Albert SM et al. Late-life depression and risk of vascular dementia and Alzheimer's disease: systematic review and meta-analysis of community-based cohort studies. *Br J Psychiatry* 2013; 202(5): 329–335
10. Dollenberg A, Moeller S, Lücke C et al. Prevalence and influencing factors of chronic post-traumatic stress disorder in patients with myocardial infarction, transient ischemic attack (TIA) and stroke – an exploratory, descriptive study. *BMC Psychiatry* 2021; 21(1): 295
11. Dresler T, Caratozzolo S, Guldorf K et al. Understanding the nature of psychiatric comorbidity in migraine: a systematic review focused on interactions and treatment implications. *J Headache Pain* 2019; 20(1): 51
12. Egede LE. Major depression in individuals with chronic medical disorders: prevalence, correlates and association with health resource utilization, lost productivity and functional disability. *Gen Hosp Psychiatry* 2007; 29(5): 409–416
13. Epp N, Lautenschläger T. Forcierte Bewältigung - Eine Typusbeschreibung. [University Constance] 2018
14. Espay AJ, Aybek S, Carson A et al. Current Concepts in Diagnosis and Treatment of Functional Neurological Disorders. *JAMA Neurol* 2018; 75(9): 1132
15. Franz A. Psychological aspects of medicine. *Psychosom Med* 1939; 1(1)
16. Glatzel P. Allgemeine Systemtherapie – Überlegungen zu einer universellen Therapietheorie und ihrer Anwendung auf die psychotherapeutische Praxis. *Fortschritte der Neurologie Psychiatrie* 1995; 63(02): 49–58
17. Gold SM, Köhler-Forsberg O, Moss-Morris R et al. Comorbid depression in medical diseases. *Nat Rev Dis Primer* 2020; 6(1): 69
18. Hallet M, Stone J, Carsons A. *Functional Neurologic Disorders*. Amsterdam, New York: Elsevier 2016
19. Hausteiner-Wiehle C, Roenneberg C, Sattel H, Henningsen P. Funktionelle Körperbeschwerden in der ICD-11: Die Richtung stimmt, aber es gibt noch viel zu tun. *Ärztliche Psychotherapie* 2021; 16(3): 156–162
20. Hedlund M, Zetterling M, Ronne-Engström E et al. Depression and post-traumatic stress disorder after aneurysmal subarachnoid haemorrhage in relation to lifetime psychiatric morbidity. *Br J Neurosurg* 2011; 25(6): 693–700
21. Joos A, Halmer R, Leiprecht N et al. Funktionelle neurologische Störungen: Update und Beispiel einer integrierten stationären Behandlung unter Nutzung der Spiegeltherapie. *Nervenarzt* 2020; 91(3): 252–256
22. Joos A, Leiprecht N, Wiesand K et al. Integrated inpatient rehabilitation for patients with Functional Neurological Symptom Disorder (FNSD) – A specific group therapy. *J Psychosom Res* 2019; 120: 102–104
23. Köhler-Forsberg O, Stiglbauer V, Brasanac J et al. Efficacy and Safety of Antidepressants in Patients With Comorbid Depression and Medical Diseases. *JAMA Psychiatry* 2023; 80(12): 1196
24. Leo RJ, Singh J. Migraine headache and bipolar disorder comorbidity: A systematic review of the literature and clinical implications. *Scand J Pain* 2016; 11(1): 136–145
25. Miguel C, Karyotaki E, Ciharova M et al. Psychotherapy for comorbid depression and somatic disorders: a systematic review and meta-analysis. *Psychol Med* 2023; 53(6): 2503–2513
26. Moussavi S, Chatterji S, Verdes E et al. Depression, chronic diseases, and decrements in health: results from the World Health Surveys. *The Lancet* 2007; 370(9590): 851–858

27. O'Toole MS, Bovbjerg DH, Renna ME et al. Effects of psychological interventions on systemic levels of inflammatory biomarkers in humans: A systematic review and meta-analysis. *Brain Behav Immun* 2018; 74: 68–78
28. Oliva Ramirez A, Keenan A, Kalau O et al. Prevalence and burden of multiple sclerosis-related fatigue: a systematic literature review. *BMC Neurol* 2021; 21(1): 468
29. Pan A, Okereke OI, Sun Q et al. Depression and Incident Stroke in Women. *Stroke* 2011; 42(10): 2770–2775
30. Perez DL, Edwards MJ, Nielsen G et al. Decade of progress in motor functional neurological disorder: continuing the momentum. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2021; 92(6): 668–677
31. Perkins JD, Wilkins SS, Kamran S, Shuaib A. Post-traumatic stress disorder and its association with stroke and stroke risk factors: A literature review. *Neurobiol Stress* 2021; 14: 100332
32. Pieper L, Schulz H, Klotsche J et al. Depression als komorbide Störung in der primärärztlichen Versorgung. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2008; 51(4): 411–421
33. Piliavska K, Dantlgraber M, Dettmers C et al. Functional neurological symptoms are a frequent and relevant comorbidity in patients with multiple sclerosis. *Front Neurol* 2023; 14
34. Polick CS, Polick SR, Stoddard SA. Relationships between childhood trauma and multiple sclerosis: A systematic review. *J Psychosom Res* 2022; 160: 110981
35. Popkirov S, Hoheisel M. Funktionelle neurologische Störungen: Vom Stigma der Hysterie lösen. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 8496
36. Popkirov S. Funktionelle neurologische Störungen: Erkennen, verstehen, behandeln. Berlin, Heidelberg: Springer 2020
37. Prigatano GP. 1994 Sheldon Berrol, MD, Senior Lectureship. The problem of lost normality after brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 1995; 10(3): 88–95
38. Pun P, Frater J, Broughton M et al. Psychological Profiles and Clinical Clusters of Patients Diagnosed With Functional Neurological Disorder. *Front Neurol* 2020; 11
39. Rizzo M, Creed F, Goldberg D et al. A systematic review of non-pharmacological treatments for depression in people with chronic physical health problems. *J Psychosom Res* 2011; 71(1): 18–27
40. Schmidt R, Krauß B, Schörner K, Lütgehetmann R. Vom »entweder-oder« zum »sowohl als auch«: Die integrierte Versorgung komorbider neurologischer und funktionell psychischer Störungen im neurologischen Fach- und Rehabilitationskrankenhaus. *Neurol Rehabil* 2007; 13: 51–60
41. Schmidt R, Krauß B, Weiß M. Psychotherapie komorbider psychischer Störungen bei MS. *Neurol Rehabil* 2006; 12: 214–223
42. Schmidt R, Löttgen J, Bösch J, Petrovici M. Psychotherapie in der Neurologie. *Praxis der Klinischen Verhaltensmedizin und Rehabilitation* 2001; 14: 280–287
43. Schmidt R, Löttgen J, Lütgehetmann R. Chronizität und chronifiziertes Krankheitsverhalten: Die pragmatische Integration medizinisch-somatischer und psychosomatisch-psycho-sozialer Ansätze als Ausgangspunkt erneuter Entwicklung. *Praxis der Klinischen Verhaltensmedizin und Rehabilitation* 1995; 8: 193–197
44. Schmidt R, Piliavska K, Maier-Ring D et al. Psychotherapie in der neurologischen Rehabilitation. *Aktuelle Neurologie* 2017; 44(08): 578–585
45. Schmidt R. Neurologie. In: Kruse JL W, Schneider A, Söllner, Waller C, Weidner K, Zipfel S (Hrsg.). *Uexküll, Psychosomatische Medizin*. 9. Edition ed: Elsevier 2025: 916–925
46. Schneider ALC, Ling G. Associations of TBI, PTSD, and depression with dementia risk among female military veterans. *Neurology* 2019; 92(3): 117–118
47. Song TJ, Cho SJ, Kim WJ et al. Anxiety and depression in probable migraine: A population-based study. *Cephalalgia* 2017; 37(9): 845–854
48. Stone J, Carson A, Duncan R et al. Who is referred to neurology clinics?—The diagnoses made in 3781 new patients. *Clin Neurol Neurosurg* 2010; 112(9): 747–751
49. Tang WK, Wang L, Tsoi KKF et al. Personality changes after subarachnoid hemorrhage: A systematic review and meta-analysis. *J Psychosom Res* 2022; 156: 110762
50. van Straten A, Geraedts A, Verdonck-de Leeuw I et al. Psychological treatment of depressive symptoms in patients with medical disorders: A meta-analysis. *J Psychosom Res* 2010; 69(1): 23–32
51. Wesiack W. Einführung in die psychosomatische Medizin. (Die Krankheitslehre der Psychoanalyse). Stuttgart: S. Hirzel Verlag 1989
52. Williams S, Southall C, Haley S et al. To the emergency room and back again: Circular healthcare pathways for acute functional neurological disorders. *J Neurol Sci* 2022; 437: 120251
53. Young CA, Mills R, Rog D et al. Quality of life in multiple sclerosis is dominated by fatigue, disability and self-efficacy. *J Neurol Sci* 2021; 426: 117437
54. Zarei MR, Shabani M, Chamani G et al. Migraine patients have a higher prevalence of PTSD symptoms in comparison to chronic tension-type headache and healthy subjects: a case-control study. *Acta Odontol Scand* 2016; 74(8): 633–635

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Gunnar Birke
Leitender Abteilungsarzt Psychotherapeutische Neurologie
Kliniken Schmieder Gailingen
Auf dem Berg 1
78262 Gailingen am Hochrhein
Tel: 07734 86 2269
g.birke@kliniken-schmieder.de

Elektrophysiologie bei funktionellen Bewegungsstörungen

J. Liepert^{1,2}

¹ Lurija Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung

² Neurorehabilitation, Kliniken Schmieder Allensbach

Zusammenfassung

Für die Diagnostik und Untersuchungen zur Pathophysiologie von funktionellen Bewegungsstörungen leisten elektrophysiologische Verfahren einen wichtigen Beitrag. Hinweise für eine funktionelle Genese von Symptomen sind Inkonsistenz und Inkongruenz der Beschwerden. Diese lassen sich z.T. elektrophysiologisch erfassen. Als Beispiele diagnostischer Untersuchungen seien eine differenzierte elektromyographische Analyse bei funktionellem Tremor und der Nachweis eines Bereitschaftspotentials vor einem Myoklonus sowie die Erholungszeit der R2-Komponente

des Blinkreflexes bei Blepharospasmus genannt. In pathophysiologischer Hinsicht konnten insbesondere eine paradoxe Inhibition der Erregbarkeit des motorischen Systems bei Bewegungsvorstellung und Interaktionen zwischen der Bearbeitung emotionaler Stimuli und Aktivitätsänderungen in sensomotorischen Kortexarealen nachgewiesen werden. Zusammen mit Erkenntnissen aus funktionell-bildgebenden Verfahren lassen sich somit Hirnaktivitäts-Änderungen bei funktionellen Bewegungsstörungen darstellen.

Schlüsselwörter: funktionelle Bewegungsstörung, Elektrophysiologie, Tremor, Myoklonus, Dystonie

Einführung

Funktionelle Bewegungsstörungen (FBS) weisen eine breite Symptom-Palette auf: Die häufigste Manifestation ist der funktionelle Tremor [25]. Als weitere Symptome können spastisch oder schlaff aussehende Paresen, Sensibilitätsstörungen, Myokloni, Dystonien, epilepsie-artige Symptome und Gangstörungen auftreten [4]. Die Diagnose einer FBS setzt voraus, dass keine die Symptomatik erklärende Schädigung des peripheren oder zentralen Nervensystems gefunden wurde. Diese »Negativ-Definition« ist jedoch nicht mehr ausreichend [1]. Aktuelle Definitionen betonen »eine nicht bewusst beeinflussbare Verzerrung der Körperwahrnehmung und der Bewegungskontrolle entlang evolutionsbiologisch angelegter oder durch Lernvorgänge erworbener Muster« [22]. Die klinische Untersuchung gibt oftmals Hinweise auf zwei Besonderheiten: Zum einen besteht eine Inkonsistenz des Symptoms über die Zeit, wie z. B. ein in Frequenz und Lokalisation stark schwankender Tremor, der sich durch Ablenkung beeinflussen lässt. Zum anderen kann eine Inkongruenz bestehen, womit gemeint ist, dass das Symptom Grundregeln von Anatomie und Physiologie verletzt [5, 24].

»Klassische« elektrophysiologische Verfahren wie die Elektroenzephalographie (EEG), Evozierte Potentiale wie die somatosensibel evozierten Potentiale (SSEP) oder durch Transkranielle Magnetstimulation (TMS) generierte motorisch evozierte Potentiale (MEP) sind typischerweise ohne pathologischen Befund. Es gibt allerdings durchaus spezifischere neurophysiologische Verfahren, die abnorme Befunde ergeben und so eine diagnostische oder auch pathophysiologische Bedeutung bekommen.

Dieser Beitrag greift solche neurophysiologischen Techniken auf; der Schwerpunkt liegt im Bereich der Neurophysiologie, nicht der (funktionellen) Bildgebung.

Elektrophysiologie bei funktioneller muskulärer Schwäche und bei somatosensiblen Defiziten

Bei Patienten mit funktionellen Bewegungsstörungen sollte die Untersuchung der zentralen motorischen Bahnen und peripheren Nerven normale Ergebnisse liefern (u. a. [9, 12]).

Typischerweise berichten FBS-Patienten von der Unfähigkeit, aktive, selbstinitiierte Bewegungen auszuführen, ohne erklären zu können, was diese Bewegungen verhindert. Dies deutet auf das Vorhandensein einer motorischen Hemmung hin. Um diese Hypothese weiter zu untersuchen, wurde die motorische Erregbarkeit während einer motorischen Vorstellungsaufgabe getestet. Bei gesunden Probanden führt die Vorstellung einer Bewegung zu einem erheblichen, für die Aufgabe spezifischen Anstieg der kortikospinalen Erregbarkeit der an der vorgestellten Bewegung beteiligten Muskeln (z. B. [6, 27]). In zwei Studien unserer Arbeitsgruppe [17, 18] wurden FBS-Patienten mit einer einseitigen funktionellen Parese aufgefordert, sich die Adduktion des Zeigefingers vorzustellen. MEP-Aufzeichnungen erfolgten vom M. interosseus dorsalis I sowohl in einer Ruhebedingung als auch während der Bewegungsvorstellung. Im Vergleich zur Kontrollbedingung (Ruhe) zeigten die Patienten eine Abnahme der MEP-Amplituden, während sie sich eine Bewegung des Zeigefingers auf der betroffenen Seite vorstellten. Dies deutet auf einen »aktiven« hemmenden Prozess hin und war sowohl

bei Patienten mit schlaffer Parese als auch bei Patienten mit fixierter Dystonie vorhanden. Diese Erkenntnis zeigt, dass die klinische Präsentation weniger relevant für das beobachtete Phänomen ist. Sowohl schlaffe als auch dystone Bewegungsstörungen scheinen denselben Hemm-Mechanismus zu teilen. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass bei einigen Patienten auch die klinisch nicht betroffene Seite während der motorischen Vorstellung eine signifikant geringere Erhöhung der motorischen Erregbarkeit zeigte als die gesunde, alterskorrigierte Kontrollgruppe. Dies unterstützt die Idee einer zugrunde liegenden generalisierten Hemmung. Natürlich können die TMS-Ergebnisse nicht unterscheiden, aus welchen Gehirnarealen diese motorische Hemmung stammt. Neuroimaging-Daten unterstützen die Vorstellung, dass das dorsale anteriore Cingulum, dorsolaterale präfrontale sowie inferiore frontale Kortex-Areale am kognitiven Kontrollmechanismus und der motorischen Hemmung sowie das supplementäre motorische Areal am motorischen Planen beteiligt sind [21].

In einer weiteren Studie [19] wurde die motorische Erregbarkeit während der motorischen Vorstellung und der Beobachtung von Bewegungen bei FBS-Patienten mit einer funktionellen Schwäche eines oder beider unteren Extremitäten untersucht. Ähnlich wie bei den Ergebnissen in den oberen Extremitäten war die Vorstellung einer Dorsalextension des Fußes mit einer Reduktion der MEP-Amplitude im Vergleich zur TMS-Aufzeichnung im Ruhezustand verbunden. Im Gegensatz dazu führte die Beobachtung einer Bewegung zu einem Anstieg der motorischen Erregbarkeit, der mit dem von gesunden Probanden vergleichbar war (**Abb. 1**). Diese Erkenntnis legt nahe, dass die Perspektive (erste oder dritte Person) für das Auftreten einer motorischen Hemmung bei FBS-Patienten relevant sein könnte.

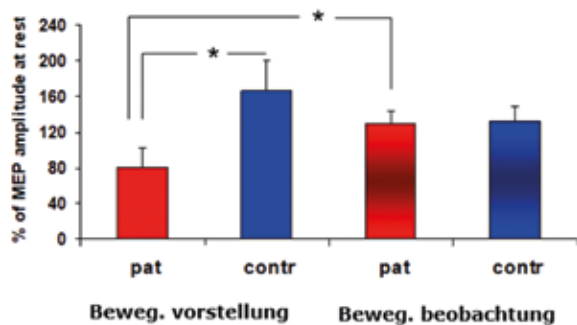


Abb. 1: Dargestellt werden die Amplituden motorisch evozierter Potentiale während einer Bewegungsvorstellungsaufgabe und einer Bewegungsbeobachtungsaufgabe. Die Amplituden werden als Prozent einer Ruhebedingung angegeben. Pat: Patienten mit funktioneller Parese einer unteren Extremität (n=6); Contr: Gesunde Kontrollpersonen (n=6). *: $p < 0,05$. Abbildung modifiziert nach [19]

Bei FBS-Patienten wurden weitere MEP-Abnormalitäten gefunden: Veränderungen der MEP-Amplituden als Reaktion auf ein auditives Signal wurden bei FBS-Patienten und gesunden Kontrollpersonen untersucht.

Nach dem Signal wurden die Probanden aufgefordert, muskuläre Kontraktionen durchzuführen, während TMS angewendet wurde. Die MEP-Amplituden zeigten bei FBS-Patienten eine signifikant höhere Variabilität. Die Autoren präsentierten diese Ergebnisse als Variationskoeffizienten und schlugen vor, dass diese Variabilität ein unterstützender Parameter für die Diagnose von FBS ist [20].

In einer anderen Studie [2] wurde die Veränderung der MEP-Dauer durch eine willkürliche Muskelkontraktion untersucht. Typischerweise nehmen unter Vorinnervation MEP-Amplitude und MEP-Dauer zu. In einer retrospektiven Datenanalyse wurde die Veränderung der MEP-Dauer während freiwilliger Kontraktion bei fünf FBS-Patienten untersucht und als abwesend befunden. Diese interessante Erkenntnis sollte prospektiv untersucht werden.

Zusammenfassend zeigen TMS-Untersuchungen bei FBS-Patienten mehrere Anomalien, die auf eine Hemmung der motorischen Erregbarkeit hinweisen, die vermutlich im motorischen Kortex auftritt [4].

Typischerweise sind SSEPs, die durch wiederholte elektrische Stimulation des N. medianus oder des N. tibialis erhalten werden, bei FBS-Patienten unauffällig und dienen als Indikator für intakte somatosensorische Bahnen, was die Annahme einer funktionellen und nicht strukturellen Beeinträchtigung bei diesen Patienten unterstützt (z. B. [9, 11, 14]). Allerdings berichten mehrere Publikationen über transiente Anomalien in der Form oder Amplitude der kortikalen SEPs. Levy u. Mushin [16] veröffentlichten SSEP-Aufzeichnungen bei neun FBS-Patienten und fanden niedrigere kortikale SEP-Amplituden bei Stimulation des N. medianus mit einer Stimulusintensität nahe der Schwelle. Eine Erhöhung der Stimulusintensität war mit einer Normalisierung der SSEP-Amplitude verbunden. SEPs normalisierten sich auch nach der Erholung. Yazici et al. [30] berichteten von zwei FBS-Patienten mit schweren Gangstörungen und einem fast vollständigen Verlust der kortikalen SSEPs. Nach der Erholung normalisierten sich die kortikalen SSEPs. In einem ähnlichen Fall wurde bei einem 12-jährigen FBS-Patienten ein transienter Verlust der kortikalen SSEPs berichtet [31], der nach dem Abklingen der Symptome wieder normal wurde. Powell et al. [23] präsentierten den Fall eines 22-jährigen Mannes mit der Diagnose FBS und einer transienten Latenzverzögerung sowie einer Amplitudenreduktion des Tibialis-SSEPs. Andere Forscher stellten jedoch die rein funktionelle Herkunft dieses Befundes in Frage und argumentierten, dass FBS oft mit anderen neurologischen Störungen assoziiert ist, die eine transiente Demyelinisierung verursacht haben könnten [10].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mehrere Berichte auf passagere Abnormalitäten der kortikalen SEPs hinweisen. In fast allen Fällen wurde eine Abnahme der Potentialamplitude gefunden, was auf eine Hemmung hinweist. Die Tatsache, dass diese Anomalien innerhalb weniger Tage (nach klinischer Erholung) reversibel waren, unterstützt die Idee eines funktionel-

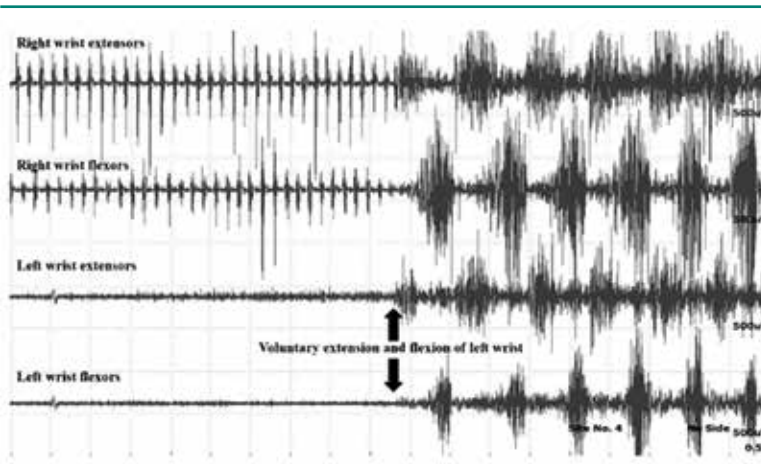


Abb. 2: Multikanal-Oberflächen-EMG, das die Beeinflussbarkeit bei einem Patienten mit einseitigem funktionellem Tremor einer oberen Gliedmaße zeigt. Die Tremorfrequenz ändert sich nach einmaliger willkürlicher Flexion und Extension im Handgelenk. Abbildung aus [13]

(MEG)-Untersuchung, dass FBS-Patienten bei einer Emotions-Regulations-Aufgabe (die Patienten sahen unangenehme Fotos und sollten die hierbei entstehende Emotionen durch eine kognitive Neubewertungs-Strategie kontrollieren) eine (im Vergleich zu Gesunden) fehlende Modulation frontaler Netzwerke aufwiesen, dafür aber eine verstärkte Modulation im senso-motorischen Netzwerk [7].

Elektrophysiologie bei funktionellem Tremor:

Die mittels Oberflächenelektroden durchgeführte Tremor-Analyse erfolgt unter unterschiedlichen Bedingungen: Neben einer Ableitung in Ruhe wird das EMG unter Halteaktivität und während unterschiedlicher Bewegungen und unter Ablenkung aufgezeichnet. Besonders wichtig sind z.B. ballistische Bewegungen der kontralateralen (idealerweise nicht betroffenen) Extremität, aber auch »tapping« als rhythmischer Bewegungsablauf. Typischerweise führt eine kontralaterale ballistische Bewegung zu einer kurzen Unterbrechung des Tremors der betroffenen Seite. Eine rhythmische Bewegung der nicht-betroffenen Seite führt typischerweise zu einer Anpassung der Tremorfrequenz an die kontralaterale willkürlich generierte Bewegung. Zudem kann bei Tremor-Analysen ein Ko-Aktivierungszeichen beobachtet werden. Hierbei kommt es zu einer gleichzeitigen Ko-Kontraktion von Agonist und Antagonist, was bei anderen (»organischen«) Tremorformen nicht beobachtet wird [4]. Die Kombination verschiedener Elemente (»tapping«-Aufgabe mit unterschiedlichen Frequenzen, Tremor während ballistischer Bewegungen (**Abb. 2**), aktive oder passive Bewegungen der kontralateralen Extremität (**Abb. 3**), tonische Ko-Aktivierung, Kohärenzanalyse, Zunahme der Tremor-Amplitude unter Gewichtsbelastung) kann einen funktionellen Tremor mit einer Spezifität von 95,9% und einer Sensitivität von 89,5% identifizieren [26].

Elektrophysiologie beim Myoklonus

Myokloni sind definiert als kurze unwillkürliche Muskelzuckungen, die einen kortikalen, subkortikalen oder spinalen Ursprung haben. Da es sich um unwillkürliche Bewegungen handelt, fehlt ihnen ein besonderes Bewegungs-assoziiertes kortikales Potential, nämlich das Bereitschaftspotential [15]. Es beginnt 1.500 bis 1.000 msec vor einer willkürlich generierten Bewegung. Zum Nachweis ist eine kombinierte Registrierung von EEG und EMG erforderlich, um dann durch Mittelung einer größeren Anzahl von Durchgängen das Bereitschaftspotential gegenüber der Hintergrund-EEG-Aktivität identifizieren zu können (**Abb. 4**). Falls somit ein Bereitschaftspotential vor einem Myoklonus nachgewiesen wird, ist hochwahrscheinlich, dass der Myoklonus willkürlich generiert wurde, was auf eine funktionelle Störung hinweist [13].

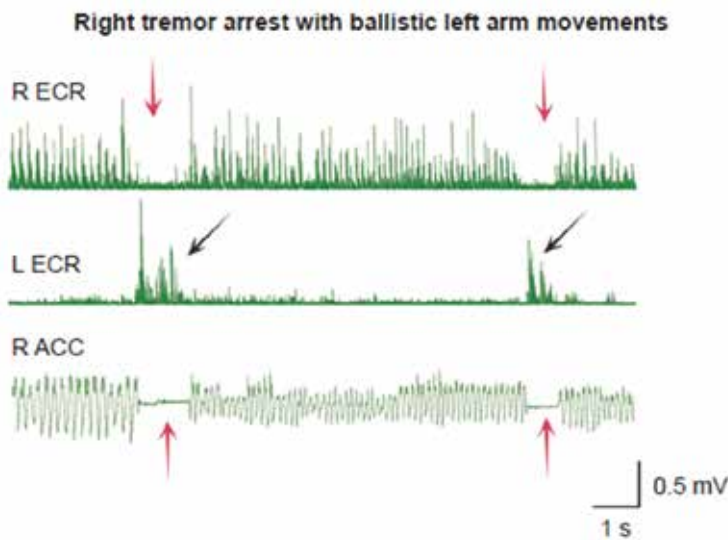


Abb. 3: Oberflächen-EMG-Ableitung bei einem Patienten mit funktioneller Bewegungsstörung. Kontralaterale ballistische Bewegungen führten zu einer vorübergehenden Pause des funktionellen Tremors. ECR: M. extensor carpi radialis; ACC: Beschleunigungssensor, am rechten Mittelfinger angebracht. R: rechts; L: links. Abbildung aus [3]

len und nicht eines strukturellen Defizits. Eine mögliche Erklärung für diese Befunde wurde von Vuilleumier et al. [29] präsentiert, die eine kontralaterale Hypoaktivierung der Basalganglien und des Thalamus bei FBS-Patienten mit einem einseitigen sensorimotorischen Verlust beschrieben.

Als besonders wichtige, bei FBS-Patienten hyperaktive Strukturen haben sich der ventromediale präfrontale Kortex, der Präcuneus und wahrscheinlich weitere limbische Strukturen wie die Amygdala herausgestellt; die Aktivierung primär motorischer und/oder somatosensibler Strukturen war hingegen beeinträchtigt. Diese Konstellation spricht für eine Störung der Selbst-Wahrnehmung und einen Einfluss von Emotionen [28]. Hierzu passend zeigte sich in einer Magnetoenzephalographie

Auch die Dauer der EMG-Aktivität kann auf eine funktionelle Störung hinweisen: Der »organische« Myoklonus hat in der Regel eine EMG-Dauer von <300 msec, kortikaler Myoklonus hat sogar eine Dauer <50 msec [3], somit weist ein Myoklonus >300 msec eher auf eine funktionelle Ursache hin. Allerdings kann eine Überlappung zum subkortikal generierten Myoklonus bestehen [3].

Elektrophysiologie bei Dystonien

Die elektrophysiologische Unterscheidung zwischen organischen und funktionellen Dystonien ist schwierig, da z.B. die Untersuchungen von TMS-Parametern, die die (kortikale) Erregbarkeit testen, wie das Ausmaß der Intrakortikalen Inhibition oder die Dauer der Silent Period, ähnliche Ergebnisse erbringen. Eine Differenzierung zwischen organischem und funktionellem Blepharospasmus als Form einer fokalen Dystonie ist durch die Untersuchung der Erholungszeit der R2-Komponente des Blinkreflexes möglich: Bei Interstimulusintervallen von <200 msec lässt sich eine R2-Komponente auf den zweiten Reiz nur bei organischem, nicht aber bei funktionellem Blepharospasmus ableiten [3, 13].

Elektrophysiologie bei Gangstörungen:

Für die Erfassung einer funktionellen Gangstörung existieren keine etablierten elektrophysiologischen Testungen. Es ist allerdings möglich, klinische Beobachtungen, die auf Inkonsistenz beruhen, apparativ besser zu quantifizieren und mit größerer Präzision sichtbar zu machen. Als Beispiel sei das Gleichgewicht im Rahmen von Single- und Dual Task-Aufgaben genannt. Physiologischerweise kommt es zu einer (tendenziellen) Verschlechterung der Balance bei Dual Task-Aufgaben. Bei funktionellen Gangstörungen ist hingegen zu erwarten, dass das Gleichgewicht während einer Dual Task-Aufgabe besser wird. Dieses lässt sich mit einer Posturometrie präziser erfassen als durch die reine klinische Beobachtung [4, 8].

Schlussfolgerungen

Elektrophysiologische Methoden eignen sich in vielen Fällen für eine Positiv-Diagnostik funktioneller Störungen in der Neurologie und Neurorehabilitation. Die hier vorgestellten Techniken sind in den elektrophysiologischen Untersuchungslaboren i.d.R. umsetzbar. Neben ihrem diagnostischen Wert können entsprechende Untersuchungsverfahren auch eine Verbesserung der Diagnoseakzeptanz bei den Betroffenen als wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Symptombehandlung begünstigen.

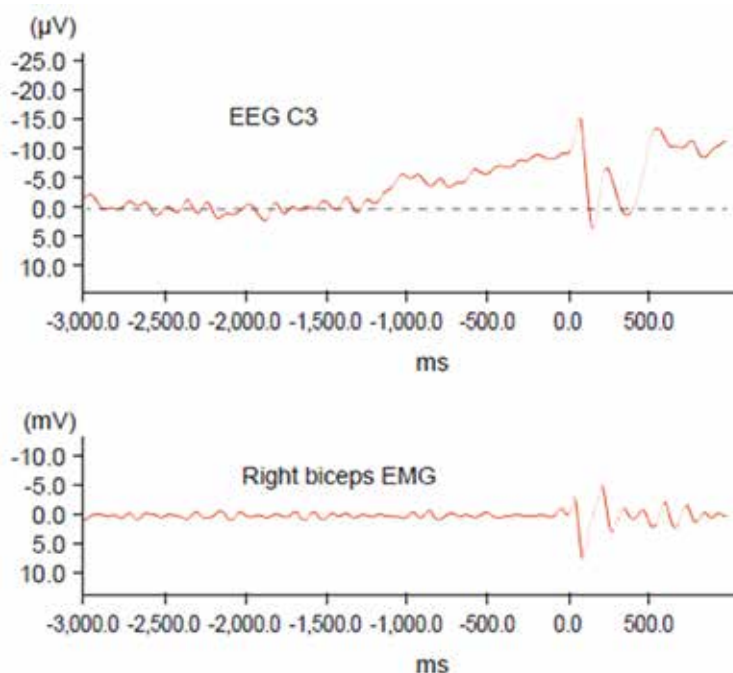


Abb 4: Beispiel eines Bereitschaftspotentials bei funktionellen Myoklonien. Aufzeichnungen von Elektroenzephalographie (EEG)-Signalen von der C3-Elektrode (obere Kurve) und EMG-Signalen des rechten M. biceps brachii (untere Kurve) von einem Patienten mit funktionellen Myoklonien des rechten Arms. Vierzig Versuche wurden gemittelt. Die EEG-Aufzeichnungen zeigen ein Bereitschaftspotential als langsames, negatives Potential mit einem Beginn etwa 1.500 ms vor dem Beginn des EMGs. Zeit 0 = Beginn des EMGs. Abbildung aus [3]

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 216 – 220 | <https://doi.org/10.14624/NR2504005> | © Hippocampus Verlag 2025

The role of functional imaging in neurological rehabilitation

J. Liepert

Abstract

Electrophysiological methods make an important contribution to the diagnosis and investigation of the pathophysiology of functional movement disorders. Indicators of a functional origin of symptoms include inconsistency and incongruence of the complaints. These can sometimes be detected electrophysiologically. Examples of diagnostic examinations include a detailed electromyographic analysis in functional tremor, the detection of a readiness potential before myoclonus, and the recovery time of the R2 component of the blink reflex in blepharospasm. In terms of pathophysiology, particularly, a paradoxical inhibition of the excitability of the motor system during movement imagination and interactions between the processing of emotional stimuli and activity changes in sensorimotor cortex areas have been demonstrated. Together with findings from functional imaging techniques, these allow for the visualization of brain activity changes in functional movement disorders.

Keywords: functional neuroimaging, neurological rehabilitation, reorganization

Literatur

1. Ballmaier M, Schmidt R. Conversion disorder revisited. *Funct Neurol* 2005; 20(3): 105–113
2. Brum M, Cabib C, Valls-Solé J. Clinical Value of the Assessment of Changes in MEP Duration with Voluntary Contraction. *Front Neurosci* 2016; 9: 505
3. Chen KS, Chen R. Principles of Electrophysiological Assessments for Movement Disorders. *J Mov Disord* 2020; 13(1): 27–38
4. Edwards MJ, Koens LH, Liepert J et al. Clinical neurophysiology of functional motor disorders: IFCN Handbook Chapter. *Clin Neurophysiol Pract* 2024; 9: 69–77
5. Espay AJ, Aybek S, Carson A et al. Current Concepts in Diagnosis and Treatment of Functional Neurological Disorders. *JAMA Neurol* 2018; 75(9): 1132–1341
6. Facchini S, Muellbacher W, Battaglia F et al. Focal enhancement of motor cortex excitability during motor imagery: a transcranial magnetic stimulation study *Acta Neurol Scand* 2002; 105(3): 146–151
7. Fiess J, Rockstroh B, Schmidt R, Steffen A. Emotion regulation and functional neurological symptoms: Does emotion processing convert into sensorimotor activity? *J Psychosom Res* 2015; 79(6): 477–483
8. Gandolfi M, Florio M, Geroi C et al. Motor dual task with eyes closed improves postural control in patients with functional motor disorders: A posturographic study. *Gait Posture* 2021; 88: 286–291
9. Hallett M. Neurophysiologic studies of functional neurologic disorders. In: Hallett M, Stone J, Carson A (eds.) *Functional Neurologic Disorders. Handbook of Clinical Neurology*, Vol 139. Amsterdam: Elsevier; 2016: 61–71
10. Hallett M, LaFaver K, Maurer CW et al Reader response: Therapeutic benefits of early electrophysiological testing in a functional neurology case. *Neurol Clin Pract* 2020; 10(6): e52.
11. Harvey SB, Stanton BR, David AS. Conversion disorder: towards a neurobiological understanding. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2006; 2(1): 13–20
12. Janssen BA, Theiler R, Grob D, Dvorak J. The role of motor evoked potentials in psychogenic paralysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995; 20(5): 608–11
13. Kamble N, Pal PK. Electrophysiology in Functional Movement Disorders: An Update. *Tremor Other Hyperkinet Mov (N Y)*.2023 Dec 26; 13: 49
14. Kaplan BJ, Friedman WA, Gravenstein D. Somatosensory evoked potentials in hysterical paraplegia. *Surg Neurol* 1985; 23(5): 502–506
15. Kornhuber HH, Deecke L. Brain potential changes in voluntary and passive movements in humans: readiness potential and reafferent potentials. *Pflügers Arch* 2016 Jul; 468(7): 1115–1124
16. Levy R, Mushin J. The somatosensory evoked response in patients with hysterical anaesthesia. *J Psychosom Res* 1973 Mar; 17(2): 81–84
17. Liepert J, Hassa T, Tüscher O, Schmidt R. Electrophysiological correlates of motor conversion disorder. *Mov Disord* 2008; 23(15): 2171–2176
18. Liepert J, Hassa T, Tüscher O, Schmidt R. Abnormal motor excitability in patients with psychogenic paresis. A TMS study. *J Neurol* 2009; 256(1): 121–126
19. Liepert J, Hassa T, Tüscher O, Schmidt R. Motor excitability during movement imagination and movement observation in psychogenic lower limb paresis. *J Psychosom Res* 2011; 70(1): 59–65
20. Popkirov S, Jungilligens J, Michaelis R. [Understanding and explaining functional movement disorders] *Nervenarzt* 2024 Jun; 95(6): 499–506
21. Morita H, Shimojima Y, Nishikawa N et al. Size variance of motor evoked potential at initiation of voluntary contraction in palsy of conversion disorder. *Psychiatry Clin Neurosci* 2008; 62(3): 286–292
22. Perez DL, Dworetzky BA, Dickerson BC et al. An integrative neurocircuit perspective on psychogenic nonepileptic seizures and functional movement disorders: neural functional unawareness. *Clin EEG Neurosci* 2015; 46(1): 4–15
23. Powell A, Hurelbrink CB, Hayes MW. Therapeutic benefits of early electrophysiological testing in a functional neurology case. *Neurol Clin Pract* 2019; 9(6): 532–4
24. Schmerler DA, Espay AJ. Functional dystonia. *Handb Clin Neurol* 2016; 139: 235–245
25. Schwingenschuh P, Espay AJ. Functional tremor. *J Neurol Sci* 2022 Apr 15; 435: 120208
26. Schwingenschuh P, Saifee TA, Katschnig-Winter P et al. Validation of »laboratory-supported« criteria for functional (psychogenic) tremor. *Mov Disord* 2016; 31(4): 555–562
27. Suzuki Y, Kaneko N, Sasaki A et al. Muscle-specific movement-phase-dependent modulation of corticospinal excitability during upper-limb motor execution and motor imagery combined with virtual action observation. *Neurosci Lett* 2021; 755: 135907
28. Vuilleumier P. Brain circuits implicated in psychogenic paralysis in conversion disorders and hypnosis. *Neurophysiol Clin* 2014; 44(4): 323–337
29. Vuilleumier P, Chicherio C, Assal F et al. Functional neuroanatomical correlates of hysterical sensorimotor loss. *Brain* 2001; 124(Pt 6): 1077–1090
30. Yazici KM, Demirci M, Demir B, Ertugrul A. Abnormal somatosensory evoked potentials in two patients with conversion disorder. *Psychiatry Clin Neurosci* 2004; 58(2): 222–225
31. Yu T, Ye J, Deng Y et al. Abnormal somatosensory evoked potentials in a child with motor conversion disorder: A case report. *Psychiatry Clin Neurosci* 2021; 75(10): 319–320

Interessenvermerk

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Joachim Liepert
 Ärztliche Leitung Neurorehabilitation
 Kliniken Schmieder Allensbach
 Zum Tafelholz 8
 78476 Allensbach
 j.liepert@kliniken-schmieder.de

Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation Phase B bei Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma

A. Chatzikonstantinou^{1,2}

¹ Akutneurologie und Frührehabilitation, Kliniken Schmieder Allensbach

² Neurologische Klinik, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg

Zusammenfassung

Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation (Phase B) nimmt eine zentrale Rolle bei der Behandlung von Patienten mit schweren neurologischen Erkrankungen wie Schädel-Hirn-Trauma (SHT) und Schlaganfall ein. Ziel der Frührehabilitation ist es, mit einer frühzeitigen Behandlung Funktionen zu erhalten oder wiederherzustellen, um dauerhafte Behinderungen zu minimieren und die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern. Sowohl das SHT als auch der Schlaganfall sind häufige Ursachen für langfristige körperliche und kognitive Einschränkungen, die erhebliche persönliche Belastungen sowie weitreichende sozioökonomische Auswirkungen mit sich bringen. Um die Herausforderungen dieser komplexen Patientenversorgung zu meistern, sind spezifische strukturelle und personelle Voraussetzungen notwendig. Hierzu zählen neben technisch gut ausgestatteten Zimmern und digitalen Dokumentationssystemen vor allem interdisziplinäre Teams aus Ärzten, Pflegekräften und Therapeuten. Regelmäßige Stationskonferenzen und Visiten

dienen der kontinuierlichen Anpassung und Abstimmung individueller Therapieziele. Die zahlreichen Herausforderungen im klinischen Management umfassen unter anderem Vigilanzstörungen, Beatmungsentwöhnung, Dysphagie und Trachealkanülenmanagement, motorische und sprachliche Defizite, Hygiene- und Infektionsmanagement sowie ethische Aspekte. Kooperationen innerhalb des Krankenhauses sowie mit externen Einrichtungen sind essenziell, um eine gute medizinische Betreuung, eine lückenlose Versorgung und eine erfolgreiche Überleitung in nachfolgende Rehabilitationsphasen oder in die weitere Versorgung sicherzustellen. Dieser Artikel bietet einen Überblick über Strukturen, Herausforderungen und Lösungsansätze in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation und betont die Bedeutung einer frühzeitig begonnenen, interdisziplinären und kooperativen Behandlung am Beispiel der Kliniken Schmieder Allensbach.

Schlüsselwörter: neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation, Phase B, Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma

Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation

Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR) bildet eine zentrale Schnittstelle zwischen Akutmedizin und weiterführender Rehabilitation für schwer neurologisch und neurochirurgisch erkrankte Patienten. Sie wird seit 1994 durch die Arbeitsgruppe »Neurologische Rehabilitation« des Verbandes Deutscher Rentenversicherungsträger als Phase B innerhalb des bekannten Phasenmodells der Neurologie definiert. Ziel dieser Phase ist es, Patienten im unmittelbaren Anschluss an die Akutversorgung frühzeitig einer spezialisierten rehabilitativen Behandlung zuzuführen. Die Bundesarbeitsgemeinschaft Rehabilitation (BAR) präziserte im Jahr 1995 die spezifischen Ein- und Ausgangskriterien sowie die zentralen Merkmale der Phase B [2].

Typischerweise umfasst die Frührehabilitation Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen, beatmungspflichtigen Zuständen, Schluckstörungen, ausgeprägten motorischen Defiziten sowie schwerwiegenden kognitiven und kommunikativen Einschränkungen. Hauptdiagnosen sind unter anderem Schlaganfälle (ca. 50%), Critical-Illness-Polyneuropathie und -Myopathie

(ca. 17%), hypoxische Hirnschädigungen (ca. 16%) und Schädel-Hirn-Traumata (ca. 12%) [40, 79]. Die Fallzahlen der wichtigsten Erkrankungen, die in unserer Klinik in den letzten fünf Jahren (2019–2024) behandelt wurden, finden sich in der **Abbildung 1**. Aufgrund dieser komplexen Ausgangslage erfordert die Behandlung in der NNFR eine enge Verzahnung intensivmedizinischer Überwachung und spezifischer rehabilitativer Maßnahmen.

Der rehabilitative Ansatz der Frührehabilitation zielt primär auf die Stabilisierung lebenswichtiger Funktionen, die Reduktion von Komplikationen und die Förderung basaler motorischer und kognitiver Fähigkeiten ab. Dazu gehören u.a. das Weaning von der Beatmung, die Trachealkanülenentwöhnung, die Therapie von Schluckstörungen und die Förderung der Mobilität [78]. Multizentrische Studien belegen, dass trotz der hohen Morbidität der Patientenkohorte während der NNFR relevante funktionelle Verbesserungen erzielt werden können. In einer Untersuchung von Pohl et al. verbesserten sich der Barthel-Index sowie der Grad der selbstständigen Mobilität signifikant im Verlauf der stationären Behandlung [78]. Auch die Erfolgsraten bei der Beatmungs- und Trachealkanülenentwöhnung

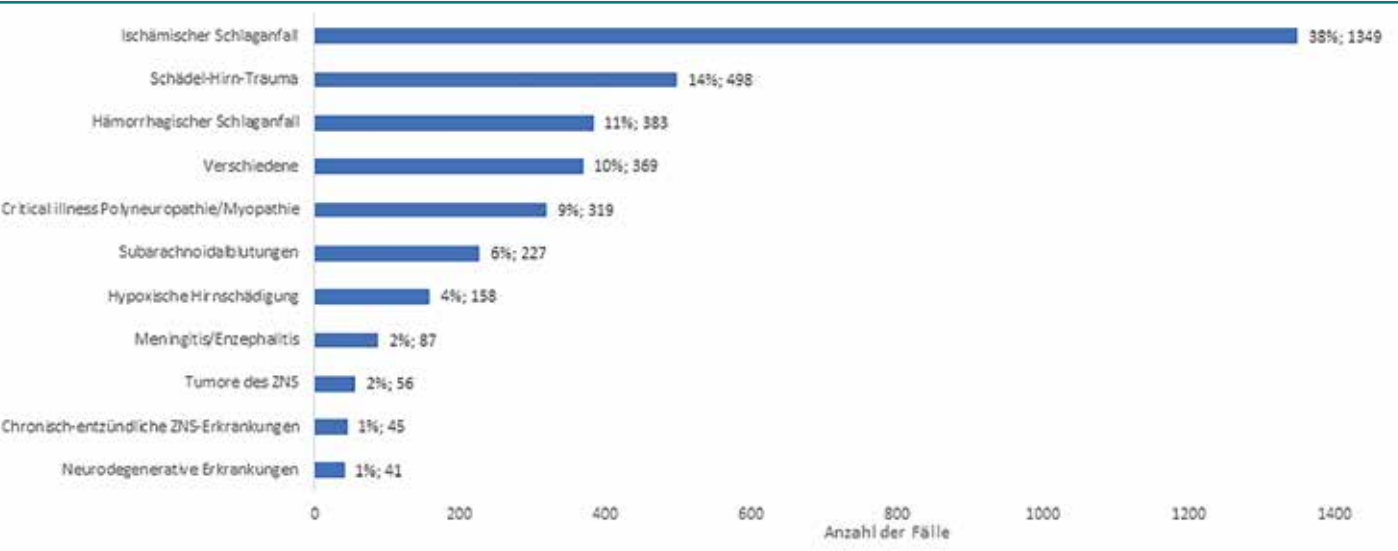


Abb. 1: Fallzahl der wichtigsten Diagnosen in der NNFR der Kliniken Schmieider Allensbach 2019 – 2024

Tab. 1: Die wichtigsten Ziele der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation.

Ziele der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation
<ul style="list-style-type: none">• Stabilisierung des medizinischen Zustands sowie Behandlung von Komplikationen• Verbesserung der Bewusstseinslage und der Kommunikationsfähigkeit• Förderung der Kommunikation bei Sprach- und Sprechstörungen• Verbesserung der Orientierung, des Gedächtnisses und weiterer kognitiver Funktionen• Entwöhnung (Weaning) von der maschinellen Beatmung• Entwöhnung von der Trachealkanüle (Dekanülierung)• Oralisierung bei Schluckstörung oder Versorgung mit perkutaner endoskopischen Gastrostomie• Verbesserung der motorischen Transferfähigkeit sowie Sitz-, Stand- und Gehfähigkeit• Verbesserung der Selbstständigkeit in Alltagsaktivitäten• Erreichen der Therapiefähigkeit in der Phase C der Neurorehabilitation oder Entlassung in die weitere Versorgung

sind beachtlich und korrelieren mit einem verbesserten Langzeit-Outcome [78].

Die NNFR hat sich damit als integraler Bestandteil im Behandlungskonzept schwer neurologisch oder neurochirurgisch erkrankter Patienten etabliert. Durch die frühzeitige Implementierung rehabilitativer Strategien werden nicht nur funktionelle Verbesserungen erreicht, sondern auch die Rehabilitationsfähigkeit geschaffen und langfristige Pflegebedürftigkeit reduziert [42, 78]. Dabei vereint die NNFR akutmedizinische Versorgung mit rehabilitativen Therapieansätzen. Eine Übersicht der wichtigsten Ziele der NNFR findet sich in **Tabelle 1** aufgelistet.

Die Kliniken Schmieider Allensbach sind ein neurologisches Fachkrankenhaus für Erwachsene, in dem alle Phasen der Neurologie (Akutneurologie, Frührehabilitation, Neurorehabilitation Phase C und D) sowie eine

geriatrische Rehabilitation, eine Neuroradiologie und ein Zentrum für Schlafmedizin untergebracht sind. In den Kliniken Schmieider Allensbach, die 1974 gegründet wurden, besteht eine der ältesten Abteilungen für Frührehabilitation, die 1991 eröffnet wurde und mittlerweile über 92 Betten verfügt. Ziel dieses Artikels ist, einen aktuellen Überblick über die wichtigsten Aspekte der NNFR am Beispiel der Kliniken Schmieider Allensbach und zwei der wichtigsten Krankheitsbilder (Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma) zu vermitteln.

Schlaganfall

Der Schlaganfall, ischämisch und hämorrhagisch, stellt eine der häufigsten Ursachen für langfristige Pflegebedürftigkeit und Behinderung dar, insbesondere im höheren Lebensalter. Der Schlaganfall ist weltweit eine der häufigsten Ursachen für Tod und Behinderung. Die jährliche Inzidenz eines Schlaganfalls liegt für Männer bei 127 und für Frauen bei 117 pro 100.000 Einwohner [3]. In Deutschland treten pro Jahr etwa 200.000 erstmalige Schlaganfälle und ca. 70.000 Schlaganfallrezidive auf [3]. Die Mortalität des Schlaganfalls ist aufgrund der modernen Therapiemöglichkeiten zwar gesunken, die Schlaganfälle sind aber die führende Ursache für Behinderungen im Erwachsenenalter. Etwa 40% der Schlaganfall-Patienten haben eine relevante Behinderung und brauchen im Alltag Unterstützung [35, 62]. Es ist somit nicht verwunderlich, dass der Schlaganfall die häufigste Indikation für eine NNFR ist [79]. Neurologische Symptome eines Schlaganfalls können je nach Lokalisation und Ausdehnung der Hirnschädigung variieren. Neben motorischen Störungen sind Aphasien, Dysphagien, Neglect, Wahrnehmungsstörungen und andere neurokognitive Beeinträchtigungen typische Folgen [21].

Besonders bedeutsam ist die frühe Rehabilitation nach Schlaganfall, da in der Akut- und Subakutphase

eine Phase erhöhter Neuroplastizität besteht. Diese Zeit bietet ein optimales Fenster, um neuronale Regenerationsprozesse durch rehabilitative Maßnahmen zu fördern [21]. Klinische Studien deuten darauf hin, dass der Beginn der Rehabilitation innerhalb der ersten zwei Wochen nach Schlaganfall effektiv neurologische Funktionen und Alltagsfähigkeiten verbessert [99]. Eine gut abgestimmte frühe Rehabilitation fördert nachweislich Selbstständigkeit und funktionelle Erholung und ist damit ein entscheidender Faktor für eine verbesserte Langzeitprognose nach Schlaganfall [21, 78, 99]. In den Kliniken Schmieder Allensbach wurden in den letzten fünf Jahren ca. 1.700 Patienten mit schweren Schlaganfällen in der Frührehabilitation Phase B behandelt.

Schädel-Hirn-Trauma

Ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT) bezeichnet eine Verletzung des Gehirns infolge äußerer mechanischer Einwirkung auf den Schädelknochen und das darunterliegende Gewebe, die sowohl kurzfristige als auch dauerhafte Einschränkungen der Hirnfunktion hervorrufen kann. Durch die äußere Krafteinwirkung kann es zu Verletzungen der Schädelkalotte, der Meningen, der Gefäße und des Gehirns kommen. Das SHT ist auch definiert als eine Änderung der Hirnfunktion oder ein anderer Hinweis auf eine Gehirnpathologie, verursacht durch eine externe Kraft [101]. Es wird in der Akutphase üblicherweise nach der Glasgow Coma Scale (GCS) in leicht (GCS 13–15), mittelschwer (GCS 9–12) und schwer (GCS 3–8) eingeteilt [36]. Das SHT zählt zu den häufigsten Ursachen für langfristige Behinderungen, vor allem bei jüngeren Erwachsenen. Es ist zudem die häufigste Todesursache bei Menschen unter 45 Jahren [5, 36]. Aber auch ältere Patienten sind, meistens im Rahmen von Stürzen, nicht selten betroffen. Die Inzidenz in Deutschland beträgt laut statistischem Bundesamt 332/100.000 Einwohner pro Jahr [36]. Weltweit ist die Inzidenz offenbar sogar deutlich höher (bis 1.300/100.000 pro Jahr) [22].

Pathomechanismen umfassen sowohl direkte strukturelle Schäden (z. B. Hirnkontusionen, Hämatome) als auch diffuse Verletzungen wie diffuse axonale Schäden, bei denen Axone durch Scherkräfte beschädigt werden. Diese Schäden entstehen oft durch Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte (»Coup – Contrecoup«) und führen häufig zu erhöhtem intrakraniell Druck (ICP), Hirnödemen und möglicherweise zu sekundärer hypoxischer Hirnschädigung [49]. Symptome und Folgeschäden variieren stark je nach Schweregrad und können Bewusstseinsstörungen, kognitive Defizite, psychische Veränderungen sowie fokale neurologische Defizite umfassen. Rund die Hälfte der Patienten mit einem vermeintlich leichten SHT erreicht selbst nach sechs Monaten nicht wieder ihren ursprünglichen Gesundheitszustand [64].

Etwa 45% der betroffenen Patienten erleiden ein schweres SHT und bekommen eine Anschlussrehabi-

litation, in der Regel in der NNFR [11, 88]. Die hohe Rate der Rehabilitation nach SHT in Deutschland ist möglicherweise für das bessere Outcome der deutschen SHT-Patienten im Vergleich zu anderen Weltregionen verantwortlich [20, 104]. Neben gravierenden individuellen Folgen wie motorischen, kognitiven und emotionalen Einschränkungen ergeben sich beträchtliche soziale und wirtschaftliche Konsequenzen. Diese Patienten benötigen umfassende medizinische und rehabilitative Maßnahmen, um langfristig eine möglichst hohe Lebensqualität wiederzuerlangen. Die frühzeitig eingeleitete Rehabilitation ist entscheidend für die Langzeitprognose und beeinflusst maßgeblich den Rehabilitationserfolg [105]. Aufgrund der Heterogenität der Verletzungen und Folgeschäden wird zunehmend ein individualisierter Therapieansatz verfolgt, der auf die spezifischen Bedürfnisse jedes Patienten eingeht. Das SHT war der Grund für die Gründung der ersten Frührehabilitationseinheiten, wie es auch bei den Kliniken Schmieder der Fall war, und bleibt weiterhin eine der wichtigsten Krankheitsbilder in der NNFR [79, 97]. In den Kliniken Schmieder Allensbach wurden in den letzten fünf Jahren 498 Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma in der Frührehabilitation behandelt.

Personelle und strukturelle Voraussetzungen für die neurologische Frührehabilitation

Die Ausstattungs- und Leistungsmerkmale der Frührehabilitation sind recht klar definiert, zum Beispiel in der entsprechenden Fachplanung des Sozialministeriums Baden-Württemberg oder in den Strukturmerkmalen der OPS-Klassifikation [68, 70]. Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation Phase B verlangt spezialisierte medizinische Einrichtungen mit intensivmedizinischer Überwachung (u. a. EKG, Beatmungsmöglichkeit, Notfalldiagnostik), 24/7-Labor und behindertengerechten Räumlichkeiten. Erforderlich sind ein erfahrenes Behandlungsteam unter neurologischer oder neurochirurgischer Facharztleitung, speziell geschultes Pflegepersonal, ein Sozialdienst zur Beratung und zur Mitorganisation der weiteren Versorgung sowie umfassende therapeutische Angebote (z. B. Physiotherapie, Ergotherapie, Logopädie, Neuropsychologie). Prozessstandards beinhalten tägliche mehrstündige Funktionstherapien, regelmäßige Teamabsprachen und Qualitätssicherung. Einrichtungen für spezielle Patientengruppen (z. B. beatmete oder dialysepflichtige Patienten) müssen zusätzliche spezialisierte Ausstattung vorhalten.

Die Stationen der NNFR in Allensbach haben eine Standard-Ausstattung, die der einer Intensivstation gleicht: Monitориerte Betten zur kontinuierlichen Überwachung der Vitalparameter, medizinische Gase sowie Möglichkeit der Absaugung. Darüber hinaus enthalten nahezu alle Zimmer (mit Ausnahme der neurokognitiven Station, s. u.) Lifter, um den Transfer für Patienten, Pflege und Therapeuten zu vereinfachen. Für gewisse Pati-

entengruppen gibt es weitere Erfordernisse. So ist die Beatmungsentwöhnungsstation mit Beatmungsgeräten ausgestattet und liegt direkt neben der Intensivstation der Akutneurologie. Zur Behandlung von Patienten mit vorwiegend neurokognitiven Störungen steht eine spezialisierte, geschützte Station zur Verfügung, die über eine angepasste Ausstattung verfügt; u.a. sind dort keine Monitore vorhanden, da eine Monitor-Überwachung von diesen oft psychomotorisch unruhigen Patienten in der Regel nicht toleriert wird.

Das interdisziplinäre Team einer NNFR besteht aus Ärzten (meistens, so wie auch in Allensbach, Neurologen und Internisten), Pflege, Therapeuten und Sozialarbeitern, unterstützt durch medizinische Fachangestellte, medizinisch-technische Assistenten und Sekretariatsmitarbeiter. Alle Berufsgruppen arbeiten abgestimmt zusammen. Wichtiges Instrument sind dabei die wöchentlichen Teambesprechungen (»Stationskonferenzen«), in denen die bisherigen Behandlungsergebnisse, die aktuellen Probleme und die Behandlungsziele interdisziplinär diskutiert werden. Auch die regelmäßigen Visiten mit ärztlicher und pflegerischer Beteiligung sind von großer Wichtigkeit. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Berufsgruppen und der Austausch von Informationen wird durch die komplett digitale Patientenakte wesentlich erleichtert. Da sich die Therapien nach dem jeweiligen Krankheitsbild und den Defiziten richten müssen, werden diese entsprechend priorisiert angemeldet und im Verlauf angepasst.

Assessment, Dokumentation und Qualitätsmanagement

Zur Einschätzung der Patienten und zur Anpassung der Behandlung sind eine gute Aufnahmeuntersuchung sowie ein standardisiertes Assessment wichtig. Das Assessment umfasst, abgesehen von der Anamnese und dem klinischen Befund, auch diverse standardisierte Skalen (z.B. den Frühreha-Barthel-Index) [63]. In den Kliniken Schmieder Allensbach wurde 2023 ein eigenes standardisiertes sensomotorisches Assessment für die Physiotherapie entwickelt, um eine entsprechende Lücke bei den schwer betroffenen Patienten der NNFR zu schließen [89]. Weitere Details sind dem Beitrag von Stürner u. Liepert in diesem Heft zu entnehmen. Eine gute Dokumentation ist ebenfalls unerlässlich. Die Dokumentation gewährleistet den Informationsfluss (als Grundlage für die interdisziplinäre Zusammenarbeit), die nachvollziehbare Darstellung des Therapieverlaufs und die Beurteilung des Rehabilitationserfolgs. Sie bildet auch die Basis für die Qualitätssicherung sowie die Sicherstellung der Abrechnungsfähigkeit gegenüber den Kostenträgern [63]. Das Qualitätsmanagement dient der Sicherung und Verbesserung der Behandlungsqualität und umfasst Strukturen, Prozesse und Ergebnisse. Ziel ist, einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu etablieren. Die Anforderungen an die Transparenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse steigen auch in der

NNFR kontinuierlich. Abgesehen von den internen Qualitätsüberprüfungen und Audits nehmen die Kliniken Schmieder, wie viele anderen Kliniken auch, an externen Zertifizierungen teil.

Neurologische Defizite und ihr Management

Schlaganfälle und SHT haben ein sehr ähnliches Spektrum an Defiziten, die sie verursachen können. Im Folgenden wird auf die wichtigsten Defizite und deren Management eingegangen.

Schwere Bewusstseinsstörungen

Schwere Bewusstseinsstörungen sind bei Patienten der NNFR häufig vertreten [79]. Diese werden im Allgemeinen in Syndrom des minimalen Bewusstseins (minimally conscious state; MCS), Syndrom der reaktionslosen Wachheit und Koma unterteilt [10, 32, 51]. Das Bewusstsein wird verstanden als Wahrnehmung des Selbst und der Umwelt und hängt sowohl vom Wachheitsgrad als auch vom Inhalt der Wahrnehmung ab [102]. Auch wenn sie nicht in der Mehrheit der Schlaganfälle auftreten, kommen sie durchaus nicht selten vor, vor allem bei ischämischen oder hämorrhagischen Schlaganfällen, die entweder große Anteile beider Hemisphären oder spezifische Regionen wie die bilateralen mesialen Anteile, das paramediane Zwischenhirn sowie den oberen Hirnstamm betreffen [23]. Daten aus verschiedenen Registern zeigen, dass 4–38% der Schlaganfallpatienten eine Bewusstseinsstörung aufweisen [57]. Eine Studie bezifferte die Inzidenz von Bewusstseinsstörungen bei großen Hemisphäreninfarkten auf etwa 63% [61]. Auch Überlebende eines schweren SHT entwickeln nicht selten anhaltende Bewusstseinsstörungen [100]. In einigen Publikationen findet sich eine Inzidenz von ca. 40% bei SHT-Patienten in der NNFR [9].

Vigilanz- und Bewusstseinsstörungen bleiben, trotz des besseren Verständnisses der Krankheitsbilder und der diversen Behandlungsmöglichkeiten, eine große Herausforderung für das Team der NNFR. Allerdings zeigt die Literatur (und die eigene Erfahrung), dass eine Erholung auch Monate bis Jahre nach der ursächlichen Hirnschädigung möglich ist [6, 79]. Für gewisse Subpopulationen, insbesondere bei einem MCS bei SHT, zeigt die Literatur mittlerweile eine bessere Prognose für die Wiedererlangung des Bewusstseins und des funktionellen Outcomes noch über bis zu fünf Jahre nach dem Ereignis [100]. Als Prädiktoren für eine bessere Prognose werden u.a. die traumatische (versus nicht-traumatische) Genese, die geringere Schwere der Bewusstseinsstörung (MCS) und das jüngere Alter der Patienten genannt [26, 100].

Eine richtige Diagnostik und Klassifizierung der Bewusstseinsstörung zu Beginn und im Verlauf der NNFR ist wichtig, da der Bewusstseinsgrad nicht selten falsch beurteilt wird [10, 98]. Als Assessment-Skalen (bei

den Eingangs- bzw. Verlaufsuntersuchungen) sind die Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R) bzw. die Simplified Evaluation of Consciousness Disorders (SECONDS) vorgesehen, die die ältere Koma-Remissionsskala ersetzen [67, 85]. Außerdem erfolgt bei diesen Patienten eine zerebrale Bildgebung, vorzugsweise mit Kernspintomographie, die mit den externen Voraufnahmen verglichen wird. Die weitere Diagnostik beinhaltet Elektroenzephalographie, evozierte Potentiale sowie ereigniskorrelierte Potentiale mit Sprachparadigmen [10].

Die Rehabilitation von Vigilanz- und Bewusstseinsstörungen in den Kliniken Schmieder wird durch eine interne SOP geregelt, die sich stark an der aktuellen S3-Leitlinie »Neurologische Rehabilitation bei Koma und schwerer Bewusstseinsstörung im Erwachsenenalter« orientiert [10]. Die Therapie der schweren Bewusstseinsstörungen erfolgt leitliniengerecht multimodal. Dabei spielt die funktionelle, multiprofessionelle Therapie eine große Rolle. Sie beinhaltet unter anderem eine aktivierende Behandlungspflege, eine regelmäßige Vertikalisierung sowie eine multisensorische Stimulation. Einen weiteren wichtigen Aspekt der Therapie stellen die medikamentösen Behandlungsversuche dar. Hier spielt die wichtigste Rolle das Amantadin (in aufsteigender Dosierung bis 400 mg/d), für das es die beste Evidenz (vor allem bei Patienten mit SHT oder Gehirnblutung) gibt. Die Literatur zeigt in einigen Studien eine schnellere Verbesserung der Vigilanz unter dem Einsatz von Amantadin [30, 33]. Zolpidem (5–10 mg/d) und Modafinil (100 g/d) werden ebenfalls im Rahmen von Therapieversuchen verwendet, wobei hier die Literaturdaten und somit die Evidenz schlechter sind als bei Amantadin [107, 110].

Eine weitere Behandlungsmöglichkeit ist die apparative Stimulation. Hierzu steht in den Kliniken Schmieder die nicht-invasive transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) zur Verfügung. Dabei wird durch Elektroden auf der Kopfhaut (Anode über dem linken dorsolateralen präfrontalen Kortex und Kathode frontal supraorbital) ein schwacher Strom (2 mA) appliziert, um die neuronale Erregbarkeit zu modifizieren. Die erste randomisierte, kontrollierte Studie zur Wirksamkeit der tDCS zeigte, dass diese im Vergleich zur Placebo-Stimulation die Verhaltensreaktionen signifikant verbesserte [93]. Seitdem gab es weitere Studien mit positiven Ergebnissen, sodass die tDCS als beste Stimulationsmöglichkeit in den Leitlinien positioniert wurde [10]. Die besten Kandidaten für eine tDCS sind Patienten mit einem MCS, weil sie am besten darauf ansprechen [6]. Eine weitere apparative, möglicherweise sinnvolle Behandlungsmöglichkeit ist die transkutane aurikuläre Vagusnervstimulation [111]. Für weitere Stimulationsmethoden, wie z. B. für die repetitive transkranielle Magnetstimulation, ist die Evidenz deutlich geringer [10].

Ethische Erwägungen und der mutmaßliche Wille der Patienten sind natürlich bei der Behandlung von Bewusstseinsstörungen ganz besonders zu berücksichtigen.

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 221–233 | <https://doi.org/10.14624/NR2303007>
© Hippocampus Verlag 2025

Neurological and neurosurgical rehabilitation in the treatment of traumatic brain injury and stroke

A. Chatzikonstantinou

Abstract

Neurological and neurosurgical rehabilitation play a central role in the treatment of patients with severe neurological conditions such as traumatic brain injury (TBI) and stroke. The goal of early rehabilitation is to preserve or restore functions through timely treatment, in order to minimize permanent disabilities and improve quality of life. Both stroke and TBI are common causes of long-term physical and cognitive impairments which result in significant personal burdens as well as far-reaching socioeconomic consequences. To meet the challenges of the treatment of these complex diseases, specific structural and personnel requirements are essential. These include not only appropriately equipped patient rooms and digital documentation systems, but above all, interdisciplinary teams consisting of physicians, nurses and therapists. Regular ward conferences and medical rounds are used to continuously adjust and coordinate individualized therapy goals. The numerous challenges in clinical management include, among others, disorders of consciousness, ventilator weaning, dysphagia and tracheostomy management, motor and speech deficits, hygiene and infection control as well as ethical considerations. Cooperation both within the hospital and with external institutions is crucial to ensure high-quality medical care, seamless transitions, and successful progression to subsequent rehabilitation phases or further care. This article provides an overview of the structures, challenges, and possible treatment approaches in neurological-neurosurgical early rehabilitation and emphasizes the importance of early-initiated, interdisciplinary, and collaborative approach, in the example of the Kliniken Schmieder Allensbach.

Keywords: early neurological-neurosurgical rehabilitation, stroke, traumatic brain injury

Beatmungsentwöhnung (Weaning)

Eine respiratorische Insuffizienz infolge schwerer Störungen des zentralen Nervensystems ist eine der häufigsten Indikationen für den Beginn einer invasiven mechanischen Beatmung [43, 92]. Abgesehen von der Sicherung der Atmung, der Stabilisierung der Lunge und der Sicherstellung des Gasaustausches konzentriert sich diese Behandlung auf die Vermeidung weiterer Hirnschädigungen durch z. B. Hypoxämie, Hyperkapnie und Hypotonie. In einer multizentrischen deutschen Studie, die in Beatmungsentwöhnungs-Zentren durchgeführt wurde, waren bei fast 70 % der Patienten neurologische Krankheitsbilder ursächlich für die Beatmungspflichtigkeit [73]. Hirninfarkte (17 %), intrazerebrale oder subarachnoidale Blutungen (14 %) und Schädelhirntraumen (9,5 %) gehörten zu den führenden Ursachen [73].

Mit dem Fortschritt der Medizin hat sich die Überlebensrate von Patienten auf Intensivstation, auch mit mechanischer Beatmung, deutlich verbessert [58]. Einige dieser Patienten (etwa 20 %) können aber nicht kurzfristig von der Beatmung entwöhnt werden [81]. Patienten mit SHT sind besonders häufig durch einen schwierigen oder verzögerten Beatmungsentwöhnungsprozess charakterisiert, bedingt u. a. durch ein redu-

ziertes Bewusstseinsniveau [92]. Es wurde gezeigt, dass ein niedriger GCS-Score ein prognostischer Faktor für ein Versagen der Beatmungsentwöhnung bei Patienten mit Schlaganfall oder SHT ist [43]. Eine prolongierte mechanische Beatmung wird in der Regel als kontinuierliche Beatmung über einen Zeitraum von mehr als drei Wochen definiert [43]. Es ist dann häufig die Aufgabe der NNFR, das Weaning, also die schrittweise Entwöhnung von der maschinellen Beatmung, weiterzuführen. Ein fehlender Weaning-Erfolg hat massive Einschränkungen auf die Lebensqualität und führt zu einer langfristigen Versorgung dieser Patienten in außerklinischen Beatmungseinheiten [44, 81].

Der Vorteil der Durchführung des Weanings in der NNFR besteht darin, dass auch die zahlreichen möglichen und wahrscheinlichen neurologischen Komplikationen, die diese Patienten erleiden, kompetent mitbehandelt werden können. Diverse Studien belegen relativ hohe Weaning-Raten in der NNFR. In einer deutschen Studie war das Weaning bei ca. 70 % der Patienten erfolgreich, allerdings lag die Letalität bei ca. 17 %, was belegt, dass diese Patienten besonders labil und gefährdet sind [73]. Eine aktuelle Metaanalyse zeigte, dass der frühe Beginn einer Rehabilitation die Dauer der Beatmung signifikant reduzierte [58]. Das Weaning wird in den Kliniken Schmieder auf einer spezialisierten Station durchgeführt. Diese steht in enger Beziehung zur der direkt benachbarten akutneurologischen Intensivstation und verfügt über ein intensivmedizinisch geschultes pflegerisches und ärztliches (neurologisches und internistisches) Personal.

Der Weaning-Prozess ist zu umfangreich, um im Rahmen dieses Übersichtsartikels ausreichend erläutert zu werden. Abgesehen von der Beatmung an sich spielen zahlreiche weitere Punkte eine wichtige Rolle, wie z. B. die Verbesserung der Vigilanz, das Sekretmanagement, die Infektophylaxe, die Dysphagietherapie, die Optimierung des Ernährungszustandes, die Beeinflussung des Atemantriebs, diverse zahlreiche therapeutische Maßnahmen sowie ethische Überlegungen. An dieser Stelle wird auf die entsprechenden Leitlinien und Publikationen verwiesen [81, 87].

Dysphagie und Trachealkanülenmanagement

Erkrankungen des zentralen Nervensystems sind die häufigsten Ursachen für die Dysphagie. Führend ist dabei der Schlaganfall. Studien zeigen, dass die Inzidenz von Dysphagie nach Schlaganfall bis zu 80 % der Fälle betragen kann; somit ist die Dysphagie eine der häufigsten Komplikationen bei Schlaganfallpatienten [59]. Ein relevanter Anteil (bis zu 18 %) dieser Patienten leiden innerhalb von sechs Monaten nach dem Schlaganfall weiterhin unter Schluckstörungen [66]. Auch für Patienten mit (schwerem) SHT sind Dysphagien ein bedeutendes Problem: Hier liegt die Prävalenz von Schluckstörungen zwischen 25 % und 93 % [56]. Auch

hier persistiert die Dysphagie in einem relevanten Anteil der Fälle nach längerer Zeit (37 % nach 18 Wochen) [37]. Häufig genannte Symptome sind der verzögerte orale Transport, der verspätete Schluckreflex und pharyngeale Dysfunktionen [56]. In einem Vergleich der Dysphagie zwischen Schlaganfall- und SHT-Patienten ähnelten sich die Schluckmerkmale in diesen beiden Gruppen sehr, wobei chirurgisch vorbehandelte SHT-Patienten ein höheres Risiko für die Notwendigkeit einer Sondenernährung aufwiesen [56].

Die Dysphagie erhöht das Risiko für Aspirationspneumonie, Exsikkose und Mangelernährung, hat erhebliche Auswirkungen auf die Lebensqualität und die psychische Gesundheit der Betroffenen und ist mit längerer Hospitalisierungsdauer und höherer Mortalität assoziiert [59]. Daher sind eine gute Schluckdiagnostik und ein effektives Dysphagiemanagement essenzielle Bestandteile der NNFR. Die Diagnostik der Dysphagie ist essenziell für die initiale Beurteilung, die Therapieplanung und die Evaluation der Therapie im Verlauf. Diese wird vorwiegend von Logopäden und Ärzten durchgeführt und beinhaltet neben den klinischen Tests (Überprüfung oraler Funktionen, Stimmqualität, Husten sowie diverse Screeningverfahren) auch die flexibel endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES) [24].

Etwa 6–11 % aller Patienten auf Intensivstationen erhalten eine Tracheotomie; bei Patienten mit schwerer neurologischer Schädigung (wie bei einem schweren SHT) steigt dieser Anteil auf bis zu ein Drittel während ihres Aufenthaltes auf der Intensivstation und auf bis zu 63 % bei kraniotomierten SHT-Patienten [31]. Beim Schlaganfall ist die Tracheotomierate nicht so hoch, in einer entsprechenden Arbeit wird sie mit ca. 2 % beziffert [19]. Jedoch sind aufgrund der Häufigkeit von (schweren) Schlaganfällen tracheotomierte Schlaganfallpatienten keine Seltenheit in der NNFR. Bei neurologisch geschädigten Patienten resultiert der Bedarf an Tracheotomie nicht nur aus Schwierigkeiten beim Weaning von der mechanischen Beatmung, sondern auch aus der vorhandenen Dysphagie und den Problemen im Sekretmanagement [31].

Die Schlucktherapie umfasst unter anderem die Kontrolle von Körper- und Kopfhaltung sowie die Bewertung sensorischer, motorischer und respiratorischer Funktionen. Therapeutische Maßnahmen zielen darauf ab, die orale Nahrungsaufnahme zu ermöglichen und gleichzeitig die Atemwege vor Aspiration zu schützen [108]. Die Therapie der Dysphagie verfolgt das Ziel, gestörte Schluckfunktionen wiederherzustellen oder zu kompensieren, um eine sichere und effiziente orale Nahrungsaufnahme zu ermöglichen. Im Mittelpunkt der funktionsfördernden Therapie steht das Wiedererlernen beeinträchtigter Bewegungsabläufe. Dazu gehören aktivierende Maßnahmen wie gezielte Übungen zur Verbesserung der Zungen-, Lippen- und Kiefermotorik, Stimulationstechniken, um den Schluckreflex auszulösen oder zu intensivieren. Auch moderne Biofeedbackverfahren

und Positionierungstechniken werden genutzt, um die Steuerung der Schluckbewegung zu fördern und das Risiko einer Aspiration zu reduzieren [7]. Alle therapeutischen Maßnahmen orientieren sich dabei individuell an den pathophysiologischen Gegebenheiten der jeweiligen Patienten, um ein optimales Behandlungsergebnis zu erzielen. Neben der funktionsfördernden Therapie sind spezifische Behandlungsmethoden ein zentraler Bestandteil der Dysphagietherapie. Hierzu zählen Kompensationstechniken wie die Anpassung von Kostformen, etwa durch das Andicken von Flüssigkeiten oder die Bereitstellung breiiger Nahrung bei eingeschränkter Kaufunktion. Der gezielte Einsatz von Hilfsmitteln wie speziellen Löffeln, Saugflaschen oder Trinkbechern erleichtert zusätzlich die Nahrungsaufnahme [7].

In Abhängigkeit von der individuellen Befundlage können auch medikamentöse Maßnahmen oder elektrische Stimulationsverfahren zur Förderung der Schluckfunktion eingesetzt werden. Das am meisten untersuchte und aussichtsreichste Stimulationsverfahren ist die pharyngeale Elektrostimulation, die sich in mehreren Studien als effektiv, vor allem bei Schlaganfallpatienten und etwas weniger auch bei SHT-Patienten, zeigte [8]. Sollte eine orale Ernährung vorübergehend oder dauerhaft nicht möglich sein, kann eine Anpassung der Ernährung notwendig werden, beispielsweise durch temporäre parenterale Ernährung, eine (ebenfalls temporäre) Nasogastralsonde oder die Anlage einer perkutanen endoskopischen Gastrostomie (PEG).

Bei Patienten mit Tracheostoma spielt das Trachealkanülenmanagement eine entscheidende Rolle. Ziel ist eine Dekanülierung, begleitet von regelmäßigen Kontrollen, um Komplikationen zu vermeiden und die Schluckrehabilitation zu unterstützen. Sollte eine Dekanülierung nicht möglich sein, wird das Ziel verfolgt, die Trachealkanülenversorgung so gut wie möglich zu optimieren. Das Trachealkanülenmanagement ist ein komplexer Prozess, auf den hier nur punktuell eingegangen werden kann. Es umfasst Methoden wie das therapeutische Entblocken, das therapeutische Absaugen, und den Einsatz von verschiedenen Ventilen [95]. Das Dysphagie- und Trachealkanülenmanagement gehören zu den wichtigsten Schwerpunkten der Kliniken Schmieder Allensbach. Zahlreiche Ärzte und Logopäden verfügen über das FEES-Zertifikat [24] und das Zertifikat für Trachealkanülenmanagement, das vor nicht so langer Zeit eingeführt worden ist [55].

Die Prognose und der Rehabilitationserfolg von Patienten mit Dysphagie hängt von mehreren Faktoren ab: dem Zeitpunkt des Symptombeginns, der Hospitalisierung, der Genauigkeit der Diagnosestellung und der Geschwindigkeit des Behandlungsbeginns [108]. Als negative Prädiktoren für die Erholung konnten u. a. das höhere Alter, beidseitige Schlaganfälle, die tracheale Intubation und Aspirationen identifiziert werden [47]. In einer Metaanalyse zeigte sich die Erholungsrate der Dysphagie sechs Monate nach dem Schlaganfall mit 95%

[47], während in einer deutschen Studie etwa die Hälfte der Patienten (allerdings mit verschiedenen Grundlegenden) eine deutliche Verbesserung erreichten [79]. Die Erholung der Schluckfunktion ist ein sehr signifikanter Faktor für die Dekanülierung. Eine Studie mit über 300 Patienten zeigte, dass eine Verbesserung der Dysphagie in den ersten vier Wochen der Rehabilitation zu einer deutlichen Verkürzung der Zeit bis zur Dekanülierung führte [25]. Eine aktuelle Studie aus einer Rehabilitationsklinik in Italien erbrachte eine Dekanülierungsrate von 66,4% [96]. Eine deutsche multizentrische Studie dokumentierte, allerdings über zehn Jahre zuvor und bei ganz vorwiegend neurologischen Patienten, eine Dekanülierungsrate von 53,5% [79].

Sprach- und Kommunikationsstörungen

Aphasien und Kommunikationsstörungen sind häufige Folgen von Schlaganfall und SHT. Laut Literatur sind 15–42% der Schlaganfallpatienten von einer Sprachstörung betroffen [80], die einen wesentlichen Effekt auf die Lebensqualität hat. Kommunikationsstörungen können jedoch auch durch kognitive Störungen bei diffuser Hirnschädigung oder Beteiligung der nicht-dominanten Hemisphäre sowie durch schwere Dysarthrie oder Anarthrie entstehen [39]. Im Vergleich zum Schlaganfall sind Aphasien und Kommunikationsstörungen nach SHT seltener. Die Inzidenz variiert erheblich und wird in klinischen Studien meist zwischen 1% und 20%, bei Patienten mit schwerem SHT (die eher in der NNFR zu finden sind) zwischen 10% und 20% angegeben [34, 72, 83]. Wahrscheinlich spielen hier kognitiv-kommunikative Störungen eine größere Rolle. Auch im Kontext der Frührehabilitation stellen Sprach- und Kommunikationsstörungen eine besondere Herausforderung dar, unter anderem, weil sie die Therapien und die Kooperationsmöglichkeiten des Patienten erschweren.

Die Rehabilitation zielt darauf ab, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern und soziale Teilhabe zu fördern. Die evidenzbasierte Behandlung von Aphasie umfasst insbesondere sprachtherapeutische Sitzungen, bei denen gezielt Sprachverständnis, Sprachproduktion, Lesen und Schreiben trainiert werden [12, 29]. Intensivierte Sprachtherapie zeigt hierbei deutlich bessere Ergebnisse im Vergleich zu niedrigfrequenter Behandlung [13]. Bei kognitiv-kommunikativen Störungen steht neben sprachlichen Aspekten die Förderung exekutiver Funktionen, der Aufmerksamkeit und der sozialen Kommunikationsfähigkeit im Vordergrund [94]. Technologische Hilfsmittel, etwa computergestützte Sprachtherapieprogramme, gewinnen zunehmend an Bedeutung [29]. Außerdem werden Patienten in ihrer Kommunikation durch die Verwendung von Hilfsmitteln unterstützt. Diese können einfach (Kommunikationstafeln) oder fortgeschrittener (Sprachgenerierungscomputer) sein. Eine frühzeitige, personalisierte, interdisziplinäre und adaptive Therapieplanung ist auch hier wesentlich für den Behandlungserfolg [54].

Pharmakologische Therapieversuche können zwar unter Berücksichtigung von möglichen Nebenwirkungen unternommen werden, es gibt jedoch derzeit wenig Literatur, die das unterstützt. Cholinesterasehemmer (vornehmlich Donepezil) zeigten nur begrenzte oder kurzfristige positive Effekte im Vergleich zu Placebo in kleinen, immerhin randomisierten, kontrollierten Studien [29]. Für Memantin gibt es nur Hinweise auf kurzfristige Effekte und für weitere Medikamente wie Sympathomimetika, Levodopa, Piracetam oder Bromocriptin gibt es keine guten Daten bzw. keinen relevanten Vorteil in kleinen Studien [29].

Zu der tDCS bei der Behandlung der Aphasie nach Schlaganfall gibt es einige Studien, die zumindest in der chronischen Phase Verbesserungen, bei der subakuten Phase jedoch deutlich weniger positive Effekte gezeigt haben [29]. Kleinere Studien mit repetitiver Magnetstimulation zeigten Verbesserungen der sprachlichen Funktionen, die bis zu 2–3 Monate anhielten [29].

Die meisten Daten zur Prognose von Aphasien gibt es bei Schlaganfallpatienten. Dort zeigen sich generell relativ gute, aber sehr unterschiedliche Raten von Verbesserung (bis zu 86 %), allerdings in starker Abhängigkeit von der Schwere des Schlaganfalls, wobei schwerer betroffene Patienten logischerweise eine schlechtere Prognose haben [29, 65].

Sensomotorische Defizite und Neglect

Motorische und sensible Ausfälle stehen bei Schlaganfällen und SHT bei Patienten der NNFR oft stark im Vordergrund. Beim Schlaganfall treten sensomotorische Defizite bei etwa 80 % der Patienten auf, wobei insbesondere die Hemiparese häufig ist [15, 71]. Beim SHT ist die Inzidenz sensomotorischer Störungen schwerer zu ermitteln, da sie stark von Lokalisation, Art und Schweregrad der Verletzung abhängt. In mittelschweren bis schweren SHT sind relevante motorische Einschränkungen bei bis zu 60 % der Patienten dokumentiert [106]. In der NNFR ist der Anteil an schweren sensomotorischen Störungen aufgrund der Schwere der Gehirnschädigung der Patienten deutlich höher. Eine Besserung ist aber in vielen Fällen durchaus möglich, wobei Patienten mit reinen motorischen Ausfällen, erhaltener Propriozeption und guter Kognition eine bessere Prognose haben [71]. Die Rehabilitation von sensomotorischen Defiziten und vom Neglect sind wesentlicher Bestandteil der NNFR. Dies ist ein sehr vielfältiges und komplexes Thema, zu dem es umfangreiche und hilfreiche Literatur gibt, u. a. die entsprechende Leitlinie [53, 71]. Die wichtigsten Akteure in diesem Bereich sind die Therapeuten und die Pflege. Zu den gut evidenzbasierten Therapieansätzen gehören die Constraint-Induced Movement Therapy, repetitive bewegungstherapeutische Verfahren, funktionelle Elektrostimulation, Biofeedback, Spiegeltherapie, Orthesenversorgung, Ausdauertraining und gerätegestütztes Training [45, 53, 71]. Auch hier ist eine angepas-

te Therapie wichtig, sowie auch der interdisziplinäre Austausch und die Priorisierung der Therapien je nach Symptomatik.

Neurokognitive Störungen und Verhaltensstörungen

Kognitive und psychiatrische Auffälligkeiten sind bei Schlaganfall- und SHT-Patienten nicht selten. Die am beste studierte psychiatrische Problematik nach Schlaganfall ist die Depression [75]. Es gibt aber auch weitere neurokognitive und psychiatrische Störungen. Schätzungsweise 40 % der Schlaganfallüberlebenden entwickeln eine kognitive Beeinträchtigung, die von leichten Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen bis zu schweren demenziellen Syndromen reicht. Insbesondere exekutive Funktionsstörungen, verminderte Verarbeitungsgeschwindigkeit und visuell-räumliche Defizite werden beschrieben. Etwa 20–30 % der Patienten erfüllen in den Monaten nach dem Insult die Kriterien einer Demenz [69, 75]. Neben den kognitiven Beeinträchtigungen sind auch neuropsychiatrische und Verhaltensstörungen häufig. Angststörungen treten bei rund 20 % der Betroffenen auf [17]. Auch Apathie (Antriebsverlust) und emotionale Labilität (z. B. pathologisches Lachen oder Weinen) sind häufige Verhaltensauffälligkeiten, die bei ungefähr einem Drittel der Patienten beobachtet werden [16]. Diese neurokognitiven und affektiven Störungen können die Rehabilitation deutlich beeinträchtigen und sind mit einer geringeren Lebensqualität sowie erhöhter Mortalität assoziiert [60].

Insbesondere mittelschwere und schwere SHT führen ebenfalls zu ausgeprägten neurokognitiven Defiziten. Typische Beeinträchtigungen betreffen das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit und Konzentration sowie exekutive Funktionen und die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Etwa 50 % der Patienten haben sechs Monate nach mittelschwerem bis schwerem SHT noch deutliche kognitive Defizite in mindestens einem Funktionsbereich [14]. Auch Verhaltensauffälligkeiten wie Persönlichkeitsveränderungen (Reizbarkeit, Aggressivität, Enthemmung, Antriebsminderung) werden häufig beobachtet [82]. Es gibt Hinweise darauf, dass ein gezieltes Training die Wachsamkeit und Aufmerksamkeitsspanne von Patienten mit Aufmerksamkeitsdefiziten verbessern kann. Allerdings ist über die Effekte von Gedächtnisrehabilitationen oder Maßnahmen bei Wahrnehmungsstörungen auf die Erholung nach einem Schlaganfall nur wenig bekannt [53].

Einige Patienten haben so schwere neurokognitive Probleme (z. B. massive Gedächtnis- und Orientierungsstörungen) und Verhaltensauffälligkeiten, dass sie auf normalen NNFR-Stationen nicht adäquat zu behandeln sind. Aufgrund einer fehlenden Krankheitseinsicht und Absprachefähigkeit besteht zudem, vor allem wenn keine relevanten motorischen Defizite vorhanden sind, Fluchtgefahr mit Eigen- und selten auch Fremdgefährdung. Aus diesem Grund gibt es in den Kliniken

Schmieder Allensbach eine geschützte, code-gesicherte Frührehabilitationsstation mit einem neurokognitiven Konzept. Diese macht einen Unterbringungsbeschluss erforderlich. Geeignete Patienten sind jene, die vorwiegend neurokognitive und neuropsychiatrische Probleme haben, keine (oder kaum) sensomotorische Defizite aufweisen und keiner Überwachung der Vitalwerte bedürfen. Das Konzept dieser speziellen Station beruht auf einem neuropsychologischen Schwerpunkt der Therapien, die darauf abzielen, die kognitiven Funktionen zu verbessern und die Organisation des Alltags zu fördern. Im Unterschied zu den anderen Frührehabilitationsstationen gibt es dort weniger »klassische« Physio- und Ergotherapie sowie keine Monitore. Die Anpassung der psychiatrischen Medikation, die häufig bei dieser Patientengruppe notwendig ist, gehört ebenfalls zu den Aufgaben der neurokognitiven Station. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass dieses Konzept für diese Patienten, die sonst nicht rehabilitationsfähig wären, sehr förderlich ist. Ein großer Teil dieser Patienten kann im Verlauf in die räumlich benachbarte neurokognitive, offene Station der Phase C überführt werden.

Ausgewählte Komplikationen und ihr Management

Im Nachfolgenden werden einige der häufigen und relevanten neurologischen Komplikationen während der NNFR kurz besprochen. Selbstverständlich gibt es noch zahlreiche weitere Komplikationen, u.a. Herz-Kreislauf-Probleme, Thrombosen, Dekubiti, Stoffwechselstörungen, gastroduodenale Ulzera, heterotope Ossifikationen, urologische Problematiken und (häufig am wichtigsten) Infekte, meistens Pneumonien und Harnwegsinfekte. Es gehört zu den grundlegenden Aufgaben des Teams der NNFR, solche Komplikationen so gut wie möglich durch entsprechende Prävention zu vermeiden und, falls dies nicht möglich ist, frühzeitig zu erkennen und zu behandeln.

Spastik

Die Spastik ist ein häufiges Merkmal der Schädigung der Pyramidenbahn und kann daher nach einem Schlaganfall oder einem Schädel-Hirn-Trauma auftreten. Sie kann zu eingeschränkter motorischer Funktion, reduzierter Mobilität, erhöhter Sturzgefahr, Schmerzen und pflegerischen Problemen führen [77, 91]. Die besten Daten gibt es für den Schlaganfall. Hier variiert die Prävalenz in den oberen Extremitäten im ersten Jahr nach dem Schlaganfall zwischen 4 % und 46 % [91]. Wichtige Risikofaktoren sind u.a. mittelschwere bis schwere Paresen, wie sie häufig bei NNFR-Patienten anzutreffen sind [109]. Die Behandlung muss viele verschiedene, therapeutische, medikamentöse und apparative Aspekte berücksichtigen. Hier sei auf die neulich erschienene Leitlinie zur Behandlung der Spastik hingewiesen [77]. Kurz zusammengefasst beinhalten u.a. die nicht-medikamentösen

Therapieverfahren die geräteunterstützte aktive und passive Bewegungstherapie, regelmäßige Lagerung, Casting, transkutane elektrische Stimulation, neuromuskuläre Elektrostimulation, tDCS, Vibrationstherapie und die extrakorporale Stoßwellentherapie [77]. Bei einer alltagsrelevanten Spastik spielen orale Antispastika eine Rolle, sowie Botulinumtoxininjektionen, Cannabinoide und (nach entsprechender Testung) die Behandlung mit einer intrathekalen Baclofenapplikation über Pumpe, die in Allensbach in neurochirurgischer Kooperation regelmäßig angewandt wird [77].

Epileptische Anfälle und anfallssuppressive Medikation (ASM)

Ein relevanter Anteil von Schlaganfallpatienten erleidet epileptische Anfälle. Eine aktuelle Studie hat diesen Anteil auf 8,8 % beziffert [28]. Anfälle, die innerhalb der ersten Woche nach einem Schlaganfall auftreten, gelten als akut-symptomatische Anfälle und bedürfen keiner langfristigen Behandlung mit ASM [41]. In der Regel wird eine ASM eindosiert, mit der die Patienten in die NNFR verlegt werden. Diese soll dort überprüft, angepasst oder abgesetzt werden. Die Schlaganfall-assoziierte Epilepsie betrifft laut Literatur zwischen 2 % und 14 % der Patienten und macht beinahe die Hälfte aller neu diagnostizierten Epilepsiefälle bei über 60-Jährigen aus [86]. Die Prävalenz von (akut-symptomatischen) Anfällen und Epilepsien ist bei SHT hoch und liegt bei 10–20 %, bei schweren SHT sogar bis zu 40 % [103]. Somit ist man in der NNFR nicht selten mit epileptischen Anfällen und mit Nebenwirkungen der ASM konfrontiert, die den Rehabilitationsverlauf deutlich stören können. Interne, noch nicht publizierte Daten aus der NNFR in Allensbach zeigen, dass eine Änderung der ASM bei ca. 45 % der Fälle während der NNFR erfolgt, meistens aufgrund von Nebenwirkungen, üblicherweise Vigilanzstörungen. Die Rehabilitationsphase stellt einen optimalen Zeitraum dar, um die antiepileptische Therapie gezielt an den klinischen Verlauf anzupassen [86].

Kraniotomie, Shunt und intrakranieller Druck

Die dekompressive Kraniektomie wird häufig bei Patienten mit intrakranieller Drucksteigerung oder Hirnödemen infolge eines SHT oder (seltener) aufgrund eines großen (malignen) Schlaganfalls durchgeführt. In einer Kohortenstudie erhielten etwa 8 % der SHT-Patienten eine Kraniotomie, meist aufgrund von Anzeichen einer transtentoriellen Herniation, zunehmender Mittellinienverlagerung oder von erhöhtem Hirndruck [52]. Später wird häufig eine Kranioplastik durchgeführt, um das kosmetische Erscheinungsbild zu verbessern, den Liquorfluss zu stabilisieren und einen mechanischen Schutz des Gehirns zu gewährleisten [74]. Der optimale Zeitpunkt für die Kranioplastik ist allerdings bislang nicht eindeutig definiert, liegt aber

meistens bei 3–6 Monaten. Während einige Studien zeigten, dass eine frühe Kranioplastik zwar die Operationsdauer reduziert, aber das Risiko für Komplikationen erhöhen kann, zeigen andere Studien, dass eine frühe Kranioplastie mit besseren funktionellen Ergebnissen verbunden sein kann [74]. Tatsächlich wurde in einigen Studien die häufige klinische Beobachtung belegt, dass Patienten sich nach der Kranioplastie kognitiv und motorisch verbessern, was die Frührehabilitation maßgeblich fördern kann [90]. Diese Patienten sollten daher gut beobachtet und der Termin der Kranioplastie mit den neurochirurgischen Kollegen entsprechend diskutiert werden.

Patienten mit Kraniotomie können ein »sinking skin flap«-Syndrom entwickeln. Es ist gekennzeichnet durch neurologische Symptome und Defizite (Kopfschmerzen, Anfälle, kognitive Störungen, Verschlechterung der Vigilanz und der motorischen Symptomatik) in Kombination mit einer konkaven Deformation und Erschlaffung der Haut über dem Defekt (die aber auch fehlen kann) [84]. Das Team der NNFR muss für diese mögliche Komplikation sensibilisiert sein. Im Falle einer Verschlechterung des Zustands ist eine zerebrale Bildgebung ratsam. In einigen Fällen zeigt sich die Trendelenburg-Lagerung (Rückenlage mit tiefer Position des Kopfes um 15–30°) wirksam [48]. Allerdings ist die wirksamste bekannte Therapie die Kranioplastie, die dann so zeitnah wie möglich durchgeführt werden sollte [84].

Vor allem im Rahmen von SHT kann es zu Liquorzirkulationsstörungen kommen. Die Kraniotomie gilt als Risikofaktor für die Entwicklung eines posttraumatischen Hydrozephalus, der eine Prävalenz zwischen 11,9% und 36% hat [27]. Dieser kann auch später, während der Rehabilitation, auftreten. Daher sind bildgebende Kontrollen mit Vergleich der Ventrikelweite im Verlauf und vor allem bei klinischer Verschlechterung indiziert. Die Behandlung erfolgt meist durch einen ventrikuloperitonealen Shunt [27, 50]. Auch dieser ist jedoch nicht ohne Komplikationsgefahr und muss nicht selten durch die Ärzte der NNFR überprüft und (falls möglich, bei entsprechendem Ventil) besser eingestellt werden. Das Vorhandensein der entsprechenden Programmiergeräte und Kenntnisse ist dafür Voraussetzung. Shuntinfektionen oder -fehlfunktionen (z. B. durch Verstopfung der Ableitung) sind auch möglich und potenziell sehr bedrohlich. In manchen Situationen müssen diese Patienten lumbalpunktiert werden, sowohl als diagnostische Maßnahme als auch zur (zumindest vorübergehenden) Verbesserung der intrakraniellen Druckverhältnisse.

Weitere Aspekte

Multiresistente Erreger und Hygiene

Multiresistente Erreger (MRE) wie Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA) oder Vancomycin-resis-

tente Enterokokken (VRE) stellen eine besondere Herausforderung für die NNFR dar. Da schwer betroffene Schlaganfall- und SHT-Patienten häufig länger hospitalisiert und auf Intensivstationen behandelt werden, ist die Belastung mit MRE nicht selten. Demnach erfolgt in der Regel standardmäßig, nach ärztlicher Risikoanalyse, eine Aufnahmeisolation und entsprechende Testung. Der Nachweis solcher Keime bei Patienten führt in der Regel zu Isolations- und Hygienemaßnahmen, um eine Übertragung zu verhindern. Diese Isolierung steht jedoch im Konflikt mit dem rehabilitationsmedizinischen Ansatz, der auf umfassende Mobilisierung, soziale Interaktion und (im Verlauf) Gruppentherapien setzt [38, 76]. MRE-positive Patienten können daher in manchen Fällen nur eingeschränkt an therapeutischen Maßnahmen teilnehmen, wobei viele Therapien in der NNFR durchaus im Zimmer mit entsprechenden Vorkehrungen durchgeführt werden. Eine Isolation kann soziale Kontakte reduzieren und Gefühle von Einsamkeit sowie vermehrte Angst hervorrufen [4]. Ebenso kann eine MRE-Besiedlung den Rehabilitationsverlauf verlängern und die Suche nach einer weiterbetreuenden Einrichtung erschweren [18, 38]. Somit brauchen Patienten und Angehörige diesbezüglich eine zusätzliche Unterstützung. Zusätzlich müssen generell die internen Hygienevorschriften (Hygienehandbuch) sowie die entsprechenden Empfehlungen der Fachgesellschaften beachtet werden [1]. Um die häufig labilen Patienten der NNFR vor Infektionen zu schützen, ist die Einhaltung der Hygienemaßnahmen bei allen Tätigkeiten in der Klinik essentiell. In Allensbach werden wiederholte Schulungen, Überprüfungen, Hinweise auf das Hygienehandbuch und ein regelmäßig erscheinender Hygiene-Newsletter genutzt, um das Personal für dieses wichtige Thema kontinuierlich zu sensibilisieren und zu schulen.

Angehörige

Schlaganfälle und SHT beeinträchtigen nicht nur die Patienten, sondern auch deren Angehörigen. Diese sind im Falle von vielen NNFR-Patienten auch diejenigen, die aufgrund einer Vollmacht oder einer gesetzlichen Betreuung Entscheidungen für den Patienten treffen müssen. Die Angehörigenberatung verfolgt das Ziel, Bezugspersonen in ihrer Unterstützungsfunktion zu stärken, Unsicherheiten abzubauen und ihre aktive Mitgestaltung am Rehabilitationsprozess zu fördern. Eine frühzeitige, verständliche Aufklärung über Art und Folgen der neurologischen Schädigung bildet die Grundlage für ein realistisches Krankheitsverständnis. Ziele sind die Reduktion von Ängsten und Kontrollverlust, die Förderung der Akzeptanz der schwierigen Situation und der Aufbau realistischer Erwartungen. Ergänzend sind praxisnahe Hinweise zur Alltagsbewältigung (z. B. Kommunikation, Pflege, Organisation) sowie die Integration in Entscheidungsprozesse hilfreich für die psychische Stabilisierung. Je nach Situation werden Angehörige

auch in Pflege oder Therapie einbezogen. In regelmäßigen Angehörigenseminaren werden von Vertretern diverser Berufsgruppen strukturiert Informationen vermittelt.

Palliatives Setting und klinisches Ethikkomitee

Leider gibt es immer wieder Situationen, bei denen eine kurative Perspektive nicht gegeben oder nicht sinnvoll erscheint, z.B. bei schweren Komplikationen, bei erheblich eingeschränkter Lebensqualität oder einem entsprechenden (mutmaßlichen) Patientenwillen. In diesen Fällen soll eine Übertherapie vermieden und ein palliativer Ansatz verfolgt werden, nach Absprache mit dem Patienten oder den Angehörigen [46]. Bei komplexen Entscheidungsprozessen sind ethische Fallbesprechungen mit dem interdisziplinär besetzten klinischen Ethikkomitee sehr sinnvoll. Die Entscheidungen zur Therapiebegrenzung und deren Gründe sollen transparent und nachvollziehbar dokumentiert werden. Die palliative Behandlung wird in der Regel innerhalb der NNFR durchgeführt, um den Patienten und den Angehörigen weitere Belastungen durch Verlegungen zu ersparen.

Synergien und Kooperationen

Eine NNFR ist auf Kooperationen mit anderen Kliniken und Fachrichtungen angewiesen. Eine Besonderheit der Kliniken Schmieder Allensbach ist die Koexistenz der Phasen A bis D unter einem Dach in einem neurologischen Fachkrankenhaus. Die Akutneurologie profitiert sehr vom Know-how der NNFR in vielen therapeutischen Bereichen und kann auf ein sehr erfahrenes und gut geschultes therapeutisches Personal zurückgreifen. Patienten, die akut behandelt werden, können nahtlos in die NNFR überführt werden, ohne lange Wartezeiten, Transport und Informationsverlust. Auf der anderen Seite können Patienten der NNFR von den therapeutischen und diagnostischen Möglichkeiten der Akutneurologie mit Intensiv- und Schlaganfallstation profitieren. Dies ist bei so vielen und schwer betroffenen Patienten der Frührehabilitation nicht selten. Auch die hausinterne Verlegung der Patienten der NNFR in die Neurorehabilitation Phase C hat viele Vorteile.

Die Teams der verschiedenen Phasen tauschen sich regelmäßig aus und sind im engen Kontakt. Es gibt viele gemeinsame Besprechungen und Fortbildungen, sowie Rotationen in verschiedene Bereiche. Die Möglichkeit der Durchführung radiologischer und neuroradiologischer Bildgebung vor Ort ist ein großer Vorteil für NNFR-Patienten, da die Indikation zur Bildgebung bei neurologischen und anderen Komplikationen oft gegeben ist und der Transport dieser schwer betroffenen Patienten nicht einfach ist. Ein extensives Netzwerk von externen Kooperationspartnern verschiedener Fachdisziplinen (z.B. Neurochirurgie, Urologie, Chirurgie, Orthopädie) ist essenziell für die gute Versorgung der NNFR-Patienten und sollte entsprechend aufgebaut und gepflegt werden.

Fazit

Die Behandlung von NNFR-Patienten ist sehr komplex und vielfältig. Die klinischen Aspekte und Symptome sowie die möglichen Komplikationen machen umfangreiche Kenntnisse der behandelten Krankheitsbilder, eine gute klinische Diagnostik, eine enge interdisziplinäre Teamarbeit, eine umfangreiche personelle und apparative Ausstattung sowie enge Kooperationen mit anderen neurologischen Phasen und Fachdisziplinen unerlässlich.

Literatur

1. Maßnahmenplan für MRSA in Gesundheitseinrichtungen: Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene; Verfügbar unter https://www.krankenhaushygiene.de/pdfdata/sektionen/2009_07_07_DGKH_MRSA.pdf
2. Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C. Frankfurt am Main Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR); 1999
3. Robert-Koch-Institut, Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. (Deutschland: Gemeinsam getragen von RKI und Destatis) 2015
4. AlRawashdeh MM, Ishak A, Al-Bunnia A et al. Patient Experiences and Perceptions with Infections Due to Multidrug-Resistant Organisms: A Systematic Review. *Pathogens* 2024; 13(9)
5. Auner BJ, H.; Marzi, I. Das schwer verletzte Kind. *Orthop Unfallchir up2date* 2016; 11: 305–326
6. Barra A, Huerta-Gutierrez R, Annen J et al. Characterization of responders to transcranial direct current stimulation in disorders of consciousness: A retrospective study of 8 clinical trials. *Neurotherapeutics* 2025; e00587
7. Bartolome G. Schluckstörungen. In: Frommelt P, Lösslein H (Hrsg.). *NeuroRehabilitation*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag GmbH 2010
8. Bath PM, Woodhouse LJ, Suntrup-Krueger S et al. Pharyngeal electrical stimulation for neurogenic dysphagia following stroke, traumatic brain injury or other causes: Main results from the PHADER cohort study. *EClinicalMedicine* 2020; 28: 100608
9. Bender A. Schwere Bewusstseinsstörungen in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation. *Neurol Rehabil* 2016; 22(3): 192–208
10. S3-LL Neurologische Rehabilitation bei Koma und schwerer Bewusstseinsstörung im Erwachsenenalter. Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR) (Hrsgb.), Leitlinien für die Neurorehabilitation, 2022. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/080-006.html>. Zugriff am: 27.03.2025
11. Bertram MB, Brandt T. Neurologische Frührehabilitation bei beatmeten Patienten mit ZNS-Störungen. *Intensivmedizin up2date* 2013; 9: 53–71
12. Brady MC, Kelly H, Godwin J et al. Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 2016(6): CD000425
13. Breitenstein C, Grewe T, Floël A et al. Intensive speech and language therapy in patients with chronic aphasia after stroke: a randomised, open-label, blinded-endpoint, controlled trial in a health-care setting. *Lancet* 2017; 389(10078): 1528–1538
14. Bryant AM, Rose NB, Temkin NR et al. Profiles of Cognitive Functioning at 6 Months After Traumatic Brain Injury Among Patients in Level I Trauma Centers: A TRACK-TBI Study. *JAMA Netw Open* 2023; 6(12): e2349118
15. Buntin MB, Colla CH, Deb P et al. Medicare spending and outcomes after postacute care for stroke and hip fracture. *Med Care* 2010; 48(9): 776–84
16. Caeiro L, Ferro JM, Costa J. Apathy secondary to stroke: a systematic review and meta-analysis. *Cerebrovasc Dis* 2013; 35(1): 23–39
17. Campbell Burton CA, Murray J, Holmes J et al. Frequency of anxiety after stroke: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Int J Stroke* 2013; 8(7): 545–559
18. Castellani GB, Maietti E, Colombo V et al. Impact of Multidrug-Resistant Organisms on Severe Acquired Brain Injury Rehabilitation: An Observational Study. *Microorganisms* 2024; 12(4)
19. Chatterjee A, Chen M, Gialdini G et al. Trends in Tracheostomy After Stroke: Analysis of the 1994 to 2013 National Inpatient Sample. *Neurohospitalist* 2018; 8(4): 171–176
20. Choi JH, Jakob M, Stapf C et al. Multimodal early rehabilitation and predictors of outcome in survivors of severe traumatic brain injury. *J Trauma* 2008; 65(5): 1028–135

21. Coleman ER, Moudgal R, Lang K et al. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review. *Curr Atheroscler Rep* 2017; 19(12): 59
22. Dewan MC, Rattani A, Gupta S et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *J Neurosurg* 2019; 130(4): 1080–1097
23. Dostovic Z, Smajlovic D, Dostovic E, Ibrahimagic OC. Stroke and disorders of consciousness. *Cardiovasc Psychiatry Neurol* 2012; 2012: 429108
24. Dziewas R, Glahn J, Helfer C et al. FEES für neurogene Dysphagien: Ausbildungscurriculum der Deutschen Gesellschaft für Neurologie und Deutschen Schlaganfall-Gesellschaft. *Nervenarzt* 2014; 85(8): 1006–15
25. Eskildsen SJ, Hansen CA, Kallemlose T et al. Factors Associated With Time to Decannulation in Patients With Tracheostomy Following Severe Traumatic Brain Injury. *Respir Care* 2024; 69(5): 566–574
26. Estraneo A, Moretta P, Loreto V et al. Late recovery after traumatic, anoxic, or hemorrhagic long-lasting vegetative state. *Neurology* 2010; 75(3): 239–245
27. Fattahian R, Bagheri SR, Sadeghi M. Development of Posttraumatic Hydrocephalus Requiring Ventriculoperitoneal Shunt After Decompressive Craniectomy for Traumatic Brain Injury: a Systematic Review and Meta-analysis of Retrospective Studies. *Med Arch* 2018; 72(3): 214–219
28. Federico EM, Carroll K, McGrath M et al. Incidence and risk factors of post-stroke seizure among ischemic stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2024; 33(12): 108072
29. Fridriksson J, Hillis AE. Current Approaches to the Treatment of Post-Stroke Aphasia. *J Stroke* 2021; 23(2): 183–201
30. Gao Y, Ma L, Liang F et al. The use of amantadine in patients with unresponsive wakefulness syndrome after severe cerebral hemorrhage. *Brain Inj* 2020; 34(8): 1084–1088
31. Gelormini C, Caricato A. Tracheostomy in traumatic brain injury: selection and stratification. *Minerva Anestesiol* 2023; 89(5): 374–376
32. Giacino JT, Katz DI, Schiff ND et al. Practice guideline update recommendations summary: Disorders of consciousness: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology; the American Congress of Rehabilitation Medicine; and the National Institute on Disability, Independent Living, and Rehabilitation Research. *Neurology* 2018; 91(10): 450–460
33. Giacino JT, Whyte J, Bagiella E et al. Placebo-controlled trial of amantadine for severe traumatic brain injury. *N Engl J Med* 2012; 366(9): 819–26
34. Gil M, Cohen M, Korn C, Groswasser Z. Vocational outcome of aphasic patients following severe traumatic brain injury. *Brain Inj* 1996; 10(1): 39–45
35. Graeme JH. Stroke. *Lancet* 2017; 389(10069): 641–54
36. Hagebusch PP, Pingel A, Kandziora F et al. Das Schädel-Hirn-Trauma im Erwachsenenalter. *Notfallmedizin up2date* 2020; 15(1): 59–74
37. Hansen TS, Engberg AW, Larsen K. Functional oral intake and time to reach unrestricted dieting for patients with traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89(8): 1556–1562
38. Heudorf U, Berres M, Hofmann S, Steul K. Management of patients with multidrug-resistant organisms in rehabilitation facilities. Results of a survey in the Rhine-Main region, Germany, 2019. *GMS Hyg Infect Control* 2020; 15: Doc15
39. Hewetson R, Cornwell P, Shum D. Cognitive-communication disorder following right hemisphere stroke: exploring rehabilitation access and outcomes. *Top Stroke Rehabil* 2017; 24(5): 330–336
40. Hoffmann B, Karbe H, Krusch C et al. Patientencharakteristika in der neurologisch/neurochirurgischen Frührehabilitation (Phase B): Eine multizentrische Erfassung im Jahr 2002 in Deutschland. *Akt Neurol* 2006(33): 287–296
41. Holtkamp M, May T, Berkenfeld R et al. Erster epileptischer Anfall und Epilepsien im Erwachsenenalter, S2k-Leitlinie, 2023: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 2023. Verfügbar unter www.dgn.org/leitlinien
42. Hu L, Liu G. Effects of early rehabilitation nursing on neurological functions and quality of life of patients with ischemic stroke hemiplegia. *Am J Transl Res* 2021; 13(4): 3811–318
43. Huang HY, Lee CS, Chiu TH et al. Clinical outcomes and prognostic factors for prolonged mechanical ventilation in patients with acute stroke and brain trauma. *J Formos Med Assoc* 2022; 121(1 Pt 1): 162–169
44. Huttman SE, Magnet FS, Karagiannidis C et al. Quality of life and life satisfaction are severely impaired in patients with long-term invasive ventilation following ICU treatment and unsuccessful weaning. *Ann Intensive Care* 2018; 8(1): 38
45. Ibisoglu ZS, Kilinc S. Comparison of Functional Electrical Stimulation Cycle vs. Conservative Rehabilitation on Functional Status and Muscle Features in Stroke Patients. *NeuroRehabilitation*; 56(2): 207–218
46. Janssens U, Burchardi H, Duttge G et al. Therapiezieländerung und Therapiebegrenzung in der Intensivmedizin. *Anaesthesist* 2013; 62(1): 47–52
47. Jin X, Shang S, Tong H et al. Predictors of recovery from dysphagia after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Sci* 2025; 12(2): 184–191
48. Khan NAJ, Ullah S, Alkilani W et al. Sinking Skin Flap Syndrome: Phenomenon of Neurological Deterioration after Decompressive Craniectomy. *Case Rep Med* 2018; 2018: 9805395
49. Khellaf A, Khan DZ, Helmy A. Recent advances in traumatic brain injury. *J Neurol* 2019; 266(11): 2878–2889
50. Kim HS, Lee SU, Cha JH et al. Clinical Analysis of Results of Shunt Operation for Hydrocephalus Following Traumatic Brain Injury. *Korean J Neurotrauma* 2015; 11(2): 58–62
51. Kondziella D, Bender A, Diserens K et al. European Academy of Neurology guideline on the diagnosis of coma and other disorders of consciousness. *Eur J Neurol* 2020; 27(5): 741–56
52. Kramer AH, Deis N, Ruddell S et al. Decompressive Craniectomy in Patients with Traumatic Brain Injury: Are the Usual Indications Congruent with Those Evaluated in Clinical Trials? *Neurocrit Care* 2016; 25(1): 10–9
53. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet* 2011; 377(9778): 1693–1702
54. Laska AC, Bartfai A, Hellblom A et al. Clinical and prognostic properties of standardized and functional aphasia assessments. *J Rehabil Med* 2007; 39(5): 387–392
55. Ledl C, Frank U, Dziewas R et al. Curriculum »Trachealkanülenmanagement in der Dysphagietherapie«. *Nervenarzt* 2024; 95(4): 342–52
56. Lee WK, Yeom J, Lee WH et al. Characteristics of Dysphagia in Severe Traumatic Brain Injury Patients: A Comparison With Stroke Patients. *Ann Rehabil Med* 2016; 40(3): 432–439
57. Li J, Wang D, Tao W et al. Early consciousness disorder in acute ischemic stroke: incidence, risk factors and outcome. *BMC Neurol* 2016; 16(1): 140
58. Li S, Xu X, Hu J, Wang Y. The effect of early rehabilitation on therapeutic outcomes in ICU patients on mechanical ventilation: A meta-analysis. *Int J Artif Organs* 2025; 48(2): 105–122
59. Li X, Wu M, Zhang J et al. Post-stroke dysphagia: Neurological regulation and recovery strategies. *Biosci Trends* 2025; 19(1): 31–52
60. Liu L, Xu M, Marshall IJ et al. Prevalence and natural history of depression after stroke: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *PLoS Med* 2023; 20(3): e1004200
61. Liu M, Li Y, Zhao J et al. Effect of transcranial direct current stimulation on paroxysmal sympathetic hyperexcitability with acquired brain injury and cortical excitability: a randomized, double-blind, sham-controlled pilot study. *J Neuroeng Rehabil* 2025; 22(1): 35
62. Luengo-Fernandez R, Paul NL, Gray AM et al. Population-based study of disability and institutionalization after transient ischemic attack and stroke: 10-year results of the Oxford Vascular Study. *Stroke* 2013; 44(10): 2854–2861
63. Lüthi H, Blanco J, Mäder M. Dokumentation, Messung und Qualitätsmanagement. In: Frommelt P, Lösslein H, editors. *NeuroRehabilitation*. Berlin, Heidelberg: Springer 2010
64. Maas AIR, Menon DK, Manley GT et al. Traumatic brain injury: progress and challenges in prevention, clinical care, and research. *Lancet Neurol* 2022; 21(11): 1004–1060
65. Maas MB, Lev MH, Ay H et al. The prognosis for aphasia in stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2012; 21(5): 350–357
66. Mann G, Hankey GJ, Cameron D. Swallowing function after stroke: prognosis and prognostic factors at 6 months. *Stroke* 1999; 30(4): 744–8
67. Maurer-Karattup P, Giacino J, Luther M, Eifert B. Diagnostik von Bewusstseinsstörungen anhand der deutschsprachigen Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R). *Neurol Rehabil* 2010; 16(5): 232–246
68. Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) Version 2025. 2025. Verfügbar unter: <https://klassifikationen.bfarm.de/ops/kode-suche/html-ops2025/index.htm>. Zugriff am: 26.04.2025
69. Mijailovic MD, Pavlovic A, Brainin M et al. Post-stroke dementia – a comprehensive review. *BMC Med* 2017; 15(1): 11
70. Ministerium für Soziales und Integration B-W. Neurologische Frührehabilitation Phase B, Fachplanung für Baden-Württemberg. 2016. Verfügbar unter https://sozialministerium.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-sm/intern/downloads/Downloads_Krankenhaeuser/Neurologische_Fruehrehabilitation_Phase_B_2.0.pdf
71. Nelles G, Platz T, Allert N et al. Rehabilitation sensomotorischer Störungen, S2k-Leitlinie, 2023 Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie 2023 [updated 23.04.2025. Verfügbar unter www.dgn.org/leitlinien
72. Norman RS, Jaramillo CA, Amuan M et al. Traumatic brain injury in veterans of the wars in Iraq and Afghanistan: communication disorders stratified by severity of brain injury. *Brain Inj* 2013; 27(13–14): 1623–30

73. Oehmichen F, Ketter G, Mertl-Rotzer M et al. [Weaning from prolonged mechanical ventilation in neurological weaning units: an evaluation of the German Working Group for early Neurorehabilitation]. *Nervenarzt* 2012; 83(10): 1300–7
74. Park HY, Kim S, Kim JS et al. Sinking Skin Flap Syndrome or Syndrome of the Trephined: A Report of Two Cases. *Ann Rehabil Med* 2019; 43(1): 111–114
75. Pendlebury ST, Rothwell PM. Prevalence, incidence, and factors associated with pre-stroke and post-stroke dementia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol* 2009; 8(11): 1006–1018
76. Pike JH, McLean D. Ethical concerns in isolating patients with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on the rehabilitation ward: a case report. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(7): 1028–1030
77. Therapie des spastischen Syndroms, S2k-Leitlinie, 2024. Verfügbar unter: www.dgn.org/leitlinien. Zugriff am: 22.04.2025
78. Pohl M, Bertram M. Wirksamkeit der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation: Evidenzbasierte Therapieformen, Outcome und Prognosefaktoren. *Nervenarzt* 2016; 87(10): 1043–1050
79. Pohl M, Bertram M, Bucka C et al. Rehabilitationsverlauf von Patienten in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation. *Nervenarzt* 2016; 87(6): 634–644
80. Rohde A, Worrall L, Godecke E et al. Diagnosis of aphasia in stroke populations: A systematic review of language tests. *PLoS One* 2018; 13(3): e0194143
81. Rollnik JD AJ, Bauer J, Bertram M et al. Prolongiertes Weaning in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation S2k-Leitlinie herausgegeben von der Weaning-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR) 10/2016 2016. Verfügbar unter www.awmf.org
82. Sabaz M, Simpson GK, Walker AJ et al. Prevalence, comorbidities, and correlates of challenging behavior among community-dwelling adults with severe traumatic brain injury: a multicenter study. *J Head Trauma Rehabil* 2014; 29(2): E19–30
83. Safaz I, Alaca R, Yasar E et al. Medical complications, physical function and communication skills in patients with traumatic brain injury: a single centre 5-year experience. *Brain Inj* 2008; 22(10): 733–739
84. Santander X, Hidalgo YG, Flores JC, Gomez-Jordana B. Sinking skin syndrome in a decompressive craniectomy series: Clinical and radiological features. *Surg Neurol Int* 2022; 13: 422
85. Sanz LRD, Aubinet C, Cassol H et al. SECONDS Administration Guidelines: A Fast Tool to Assess Consciousness in Brain-injured Patients. *J Vis Exp* 2021 (168)
86. Scarpino M, Grippo A, Campagnini S et al. Stroke-related epilepsy in the rehabilitation setting: Insights from the inpatient post-stroke rehabilitation study - RIPS. *Epilepsy Behav Rep* 2024; 28: 100713
87. Schonhofer B, Geiseler J, Dellweg D et al. Prolonged Weaning: S2k Guideline Published by the German Respiratory Society. *Respiration* 2020: 1–102
88. Steyerberg EW, Wiegers E, Sewalt C et al. Case-mix, care pathways, and outcomes in patients with traumatic brain injury in CENTER-TBI: a European prospective, multicentre, longitudinal, cohort study. *Lancet Neurol* 2019; 18(10): 923–934
89. Stürner J, Liepert J. »Sensomotorische Assessment Physiotherapie« (SeMo-P) – Ein Messinstrument zur Beurteilung der Sensomotorik von Patienten der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation. *Neurol Rehabil* 2023; 29(3): 157–165
90. Su JH, Wu YH, Guo NW et al. The effect of cranioplasty in cognitive and functional improvement: Experience of post traumatic brain injury inpatient rehabilitation. *Kaohsiung J Med Sci* 2017; 33(7): 344–350
91. Sunnerhagen KS, Opheim A, Alt Murphy M. Onset, time course and prediction of spasticity after stroke or traumatic brain injury. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62(6): 431–434
92. Tejerina EE, Robba C, Del Campo-Albendea L et al. Weaning Outcomes in Patients with Brain Injury. *Neurocrit Care* 2022; 37(3): 649–659
93. Thibaut A, Bruno MA, Ledoux D et al. tDCS in patients with disorders of consciousness: sham-controlled randomized double-blind study. *Neurology* 2014; 82(13): 1112–1118
94. Togher L, Wiseman-Hakes C, Douglas J et al. INCOG recommendations for management of cognition following traumatic brain injury, part IV: cognitive communication. *J Head Trauma Rehabil* 2014; 29(4): 353–68
95. Trapp M. Tracheotomie und Tracheostomaversorgung: Springer-Verlag GmbH; 2018
96. Vigna M, Lastoria C, Carlucci A et al. Weaning from tracheostomy: Trend of decannulation rate over two decades in a respiratory rehabilitation centre. *Pulmonology* 2025; 31(1): 2411814
97. von Wedel-Parlow FK, Gehring K, Kutzner M. Neurologische Frührehabilitation. In: Frommelt P, Lösslein H (Hrsg.). *NeuroRehabilitation*. Berlin Heidelberg: Springer 2002
98. Wang J, Hu X, Hu Z et al. The misdiagnosis of prolonged disorders of consciousness by a clinical consensus compared with repeated coma-recovery scale-revised assessment. *BMC Neurol* 2020; 20(1): 343
99. Wei X, Sun S, Zhang M, Zhao Z. A systematic review and meta-analysis of clinical efficacy of early and late rehabilitation interventions for ischemic stroke. *BMC Neurol* 2024; 24(1): 91
100. Whyte J, Nakase-Richardson R, Hammond FM et al. Functional outcomes in traumatic disorders of consciousness: 5-year outcomes from the National Institute on Disability and Rehabilitation Research Traumatic Brain Injury Model Systems. *Arch Phys Med Rehabil* 2013; 94(10): 1855–1860
101. Wiles MD. Management of traumatic brain injury: a narrative review of current evidence. *Anaesthesia* 2022; 77 Suppl 1: 102–112
102. Wong J, Traub SJ, Macnow L, Kulchyski LK. Altered mental status. *J Emerg Med* 2008; 35(4): 445–448
103. Yasuda S, Yano H, Ikegame Y et al. Posttraumatic epilepsy in chronic disorders of consciousness due to severe traumatic brain injury after traffic accidents. *Seizure* 2024; 117: 222–228
104. Younsi A. Das Schädel-Hirn-Trauma in Deutschland – ein Krankheitsbild im Wandel. *Passion Chirurgie* 2023; 13(11): Artikel 03
105. Younsi A, Unterberg A, Marzi I et al. Development and first results of a national databank on care and treatment outcome after traumatic brain injury. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2023; 49(3): 1171–1181
106. Zafonte RD, Harrison-Felix C, Bell K, Whitenec G. *Traumatic Brain Injury*. In: Zasler ND, Katz DI, Zafonte RD, (ed). *Brain Injury Medicine* (2nd ed). New York: Demos Medical Publishing 2019
107. Zand Z, Zand F, Asmarian N et al. Efficacy of oral modafinil on accelerating consciousness recovery in adult patients with moderate to severe acute traumatic brain injury admitted to intensive care unit: a randomized double-blind clinical trial. *Neurosurg Rev* 2024; 48(1): 2
108. Zdanowicz A, Sobkowiak H, Gawrysiak M, Wiszniewska M. Swallowing Disorders in Ischemic Stroke: A Retrospective Analysis of Dysphagia Severity Differences Based on Hemisphere Damage and Patient Age. *J Clin Med* 2025; 14(3)
109. Zeng H, Chen J, Guo Y, Tan S. Prevalence and Risk Factors for Spasticity After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurol* 2020; 11: 616097
110. Zhang B, O'Brien K, Won W, Li S. A Retrospective Analysis on Clinical Practice-Based Approaches Using Zolpidem and Lorazepam in Disorders of Consciousness. *Brain Sci* 2021; 11(6)
111. Zhou YF, Kang JW, Xiong Q et al. Transauricular vagus nerve stimulation for patients with disorders of consciousness: A randomized controlled clinical trial. *Front Neurol* 2023; 14: 1133893

Interessenvermerk

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Anastasios Chatzikonstantinou, MBA
 Ärztliche Leitung Akutneurologie und Frührehabilitation Phase B
 Kliniken Schmieder Allensbach
 Zum Tafelholz 8
 78476 Allensbach
a.chatzikonstantinou@kliniken-schmieder.de

Das sensomotorische Assessment Physiotherapie (SeMo-P): Entwicklung, Inhalt und Verlaufsdaten

J. Stürner^{1,2}, J. Liepert^{1,2}

¹ Lurija Institut, Kliniken Schmieder Allensbach

² Neurorehabilitation, Kliniken Schmieder Allensbach

Zusammenfassung

Zur Beurteilung der sensomotorischen Fähigkeiten von Patienten der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation (NNFR) wurde am Lurija Institut der Kliniken Schmieder ein neues sensomotorisches Assessment für die Nutzung in der Physiotherapie (SeMo-P) erarbeitet. Dieser Artikel beschreibt die Entwicklung des Messinstruments und stellt

die vier Hauptkategorien Sensibilität, aktive und passive Gelenkbeweglichkeit und Mobilität dar. Darüber hinaus werden Verlaufsdaten aus einer psychometrischen Studie präsentiert, um Erkenntnisse über sensomotorische Veränderungen von NNFR-Patienten im Verlauf von vier Wochen stationärer Rehabilitation zu gewinnen.

Schlüsselwörter: neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation, NNFR, Physiotherapie, Sensomotorik, sensomotorisches Assessment, Verlaufsdaten

Einleitung

Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR) spielt eine wichtige Rolle in der Versorgung schwer betroffener Patienten [8]. Durch die demografische Entwicklung und den anhaltenden Fortschritt in der Notfall- und Akutmedizin ist die Zahl der Frührehabilitationsbetten in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen [3, 4]. Patienten, die in dieser Rehabilitationsphase behandelt werden, weisen häufig komplexe und multifaktorielle Beeinträchtigungen auf. Diese reichen von Störungen der basalen Körperfunktionen, Vigilanz, Sprache und Kognition bis hin zu sensomotorischen Einschränkungen [9]. Die Sensomotorik stellt eine wichtige Grundlage für ein selbstständiges Leben dar und sollte daher im Rahmen der NNFR intensiv behandelt werden. Für die Entwicklung individuell angepasster Behandlungskonzepte bei sensomotorischen Störungen ist es entscheidend, den jeweiligen Ist-Zustand der Patienten bereits bei Aufnahme in die Rehabilitation zu erfassen. Dadurch kann festgelegt werden, welche sensomotorischen Funktionen besonders eingeschränkt sind und auf welchem Niveau mit den Patienten an der Problematik gearbeitet werden kann. Um den Therapieerfolg zu bewerten und um die Behandlung gegebenenfalls anzupassen, ist es außerdem notwendig, die sensomotorischen Fähigkeiten der Patienten kontinuierlich zu erfassen. Um dies zuverlässig zu gewährleisten, sollten möglichst objektive und standardisierte Assessmentinstrumente eingesetzt werden, die in der Lage sind, gültige, zuverlässige und änderungssensitive Ergebnisse zur Sensomotorik von schwerbetroffenen Patienten zu liefern. Es existiert eine Vielzahl an Messinstrumenten, die sich mit der Beurteilung sensomotorischer Störungen bei neurologischen Patienten befassen. Viele konzentrieren sich jedoch lediglich auf spezifische Teilbereiche

der Sensomotorik – etwa die Prüfung der sensorischen Funktionen, der Muskelkraft oder der Mobilität [10]. Einen umfassenden Überblick zu den sensomotorischen Fähigkeiten liefern sie nicht. Außerdem ist ein Großteil der Tests bei vielen Patienten in der NNFR nur eingeschränkt oder gar nicht einsetzbar. Der Grund dafür liegt vor allem in der Schwere der neurologischen Schädigungen: Viele Betroffene sind nicht in der Lage, die für bestimmte Tests erforderlichen Ausgangsstellungen einzunehmen, oder einzelne Items der Assessments sind schlichtweg nicht relevant für die in ihren Funktionen hochgradig eingeschränkten Patienten.

Aus diesen Gründen wurde am Lurija Institut der Kliniken Schmieder das neue sensomotorische Assessment Physiotherapie (SeMo-P) entwickelt und validiert. Die Ziele dieses Assessments sind:

1. Anwendbarkeit bei möglichst allen in der NNFR behandelten Patienten – unabhängig vom Krankheitsbild, der Krankheitsschwere oder der Krankheitsdauer,
2. Abdeckung zentraler sensomotorischer Funktionsbereiche,
3. Sensitivität auch für kleine Veränderungen im Rehabilitationsverlauf,
4. Eignung für den Einsatz in wissenschaftlichen Studien.

Die Entwicklung des Assessments basiert auf einer literaturgebundenen Patientencharakteristik, der Orientierung an der International Classification of Functioning, Disability and Health sowie dem Einbezug von erfahrenen Physiotherapeuten in den Entwicklungsprozess [11]. Die Machbarkeit wurde bereits im Rahmen einer Studie mit 28 Patienten untersucht und insgesamt als gut bewertet [11]. Im Anschluss an die Studie wurden einzelne Bereiche des Assessments gezielt überarbeitet, um dessen Anwendbarkeit weiter zu optimieren. Von 2021 bis

2023 wurde in einer psychometrischen Studie mit 50 Patienten die Qualität des SeMo-P untersucht und es zeigten sich gute bis sehr gute Ergebnisse für die Reliabilität, Validität und Sensitivität des neuen Assessments [12].

In diesem Artikel werden der Inhalt und die Durchführung des SeMo-P ausführlich dargestellt. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie sich die getesteten Patienten innerhalb der psychometrischen Studie in den einzelnen Teilen des SeMo-P verändert haben.

Aufbau und Durchführung des SeMo-P

Das neue Assessment besteht aus vier in sich abgeschlossenen Teilen, die jeweils unterschiedliche Bereiche der Sensomotorik abbilden. Das SeMo_Sensibilität befasst sich mit der Oberflächen- und Tiefensensibilität der unteren Extremität, das SeMo_PB untersucht die passive und das SeMo_AB die aktive Gelenkbeweglichkeit der unteren Extremität und das SeMo_Mobilität beschäftigt sich mit verschiedenen Aspekten der Mobilität (s. Tab. 1–4). Aufgrund seines Umfangs kann das SeMo-P in der Regel nicht vollständig innerhalb einer einzelnen physiotherapeutischen Behandlungseinheit von 45 Minuten durchgeführt werden. Sowohl in der Machbarkeitsstudie als auch in der Evaluationsstudie zeigte sich, dass abhängig vom Schweregrad der Erkrankung ein bis drei Einheiten nötig sind, um das Assessment komplett zu prüfen. Für die Durchführung werden keine zusätzlichen Materialien benötigt, mit Ausnahme eines Wattestäbchens zur Testung der Oberflächensensibilität. Das SeMo-P ist vollständig im und am Bett der Patienten prüfbar. Die Schulung des therapeutischen Personals nimmt etwa 90 Minuten in Anspruch und erfolgt auf Grundlage eines standardisierten Manuals.

Eine wichtige Aufgabe des SeMo-P ist die Erfassung von Veränderungen im Bereich der sensomotorischen Fähigkeiten von schwerbetroffenen Patienten. Im weiteren Verlauf dieses Artikels wird der Frage nachgegangen, ob und wie stark sich die Patienten innerhalb von vier Wochen in den einzelnen Teilen des SeMo-P verändert haben.

Methodik

Studiendesign

Die für diesen Artikel genutzten Daten wurden im Rahmen der psychometrischen Studie zur Beurteilung der Gütekriterien des SeMo-P erhoben [12]. Diese wurde in der NNFR der Kliniken Schmieder in Allensbach durchgeführt. Das Studienprotokoll erhielt die Genehmigung der Ethikkommission der Universität Konstanz und erfolgte in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki. Eingeschlossen wurden Patienten, die zu Beginn der Testungen nicht länger als sieben Tage in der NNFR behandelt wurden. Als Einschlusskriterien für die Teilnahme galten das Vorliegen einer schriftlichen

Tab. 1: Durchführung und Bepunktung vom SeMo_Sensibilität

SeMo_Sensibilität (max. 24 Punkte)	
Oberflächensensibilität (Maximal 12 Punkte)	
Durchführung	Patient (P.) liegt in Rückenlage (RL), Augen geschlossen. Getestet werden immer beide Beine. Berührung am ventralen Oberschenkel/Unterschenkel und an der Fußsohle mit Wattestäbchen. Rückmeldung von P., ob Berührung gespürt wird und wenn ja, wo.
Punkte	0 = Item kann getestet werden, aber P. nimmt die Berührung nicht wahr 1 = Berührung wird wahrgenommen, ist aber nicht lokalisierbar 2 = Berührung wird wahrgenommen und ist lokalisierbar
Tiefensensibilität (Maximal 12 Punkte)	
Durchführung	P. liegt in RL, Augen geschlossen. Getestet werden immer beide Beine. Oberes Sprunggelenk-, Knie- und Hüftgelenk werden jeweils passiv in zwei verschiedene Gelenkstellungen bewegt. Rückmeldung von P., in welcher Position sich das jeweilige Gelenk befindet.
Punkte	0 = Item kann getestet werden, aber P. erkennt keine Gelenkstellung 1 = Eine Gelenkstellung wird erkannt 2 = Beide Gelenkstellungen werden erkannt

Anmerkung: Kann der Patient keine Rückmeldung geben (z. B. aufgrund von Einschränkungen der Kognition, Vigilanz oder Sprachfähigkeit), wird das SeMo_Sensibilität nicht bewertet.

Tab. 2: Durchführung und Bepunktung vom SeMo_PB

SeMo_PB (max. 40 Punkte)	
Durchführung	P. liegt in RL. Passives Bewegen der folgenden Gelenke (beide Seiten) durch Tester: – Unterer Sprunggelenk (Supination/Pronation) – Oberer Sprunggelenk (Dorsalextension/Plantarflexion) – Kniegelenk (Flexion/Extension) – Hüftgelenk (Flexion/Extension und Abduktion/Adduktion)
Punkte	0 = Keine passive Gelenkbewegung (GB) möglich 1 = Minimale passive GB möglich 2 = Mehr als minimale passive GB aber max. halber passiver ROM möglich 3 = Mehr als halber passiver ROM aber weniger als voller passiver ROM möglich 4 = Voller passiver ROM möglich

Anmerkung: Bewertet wird die passive Gelenkbeweglichkeit im gesamten Range of Motion (ROM) eines Gelenks (z. B. von max. Supination in max. Pronation)

Tab. 3: Durchführung und Bepunktung vom SeMo_AB

SeMo_AB (max. 64 Punkte)	
Durchführung	P. liegt in RL und bewegt die folgenden Gelenke (beide Seiten) aktiv auf Aufforderung: – Oberer Sprunggelenk (Dorsalextension/Plantarflexion) – Kniegelenk (Flexion/Extension) – Hüftgelenk (Flexion/Extension und Abduktion/Adduktion)
Besonderheit	Reagiert der Patient nicht auf die verbale Aufforderung zur aktiven Bewegung, so wird über die Testtage hinweg die spontane aktive Gelenkbeweglichkeit beobachtet und bewertet.
Punkte	0 = Plegie. Keinerlei aktive GB erkennbar 1 = Minimale aktive GB erkennbar 2 = Mehr als minimale aktive GB aber max. halber ROM erkennbar 3 = Mehr als halber ROM aber weniger als voller ROM erkennbar ODER: Voller ROM erkennbar, jedoch mit Ausweichbewegungen 4 = Voller ROM erkennbar, ohne Ausweichbewegungen

Anmerkung: Im Gegensatz zur passiven Gelenkbeweglichkeit wird hier jede Bewegungsrichtung einzeln bewertet.

Einverständniserklärung sowie die Volljährigkeit. Der Einschluss in die Studie war unabhängig vom Krankheitsbild, der Krankheitsschwere und der Krankheitsdauer möglich.

Tab. 4: Durchführung und Bepunktung vom SeMo_Mobilität

SeMo_Mobilität (max. 90 Punkte)	
Item	Punkte
Im Bett nach oben rutschen (mind. 5 cm)	0 = nicht möglich (n. m.) 2 = mit maximaler Unterstützung möglich 4 = mit viel Unterstützung möglich 6 = mit mäßiger Unterstützung möglich 8 = mit geringer Unterstützung möglich 10 = komplett selbstständig möglich
Drehen im Bett auf eine Seite (jeweils nach rechts/links)	0 = n.m. 1 = mit maximaler Unterstützung möglich 2 = mit viel Unterstützung möglich 3 = mit mäßiger Unterstützung möglich 4 = mit geringer Unterstützung möglich 5 = komplett selbstständig möglich
BWÜ SL – Sitz (jeweils über rechts/links)	0 = n.m. 1 = mit maximaler Unterstützung möglich 2 = mit viel Unterstützung möglich 3 = mit mäßiger Unterstützung möglich 4 = mit geringer Unterstützung möglich 5 = komplett selbstständig möglich
Sitzen an der Bettkante	0 = n.m. 2 = mit maximaler Unterstützung möglich 4 = selbstständiges Sitzen (mit Stützen oder sich festhalten) für mind. 10 Sekunden möglich 6 = selbstständiges Sitzen (mit Stützen oder sich festhalten) für mind. 30 Sekunden möglich 8 = selbstständiges Sitzen (ohne Stützen oder sich festhalten) für mind. 30 Sekunden möglich 10 = selbstständiges Sitzen (ohne Stützen oder sich festhalten) für mind. eine Minute möglich
BWÜ Sitz – Stand	0 = n.m. 2 = mit maximaler Unterstützung möglich 4 = mit viel Unterstützung möglich 6 = mit mäßiger Unterstützung möglich 8 = mit geringer Unterstützung möglich 10 = komplett selbstständig möglich
Stehen	0 = n.m. 2 = mit maximaler Unterstützung möglich 4 = mit viel Unterstützung möglich 6 = mit mäßiger Unterstützung möglich 8 = mit geringer Unterstützung möglich 10 = komplett selbstständig möglich
Schritte machen	0 = n. m. 2 = mind. 4 Schritte mit maximaler Unterstützung möglich 4 = mind. 4 Schritte mit viel Unterstützung möglich 6 = mind. 4 Schritte mit mäßiger Unterstützung möglich 8 = mind. 4 Schritte mit geringer Unterstützung möglich 10 = mind. 4 Schritte komplett selbstständig möglich
Transfer in den Rollstuhl	0 = n.m. 2 = mit maximaler Unterstützung möglich 4 = mit viel Unterstützung möglich 6 = mit mäßiger Unterstützung möglich 8 = mit geringer Unterstützung möglich 10 = komplett selbstständig möglich
Sitzen im Rollstuhl	0 = n.m. (bzw. < 15 Minuten) 2 = Sitzen im Multifunktionsrollstuhl (MFRS) (mit Kanelung) für ≥ 15 Minuten & ≤ 60 Minuten möglich 4 = Sitzen im MFRST (mit Kanelung) für > 60 Minuten möglich 6 = Sitzen im MFRST (ohne Kanelung) oder Aktivrollstuhl für ≥ 15 Min. und ≤ 60 Minuten möglich 8 = Sitzen im MFRST (ohne Kanelung) oder Aktivrollstuhl für > 60 Minuten möglich, mit unterstützender Lagerung 10 = Sitzen im MFRST (ohne Kanelung), Aktivrollstuhl oder auf einem Stuhl für > 60 Minuten möglich, ohne unterstützende Lagerung

Anmerkung: Die dargestellten Unterstützungsgrade (von maximaler Unterstützung bis hin zur vollständigen Selbstständigkeit) werden im originalen Assessmentbogen detaillierter beschrieben und erläutert. Aus Platzgründen wird in diesem Artikel auf eine ausführlichere Darstellung verzichtet.

Studienablauf

Die erste Testung (t1) des SeMo-P fand zeitnah nach der Aufnahme in die NNFR statt. Vier Wochen (t2) später wurde das Assessment bei den Patienten, welche sich zu diesem Zeitpunkt noch in stationärer Behandlung befanden, wiederholt.

Statistik

Die statistische Auswertung wurde mit IBM SPSS Statistics für Windows, Version 30.0.0.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) durchgeführt. Bei der Untersuchung des SeMo_Sensibilität wurden zwei Patientengruppen gebildet. In Gruppe 1 (n=31) war die Sensibilität prüfbar, während bei den Patienten der Gruppe 2 (n=14) dieser Teil nicht durchgeführt werden konnte. Aufgrund der nicht normalverteilten Daten (ermittelt durch den Shapiro-Wilk-Test), wurde zur Untersuchung der Gruppenunterschiede der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Aufgrund der geringen Stichprobengröße erfolgte die exakte Berechnung des p-Werts. Ein zweiseitiger p-Wert < 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet. Die deskriptive Darstellung erfolgte über den Median und den Interquartilbereich (IQR).

Für die Untersuchung der Veränderungen der Patienten in den einzelnen Teilen des SeMo-P von t1 zu t2 wurde zur Analyse der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test angewendet. Dies liegt darin begründet, dass die Differenzen der gepaarten Messwerte nicht normalverteilt waren (ermittelt durch den Shapiro-Wilk-Test). Es erfolgte die exakte Berechnung des p-Werts. Ein zweiseitiger p-Wert < 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet. Die deskriptive Darstellung der Daten erfolgte über den Median und den IQR,

Ergebnisse

Deskriptive Statistik

Von den 50 in die Studie eingeschlossenen Patienten lagen für die Untersuchung der sensomotorischen Entwicklung von t1 zu t2 insgesamt 45 Datensätze vor. Bei vier Personen konnten keine Daten zum Zeitpunkt t2 erhoben werden, bedingt durch notfallmäßige Verlegung (n=1), Tod (n=1), Studienabbruch (n=1) und vorzeitige Entlassung (n=1). Ein Patient wurde aus der Analyse ausgeschlossen, da er bereits zu t1 einen überdurchschnittlich hohen Barthel-Index Wert von 70 Punkten aufwies. Bei allen anderen Tests erreichte er ebenfalls überdurchschnittlich hohe Ergebnisse. Aus diesem Grund wurde er als Ausreißer betrachtet, bei dem die Phaseneinteilung nicht korrekt erfolgt war. Zum Einschlusszeitpunkt lag das Krankheitsereignis bei 43 Patienten weniger als sechs Monate zurück (30 ± 21 Tage) und bei zwei Patienten waren bereits mehr als sechs Monate vergangen (390 ± 150 Tage). Zum Zeitpunkt t1 befanden

sich die Untersuchten im Mittel seit drei (± 2) Tagen in der NNFR. Rekrutiert werden konnte ein repräsentatives Patientenkollekt mit einem breiten Spektrum an neurologischen Krankheitsbildern sowie typischen Werten im Barthel-Index (BI), dem Frühreha-Index (FRI) und dem Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (s. Tab. 5).

Sensorische Veränderung von t1 zu t2

Das SeMo_Sensibilität konnte lediglich bei 31 Personen (68,9%) geprüft werden. Hauptgründe für die Nichtdurchführbarkeit (Mehrfachnennungen) waren eingeschränkte Sprachproduktion/-verständnis ($n=8$), verminderte Vigilanz ($n=12$) und/oder kognitive Beeinträchtigungen ($n=11$).

Die deskriptive Statistik zeigt, dass die Probanden, bei welchen die Prüfung nicht möglich war (Gruppe 2), sowohl im BI und im FRI als auch im MoCA und in der KRS signifikant schlechtere Werte erzielten als die Patienten, bei denen die Untersuchung vom SeMo_Sensibilität möglich war (Gruppe 1), (s. Tab. 6).

Bei den Patienten der Gruppe 1 verbesserten sich 35,5% in ihrer Sensibilität, 19,4% verschlechterten sich und bei 45,2% kam es zu gar keiner Veränderung. Insgesamt erzielten die Patienten zu t1 einen Median von 22,0 Punkten [IQR: 15,0–24,0], der sich bis t2 auf 23,0 Punkte [IQR: 19,0–24,0] verbesserte. Die Veränderung war statistisch nicht signifikant [$Z=-1,82$, $p=0,07$].

Im SeMo_PB ($n=45$) verbesserten sich 35,6% der Patienten, 53,3% verschlechterten sich und 11,1% zeigten keine Veränderung vom Testzeitpunkt t1 zu t2. In der Gesamtgruppe kam es zu einer minimalen Verbesserung von 35,0 [IQR: 32,5–38,0] auf 36,0 Punkte [IQR: 31,0–38,0]. Die Veränderung war jedoch auch in diesem Teil nicht signifikant [$Z=-1,7$, $p=0,09$].

Im SeMo_AB ($n=45$) konnten sich 66,7% verbessern, wohingegen sich 22,2% verschlechterten und bei 11,1% zeigte sich keine Veränderung. Im Durchschnitt verbesserten sich die Patienten im Verlauf der vierwöchigen Rehabilitationsphase signifikant [$Z=-3,61$, $p<0,001$]: Von 33,0 [IQR: 20,5–48,0] auf 44,0 Punkte [IQR: 23,5–60,0].

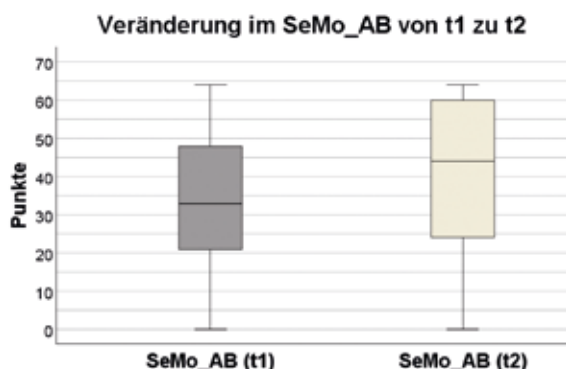


Abb. 1: Boxplots der SeMo_AB Punktwerte zu den Zeitpunkten t1 und t2. Dargestellt sind Median, Interquartilbereich sowie die Spannweite

Tab. 5: Deskriptive Statistik

Anzahl	Geschlecht	Alter (Jahre)	Diagnosen	BI (t1) (Pkt.)	FRI (t1) (Pkt.)	MoCA (t1) (Pkt.)
45	M = 28 W = 17	62 \pm 17	<ul style="list-style-type: none"> • Hirninfarkt ($n=19$) • Hirnblutung ($n=9$) • CIP ($n=5$) • SHT ($n=3$) • GBS ($n=2$) • Hypoxie ($n=2$) • Rückenmarksverletz. ($n=2$) • Meningitis ($n=1$) • Dissoziative Störung ($n=1$) • Enzephalopathie ($n=1$) 	12 \pm 10	-125 \pm 74	9 \pm 10

CIP* = Critical-Illness Polyneuropathie; SHT = Schädel-Hirn-Trauma; GBS = Guillain-Barré-Syndrom; Hypoxie = hypoxische Enzephalopathie; Rückenmarksverletz. = Rückenmarksverletzung

Tab. 6: Ergebnisse in verschiedenen zusätzlichen Assessments in Abhängigkeit davon, ob das SeMo_Sensibilität machbar war (Gruppe 1) oder nicht (Gruppe 2).

Test	Gruppe 1 ($n=31$) Median Punkte [IQR]	Gruppe 2 ($n=14$) Median Punkte (IQR)	p-Wert (Mann-Whitney-U-Test)
BI	10,0 [10,0–20,0]	5 [5,0–10,0]	$p=0,002$
FRI	-100,0 [-150,0–-50,0]	-175,0 [-225,0–-143,8]	$p<0,001$
MoCA	14,0 [0,0–20,0]	0,0 [0,0–0,0]	$p<0,001$
KRS	24 [24,0–24,0]	20,0 [16,8–24,0]	$p<0,001$

Dies wird durch die Gegenüberstellung der Messzeitpunkte t1 und t2 anhand von Boxplots verdeutlicht (s. Abb. 1). Die Spannweite der Punkte reichte sowohl bei t1 als auch bei t2 von null bis 64 Punkte. Nicht nur der Median verschob sich bei t2 nach oben, sondern auch das obere Quartil, was auf eine generelle Verbesserung der aktiven Gelenkbeweglichkeit in der Stichprobe hinweist.

Im SeMo_Mobilität ($n=45$) zeigten 95,6% der Patienten eine Veränderung von t1 zu t2, wobei sich 86,7% verbesserten und 8,9% eine Verschlechterung aufwiesen. Auch in diesem Teil des Assessments waren die Veränderungen signifikant [$Z=-5,18$, $p<0,001$]: Von 32,0 Punkten [IQR: 18,0–58,0] bei t1 auf 51,0 Punkte [IQR: 26,0–77,5] bei t2. Die Spannweite der Punkte reicht bei t1 von null bis 75,0 und bei t2 von vier bis 90,0 Punkte (s. Abb. 2). Auch in diesem Teil des Assessments verschob

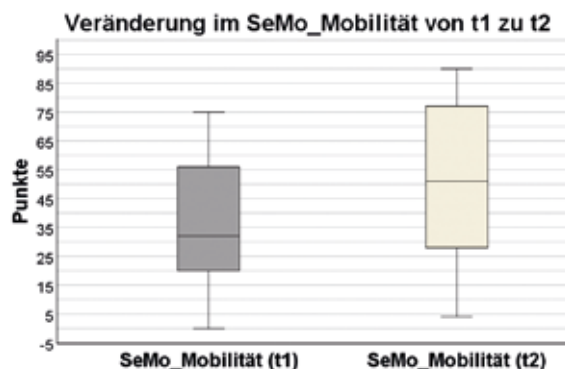


Abb. 2: Boxplots der SeMo_Mobilität Punktwerte zu den Zeitpunkten t1 und t2. Median, Interquartilbereich sowie die Spannweite

sich sowohl der Median als auch das obere Quartil bei t2 deutlich in Richtung eines höheren Punktwertes.

Diskussion

In die vorliegende Studie wurde ein für die NNFR typisches Patientenkollektiv eingeschlossen. Dies zeigt sich unter anderem in den niedrigen Punktzahlen im BI und FRI sowie im MoCA zum Testzeitpunkt t1. Hinsichtlich der eingeschlossenen Diagnosen handelt es sich um eine stark heterogene Gruppe. Diese Heterogenität war bewusst gewählt, da das SeMo-P für möglichst viele verschiedene Krankheitsbilder und Schweregrade getestet werden sollte.

Im Hinblick auf das SeMo_Sensibilität zeigte sich, dass kognitive Fähigkeiten sowie sprachliche Kompetenzen maßgeblich die Durchführbarkeit des Assessments beeinflussen. Besonders deutlich wird dies im Vergleich der MoCA-Werte: Patienten, bei denen das SeMo_Sensibilität nicht durchgeführt werden konnte, erzielten 0 Punkte (Median) im MoCA, während die Patienten, bei denen die Durchführung möglich war, signifikant höhere Werte erreichten (14,0 Punkte). Auch die Wachheit spielte eine entscheidende Rolle – dies belegen die signifikant unterschiedlichen Ergebnisse in der KRS. Diese Resultate sind nachvollziehbar, da die Durchführung des SeMo_Sensibilität voraussetzt, dass die Patienten zunächst die Instruktionen verstehen und anschließend (non)verbal Rückmeldung geben können. Bei stark eingeschränkter Kognition, Vigilanz oder Sprachfähigkeit ist diese Form der Interaktion und somit auch die Testbarkeit stark limitiert. Diese Problematik betrifft jedoch auch andere etablierte Sensibilitäts-tests, sofern diese nicht objektiv-physiologisch (z. B. mittels Nervenleitungsbahn-Messungen) durchgeführt werden.

Im Beobachtungszeitraum von vier Wochen steigerten sich die Patienten von 22,0 auf 23,0 Punkte im Median. Diese Veränderung war jedoch nicht signifikant. Dies kann mehrere Ursachen haben: Zum einen ist der Zeitraum von vier Wochen, insbesondere bei schwer betroffenen Patienten, kurz. In dieser frühen Phase der Rehabilitation liegt der Fokus häufig auf der Stabilisierung der Vitalfunktionen, der Förderung der Beweglichkeit und dem Beginn der Mobilisierung, sodass eine gezielte Behandlung der Sensibilität möglicherweise noch nicht erfolgt, was erklären könnte, warum sich die Sensibilität nicht statistisch signifikant verändert hat. Zum anderen zeigt sich bereits zum ersten Messzeitpunkt (t1) ein Deckeneffekt: Ein erheblicher Anteil der Patienten (41,9%) erreichte die Maximalpunktzahl. Dies kann entweder damit zusammenhängen, dass das SeMo_Sensibilität nicht ausreichend sensitiv ist, um kleine Einschränkungen im Bereich der Sensibilität zu erfassen, oder dass tatsächlich bei 41,9% der Patienten keine sensiblen Defizite vorlagen. Die Ergebnisse ähneln denen aus anderen Studien mit etablierten Sensibilitäts-Assessments: So erreichten in der Studie von Lin et

al. [5] bereits 44,4% der 176 untersuchten Patienten 14 Tage nach einem Schlaganfall die Maximalpunktzahl im sensorischen Teil des Fugl-Meyer-Assessments. Kritisch anzumerken ist hier, dass die Patienten in dieser Studie insgesamt eine geringere Beeinträchtigung (Median BI: 35,0 Punkte) als das aktuell untersuchte Patientenkollektiv aufwiesen. Trotzdem unterstützt es die Ergebnisse aus dem SeMo_Sensibilität, die darauf hindeuten, dass selbst eine schwere neurologische Erkrankung nicht zwingend mit einer Einschränkung der Sensibilität einhergehen muss.

Betrachtet man in der vorliegenden Untersuchung des SeMo_Sensibilität ausschließlich die Subgruppe der Patienten, die bei t1 noch nicht die Maximalpunktzahl erreicht hatten, verbleiben die Daten von 18 Patienten. Bei diesen zeigte sich eine signifikante Verbesserung [$Z = -2,41$, $p = 0,02$] von 17,5 Punkte [IQR: 11,5–22,0] bei t1 auf 20,5 Punkte [16,3–23,3] bei t2. Dies weist darauf hin, dass es bei Patienten mit bestehenden Sensibilitätsdefiziten selbst in einem kurzen Untersuchungszeitraum von vier Wochen zu Verbesserungen kommen kann.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das SeMo_Sensibilität nur dann sinnvoll anwendbar ist, wenn bestimmte Voraussetzungen – ausreichende Vigilanz, Kognition und Sprachleistung – erfüllt sind und eine orientierende Vorabtestung Hinweise auf das Vorliegen sensibler Defizite geliefert hat. In zukünftigen Studien sollte zudem die Veränderung der Sensibilität krankheitsspezifisch differenziert untersucht werden.

Im SeMo_PB zeigte sich bei einem deutlich höheren Anteil der Patienten (88,9 %) innerhalb des vierwöchigen Beobachtungszeitraums eine Veränderung. Diese erreicht jedoch ebenfalls keine statistische Signifikanz. Bemerkenswert ist hierbei, dass sich mehr Patienten in ihrer passiven Gelenkbeweglichkeit verschlechterten (53,3%) als verbesserten (35,6%). Gerade im Kontext einer rehabilitativen Maßnahme, bei der man eher von einer funktionellen Verbesserung ausgehen würde, erscheint dieses Ergebnis zunächst nicht plausibel. Ein möglicher Erklärungsansatz liegt in der Zusammensetzung der untersuchten Population: Ein großer Anteil der Patienten ($n = 35$) litt an Erkrankungen oder Verletzungen, welche mit Schädigungen der motorischen Bahnen im Gehirn bzw. Rückenmark assoziiert sind (Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma, Rückenmarksverletzung, hypoxische Hirnschädigung). Diese Krankheitsbilder gehen häufig mit der Entwicklung einer Spastik einher [7], die sowohl die aktive als auch die passive Gelenkbeweglichkeit beeinträchtigen kann. Tatsächlich verschlechterten sich in dieser Gruppe 60,0% der Patienten in ihrer passiven Gelenkbeweglichkeit, wohingegen sich in der Patientengruppe ohne Schädigungen der motorischen Bahnen im Gehirn und Rückenmark ($n = 10$) lediglich 30,0% der Patienten verschlechterten. Alle Patienten mit Erkrankungen, welche mit Schädigungen der motorischen Bahnen im zentralen Nervensystem einhergehen, befanden sich bei t1 im akuten bzw. subakuten

Stadium nach dem Ereignis (33 ± 46 Tage). In dieser Zeit können sich bereits erste Anzeichen einer Spastik (z. B. Tonuserhöhung) manifestieren, typischerweise entwickelt sich eine ausgeprägte Spastik jedoch erst nach etwa sechs Wochen bis drei Monaten [13, 14]. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass die beobachtete Verschlechterung der passiven Gelenkbeweglichkeit zumindest teilweise auf den Beginn spastischer Entwicklungen zurückzuführen ist und damit eine realistische Darstellung des klinischen Verlaufs bei NNFR-Patienten mit Schädigungen der zentralen motorischen Leitungsbahnen abbildet. Die Verschlechterung bei 30,0% der Patienten, bei welchen die Spastik nicht als typisches Symptom auftritt (Critical-Illness-Polyneuropathie, Guillain-Barré-Syndrom, Enzephalopathie), könnte darauf zurückzuführen sein, dass die zugrunde liegende Grunderkrankung trotz begonnener Rehabilitation eine reduzierte Mobilität und Aktivität der Betroffenen im Vergleich zur prä-morbiden Phase bewirkt. Dies kann bindegewebige Veränderungen begünstigen, die mit zunehmender Zeit fortschreiten und die passive Gelenkbeweglichkeit ebenfalls negativ beeinflussen können. Für zukünftige Studien empfiehlt es sich, auch für diesen Teil des Assessments größere Gruppen der einzelnen Krankheitsbilder einzubeziehen und diese getrennt voneinander zu untersuchen.

Im SeMo_AB zeigten die Patienten innerhalb von vier Wochen eine signifikante Verbesserung von 33,0 auf 44,0 Punkte. Die vergleichsweise niedrige Punktzahl – bei maximal 64 zu erreichenden Punkten – verdeutlicht das Ausmaß und die Häufigkeit von Paresen und Plegien in dieser frühen Phase der Rehabilitation. Die beobachteten Verbesserungen bei 66,7% der Patienten lassen auf ein gutes Entwicklungspotential der aktiven Gelenkbeweglichkeit schließen. Dies kann sowohl auf therapeutische Maßnahmen als auch auf spontane Remissionsprozesse zurückzuführen sein [1, 2, 6]. In ihrer aktiven Gelenkbeweglichkeit verschlechtert haben sich insgesamt zehn Patienten: sechs mit Schlaganfall sowie je eine Person mit Schädel-Hirn-Trauma, Rückenmarksverletzung, dissoziativer Störung und Enzephalopathie. Die Ursachen dieser Verschlechterungen erscheinen multifaktoriell und treten bei einigen Personen in Kombination auf: Zwei Patienten waren bereits vor dem aktuellen Ereignis durch frühere Infarkte und einen progredienten Krankheitsverlauf erheblich in ihrer Beweglichkeit sowie Mobilität eingeschränkt, sodass die zusätzliche Immobilisierung zu einer weiteren funktionellen Verschlechterung geführt haben könnte. Bei drei Personen beeinträchtigten ausgeprägte kognitive Defizite die Fähigkeit zur zielgerichteten Mitarbeit in der Therapie und könnten dadurch eine positive Entwicklung beeinträchtigt haben. Zudem wurde bei sechs Patienten eine schwankende Vigilanz beobachtet, die sich im Rehabilitationsverlauf teils verschlechterte und die Durchführung aktiver therapeutischer Maßnahmen erschwerte. Zwei Patienten zeigten einen reduzierten Antrieb sowie depressive Symptome, die ebenfalls die Teilnahme an aktiven Therapien negativ beeinflusst

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 234 – 240 | <https://doi.org/10.14624/NR2504007> | © Hippocampus Verlag 2025

Sensory-motor assessment physiotherapy (SeMo-P): Development, content, and progress data

J. Stürner, J. Liepert

Abstract

To assess the sensorimotor abilities of patients in neurological-neurosurgical early rehabilitation (NNER), a new sensorimotor assessment for use in physiotherapy (SeMo-P) was developed at the Lurija Institute of the Kliniken Schmieder (Germany). This article describes the development of the measurement tool and presents its four main categories: sensitivity, active and passive joint mobility, and mobility. In addition, longitudinal data from a psychometric study are presented to gain insights into sensorimotor changes in NNER patients over the course of four weeks of inpatient rehabilitation.

Keywords: neurological-neurosurgical early rehabilitation, NNER, physiotherapy, sensorimotor abilities, sensorimotor assessment, longitudinal data

haben dürften. Auffällig ist zudem, dass das Durchschnittsalter der Patienten mit einer Verschlechterung der aktiven Gelenkbeweglichkeit deutlich höher liegt (71 ± 14 Jahre), als jenes der Patientengruppe, die sich verbesserte (60 ± 17 Jahre). Angesichts der insgesamt kleinen Fallzahl – insbesondere im Hinblick auf die Subgruppe ohne positive Entwicklung – sind diese Beobachtungen mit Zurückhaltung zu interpretieren. In der Gesamtstichprobe finden sich durchaus auch ältere Patienten mit kognitiven und/oder psychischen Auffälligkeiten sowie reduzierter Vigilanz und Antrieb, bei denen es dennoch zu Verbesserungen der aktiven Gelenkbeweglichkeit gekommen ist. Zur weiteren Klärung der Frage, welche Faktoren den Therapieerfolg hinsichtlich der aktiven Gelenkbeweglichkeit beeinflussen, erscheint eine Untersuchung an einer größeren, nach Diagnosen unterteilten Stichprobe sinnvoll.

Die deutlichste Verbesserung war im SeMo_Mobilität zu beobachten. Innerhalb von vier Wochen verbesserten die Patienten sich von 32,0 auf 51,0 Punkte. Die niedrige Punktzahl bei t1 unterstreicht die Schwere der Betroffenheit der eingeschlossenen Patienten. 86,7 % zeigten eine Verbesserung, was darauf hindeutet, dass auch im Bereich der Mobilität ein gutes Entwicklungspotenzial für NNFR-Patienten besteht. Verschiedene Faktoren könnten zu dieser positiven Entwicklung beigetragen haben. Zum einen werden viele der im SeMo_Mobilität erfassten Items sowohl in der sensorimotorischen Therapie als auch im pflegerischen Alltag regelmäßig mit den Patienten durchgeführt und geübt. Im SeMo_Mobilität geprüfte Items wie das Hochrutschen im Bett, das Drehen im Bett, die Mobilisation an die Bettkante oder der Transfer in den Rollstuhl sind bei einem Großteil der Patienten von Beginn der Rehabilitation an fester Bestandteil der therapeutischen und pflegerischen Maßnahmen.

Es erscheint daher naheliegend, dass die beobachteten Verbesserungen auf genau diese Rehabilitationsinhalte zurückzuführen sind. Darüber hinaus können die Veränderungen auch in diesem Teil des Assessments durch spontane Remissionsprozesse mitbedingt sein.

Schlussfolgerung

Mit Hilfe des SeMo-P konnte an einem NNFR-typischen Patientenkollektiv gezeigt werden, dass es bereits innerhalb von vier Wochen zu signifikanten Verbesserungen im Bereich der aktiven Gelenkbeweglichkeit sowie der Mobilität kommt. Es konnte außerdem beobachtet werden, dass es in Bezug auf die passive Gelenkbeweglichkeit bei bestimmten Pathologien eher zu Verschlechterungen als zu Verbesserungen kommt. Bei der Sensibilität hat sich zum einen gezeigt, dass dieser Teil des SeMo-P bei vielen Patienten nicht durchführbar ist und dass nur wenige Defizite aufgezeigt werden können.

Durch eine regelmäßige Anwendung des SeMo-P im Klinikalltag kann die Therapieplanung unterstützt sowie der Verlauf dokumentiert werden. Durch den Einsatz des Assessments in klinischen Studien entsteht die Möglichkeit zur Ermittlung von wichtigen Prädiktoren für verschiedene Bereiche der Sensomotorik sowie zur Überprüfung des Erfolgs verschiedener Therapieformen. Um einen noch umfassenderen Blick über die sensomotorischen Fähigkeiten von NNFR-Patienten zu erhalten wird momentan an einem ähnlich strukturierten Assessment für die Ergotherapie gearbeitet. Dadurch soll gewährleistet werden, dass in Zukunft ein möglichst komplettes Bild zur Sensomotorik des Patienten ermittelt werden kann.

Danksagung

Vielen Dank an Herrn Danke, Frau Moulin, Frau Ruppert-Weitz und Frau Siefert für die organisatorische und praktische Unterstützung bei der Durchführung der Machbarkeits- und der psychometrischen Studie. Des Weiteren herzlichen Dank an die Physiotherapeut:innen der NNFR der Kliniken Schmieder in Allensbach für die praktische Unterstützung bei der Durchführung der psychometrischen Studie.

Literatur

1. Beckwée D, Cuypers L, Lefebvre N, Keersmaecker E de, Scheys E, van Hees W, et al. Skeletal Muscle Changes in the First Three Months of Stroke Recovery: A Systematic Review. *J Rehabil Med* 2022; 54: 1–19
2. Cassidy JM, Cramer SC. Spontaneous and Therapeutic-Induced Mechanisms of Functional Recovery After Stroke. *Transl Stroke Res* 2017; 8: 33–46
3. Herzog J. Wegweisende Veränderungen in der neurologischen (Früh-) Rehabilitation. *neuroreha* 2020; 12: 153–158
4. Knecht S, Reiners H, Siebler M, Platz T, Flöel A, Busse R et al. Schleichender demografischer Wandel und neurologische Rehabilitation – Teil 1: Situationsbeschreibung. *Nervenarzt* 2023; 94: 708–717
5. Lin J-H, Hsueh I-P, Sheu C-F, Hsieh C-L. Psychometric properties of the sensory scale of the Fugl-Meyer Assessment in stroke patients. *Clin Rehabil* 2004;18:391–397
6. Nelles G, Platz T, Allert N, Brinkmann S, Dettmer C, Dohle C, et al. Rehabilitation sensomotorischer Störungen: S2k-Leitlinie; 2023
7. Platz T, Liepert J, Abel U, Ahmadi R, Bahm J, Benz V, et al. Therapie des spastischen Syndroms, S2k-Leitlinie. In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) und Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (Ed.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 2024
8. Pohl M. Neurologische Frührehabilitation. *Neurologie & Rehabilitation* 2021; 27: 227–231
9. Pohl M, Bertram M, Bucka C, Hartwich M, Jöbges M, Ketter G, et al. Rehabilitationsverlauf von Patienten in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation. *Nervenarzt* 2016; 87: 634–644
10. Schädler S, Kool J, Lüthi H, Marks D, Oesch P, Pfeffer A, Wirz M et al., (editors.) Assessments in der Rehabilitation: Band 1: Neurologie. 4th ed. Bern: Hogrefe AG 2020
11. Stürner J, Liepert J. »Sensomotorische Assessment Physiotherapie« (SeMo-P) – Ein Messinstrument zur Beurteilung der Sensomotorik von Patienten der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation. *Neurologie & Rehabilitation* 2023; 29: 157–165
12. Stürner J, Liepert J. Validierung eines neuen sensomotorischen Assessments für die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation. Manuskript unter Begutachtung bei: Die Rehabilitation 2025
13. Sunnerhagen KS, Opheim A, Alt Murphy M. Onset, time course and prediction of spasticity after stroke or traumatic brain injury. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62: 431–434
14. Wissel J, Manack A, Brainin M. Toward an epidemiology of poststroke spasticity. *Neurology* 2013; 80: S13–S19

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Jana Stürner
Kliniken Schmieder
Zum Tafelholz 8
78476 Allensbach
j.stuerner@kliniken-schmieder.de

Die Satellitenstation der Kliniken Schmieder im Klinikum Stuttgart

Phase B neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR) mit Beatmungsentwöhnung in Kooperation mit dem Neurozentrum des Maximalversorgers

E.-C. Rahne¹, R. van Schayck^{1,2}, O. Ganslandt³, H. Bänzner⁴

¹ Satellitenstation Kliniken Schmieder Stuttgart

² Neurologisches Rehabilitationszentrum auf der Schillerhöhe, Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen

³ Neurozentrum, Neurochirurgie, Katharinenhospital, Klinikum Stuttgart

⁴ Neurozentrum, Neurologie, Katharinenhospital, Klinikum Stuttgart

Zusammenfassung

Die Satellitenstation der Kliniken Schmieder im Klinikum Stuttgart überwindet die üblicherweise vorhandene räumliche Trennung von in Ballungszentren gelegener maximalversorgender Akutklinik und in der Peripherie lokalisiertem Rehabilitationskrankenhaus. Als privater Anbieter für neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation ist sie eine »Klinik in der

Klinik« unter dem Dach des kommunalen, großstädtischen Maximalversorgers und ein Beispiel für die sektorübergreifende räumliche Integration von Rehabilitations- und Akutmedizin. Der vorliegende Artikel präsentiert Basisdaten und Outcomeparameter dieses Modellprojekts und ordnet diese in den Kontext der aktuellen Studienlage ein.

Schlüsselwörter: neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation, Phase B, prolongiertes Weaning, klinische Kooperationsmodelle

Einleitung

Die Phase B ist eine Behandlungs- und Rehabilitationsphase, in der noch intensivmedizinische Behandlungsmöglichkeiten vorgehalten werden müssen [4, 21, 30]. Gemäß § 39 Abs. 1 SGB V sollten frührehabilitative Maßnahmen im primär versorgenden Krankenhaus begonnen werden. Die dafür auf den akutmedizinischen Intensivstationen zur Verfügung stehenden Ressourcen sind in dieser Hinsicht aber limitiert [19]. Patienten mit einer neurologisch neurochirurgischen Hauptdiagnose sollten daher so früh wie möglich zur Rehabilitationsbehandlung in strukturell und inhaltlich dafür spezialisierte Einrichtungen verlegt werden [21]. An dieser Schnittstelle von akutstationärer Intensivmedizin, Schlaganfalleinheit (Stroke Unit), Intermediate Care Station einerseits und weiterführender Rehabilitation andererseits ist die Frührehabilitation im Sinne des OPS 8-552 als neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR) angesiedelt [16, 26]. Noch vor 20 Jahren galt zudem ein beatmeter Patient als nicht rehabilitationsfähig [20]. Eingangskriterium in die Frührehabilitation war, dass der Patient »nicht mehr (kontrolliert) beatmungspflichtig« sein dürfe [2, 3]. Davon wurde bereits bei der Konzeption des Frühreha-Barthel-Index abgewichen, der zumindest die »intermittierende Beatmung« als Option berücksichtigt [28].

Das hier vorzustellende Modellprojekt Satellitenstation wurde Anfang Oktober 2018 in Betrieb genommen,

um den qualifizierten neurologisch rehabilitativen Weiterbehandlungsbedarf von Patienten der neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation der Phase B [29] – vorrangig aus dem Neurozentrum des Maximalversorgers Klinikum Stuttgart – zu decken. Initiiert wurde das Modellprojekt Satellitenstation in einem Kooperationsvertrag zwischen dem Klinikum Stuttgart und den Kliniken Schmieder und gefördert durch das baden-württembergische Sozialministerium in Zusammenarbeit mit der AOK Baden-Württemberg und den Ersatzkassen BW mit dem gemeinsamen Ziel, eine schnellere und patientenzentrierte Versorgung zu realisieren und die Frührehabilitation nach Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma, hypoxischer Hirnschädigung und sepsisbedingter Critical-Illness-Polyneuropathie/Myopathie zu sichern. Dabei zeigt sich die Ergebnisqualität gerade in großen Zentren, insbesondere in der Schlaganfallbehandlung, als überlegen [7]. Das Sozialministerium des Landes Baden-Württemberg unterstützt und fördert dieses Projekt durch die explizierte Ausweisung im Landesbettenplan [6]. Die Satellitenstation wird als »besondere Einrichtung« nach § 17b Abs. 1 Satz 15 KHG eingestuft. Die Strukturvoraussetzungen der OPS 8-552 (neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation) und OPS 8-718.9 (Prolongierte Beatmungsentwöhnung auf spezialisierter nicht intensivmedizinischer Beatmungsentwöhnungs-Einheit) werden nach dem DRG-System erfüllt. Die vorliegende Studie präsentiert Basisdaten und Outcomeparameter dieses Modellprojekts in der Zeit von 10/2018 bis 12/2024.

Konzept Satellitenstation Kliniken Schmieder am
Klinikum Stuttgart

Die Satellitenstation wurde ab Oktober 2018 in Betrieb genommen und erreichte im Laufe weniger Wochen rasch ihre Zielgröße von 20 Behandlungsplätzen. Die prolongierte neurologische Beatmungsentwöhnung wurde ab dem drittem Quartal 2019 realisiert – nach Aufbau der spezifischen zusätzlichen Ausstattungsmerkmale und personellen Expertise [21]. Die Beatmungsentwöhnung wird mit einem konstanten Umfang von vier Betten betrieben. Räumlich war die Satellitenstation im Gebäude der neurologischen Klinik auf einem Stockwerk Tür an Tür zur neurologischen Intensivstation platziert, seit Umzug der neurologischen Intensivstation in einen benachbarten Klinikneubau mit zentraler, multidisziplinärer Intensivstation wurde die Satellitenstation Mitte 2022 auf 30 Betten erweitert. Die Satellitenstation nutzt den kompletten Umfang der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten des Klinikums Stuttgart, vor allem alle Labor- und Mikrobiologieleistungen, Radiologie und Neuroradiologie, neurologische Elektrophysiologie inklusive EVOP und EEG, Kardiologie, Gastroenterologie mit PEG-Anlagen, fachärztlich anästhesiologische Beatmungsvisiten; die endoskopische Schluckdiagnostik (FEES) wird in Eigenleistung erbracht. Die Patienten werden im einem ganzheitlichen multimodalen und multiprofessionellen Behandlungskonzept versorgt durch Physiotherapie, Ergotherapie, Logopädie (Kommunikationsbehandlung, Dysphagie-therapie), Neuropsychologie, Sozialdienst, aktivierende Behandlungspflege und ärztlich rehabilitative Betreuung [3]. Das Weaning der beatmeten Patienten erfolgt als prolongiertes neurologisches Weaning entsprechend publizierten Leitlinienempfehlungen [11, 21, 27]. Die zentralen Behandlungsziele der Satellitenstation umfassen die prolongierte Beatmungsentwöhnung, Trachealkanülenentwöhnung, Förderung der Vigilanz, Kognition und Kommunikationsfähigkeit, Förderung der motorischen Funktion, Transferfähigkeit und Selbstständigkeit in Alltagsaktivitäten, Diagnostik und Verbesserung der neurogenen Dysphagie, Stabilisierung des medizinischen Allgemeinzustandes und Erreichen der stationären Phase-C-Eingangskriterien [5, 30]. Eine Phase-C-Neurorehabilitation wird niederschwellig anschließend in der stationären Einrichtung Kliniken Schmieder Gerlingen, Auf der Schillerhöhe, am Stadtrand von Stuttgart wohnortnah durchgeführt.

Patienten und Methoden

Die hier berücksichtigten Daten wurden retrospektiv erfasst, entstammen dem Klinikinformationssystem der Kliniken Schmieder der Satellitenstation als Beobachtungseinheit im Zeitraum vom 01.10.2018 bis 31.12.2024. Die Datenauswertung erfolgte in anonymisierter und aggregierter Form und ist entsprechend keinen spezifi-

schen Personen zuzuordnen. Sämtliche klinische Daten wurden vom klinikinternen Controlling ermittelt und zur Verfügung gestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte rein deskriptiv.

Für jeden Patienten wurden Basisdaten wie Alter, Geschlecht und Hauptdiagnose erhoben. Zudem wurde ermittelt, ob als medical device »Beatmung« zum Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt vorlag. Als Assessment-Instrumente wurden der Barthel-Index und der Frühreha-Barthel-Index nach Schönle sowie der Erweiterte Barthel-Index bei Aufnahme und Entlassung ausgewertet [28]. Ferner wurden die durchschnittliche Behandlungsdauer auf der Satellitenstation sowie Outcomedaten zur Entlassungsart ermittelt. In Bezug auf die in der Frührehabilitationsbehandlung verstorbenen Patienten wurde festgestellt, für wie viele man dabei eine Therapiezieländerung mit anschließender Palliativversorgung durchgeführt hatte.

Die erfassten Daten wurden in Kalkulationsprogrammen (Excel) zusammengeführt und deskriptiv ausgewertet, statistische Tests erfolgten mit SPSS 30. Für verschiedene Gruppen von Patienten werden die Mittelwerte und Standardabweichungen dieser Gruppen angegeben. Zum Vergleich der Verweildauern und der Assessment-Instrumente wurde ein heteroskedastischer T-Test verwendet. Als Signifikanzgrenze wurde $p < 0,05$ gesetzt.

Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum wurden 789 Patienten auf der Satellitenstation behandelt (s. **Tab. 1**). Das Alter der Patienten betrug im Mittel 65 ± 15 Jahre, 302 (38,3%) Patienten waren weiblich und 487 (61,7%) männlich. Bei Aufnahme waren 154 (19,5%) Patienten beatmet.

Tab. 1: Medizinische Basisdaten. Angegeben sind Anzahlen, absolute und relative Häufigkeiten in Prozent und einfache Standardabweichung

Beobachtungszeitraum	01.10.2018 – 31.12.2024
Patientenanzahl	789
Alter	65,0 ($\pm 15,0$) Jahre
weiblich	302 (38,3%)
männlich	487 (61,7%)
beatmet bei Aufnahme	154 (19,5%)
Todesfälle	37 (4,7%)
davon mit Palliativversorgung	28 (75,7% aller Todesfälle)
davon beatmet bei Aufnahme	6 (16,2% aller Todesfälle)

Im Sinne der Kooperationsvereinbarung zwischen dem Klinikum Stuttgart und den Kliniken Schmieder wurden im Beobachtungszeitraum 87,4% der auf der Satellitenstation behandelten Patienten aus dem Klinikum Stuttgart übernommen – vorrangig Patienten des Neurozentrums (und der daran beteiligten Kliniken für Neurologie, Neurochirurgie und Neuroradiologie).

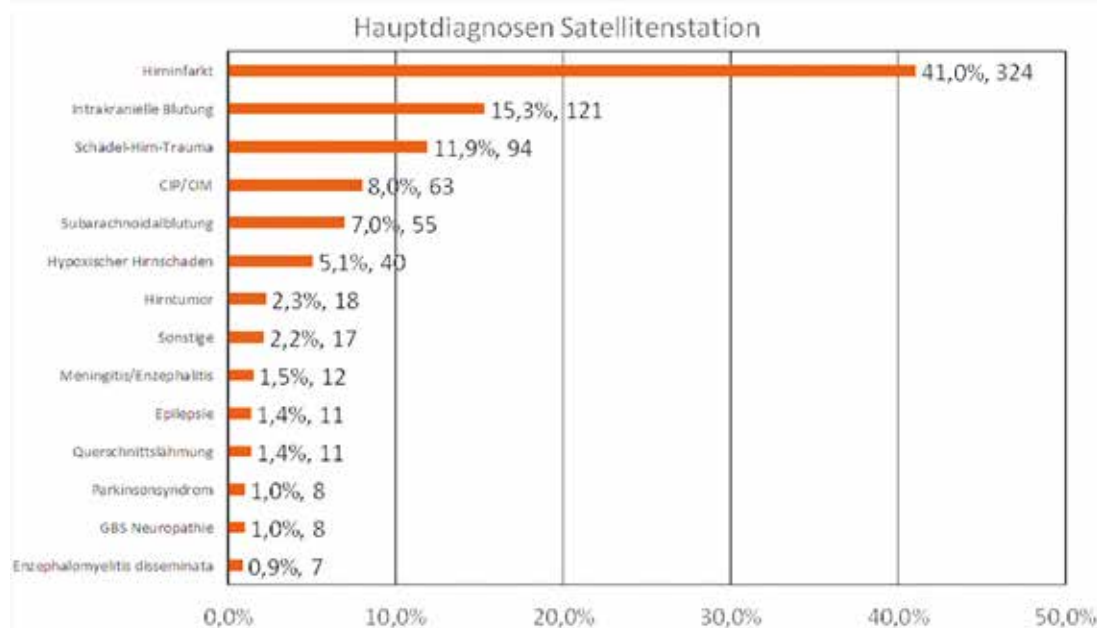


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung Hauptdiagnosen nach ICD-10 bei Aufnahme. Dargestellt sind die prozentualen und absoluten Häufigkeiten der ICD-10-Hauptdiagnosen, die zur Aufnahme auf der Satellitenstation geführt haben

Die Verteilung der zur Aufnahme führenden Hauptdiagnosen nach ICD-10 ist in **Abbildung 1** aufgeführt: Schlaganfall (N=500, 63,3 %) mit Hirninfarkt (N=324, 41,0 %), intrakranieller Blutung (N=121, 15,3 %) und Subarachnoidalblutung (N=55, 7,0 %) sind die führenden Hauptdiagnosen, gefolgt von (schwerem) Schädel-Hirn-Trauma (N=94, 11,9 %), Critical-Illness-Polyneuropathie/Myopathie (CIP/CIM; Post Intensive Care Syndrome, PICS) (N=63, 8,0 %) und hypoxischer Hirnschädigung (N=40, 5,1 %).

Die Behandlungsdauer aller Patienten betrug im Mittel 55 Tage ($\pm 42,4$) und war bei beatmeten Patienten mit 85 Tagen ($\pm 47,9$) signifikant um durchschnittlich 30 Tage länger als die Behandlungsdauer der bei Aufnahme nicht beatmeten Patienten mit einer im Mittelwert betragenden Behandlungsdauer von 48 Tagen ($\pm 37,6$) (s. **Abb. 2**; $p < 0,0001$). Im Behandlungsergebnis erreichte etwas mehr als die Hälfte der Patienten (N=398, 50,4 %) die weiterführende Rehabilitationsbehandlung der stationären Phase C (s. **Abb. 3**), 62 (7,9 %) wurden regulär nach

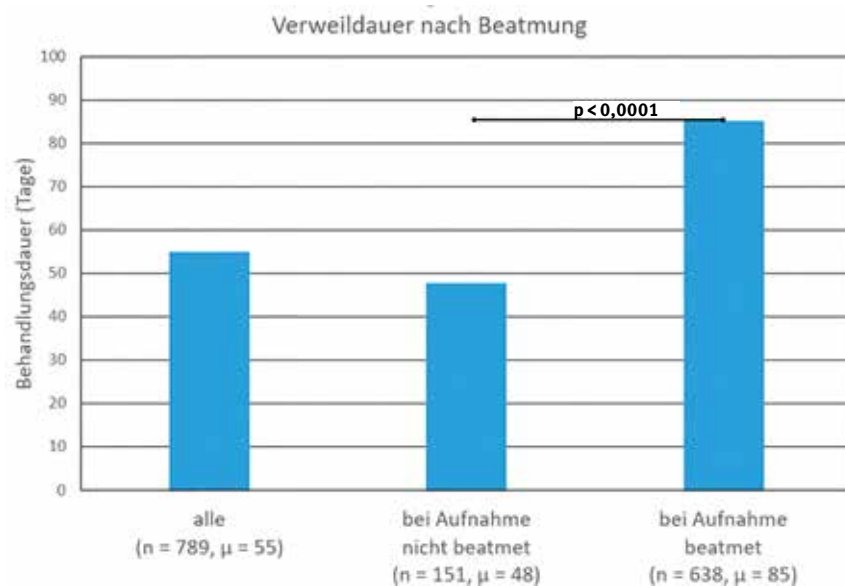


Abb. 2: Stationäre Verweildauer in Tagen auf der Satellitenstation (NNFR) Phase B angegeben für das Gesamtkollektiv sowie differenziert für die bei Aufnahme beatmeten und nicht beatmeten Patienten. (μ Mittelwert)

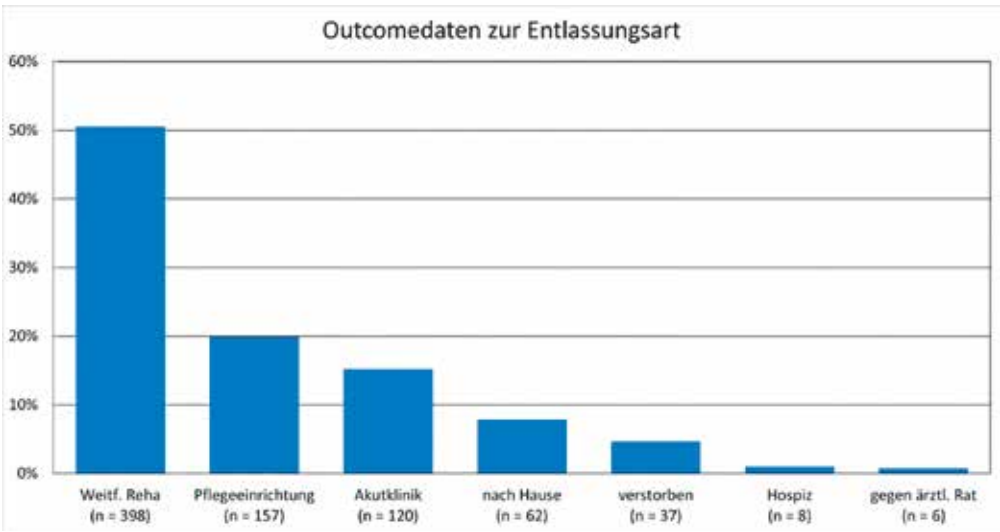


Abb. 3: Darstellung der verschiedenen Entlassungsformen und Häufigkeitsdaten als Maße des Behandlungsergebnisses (Outcome). Die unter Entlassung in die *Akutklinik* erfassten Patienten wurden im Beobachtungszeitraum nicht wieder auf die Satellitenstation zur Fortsetzung der Frührehabilitationsbehandlung zurückübernommen. Zur Entlassungsform *Akutklinik* gehören auch zwei Notfallverlegungen in die Psychiatrie. Kurzfristige *Unterbrechungen* der Frührehabilitationsbehandlung wurden den übrigen Entlassungsformen zugeordnet.

Hause entlassen. Eine Rückverlegung in die Akutklinik wegen schwerer medizinischer Komplikation erfolgte bei 120 (15,2 %) Patienten, die Entlassung in eine stationäre Pflegeeinrichtung war bei 157 (19,9%) Patienten notwendig. Die Anzahl der Todesfälle betrug insgesamt 37 (Mortalität 4,7%), davon verstarben 28 Patienten (75,7%) infolge einer Therapiezieländerung mit palliativer Behandlung (s. **Tab. 1**), weitere 8 Patienten (1,0%) wurden in ein Hospiz entlassen, d. h. der Anteil der Patienten mit palliativem Behandlungsziel oder Entlassung in ein Hospiz umfasste 36 Patienten (4,6 %).

Ein neurologisches Weaning wurde bei 154 Patienten (19,5%) im Rahmen der Frührehabilitationsbehandlung Phase B auf der Satellitenstation durchgeführt. Diese Entwöhnungsbehandlung war bei 126 Patienten erfolgreich (81,8%) und dauerte im Durchschnitt 18 Tage (±18,6). 16 Patienten mussten während des Weanings wieder in die Akutklinik verlegt werden (10,4 %), für acht Patienten (5,2%) war für den Zeitraum nach der Frührehabilitationsbehandlung eine außerklinische Intensivpflege mit Heimbeatmung einzuleiten, vier (2,6%) im Weaning befindliche Patienten verstarben.

In Bezug auf den pflegerischen Fremdhilfebedarf, den intensivmedizinischen Behandlungsbedarf und die neurokognitiven Funktionen ergab die Auswertung von Barthel-Index, Frühreha-Barthel-Index und Erweitertem Barthel-Index bei Aufnahme und bei Entlassung (s. **Abb. 4a bis c** und **Tab. 2**) jeweils signifikante Verbesserungen (Frühreha-Barthel-Index-Verbesserung, p-Wert <0,001; Barthel-Index-Verbesserung, p-Wert <0,001; Erweiterter Barthel-Index, p-Wert <0,001). Von allen aufgenommenen Patienten waren bei Entlassung im Barthel-Index (BI) 578 Patienten (73,1%) gebessert, 178 (22,5%) gleich oder verschlechtert, der Anteil von »missing data« lag bei 4,4 %; im Frühreha-Barthel-Index 546 Patienten (69,0%) gebessert, 218 (27,6%) gleich oder verschlechtert, der Anteil von »missing data« lag bei 3,4%; im Erweiterten Barthel-Index (EBI) 475 Patienten (60,1%) gebessert, 224 (28,3%) gleich oder verschlechtert. Der Anteil an »missing data« war beim EBI mit 11,6% am höchsten. Die Responderraten variierten also zwischen 60,1% bis 73,1%, Nonresponder waren 22,5% bis 28,3%. Zwischen Aufnahme und Entlassung verbesserte sich insbesondere der Barthel-Index durchschnittlich um 16,4 Punkte.

Tab. 2: Skalenwerte Frühreha-Barthel-Index (FRI), Barthel-Index (BI) und erweiterter Barthel-Index (EBI) bei Aufnahme und Entlassung.

	Frühreha-Barthel-Index		Barthel-Index		Erweiterter Barthel-Index	
	Aufnahme	Entlassung	Aufnahme	Entlassung	Aufnahme	Entlassung
Median	-175	-100	0	20	15	30
Mittelwert	-175,8	-100,1	5,9	22,3	21,1	35,5
SD (σ)	74,8	76,0	8,7	17,3	21,6	24,3

SD: Standardabweichung

Diskussion

Die Hauptdiagnose »Schlaganfall« mit den Diagnosen Hirninfarkt, intrakranielle Blutung und Subarachnoidalblutung machte mit 63,3% den größten Anteil der auf der Satellitenstation behandelten Patienten aus. Die weiteren häufigen Hauptdiagnosen umfassten (schweres) Schädel-Hirn-Trauma mit 11,9%, Critical-Illness-Polyneuropathie/Myopathie (CIP/CIM) mit 8,0% und

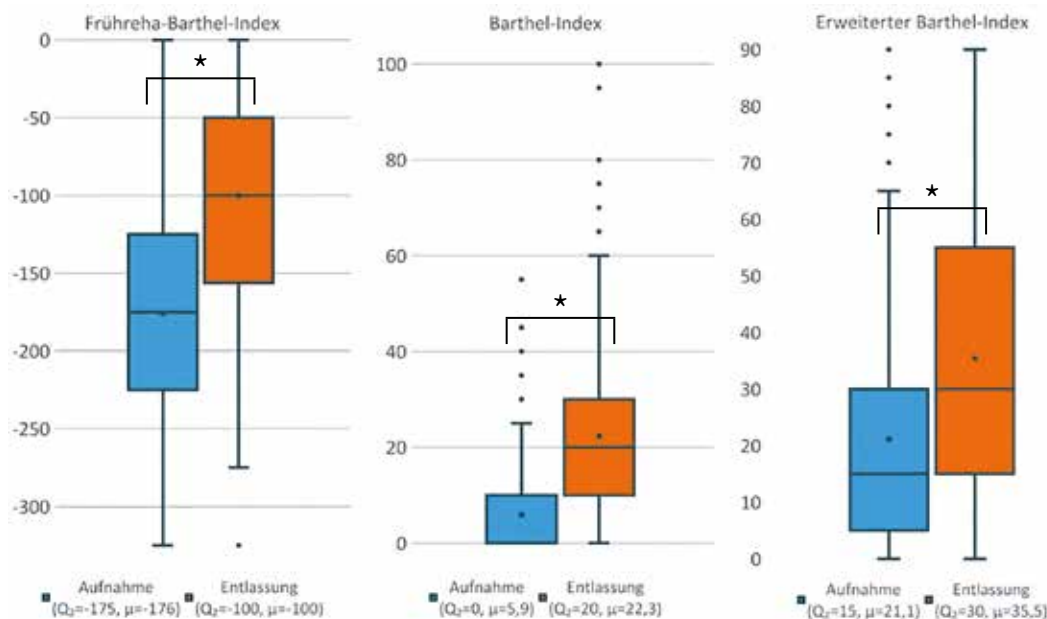


Abb. 4a-c: Funktionelle Skalen bei Aufnahme und Entlassung. A: Frühreha-Barthel-Index (FRB), Aufnahme/Entlassung; B: Barthel-Index (BI), Aufnahme/Entlassung; C: Erweiterter Barthel-Index (EBI), Aufnahme/Entlassung. Q₂ = Median; μ = Mittelwert; *: p-Werte < 0,001

hypoxische Hirnschädigung mit 5,1%. Diese Diagnosen waren auch in anderen Studien führend [14, 16] und entsprechen damit der typischen Diagnosenzusammenstellung in einer neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation der Phase B in Deutschland. CIP/CIM war mit 8,0 % auf der Satellitenstation im Vergleich zur Multicenterstudie von Pohl et al. [13, 15] von 2014 mit 17,1% und der Auswertung von Rollnik et al. [23] mit 23,3% unterrepräsentiert. Möglicherweise ist dies auf die enge Kooperation der Satellitenstation mit der Neurologie mit einer 14 Betten großen, überregionalen Stroke Unit und neurologischen Intensivstation sowie mit der Neurochirurgie mit anästhesiologisch geleiteter operativer Intensivstation im Rahmen des Neurozentrums am Katharinenhospital, Klinikum Stuttgart zurückzuführen – mit einem höheren Anteil neurologischer und neurochirurgischer Hauptdiagnosen und einem geringeren Anteil von Sepsis-Patienten mit CIP/CIM. CIP/CIM-Erkrankte mit relevanten motorischen Einschränkungen, neurogenen Schluckstörungen und neurokognitiven Einschränkungen im Rahmen eines Postintensive Care Syndroms (PICS) gehörten aber zum üblichen Behandlungsspektrum der Satellitenstation Phase B [31]. Mit Aufnahme von 87,4 % aller Patienten aus dem Klinikum Stuttgart wurde der angestrebte Versorgungsauftrag im Rahmen des Kooperationsmodells erfüllt; 12,6 % der Patienten wurden von Kliniken aus der Region Stuttgart zugewiesen.

Die multimodale, multiprofessionelle Therapie der Patienten in der Phase B auf der Satellitenstation im Sinne der Klinik für Neurorehabilitation in der Klinik des Maximalversorgers erwies sich als wirksam und

erfolgreich: gut 2/3 der Patienten zeigten eine positive Therapieresponse mit Anstieg in den funktionellen Skalen des Frühreha-Barthel-Index (FRB) um durchschnittlich 76 Punkte, des Barthel-Index (BI) um durchschnittlich 16,4 Punkte und des Erweiterten Barthel-Index (EBI) um 14,4 Punkte, was einer Verbesserung der motorischen Alltagsfunktion und einer Zunahme der Selbstständigkeit in Alltagsaktivitäten bei Minderung des intensivmedizinischen Behandlungs- und Überwachungsbedarfes entspricht. 50,4 % der Patienten (N = 398) erreichten erfolgreich die nachfolgende Phase C der stationären Neurorehabilitation: Insbesondere diese, im Vergleich zu publizierten Outcomedaten nochmals gewachsene Rate an Patienten, die einen Phasenwechsel erreichen, weist auf die Nichtunterlegenheit, ggf. höheren Nutzen dieser Modellstation hin [1].

Das Weaning beatmeter Patienten war in 81,8 % erfolgreich, verglichen mit 68,3 % bis 92,3 % in der Literatur [9, 10, 22, 25]. Als erfolgreiches Weaning wurde die komplette Beendigung der invasiven Beatmung > 48h definiert [21]. Für den erfolgreichen Weaningprozess wurden durchschnittlich 18 Tage (±18,6) benötigt. Der Anteil der im Weaning verstorbenen Patienten betrug 3,9 % und lag somit im Vergleich zu in der Literatur publizierten Mortalität von 11,0 % [23] bzw. 21 % [17] niedriger. 5,2 % der Patienten benötigten eine Heimbeatmung in der außerklinischen Intensivpflege, was sich mit den von Pohl erhobenen Daten aus dem Jahr 2014 weitgehend deckt [17].

Insgesamt gab es unter den Patienten der Satellitenstation 37 Todesfälle (4,7 %). Mehr als 3/4 davon (75,7 %)

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 241 – 247 | <https://doi.org/10.14624/NR2504008> |
© Hippocampus Verlag 2025

The satellite unit of the Schmieder Clinics at the Stuttgart Hospital

E.-C. Rahne, R. van Schayck, O. Ganslandt, H. Bänzner

Abstract

The satellite unit of the Schmieder Clinics at the Stuttgart Hospital overcomes the usual spatial separation between acute maximum care hospitals located in metropolitan areas and rehabilitation hospitals located in the periphery. As a private provider of neurological and neurosurgical early rehabilitation, it is a "clinic within a clinic" under the umbrella of the municipal maximum care provider and an example of the cross-sector spatial integration of rehabilitation and acute care medicine. This article presents basic data and outcome parameters from this model project and places them in the context of current studies.

Keywords: neurological neurosurgical early rehabilitation, phase B, prolonged weaning, clinical cooperation models

verstarben in einem mit dem Patienten, Angehörigen und Betreuer abgestimmten Palliativsetting, d.h. unter Beachtung des mutmaßlichen Willens des Patienten. In der multizentrischen Erfassung von Pohl findet sich 2014 eine Rate von 9,6 % Todesfällen, davon starben 2/3 (66,7 %) nach Therapiezieländerung [16]. Die medizinischen, therapeutischen und pflegerischen Prozeduren sind entsprechend dem klinikinternen schriftlichen Palliativkonzept der Kliniken Schmieder und in Übereinstimmung mit dem Betreuungsgesetz erfolgt.

15,2 % der auf die Satellitenstation aufgenommenen Patienten mussten erneut in die Akutklinik, meist in das Klinikum Stuttgart zurückverlegt werden. Das sind im Vergleich zu den beiden Multicenterstudien von Pohl mehr Akutverlegungen: An dieser Stelle könnten sich abermals verkürzte Behandlungsdauern in den zuweisenden Akutkliniken auswirken. Pohl hatte schon nachweisen können, dass sich die Behandlungsdauern zwischen 2002 und 2014 im Akutkrankenhaus vor Beginn der Frührehabilitation im Mittelwert halbiert haben; ein Teil der vorhergehenden Akutbehandlungen waren in die NNFR verlagert worden bzw. mussten von dort erneut initiiert werden [5, 14, 15]. Dieser Trend könnte sich im letzten Jahrzehnt weiter fortgesetzt haben. Von den Akutverlegungen zu unterscheiden sind kurzfristige Unterbrechungen der Frührehabilitationsbehandlung, z.B. zur elektiven Kranioplastie, Gabe von Chemotherapeutika oder VP-Shunt-Anlagen, da die Patienten in diesen Fällen meist nach 1–2 Tagen zur Fortsetzung der Frührehabilitationsbehandlung zurück übernommen werden konnten. Die räumliche und strukturelle Einbindung der Satellitenstation in das Klinikum Stuttgart hat diese Unterbrechungen medizinisch und administrativ erleichtert und damit zur Vermeidung aufwendiger (Intensiv-)Transporte und zur Behandlung der Patienten »aus einer Hand« beigetragen.

Limitationen der vorliegenden Studie sind die retrospektive Datenerhebung und das Fehlen einer geeigneten Vergleichsgruppe. Die vorgestellten Daten entspre-

chen dafür einem prospektiv festgelegten klinikinternen Standard zur Qualitätssicherung, die Drop-out-Raten wegen nicht vorhandener Daten sind niedrig. Ein Wartegruppen-Kontroll-Design ist wegen Verzögerung der Frührehabilitation bei den Patienten aus medizinischen Gründen nicht durchführbar. Wünschenswert wäre die zukünftige systematische Erhebung von Katamnesedaten zur Frage der Nachhaltigkeit der NNFR [15].

Schlussfolgerungen

Die neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR) Phase B auf der Satellitenstation am Standort des Klinikums Stuttgart ist wirksam: Funktionelle Skalen wie Früh-Reha-Index, Barthel-Index und Erweiterter Barthel-Index zeigen bei etwa zwei Drittel der Patienten eine signifikante Verbesserung, d.h. hohe Responderrate. 50,4 % der Patienten erreichten die Eingangskriterien der stationären Neurorehabilitation Phase C als weiterführende Rehabilitationsphase.

Die Mortalität von 4,7 % entspricht den in der Literatur publizierten Sterblichkeitsraten. Wie auch in anderen Fallserien ist bei mindestens der Hälfte aller Sterbefälle von einem mutmaßlichen Patientenwillen auszugehen, der zur Therapieumstellung auf eine palliative Behandlung geführt hat.

87,4 % aller Patienten der Satellitenstation wurden aus dem Klinikum Stuttgart, davon weit überwiegend aus dem Neurozentrum zur stationären NNFR auf die Satellitenstation verlegt. Medizinisch als Notfall notwendige Rückverlegungen oder zu elektiven medizinischen Prozeduren erforderliche Fallunterbrechungen erfolgten überwiegend in die verschiedenen Akutkliniken des Klinikums Stuttgart. Diagnostische und therapeutische Angebote des Klinikums Stuttgart wurden im Rahmen des Kooperationsvertrages von der Satellitenstation regelmäßig genutzt.

Das Modellprojekt der Satellitenstation Phase B der Kliniken Schmieder zeigte eine erfolgreiche Minderung der Sektorengrenzen zwischen Akutmedizin und (Früh-) Rehabilitation [8, 18, 24] bei Nichtunterlegenheit in der Behandlungswirksamkeit gegenüber standortgetrennten Phase-B-Einrichtungen, niederschwelliger Umsetzung einer gemeinsamen Patientenversorgung bei medizinischen Komplikationen und elektiven Eingriffen sowie Behandlung der Patienten nach einem einheitlichen Gesamtbehandlungskonzept mit dem Neurozentrum am Klinikum Stuttgart.

Danksagung

Besonderer Dank gilt Frau Sowmya Srinivasan für die immer zeitnahe Zurverfügungstellung der Daten aus der klinikinternen Datenbank und Herrn Dr. Oliver Wienand für die wertvolle Unterstützung bei der statistischen Auswertung und Darstellung der erhobenen Daten.

Literatur

1. Bertram M, Brandt T. Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation: Eine aktuelle Bestandsaufnahme. *Nervenarzt* 2007; 78: 1160–1174
2. Bertram M, Brandt T. Neurologische Frührehabilitation bei beatmeten Patienten mit ZNS-Störungen. *Intensivmedizin up2date* 2013; 9: 53–71
3. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation. Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C. Frankfurt/Main: BAR-Publikation 1995
4. Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR), Frankfurt/Main, Ausgabe 1999
5. Hoffmann B, Karbe H, Krusch C et al. Patientencharakteristika in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation (Phase B). Eine multizentrische Erfassung im Jahr 2002 in Deutschland. *Akt Neurol* 2006; 33: 287–296
6. Ministerium für Soziales und Integration, Baden-Württemberg, Neurologische Frührehabilitation Phase B, Fachplanung für Baden-Württemberg 2016, https://sozialministerium.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-sm/intern/downloads/Downloads_Krankenhaeuser/Neurologische_Fruehrehabilitation_Phase_B_2.0.pdf, abgerufen am 18.05.2025
7. Ministerium für Soziales und Integration, Baden-Württemberg, Schlaganfallkonzeption Baden-Württemberg, Stand der Konzeption Februar 2017, https://sozialministerium.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-sm/intern/downloads/Publikationen/Schlaganfallkonzeption_BW_Maerz_2019.pdf, abgerufen am 18.05.2025
8. Musicco M, Embert L, Nappi G, Caltagirone C. Italian Multicenter Study on Outcomes of Rehabilitation of Neurological Patients. Early and long-term outcome of rehabilitation in stroke patients: the role of patient characteristics, time of initiation, and duration of interventions. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 551–558
9. Oehmichen F, Ketter G, Mertl-Rötzer M et al. Beatmungsentwöhnung in neurologischen Weaningzentren. Eine Bestandsaufnahme der AG Neurologische Frührehabilitation. *Nervenarzt* 2012; 83: 1300–1307
10. Oehmichen F, Ketter G, Mertl-Rötzer M et al. Beatmungsentwöhnung in neurologischen Weaningzentren – Eine Bestandsaufnahme der Arbeitsgemeinschaft Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation. *Nervenarzt* 2012; 83: 1300–1307
11. Oehmichen F, Ragaller M. Beatmungsentwöhnung bei Chronisch-Kritisch-Kranken. *Intensiv- und Notfallbehandlung* 2012; 37: 118–126
12. Platz T, Bender A, Dohle C et al. German hospital capacities for prolonged mechanical ventilator weaning in neurorehabilitation – results of a representative survey. *Neurol Res Pract* 2020; 2: 18
13. Pohl M. Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation. *Neurol Rehabil* 2016; 22: 189–193
14. Pohl M. Neurologische Frührehabilitation. *Neurol Rehabil* 2021; 27 (4): 227–231
15. Pohl M, Berger K, Ketter G et al. Langzeitverlauf von Patienten der neurologischen Rehabilitation Phase B: Ergebnisse der 6-Jahres-Nachuntersuchung einer Multicenterstudie. *Nervenarzt* 2011; 82: 753–763
16. Pohl M, Bertram M. Wirksamkeit der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation: Evidenzbasierte Therapieformen, Outcome und Prognosefaktoren. *Nervenarzt* 2016; 87: 1043–1050
17. Pohl M, Bertram M, Bucka C et al. Rehabilitationsverlauf von Patienten in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation: Ergebnisse einer multizentrischen Erfassung im Jahr 2014 in Deutschland. *Nervenarzt* 2016; 87: 634–644
18. Pohl M, Summ O. Rehabilitation beatmeter neurologischer Patienten in Groß M (Hrsg.) *Neurologische Beatmungsmedizin*. Heidelberg: Springer 2020; Seiten 381–391
19. Rollnik JD. Neurologische Frührehabilitation. In: Marx G, Muhl E, Zacharowski K, Zeuzem S (Hrsg.) *Die Intensivmedizin*, 12. Aufl. Heidelberg: Springer 2015, 635–645
20. Rollnik JD. Weaning in der neurologischen Frührehabilitation (NFR). *Neurol Rehabil* 2021; 27(4): 233–238
21. Rollnik JD, Adolphsen J, Bauer J, Bertram M, Brocke J, Dohmen C, Donauer E, Hartwich M, Heidler MD, Hüge V, Klarmann S, Lorenz S, Lück M, Mertl-Rötzer M, Mokrusch T, Nowak DA, Platz T, Riechmann L, Schlachetzki F, von Helden A, Wallesch CW, Zergiebel D, Pohl M. Prolongiertes Weaning in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation S2k-Leitlinie herausgegeben von der Weaning-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR) 10/2016, *Nervenarzt* 2017; 88: 652–674
22. Rollnik JD, Berlinghof K, Lenz O, Bertomeu A. Beatmung in der neurologischen Frührehabilitation. *Akt Neurol* 2010; 37: 316–318
23. Rollnik JD, Brocke J, Gorsler A, Groß M, Hartwich M, Pohl M, Schmidt-Wilke T, Platz T. Weaning in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation – Ergebnisse der „WennFrüh“-Studie der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation, *Nervenarzt* 2020; 91: 1122–1129
24. Rollnik JD, Frank B, Pohl M für die Arbeitsgemeinschaft neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation. Ein »missing link« zwischen Intensivmedizin und Rehabilitation existiert nicht! *Neurol Rehabil* 2017; 23: 339–341
25. Rollnik JD, Krauss JK, Gutenbrunner C et al. Weaning of neurological early rehabilitation patients from mechanical ventilation: a retrospective observational study. *Eur J Phys Med Rehabil* 2017; 53: 441–446
26. Rollnik JD, Platz T, Böhm KD et al. Argumente für eine Zuordnung der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation (Phase B) zum Krankenhausbereich (§39 SGB V). Positionspapier der Kliniken des BDH Bundesverband Rehabilitation. *Akt Neurol* 2011; 38: 362–368
27. Schönhofer B, Geiseler J, Dellweg D et al. Prolongiertes Weaning S2k-Leitlinie, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. *Pneumologie* 2014; 68: 19–75
28. Schönlé PW. Der Frühreha-Barthel-Index (FRB) – eine frührehabilitationsorientierte Erweiterung des Barthel-Index. *Rehabilitation* 1995; 34: 69–73
29. Schupp W. Konzept einer zustands- und behinderungsangepassten behandlungs- und rehabilitationskette in der neurologischen und neurochirurgischen Versorgung in Deutschland (»Phasenmodell«). *Nervenarzt* 1995; 66: 907–914
30. Wallesch CW. Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation 2016. *Neurol Rehabil* 2016; 22(3): 183–186
31. Wintermann, G-B et al. Self-reported fatigue following intensive care of chronically critically ill patients: a prospective cohort study, *J Intensive Care* 2018; 6: 27

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Eike-Carsten Rahne FEBN
 Ärztlicher Leiter Satellitenstation Kliniken Schmieder
 Katharinenhospital, Klinikum Stuttgart
 Kriegsbergstr. 60
 70174 Stuttgart
 e.rahne@kliniken-schmieder.de

Update: Neurorehabilitation bei Post-COVID-Syndrom

M. Jöbges¹, C. Herrmann²

¹ Kliniken Schmieder Konstanz

² Kliniken Schmieder Gailingen

Zusammenfassung

Die Kliniken Schmieder widmeten sich seit 2021 der Rehabilitation von Betroffenen eines Post-COVID-Syndroms (PCC). Im Rahmen der rehabilitationswissenschaftlichen Begleitforschung stand die grundlagenwissenschaftliche Einordnung der häufig anzutreffenden Fatigue und Fatigability (=Nachlassen der Performance) im Vordergrund. PCC-Betroffene zeigten in der Bewegungsanalyse nur in wenigen Fällen ein ähnliches Ermüdungsverhalten wie MS-Patienten. Auffälligkeiten konnten im Bereich des Sauerstoffverbrauchs und der Ventilation bei 27 % der PCC-Betroffenen beobachtet werden.

Im Bereich der Therapieforschung entwickelten die Kliniken Schmieder mit universitären Partnern eine kognitive Verhaltenstherapie, die spezifisch auf die Bedürfnisse der PCC-Betroffenen zugeschnitten war. Die Machbarkeit dieser, bei hoher allgemeiner Zufriedenheit der PCC-Betroffenen, konnte

gezeigt werden und erste Hinweise auf eine Wirksamkeit konnten abgeleitet werden.

Die Kliniken Schmieder nahmen an der multizentrischen Post-COVID-Rehabilitationsstudie POCORE mit über 1.000 Teilnehmern teil. Die vorliegenden neuropsychologischen Defizite lagen insbesondere im Bereich der Reaktionszeiten (gemessen mit der TAP bei 70 %) und der Daueraufmerksamkeit (55 %). Die mit dem FSMC gemessene Fatigue lag zur Aufnahme bei 84,6 % der PCC-Betroffenen im Bereich der schweren Fatigue, bei Entlassung waren es 77,4 %. Der MoCa war als alleiniges Screeninginstrument nur bedingt geeignet. Insbesondere im Aufmerksamkeitsbereich fanden sich kleine Therapieeffekte bei allerdings deutlich chronifiziertem Rehabilitandenkollektiv (Zeit nach dem Infekt im Durchschnitt 29 Monate).

Weitere innovative Ansätze besonders im Bereich der ambulanten Nachsorge scheinen notwendig.

Schlüsselwörter: Post-COVID-Syndrom, Fatigue, Fatigability, Kognitive Verhaltenstherapie, Rehabilitation

Einleitung

Die durch das neue Coronavirus SARS-CoV-2 ausgelöste COVID-19-Pandemie hat weltweit Spuren in der Bevölkerung, den Gesundheitssystemen und den sozialen Sicherungssystemen hinterlassen. Während sich die Aufmerksamkeit zu Recht zunächst auf akute Erkrankungen und Präventionsmaßnahmen konzentriert hatte, treten mittlerweile chronische Folgen der Virusinfektionen immer deutlicher zutage. Diese werden unter der Entität des Post-COVID-Syndroms (Post COVID Condition = PCC) subsummiert.

Die unterschiedlichen medizinischen Rehabilitationsbedarfe, die sich bei Menschen mit PCC in der Neurologie ergeben können, wurden in der AWMF S2k-Leitlinie »SARS-CoV-2, COVID-19 und (Früh-)Rehabilitation in Deutschland« auf der Basis der derzeit verfügbaren Evidenz transparent gemacht [32]. Damit entsteht natürlich auch die Notwendigkeit einer Fortsetzung der rehabilitationswissenschaftlichen Begleitforschung, insbesondere vor dem Hintergrund einer kontroversen, auch in der Öffentlichkeit intensiv ausgetragenen, Diskussion zu Wirksamkeit und Risiken der Rehabilitation.

Dieser Herausforderung stellten sich die Kliniken Schmieder schwerpunktmäßig in den Kliniken in Gailingen und Konstanz und unter Einbeziehung zahlreicher wissenschaftlicher Partner. Hierbei standen drei

Themenschwerpunkte im Vordergrund. Zunächst die Beschreibung der PCC typischen Fatigue in Abgrenzung zu Fatigue bei anderen Krankheitsbildern und zum Nachlassen der Performance (= Fatigability). Des Weiteren entwickelten und evaluierten wir eine auf die spezifischen Bedürfnisse der PCC-Betroffenen zugeschnittene kognitive Verhaltenstherapie und beteiligten uns an einer großen, multizentrischen und prospektiven Untersuchung zur Aufdeckung von Rehabilitationseffekten.

Fatigue vs. Fatigability bei PCC

Die ersten Veröffentlichungen zu PCC konzentrierten sich auf die Beschreibung der Symptome, wobei Fatigue, Myalgie, Dyspnoe, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, kognitive Störungen (»brain fog«) und post exertional malaise (PEM) häufig genannt wurden [6]. Als eines der häufigsten Symptome kristallisierte sich bereits in dieser Frühphase der Beschreibung des neuen Krankheitsbildes die Fatigue heraus. Diese hat erheblichen Einfluss auf die Lebensqualität der Betroffenen und stellt darüber hinaus auch besondere Herausforderungen an die sozialmedizinische Leistungsbeurteilung [8].

Bei unklarer Pathophysiologie ergab sich die Fragestellung, ob die Auswirkungen mit Fatigue bei bekannten autoimmunologisch vermittelten Erkrankungen des Zentralnervensystems vergleichbar sind.

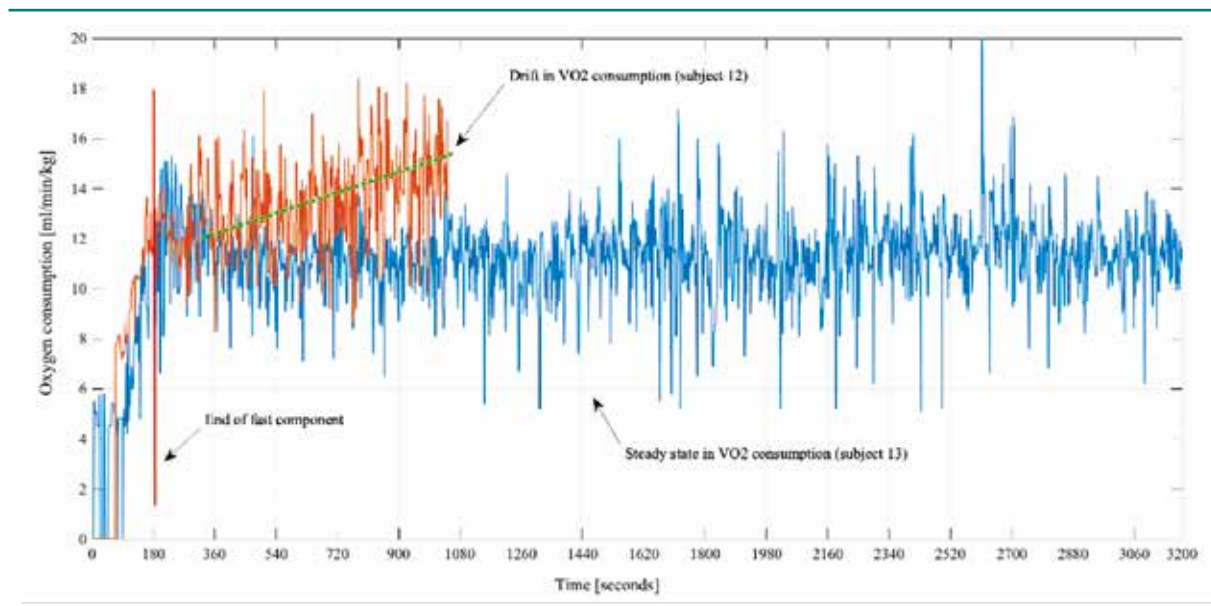


Abb. 1: Sauerstoffverbrauchskurven von zwei PPC-Patienten. 13 (blau) zeigte eine normale Sauerstoffkinetik, die von der Ruhephase anstieg und sich stabilisierte, bis der Gehstest nach der maximalen Zeit von 60 Minuten beendet wurde. PCC-Patient 12 (orange) musste nach ca. 17 Minuten abbrechen. Es ist zu erkennen, dass die VO₂-Verbrauchsrate des PCC Patienten 12 kontinuierlich anstieg.

Auch bei der Multiplen Sklerose (MS) ist die Fatigue sehr ausgeprägt. Im Bereich der MS wurde die Unterscheidung zwischen Fatigue und Fatigability eingeführt [21] und hat sich als sehr hilfreich erwiesen [9]. Fatigue stellt das subjektive Empfinden des Patienten dar, während Fatigability die Veränderung der Leistungsfähigkeit darstellt, die gemessen werden kann. Darüber hinaus stellt die »state fatigue« den kurzzeitigen, momentanen Zustand dar, der häufig mit einer visuellen Analogskala erfasst wird. Die »trait fatigue« spiegelt einen länger andauernden Zustand wider, der oft die letzten vier Wochen betrifft. Sie wird am häufigsten in einer der vielen Fatigue-Skalen erfasst [30].

Der Vorteil dieser Terminologie besteht darin, dass Fatigability gemessen und beobachtet werden kann. Viele MS-Patienten, die unter motorischer Fatigability leiden, zeigen eine Symptomatik während motorischer Belastung (z. B. eine zunehmende Fußheberschwäche oder proximale Schwäche, aber auch zunehmende Spastik oder Ataxie).

Mit bewegungsempfindlichen Sensoren (IMU), die am Knöchel befestigt werden, in Kombination mit einer Attraktor-basierten Auswertung von Veränderungen des Gangzyklus können Abweichungen des Gangbildes detektiert und objektiviert werden [37, 38]. Diese differenzierte Ganganalyse haben wir in einer prospektiven Untersuchung bei Betroffenen mit PCC durchgeführt, dabei die Sauerstoffaufnahme und weitere Spiroergometrie-Daten gemessen sowie den FSMC (als Assessment der »Trait-Fatigue«) erhoben [40].

Um eine adäquate Belastung für diesen Laufbandtest für jeden einzelnen PCC-Betroffenen zu ermitteln, führten wir eine Voruntersuchung durch und ermittelten die

notwendige Geschwindigkeit des Laufbandes, um die ventilatorische Schwelle eins zu erreichen (VT₁). Die Sauerstoffaufnahme bei submaximaler Dauerbelastung steigt zunächst monoexponentiell aus einem Ruhezustand (~3,5 ml/min/kg) an, bis sie schließlich sich in einem stabilen Zustand (nach ~3 min) einpendelt, wenn bei konstanter Belastung (Gehgeschwindigkeit) trainiert wird [20]. Die resultierende Intensität hat sich als geeignet für Gehübungen im rehabilitativen Kontext erwiesen [27]. Die Normwerte für die Sauerstoffaufnahme bei konstanter Gehbelastung auf dem Laufband bei einer üblichen Geschwindigkeit von 3–6 km/h entsprechen etwa 8–18 ml/min/kg bei konstanter Belastung.

29 Patienten (24 weiblich) mit einem durchschnittlichen Alter von 47,6 ($\pm 10,02$) Jahren und einem durchschnittlichen Körpergewicht von 80 ($\pm 18,92$) kg nahmen an der Untersuchung teil, bei der sie maximal 60 Minuten auf einem Laufband gingen. Die mittlere Gehzeit lag bei 42,74 ($\pm 18,6$) Minuten, wobei 14 Patienten die volle Dauer von 60 Minuten erreichten. Die kürzeste Gehzeit lag bei 9 Minuten. Die Gehgeschwindigkeit betrug im Mittel 5,1 (± 1) km/h mit einer Spanne von 1,9 bis 6,4 km/h. Die Gehzeit (in Minuten) des Ermüdungstests zeigte keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit der subjektiven Ermüdung, operationalisiert mit dem FSMC. Im FSMC kamen sowohl für die Gesamt-Fatigue als auch die motorische bzw. kognitive Fatigue durchschnittlich Werte zur Abbildung, die für das Vorhandensein einer schweren Ausprägung der Gesamt-Fatigue, der motorischen und kognitiven Fatigue sprachen.

Im Vergleich zu einem erwarteten stabilen Zustand des Sauerstoffverbrauchs und der Ventilation (siehe **Abb. 1**, blaue Linie) zeigten die Ergebnisse des Augmen-

ted-Dickey-Fuller-Tests, dass 8 Rehabilitandinnen und Rehabilitanden von 29 (27%) ein instabiles Verhalten (orange Linie) sowohl bei den Sauerstoff- als auch bei den Ventilationsdaten (ein Beispiel ist in **Abbildung 1** dargestellt) zeigten. Betrachtet man nur die Ergebnisse der 21 stabilen Patienten, so lagen die absoluten Werte mit $14,17 (\pm 3,2)$ ml/kg/min und die Ventilation bei $37,5 (\pm 7,8)$ l/min im Bereich, der in der Literatur angegebenen Daten für ein Normkollektiv. Der Drift im VO_2 -Verbrauch der 8 auffälligen Rehabilitanden war durch eine Hyperventilation bedingt, die aber nicht durch Angst oder Panik getriggert war.

Für alle teilnehmenden Patienten wurden die Attraktoren ihrer Gangtests berechnet und nach dem Algorithmus der Attraktor-Methode der **Fatigue-Index Kliniken Schmieder (FKS)** bestimmt. FKS Werte <4 finden sich in einem Normkollektiv [35]. Die Ergebnisse zeigen, dass alle bis auf zwei Ausnahmen (Probanden 14 und 18) deutlich unter dem Grenzwert von $\text{FKS} \geq 4$ liegen. Somit kann in 94% aller Fälle keine motorische Fatigability attestiert werden. Die Attraktoranalyse während der Laufbanduntersuchung zeigte keine statistisch signifikante Korrelation mit der im FSMC abgebildeten Fatigue.

Diskussion

Die Patienten in unserer Stichprobe mit ausgeprägter Fatigue zeigten nur in ca. 5% der Fälle Anzeichen von motorischer Fatigability. Dies impliziert, dass wir trotz der ausgeprägten Beschwerde über motorische Fatigue nur sehr selten Hinweise auf eine Läsion des sensorimotorischen Systems im Sinne einer neuromuskulären Bewegungsstörung fanden. Diese Diskrepanz objektiver Fatigability zur subjektiven Fatigue fand sich auch in den Daten der Untersuchung einer anderen Arbeitsgruppe bei Betroffenen mit PCC [10]. Dies passt zu den Ergebnissen einer aktuellen Studie zur Phänotypisierung postinfektöser, chronischer Fatigue Syndrome, die Veränderungen in der Anstrengungspräferenz deutlicher als in körperlicher oder kognitiver Fatigue zeigte, infolge einer Dysfunktion integrativer Hirnregionen, die wahrscheinlich zu einer Dysregulation eines Katecholamin Signalweges und damit der autonomen Funktionen und der körperlichen Kondition führen [39].

Unklar bleibt zunächst, ob Anomalien bei der Atmung unter moderater Belastung durch metabolische oder vegetative Veränderungen verursacht wurden. Wong und Mitarbeiter stellten zum Beispiel die begründete Hypothese einer Serotoninreduktion als Ursache dieser Beschwerdekongstellation auf. Eine Virusinfektion und eine Typ-I-Interferon-induzierte Entzündung reduzieren Serotonin durch drei Mechanismen: verminderte intestinale Absorption des Serotoninvorläufers Tryptophan, Thrombozytenhyperaktivierung und Thrombozytopenie, die die Serotoninspeicherung beeinflussen, und erhöhter MAO-vermittelter Serotoninumsatz. Die periphere Serotoninsenkung wiederum hemmt die Aktivität

des Nervus vagus und beeinträchtigt dadurch auch die Reaktionen des Hippocampus und des Gedächtnisses [42]. Aktuelle Daten zur Blutproteinsignatur bei aktiver PCC weisen auf eine erhöhte Komplementaktivierung und Thromboinflammation, was wiederum auf eine persistierende systemische Entzündungsreaktion hinweist [5].

Kognitive Verhaltenstherapie (KVT) bei PCC

Die Pathogenese des PCC ist höchstwahrscheinlich multifaktoriell und unterscheidet sich von Patient zu Patient. Neben den oben zitierten biomedizinischen Erklärungsversuchen und natürlich zahlreichen weiteren hier nicht im Detail ausgeführten Modellen weist ein erheblicher Anteil der Patienten keine biomedizinischen Auffälligkeiten auf bzw. konnten diese bisher noch nicht aufgedeckt werden. Definitionsgemäß besteht bei PCC eine Chronizität des Syndroms, sodass wie bei anderen chronischen Erkrankungen (z.B. neurologischen Schmerzsyndromen) bio-psycho-soziale Krankheitsmodelle besser geeignet sind, persistierende somatische Symptome (PSS) zu beschreiben, die nicht ausreichend durch biomedizinische Faktoren erklärt werden können [36]. Wechselwirkungen zwischen biologischen und psychosozialen Faktoren scheinen auch bei PCC relevant zu sein [25, 33].

Die S2k-Leitlinie für PCC empfiehlt multidisziplinäre Rehabilitationsstrategien mit einem Fokus auf dem Selbstmanagement [31]. Ein häufiger Bestandteil multidisziplinärer Rehabilitationsprogramme sind psychologische Interventionen wie kognitive Verhaltenstherapie (KVT). KVT-Protokolle für PSS beinhalten in der Regel Interventionen, die häufige psychophysiologische Wechselwirkungen ansprechen und adaptive Copingstrategien fördern (z.B. Stressmanagement, kognitive Umstrukturierung, Verhaltensaktivierung) [41]. Mittlere Effekte dieser KVT-Protokolle auf die Reduktion der Schwere somatischer Symptome einschließlich Fatigue konnten nachgewiesen werden [18]. Trotz vielversprechender erster Ergebnisse [11, 24] ist die Anwendung von KVT-Prinzipien zur Behandlung von PCC noch wenig erforscht.

In einer Studie untersuchten wir die Machbarkeit eines spezifischen KVT-Protokolls zur Behandlung von PCC. Zu diesem Zweck haben wir gemeinsam mit Arbeitsgruppen des Universitätsklinikums Mainz und der Universität Konstanz ein umfassendes KVT-basiertes Gruppentherapieprogramm (KVT-PCC) entwickelt, das die allgemeinen Herausforderungen bei der Behandlung von PCC adressiert. Machbarkeit, Akzeptanz und Wirksamkeit wurden an einer Kohorte von Patienten, die die PCC-Kriterien erfüllten, in einer neurologischen Rehabilitationseinrichtung untersucht [17]. Das Behandlungsprogramm umfasst acht Sitzungen und beinhaltet psychoedukative und erlebnisorientierte Interventionen zu häufigen psychophysiologischen Mechanismen anhaltender somatischer Symptome. Es wurde eine pro-

spektive Beobachtungsstudie zur Machbarkeit mit einem Ein-Gruppen-Design im Setting einer stationären medizinischen Phase D Neurorehabilitation durchgeführt.

N=64 stationäre Patienten mit milder COVID-19-Primärinfektion in der Anamnese, die die WHO-Kriterien für ein PCC erfüllten, wurden in die Studie eingeschlossen. Nach jeder Sitzung wurden psychometrische Fragebögen zur somatischen und psychopathologischen Symptombelastung vor und nach der Intervention durchgeführt.

Das Behandlungsprogramm wurde von den Teilnehmern und Therapeuten gut angenommen. Jede Sitzung wurde als verständlich bewertet und die allgemeine Zufriedenheit mit den Sitzungen war hoch. Die Prä-Post-Effektmaße (der Standardrehabilitation inkl. des neuen Behandlungsprogramms; Intention-to-Treat) zeigen eine signifikante Reduktion der subjektiven Fatigue ($p < 0,05$, $d_{av} = 0,33$) und Verbesserung der Krankheitsbewältigung ($p < 0,05$, $d_{av} = 0,33 - 0,49$).

Diskussion

Diese Ergebnisse unterstützen die Machbarkeit und Akzeptanz einer neu entwickelten kognitiv-verhaltens-therapeutischen, spezifischen Gruppenintervention für Personen mit einem PCC. Allerdings müssen diese aufgrund des Fehlens einer Kontrollgruppe und einer Follow-up-Messung, der geringen Stichprobengröße und der relativ hohen Abbruchrate mit Vorsicht interpretiert werden. Eine weitere Validierung der Intervention soll in einer entsprechenden prospektiven Studie in einem Kontroll-Gruppen-Design erfolgen.

PoCoRe (Post COVID Rehabilitation)-Studie

Der dritte Forschungsansatz war ab 2022 die Evaluation von neuropsychologischen Defiziten und auch der Therapieeffekte einer multiprofessionellen und interdisziplinären Rehabilitation. In einer umfassenden neuropsychologischen Untersuchung zeigten Patienten mit PCC signifikant niedrigere Werte in den Bereichen Gedächtnis, Sprache, Verarbeitungsgeschwindigkeit, visuell-räumliche Funktion, exekutive Funktion sowie höhere Depressions- und Angstsymptome [4]. PCC-Rehabilitationsprogramme, die mehrere therapeutische Modalitäten kombinieren, berichten über Verbesserungen der Muskelkraft, der Gehfähigkeit, der Leistung beim Aufstehen aus dem Sitzen und der Lebensqualität [12]. Beispielsweise führte ein ambulantes Programm (Dauer: 8 Wochen) zu berichteten Verbesserungen der motorischen Funktionsfähigkeit, der kognitiven Leistungsfähigkeit und der Lebensqualität [1]. Eine andere Untersuchung zeigt, dass gezielte neuropsychologische Interventionen das Arbeitsgedächtnis, die verbale Sprachfähigkeit und die Aufmerksamkeit verbessern [13].

Diese Untersuchungen wurden jedoch außerhalb des sehr spezifischen deutschen Rehabilitationssettings durchgeführt. So dass ein »eins-zu-eins-Übertrag« auf

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 248 – 256 | <https://doi.org/10.14624/NR2504005> | © Hippocampus Verlag 2025

Update: Neurorehabilitation in post-COVID syndrome

M. Jöbges, C. Herrmann

Abstract

Since 2021, the Schmieder clinics have been dedicated to rehabilitating people affected by post-COVID syndrome (PCC). As part of the accompanying rehabilitation research, the focus was on the basic scientific classification of frequently encountered fatigue and fatigability (i.e., decline in performance). In movement analyses, PCC patients exhibited fatigue behavior similar to that of MS patients in only a few cases. Abnormalities in oxygen consumption and ventilation were observed in 27% of PCC patients.

In therapy research, the Schmieder clinics developed cognitive behavioral therapy tailored to PCC patients' needs with university partners. This therapy was demonstrated to be feasible, with a high level of general satisfaction among PCC patients, and initial indications of effectiveness were derived.

The Schmieder clinics participated in the multicenter POCORE post-COVID rehabilitation study, which had over 1,000 participants. Existing neuropsychological deficits were particularly evident in reaction times (measured at 70% with the TAP) and sustained attention (55%). Fatigue, as measured by the FSMC, was severe in 84.6% of PCC patients at admission and 77.4% at discharge. The MoCa was only partially suitable as the sole screening instrument. Small therapeutic effects were found, particularly in attention, although the rehabilitation group was clearly chronic (average time since infection: 29 months).

Further innovative approaches, particularly in outpatient aftercare, appear necessary.

Keywords: Post-COVID-condition, fatigue, fatigability, cognitive behavioral therapy, rehabilitation

die Bedingungen unseres Rehabilitationssystems nicht ohne weiteres möglich erscheint. Schon früh zeichnete sich Bedarf der Evaluation der Wirksamkeit von medizinischer Rehabilitation bei PCC ab. Die Deutsche Rentenversicherung Bund vergab bereits zu Beginn der Pandemie Mittel für ein multizentrisches Forschungsprojekt, welches die Wirksamkeit von medizinischer Rehabilitation bei PCC-Betroffenen ausloten sollte. Diese »PoCoRe Studie« wurde als Gemeinschaftsprojekt von sechs deutschen neurologischen bzw. psychosomatischen Rehabilitationszentren initiiert. Die Zentren hatten ihr therapeutisches Konzept an die spezifischen Bedürfnisse der PCC-Betroffenen angepasst [23].

Die PoCoRe-Studie war eine prospektive, nicht-randomisierte, kontrollierte Längsschnittstudie in Deutschland. Ziel dieser Studie war es auch, die Symptombelastung durch neuropsychologische Defizite bei PCC-Betroffenen zu klären und gleichzeitig die Wirksamkeit eines stationären, multidisziplinären Rehabilitationsprogrammes zur Bewältigung dieser Belastungen zu evaluieren. Versicherte der Deutschen Rentenversicherungen konnten von März 2022 bis Dezember 2023 teilnehmen. Eingeschlossen wurden alle konsekutiv aufgenommenen Rehabilitanden, die ihre Rehabilitation aufgrund einer PCC begonnen hatten, die Einschlusskriterien erfüllten und der Teilnahme an der Studie

zustimmten [19]. Einschlusskriterien waren eine SARS-CoV-2-Infektion und nachfolgende PCC-Symptome, die mehr als 12 Wochen nach Beginn der SARS-CoV-2-Infektion noch vorhanden waren und nicht anderweitig erklärt werden konnten. Als Folge der PCC mussten zu Beginn der Rehabilitation Funktionseinschränkungen vorliegen, die die Arbeitsfähigkeit gefährden könnten.

Patienten mit Chronic Fatigue Syndrom (CFS) wurden nicht ausgeschlossen. CFS-Symptome wurden im Rahmen des Studiendesigns jedoch nicht systematisch erfasst.

Die Therapiekonzepte der teilnehmenden Kliniken unterschieden sich in Dauer und Häufigkeit der Therapien, deckten aber einheitlich alle wesentlichen Symptombereiche der PCC mit entsprechenden Angeboten ab (Psychoedukation, Bewegung, Psychotherapie, Stimulation, Atem- und Entspannungstherapie, kognitives Training). Innerhalb dieses Rahmens wurde das Behandlungsprogramm an die individuellen Bedürfnisse der Patienten angepasst, einschließlich Anpassungen für Menschen mit CFS. Geschulte Psychologen führten die studienbezogenen Untersuchungen/Tests bei Aufnahme in die Rehabilitation und bei Entlassung durch. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer füllten die Fragebögen selbst aus.

Methodik

Folgende neuropsychologische Assessments wurden durchgeführt:

■ *Montreal Cognitive Assessment (MoCA) bei Aufnahme und ggf. bei Entlassung:*

Das MoCA ist ein kognitives Screeninginstrument. Es wird von medizinischem Fachpersonal durchgeführt, um frühe Stadien von Demenz und leichten kognitiven Beeinträchtigungen zu erkennen. Es umfasst Untertests zu verschiedenen kognitiven Fähigkeiten wie Gedächtnis, Sprache, Denken in Zusammenhängen, Aufmerksamkeit und Konzentration, Verhalten, Rechnen, zeitliche und räumliche Orientierung und die Fähigkeit, komplexe Formen und Muster zu erkennen. Ein Ergebnis von 26 bis 30 Punkten gilt als unauffällig, keine Einschränkung, 6 bis 25 Punkte weisen auf eine zumindest leichte kognitive Beeinträchtigung hin, 0–5 Punkte gelten als extreme kognitive Beeinträchtigung [29].

■ *Testbatterie für Aufmerksamkeit (TAP) bei Aufnahme/Entlassung*

Die Testbatterie für Aufmerksamkeit (TAP) ist ein Softwarepaket, das eine Sammlung verschiedener Tests zur differenzierten Messung verschiedener Aspekte der Aufmerksamkeit bietet und auch verwandte Aspekte der visuellen Wahrnehmung abdeckt. Die verwendeten Subtests sind Vigilanz, Arbeitsgedächtnis, Daueraufmerksamkeit und geteilte Aufmerksamkeit. Die von uns gewählte Testbatterie dauerte ca. 45 Minuten. [34] Detaillierte Informationen zum TAP

sind öffentlich verfügbar unter: <https://www.psychtest.net/en/test-batteries/tap/subtests>

■ *Fatigue Scale for Motor Function and Cognition (FSMC) bei Aufnahme/Entlassung:*

Die Fatigue Scale for Motor Function and Cognition (FSMC) ist eine Selbstbeurteilungsskala zur Erfassung subjektiver Müdigkeitssymptome und ermöglicht eine differenzierte Quantifizierung und Klassifikation kognitiver und motorischer Müdigkeit. Die FSMC wurde gegen mehrere externe Kriterien (z.B. Kognition, Motivation, Persönlichkeit und andere Müdigkeitsskalen) geprüft und liefert zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Testgütekriterien. Zwanzig Items (10 für motorische Ermüdung, 10 für kognitive Ermüdung) werden auf einer fünfstufigen Skala (trifft überhaupt nicht zu bis trifft voll und ganz zu; Skalenwerte 1–5; Gesamt-Score 20–100 Pkt) bewertet [30].

Ergebnisse

Von den 1086 rekrutierten Teilnehmern wurden insgesamt N=701 Teilnehmer in die Datenanalyse einbezogen, basierend auf vollständigen Daten in der TAP-Testung (Aufnahme und Entlassung). Sie hatten ein Durchschnittsalter von 49,5 Jahren (Range: 21–65 Jahre, SD=10,10) und waren zu 70,9% weiblich. Die Erstinfektion lag im Mittel 29 Monate zurück (Range: 9–50, SD=8,11) [19].

Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Teilnehmern, die die Untersuchung zum Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt abgeschlossenen hatten, und den Abbrechern bei Entlassung in Bezug auf Alter, FSMC-Werte und TAP-Werte bei Aufnahme. Die Prävalenz von Fatigue war bei der Aufnahme hoch, bei der Entlassung war sie mit einer kleinen Effektstärke signifikant zurückgegangen (schwere Fatigue zur Aufnahme 84,6%, bei Entlassung 77,4%, $r=0,29$). Die Ergebnisse der TAP-Untertests wurden in T-Werte umgerechnet. T-Werte unter 40 wurden als abnormal betrachtet [34]. Die Reaktionszeiten wurden bei 70% der Patienten bei Aufnahme und bei 50% bei Entlassung als auffällig eingestuft. Die Daueraufmerksamkeit (dargestellt als Anzahl der ausgelassenen Antworten) war bei 55% bei der Aufnahme auffällig, bei der Entlassung sank dieser Wert auf 43%. Diese Unterschiede waren signifikant mit leichten Effektgrößen (Reaktionszeiten $r=-0,5$, Daueraufmerksamkeit $r=-0,31$). Das Arbeitsgedächtnis war bei 26% bei der Aufnahme und bei 20% bei der Entlassung beeinträchtigt, ein signifikanter und leichter Effekt ($r=-0,22$).

Die geteilte Aufmerksamkeit wurde bei 33% bei der Aufnahme als auffällig eingestuft, bei der Entlassung waren es nur noch 26%: ebenfalls ein signifikanter und kleiner Effekt ($r=-0,20$). Die Behandlungseffekte für die Daueraufmerksamkeit, das Arbeitsgedächtnis und die geteilte Aufmerksamkeit waren noch größer, wenn wir

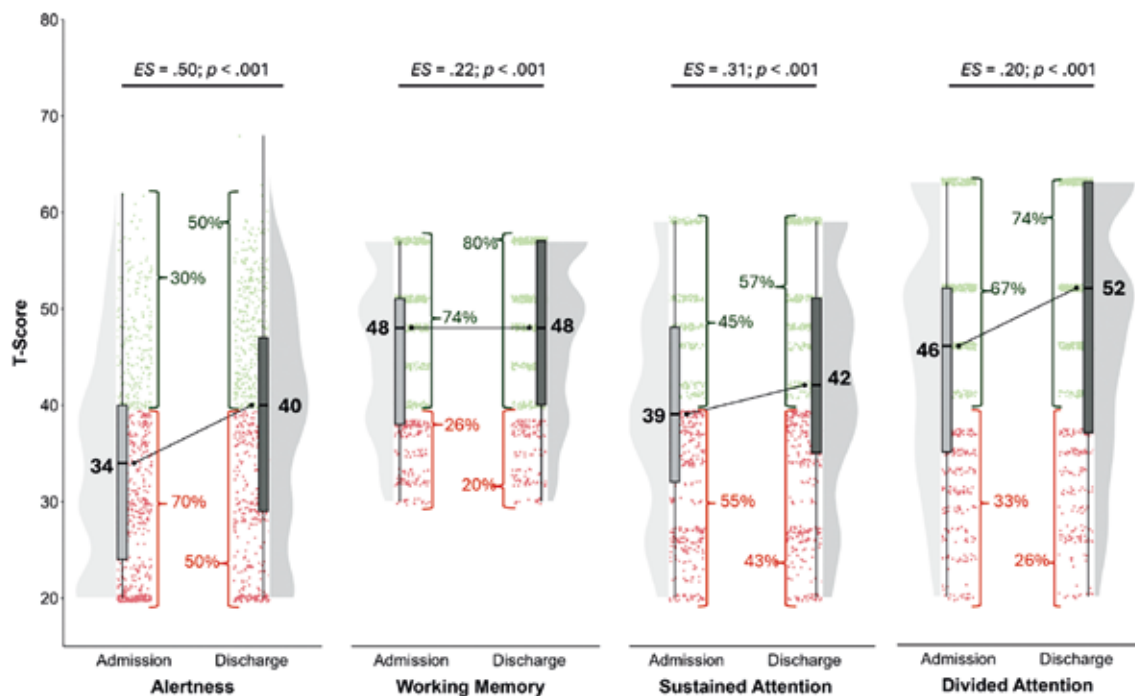


Abb. 2: Alters-, geschlechts- und bildungskorrigierte T-Werte bei Aufnahme (T1) und Entlassung (T2). Werte in Rot stehen für eine beeinträchtigte Leistung ($T < 40$), während grüne Werte als mindestens durchschnittlich interpretiert werden. Aufmerksamkeit: Median der Reaktionszeiten ohne Warnsignal; $n_{T1} = 701$; $n_{T2} = 701$. Arbeitsgedächtnis: Anzahl der Auslassungen; $n_{T1} = 688$; $n_{T2} = 686$. Anhaltende Aufmerksamkeit: Anzahl der Auslassungen; $n_{T1} = 681$; $n_{T2} = 676$. Geteilte Aufmerksamkeit: Anzahl der Auslassungen; $n_{T1} = 674$; $n_{T2} = 662$

nur die Teilnehmer berücksichtigten, die bei der Aufnahme mit einem $T < 40$ abnormale Ergebnisse erzielten (Abb. 2).

Wir führten eine Post-hoc-Analyse durch, um zu bewerten, ob sich die Patienten, die eine signifikante Verbesserung der Aufmerksamkeit aufwiesen, auch eine signifikante Verbesserung der Fatigue zeigten, gemessen anhand der Differenz der FSMC-Werte. Wie aus den Wilcoxon Signed Rank Tests hervorgeht, zeigten Patienten, die klinisch relevante Verbesserungen der Aufmerksamkeit aufwiesen, ausgeprägtere Verbesserungen der allgemeinen Fatigue und der kognitiven Fatigue mit geringen Effektstärken, aber keine signifikanten Verbesserungen der motorischen Fatigue. Wir fassten die FSMC- und TAP-Daten unter der Annahme zusammen, dass ein neurokognitives Defizit im Bereich der Aufmerksamkeit vorliegt, wenn zwei Unterbereiche des TAP-Tests $T < 40$ ergeben. Basierend auf dieser Annahme wurde festgestellt, dass 54% der PCC-Betroffenen mit schwerer Fatigue gleichzeitig an Aufmerksamkeitsstörungen litten. Das »Gefühl der vorzeitigen Ermüdung/Erschöpfung« korrelierte also nicht mit den objektivierten Leistungen in der Aufmerksamkeitstestung, da auch 46% der Betroffenen mit schwerer Fatigue unauffällige TAP-Ergebnisse vorweisen konnten.

Die Anwendung des MoCA-Tests bei der Aufnahme ergab bei 177 von 657 (27%) der Teilnehmer verdächtige Ergebnisse (Grenzwert < 26), die sich bei der Nachunter-

suchung bei der Entlassung bei 72 von 115 (63%) normalisierten. Um die Spezifität und Sensitivität des MoCA für die Erkennung neurokognitiver Defizite im Bereich der Aufmerksamkeit zu beurteilen, verglichen wir die Prävalenz eines abnormalen MoCA-Summenwertes zur Aufnahme mit der Prävalenz neurokognitiver Defizite im Bereich der Aufmerksamkeit zur Aufnahme. Wir definierten die Skala als Prävalenz von Defiziten, die Beeinträchtigungen in mindestens zwei Bereichen der TAP zeigten. Es ist zu beachten, dass für diese Teilanalyse nur Teilnehmer mit vollständigen MoCA- und TAP-Daten zur Aufnahme ($N = 875$) eingeschlossen wurden. Der MoCA-Test hatte eine Spezifität von 83% für die Vorhersage eines Aufmerksamkeitsdefizits, aber nur eine Sensitivität von 37%.

Diskussion

Die PoCoRe Studie ermöglichte uns Einblicke in die Prävalenz und Ausprägung neuropsychologischer Defizite und Fatigue bei PCC. Ebenso ergaben sich Hinweise auf die Wirksamkeit von multidisziplinären Rehabilitationsprogrammen. Bei der Durchführung von Subtests des TAP fanden wir eine hohe Prävalenz von Aufmerksamkeitsdefiziten, insbesondere in den Bereichen Reaktionszeiten und Daueraufmerksamkeit. Im Vergleich zur Aufnahme fanden wir bei der Entlassung eine signifikante allgemeine Verbesserung in allen Teilbereichen der Aufmerksam-

keit, insbesondere große Effekte bei denjenigen, die mit Beeinträchtigungen aufgenommen wurden.

Unsere Daten ergänzen das vorhandene Wissen über die allgemeine kognitive Verlangsamung bei Post-COVID-Patienten [26], die sich in verlangsamten Reaktionszeiten äußert und in unserer Stichprobe weit verbreitet war. Darüber hinaus konnten wir zeigen, dass ein Rehabilitationsprogramm zu Verbesserungen auf Gruppenebene und zu klinisch relevanten individuellen Verbesserungen führen kann. Auf individueller Ebene konnten wir zeigen, dass Patienten mit einer klinisch relevanten Verbesserung der kognitiven Verlangsamung auch eher eine Verbesserung der allgemeinen und kognitiven Fatigue zeigten. Dieser Effekt war zwar klein, trägt aber zum Verständnis des Zusammenhangs zwischen kognitiver Verlangsamung und Erschöpfungssymptomen bei.

Analysen auf individueller Ebene zeigen, dass sich zwar ein größerer Anteil der Patienten in den Untertests der Aufmerksamkeit verbessert, dass aber einige Patienten (1,5–11,7%) bei der Entlassung schlechtere Leistungen aufweisen als bei der Aufnahme. Da dieser Anteil eher gering ist, unterstreicht dieses Ergebnis die Bedeutung einer individualisierten Diagnostik, Behandlungsplanung und Evaluation und könnte weitere Forschung anregen, um Interventionen auf individueller Basis zusätzlich zu Gruppenvergleichen zu evaluieren. Dies steht im Einklang mit Veröffentlichungen, die die Heterogenität der Post-COVID-Population und die Notwendigkeit einer umfassenden, interdisziplinären Diagnostik und individualisierten Behandlung betonen. Dies erfordert jedoch zusätzliche Ressourcen, wie z. B. von Hayden [15] erläutert.

Von den 27% der Teilnehmer mit verdächtigen MoCA-Ergebnissen bei Aufnahme verbesserten sich 63% während der Rehabilitation auf ein normatives Niveau, was ebenfalls auf einen positiven Effekt des Rehabilitationsprogramms in dieser Untergruppe hinweist.

Der MoCA-Test erwies sich nicht als wirksames Screeninginstrument zur Erkennung von Aufmerksamkeitsdefiziten bei den teilnehmenden PCC-Patienten. Er war nur in 27% der Fälle verdächtig und sagte somit das Vorliegen eines Aufmerksamkeitsdefizits (gemessen mit dem TAP) nur mit einer Sensitivität von 37% voraus. Neuropsychologische Studien haben gezeigt, dass die exekutiven Funktionen bei PCC-Patienten besonders stark beeinträchtigt sind [2]. Andere betonen die Bedeutung von Aufmerksamkeitsdefiziten [3, 14]. Zusätzlich zu den Ergebnissen von Ariza et al. [3] zeigen unsere Daten, wie wichtig es ist, eine differenzierte Aufmerksamkeits-testung durchzuführen.

Fatigue war in unserer Kohorte weit verbreitet und stark ausgeprägt. Dies ist interessant, da in einer bevölkerungsbasierten Studie etwa die Hälfte aller Fälle von Fatigue zwischen 6 und 24 Monaten nach der Infektion vollständig gebessert sind [16]. Daher müssen wir unsere PoCoRe Patientenkohorte als selektierte Population

betrachten. Unsere PCC-Betroffenen befanden sich im Durchschnitt 29 Monate nach der Infektion und müssen als chronische Patienten betrachtet werden. Trotz dieses hohen Grades an Chronizität wurde ein signifikanter Effekt der stationären Rehabilitation beobachtet. Unseres Wissens ist dies die erste prospektive Studie, die solche Effekte bei einer großen Population von PCC-Betroffenen im deutschen Rehabilitationssystem nachweist [19].

Im Vergleich zu den Aufmerksamkeitsdefiziten waren die Effekte auf die Fatigue jedoch weniger stark ausgeprägt. Folglich scheint die Verbesserung der selbstberichteten Fatigue und der gemessenen kognitiven Leistungsfähigkeit nicht übereinzustimmen. Darüber hinaus zeigen unsere Ergebnisse, dass neurokognitive Defizite im Bereich der Aufmerksamkeit (definiert als Defizite in mindestens zwei Teilbereichen der Aufmerksamkeit, gemessen mit der TAP) in 54% der Fälle mit schwerer Erschöpfung (FSMC) einhergehen. Bei 46% liegt eine schwere Fatigue auch ohne neurokognitive Defizite im Aufmerksamkeitsbereich vor, was auf eine gewisse Entkopplung dieser Bereiche bei ca. der Hälfte der Betroffenen hinweist.

In diesem Zusammenhang stellt sich natürlich die Frage nach dem Einfluss psychologischer bzw. psychosozialer Faktoren. Zahlreiche Studien weisen auf eine gewisse psychologische Prädisposition für das Auftreten einer PCC hin. Kupferschmitt und Kollegen konnten eine signifikante Verbesserung des Patient-Health-Questionnaire-9 (PHQ-9 Assessment depressiver Störungen) als Ergebnis einer stationären Rehabilitationsbehandlung in einem der teilnehmenden Zentren nachweisen. Dies korrelierte jedoch nicht mit den gemessenen Veränderungen im neuropsychologischen Rating [22]. In einer sehr differenzierten Kombination aus neuropsychologischen Tests und dem Patient-Health-Questionnaire-9 fanden Morawa und Kollegen häufig auffällige neuropsychologische Parameter. Klinisch relevante depressive Symptome waren mit einem erhöhten Risiko für die Beeinträchtigung einiger kognitiver Funktionen assoziiert [28]. Die teilnehmenden Kliniken der PoCoRe Studie gingen auch auf die psychologischen Rehabilitationsbedarfe ein und entwickelten zum Teil eigene, spezifisch auf die Rehabilitation des PCC ausgerichtete, kognitive Verhaltenstherapien (KVT), die ebenfalls wissenschaftlich evaluiert wurden. [17]

Insgesamt zeigte die PoCoRe Studie die gewünschten Rehabilitationseffekte, d. h. eine Verbesserung in den getesteten neuropsychologischen Bereichen und der Fatigue bei Entlassung im Vergleich zur Aufnahme. Eine Einschränkung bestand darin, dass wir diese Aussage nicht auf schwer betroffene Personen verallgemeinern konnten, da unsere Stichprobe aus Personen bestand, deren allgemeiner Gesundheitszustand so gut war, dass sie nach den Regeln des deutschen Gesundheitssystems für eine Rehabilitation in Frage kamen (sog. »Rehabilitationsfähigkeit«). Eine weitere Einschränkung unserer Studie

war das Fehlen einer Kontrollgruppe, sodass wir nicht feststellen können, ob die beobachteten Verbesserungen ausschließlich auf das Rehabilitationsprogramm oder auch auf eine Spontanremission zurückzuführen waren. Da die PCC-Betroffenen jedoch bereits eine erhebliche Chronifizierung durchlaufen hatten, war eine Spontanremission als Ursache für diese Verbesserungen unwahrscheinlich.

Eine weitere Einschränkung war die hohe Abbruchrate bei den neuropsychologischen Tests zum Zeitpunkt der Entlassung. Da sich beim Vergleich der FSMC-Werte und der TAP-Ergebnisse zur Aufnahme keine signifikanten Unterschiede zwischen dieser Gruppe und der Gruppe der Teilnehmer mit vollständiger TAP-Untersuchung ergaben, gehen wir davon aus, dass unsere Ergebnisse dennoch repräsentativ sind. Für die Zukunft erscheint es wünschenswert, die hier erhobenen Daten mit weiteren Daten zum Outcome der Teilnehmer zu kombinieren. Darüber hinaus weisen die Daten auf die Notwendigkeit einer intensiven neuropsychologischen Untersuchung und Therapie im Rahmen der Rehabilitation hin. Besonders besorgniserregend ist die Nachsorgesituation, da bis zu 50% der Patienten mit persistierenden neurokognitiven Defiziten im Bereich der Aufmerksamkeit aus der Rehabilitation entlassen wurden und ein weiteres intensives neuropsychologisches Training benötigten.

Schlussfolgerung

In einer großen Kohorte konnten wir die hohe Prävalenz von neuropsychologischen Defiziten und Fatigue bei PCC-Patienten in Deutschland zeigen, die im Allgemeinen von einer stationären medizinischen Rehabilitation in spezialisierten Zentren profitierten. Angesichts der Überlappung von selbstberichteter Fatigue, kognitiven Funktionen, depressiven Symptomen und anderen Faktoren wie Schlafqualität ist eine gezielte klinische neuro-/psychologische Aufnahme-Untersuchung (Reha-Assessment), die diese Aspekte berücksichtigt, für die Entwicklung eines individuellen Behandlungsplans unerlässlich. Screening-Instrumente kognitiver wie psychischer Funktionen müssen sorgfältig evaluiert werden, um eine angemessene Sensitivität zu gewährleisten. Die Ergebnisse dieser Studie unterstreichen die Notwendigkeit einer verbesserten neuro-/psychologischen Versorgung sowohl in der Rehabilitation als auch in der Rehabilitations-Nachsorge der PCC-Betroffenen.

Ausblick

Zurzeit befindet sich eine durch die DRV Bund geförderte Studie für eine optimierte ambulante Reha-Nachsorge in Vorbereitung. Im Rahmen dieser Untersuchung sollen PCC-Betroffene bei einer sehr langsamen stufenweisen beruflichen Wiedereingliederung neuropsychologisch und psychologisch betreut werden, um eine berufliche Reintegration zu ermöglichen.



**Jetzt
registrieren!**

16.–18. April 2026

Kongresshalle am Zoo Leipzig

Vom Gen zum System – der kinetische Code

DEUTSCHER KONGRESS FÜR PARKINSON UND BEWEGUNGSSTÖRUNGEN

www.dpg-kongress.de

Deutsche Gesellschaft für Parkinson und Bewegungsstörungen e.V.
in Kooperation mit dem Arbeitskreis Botulinumtoxin e.V. und der
Arbeitsgemeinschaft Tiefe Hirnstimulation e.V.



Deutsche Gesellschaft für
Parkinson und
Bewegungsstörungen



AK
BOTULINUMTOXIN

ARBEITSGEMEINSCHAFT
TIEFE HIRNSTIMULATION



Literatur

1. Albu S, Rivas Zozaya N, Murillo N et al. Multidisciplinary outpatient rehabilitation of physical and neurological sequelae and persistent symptoms of covid-19: a prospective, observational cohort study. *Disabil Rehabil* 2022; 44(22): 6833–6840
2. Ariza M, Neus C, Segura B et al. COVID-19 severity is related to poor executive function in people with post-COVID conditions. *J Neurol* 2023; 270(5): 2392–2408
3. Ariza M, Cano N, Segura B et al. Neuropsychological impairment in post-COVID condition individuals with and without cognitive complaints. *Front Aging Neurosci* 2022; 14: 1029842
4. Bonner-Jackson A, Vangal R, Li Y et al. Factors Associated with Cognitive Impairment in Patients with Persisting Sequelae of COVID-19. *Am J Med* 2024; 6
5. Cervia-Hasler C, Brüningk SC, Hoch T et al. Persistent complement dysregulation with signs of thromboinflammation in active Long Covid. *Science* 2024; 383(6680): eadg7942
6. Crook H, Raza S, Nowell J et al. Long covid-mechanisms, risk factors, and management. *BMJ* 2021; 374: n1648
7. Delgado-Alonso C, Valles-Salgado M, Delgado-Alvarez A et al. Cognitive dysfunction associated with COVID-19: A comprehensive neuropsychological study. *J Psychiatr Res* 2022; 150: 40–46
8. Dettmers C, Herrmann C, Saile R et al. Fallvignetten aus der neurologischen Rehabilitation bei Patienten mit Post-COVID-Syndrom – Diskussionsvorschlag für die Leistungsdiagnostik. *Neurol Rehabil* 2021; 27(3): 167–175
9. Dettmers C, Marchione S, Weimer-Jaekel A et al. Cognitive Fatigability, not Fatigue predicts employment status in patients with MS three months after rehabilitation. *Mult Scler Relat Disord* 2021; 56: 103215
10. Fietsam AC, Bryant AD, Rudroff T. Fatigue and perceived fatigability, not objective fatigability, are prevalent in people with post-COVID-19. *Exp Brain Res* 2023; 241(1): 211–219
11. Frisk B, Jürgensen M, Espehaug B et al. A safe and effective micro-choice based rehabilitation for patients with long COVID: results from a quasi-experimental study. *Sci Rep* 2023; 13(1): 9423
12. Fugazzaro S, Contri A, Esseroukh O et al. Rehabilitation Interventions for Post-Acute COVID-19 Syndrome: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(9)
13. García-Molina A, García-Carmona S, Espiña-Bou M et al. Neuropsychological rehabilitation for post-COVID-19 syndrome: results of a clinical programme and six-month follow up. *Neurologia* 2024; 39(7): 592–603
14. García-Sánchez G, Calabria M, Grunden N et al. Neuropsychological deficits in patients with cognitive complaints after COVID-19. *Brain Behav* 2022; 12(3): e2508
15. Hayden MC. Impacts of COVID-19 on mental health. *Zeitschrift für Pneumologie* 2024. <https://doi.org/10.1007/s10405-024-00562-z>
16. Hartung TJ, Bahmer T, Chaplinskaya-Sobol I et al. Predictors of non-recovery from fatigue and cognitive deficits after COVID-19: a prospective, longitudinal, population-based study. *EClinicalMedicine* 2024; 69: 102456
17. Huth D, Bräscher A-K, Tholl S et al. Cognitive-behavioral therapy for patients with post-COVID-19 condition (CBT-PCC): a feasibility trial. *Psychol Med* 2024; 54(6): 1122–1132
18. Ingman T, Smakowski A, Goldsmith K, Chalder T. A systematic literature review of randomized controlled trials evaluating prognosis following treatment for adults with chronic fatigue syndrome. *Psychol Med* 2022; 52(14): 2917–2929
19. Jöbges M, Tempfli M, Kohl C et al. Neuropsychological outcome of indoor rehabilitation in post-COVID-19 condition-results of the PoCoRe study. *Front Neurol* 2024; 15: 1486751
20. Jones AM, Burnley M. Oxygen uptake kinetics: an underappreciated determinant of exercise performance. *Int J Sports Physiol Perform* 2009; 4(4): 524–532
21. Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology* 2013; 80 (4): 409–416
22. Kupferschmitt A, Jöbges M, Randerath J et al. Attention deficits and depressive symptoms improve differentially after rehabilitation of post-COVID condition – A prospective cohort study. *J Psychosom Res* 2023; 175: 111540
23. Kupferschmitt A, Hinterberger T, Montanari I et al. Relevance of the post-COVID syndrome within rehabilitation (PoCoRe): study protocol of a multi-centre study with different specialisations. *BMC Psychol* 2022; 10(1): 189
24. Kuut TA, Müller F, Csorba I et al. Efficacy of Cognitive-Behavioral Therapy Targeting Severe Fatigue Following Coronavirus Disease 2019: Results of a Randomized Controlled Trial. *Clin Infect Dis* 2023; 77(5): 687–695
25. Lemogne C, Gouraud C, Pitron V, Ranque B. Why the hypothesis of psychological mechanisms in long COVID is worth considering. *J Psychosom Res* 2023; 165: 111135
26. Martin EM, Rupprecht S, Schrenk S et al. A hypoarousal model of neurological post-COVID syndrome: the relation between mental fatigue, the level of central nervous activation and cognitive processing speed. *J Neurol* 2023; 270(10): 4647–4660
27. Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – theory and application. *Int J Sports Med* 2005; 26 Suppl 1: S38–48.
28. Morawa E, Krehbiel J, Borho A et al. Cognitive impairments and mental health of patients with post-COVID-19: A cross-sectional study. *J Psychosom Res* 2023; 173: 111441
29. Nasreddine ZS, Phillips N, Bedirian V et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53(4): 695–699
30. Penner IK, Raselli C, Stöcklin M et al. The Fatigue Scale for Motor and Cognitive Functions (FSMC): validation of a new instrument to assess multiple sclerosis-related fatigue. *Mult Scler* 2009; 15(12): 1509–1517
31. Platz T, Berghem S, Berlitz P et al. S2k-Leitlinie SARS-CoV-2, COVID-19 und (Früh-)Rehabilitation – eine Kurzfassung mit allen Empfehlungen im Überblick, Rehabilitation (Stuttg) 2023; 62(2): 76–85
32. Platz T, Berlitz P, Dohle C et al. S2k-Guideline SARS-CoV-2, COVID-19 and (early) rehabilitation – a consensus-based guideline for Germany. *GMS Hyg Infect Control* 2023; 18: Doc12
33. Saunders C, Sperling S, Bendstrup E. A new paradigm is needed to explain long COVID. *Lancet Respir Med* 2023; 11(2): e12–e13
34. Scherwath A, Poppelreuter M, Weis J et al. [Psychometric evaluation of a neuropsychological test battery measuring cognitive dysfunction in cancer patients--recommendations for a screening tool]. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2008; 76(10): 583–593
35. Sehle A, Vieten M, Sailer S et al. Objective assessment of motor fatigue in multiple sclerosis: the Fatigue index Kliniken Schmieder (FKS). *J Neurol* 2014; 261(9): 1752–1762
36. Van den Bergh O, Witthöft M, Petersen S, Brown RJ. Symptoms and the body: Taking the inferential leap. *Neurosci Biobehav Rev* 2017; 74: 185–203
37. Vieten MM, Sehle A, Jensen RL. A novel approach to quantify time series differences of gait data using attractor attributes. *PLoS One* 2013; 8(8): e71824
38. Vieten MM, Weich C. The kinematics of cyclic human movement. *PLoS One* 2020; 15(3): e0225157
39. Walitt B, Singh K, LaMunio SR et al. Deep phenotyping of post-infectious myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome. *Nat Commun* 2024; 15(1): 907
40. Weich C, Dettmers C, Saile R et al. Prominent Fatigue but No Motor Fatigability in Non-Hospitalized Patients With Post-COVID-Syndrome. *Front Neurol* 2022; 13: 902502
41. Witthöft M, Hiller W. Psychological approaches to origins and treatments of somatoform disorders. *Annu Rev Clin Psychol* 2010; 6: 257–283
42. Wong AC, Devason AS, Umana IC et al. Serotonin reduction in post-acute sequelae of viral infection. *Cell* 2023; 186(22): 4851–4867

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Michael Jöbges
 Ärztliche Leitung
 Kliniken Schmieder Konstanz
 Eichhornstr. 68
 78464 Konstanz
 m.joebges@kliniken-schmieder.de

Einfluss des Lebensstils auf den Verlauf der Multiplen Sklerose

C. Dettmers¹, T. Henze²

¹ Kliniken Schmieder Konstanz

² Lappersdorf/Regensburg

Zusammenfassung

Der Lebensstil eines Menschen mit Multipler Sklerose (MmMS) ist lange Zeit nicht als Kernthema ärztlicher Bemühungen aufgefasst worden. Für die Patienten mit chronischen Krankheiten reflektiert die Frage nach dem Lebensstil das Bemühen, den Krankheitsverlauf beeinflussen zu können, ein Stück Kontrolle wiederzugewinnen, Symptomlast zu lindern und die Krankheitsfolgen zu bewältigen. Zu den Lebensstilfaktoren gehören vor allem körperliche/sportliche Aktivität, Umgang mit der Erkrankung (coping) und mentales Wohlbefinden, anregende Tätigkeiten (auch im Beruf), stabile soziale Einbindung und Unterstützung, ausgeglichene Ernährung, Vermeidung von Nikotin und Drogen und frühe und konsequente Wahrnehmung ärztlich-therapeutischer Möglichkeiten. Die zentrale Schwierigkeit ist es, die sog. Intentions-Verhaltenslücke zu überwinden und so eine Ände-

rung des Lebensstils herbeizuführen. Dies kann am ehesten mittels psychologischer Konzepte erreicht werden. Im weiteren Sinne ist ein solchermaßen informierter, kompetenter und Verantwortung übernehmender Patient auch in ein stabiles Arzt-Patienten-Verhältnis im Sinne einer gemeinsamen Entscheidungsfindung (»shared decision making« [SDM]) eingebunden. Zunehmend wird realisiert, dass der persönliche Lebensstil entscheidenden Einfluss auf die Lebensqualität hat. Die Zahl der diesbezüglichen Studien ist daher in den letzten Jahren rasant angestiegen. In der vorliegenden Arbeit geben wir eine Übersicht über die Vielzahl der beteiligten Komponenten des Lebensstils und ihre Bedeutung für die Lebenszufriedenheit sowie den Krankheitsverlauf der Multiplen Sklerose.

Schlüsselwörter: Multiple Sklerose, Lebensstil, Lebensstiländerung, transtheoretisches Modell, körperliche Aktivität, Wohlbefinden, Krankheitsverarbeitung, partizipative Entscheidungsfindung

Einleitung

Lange Zeit wurde dem Thema Lebensstil bei Multipler Sklerose (MS) wenig wissenschaftliche Aufmerksamkeit eingeräumt. In den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie stand zunächst die Immunmodulation im Vordergrund [27]. In der Neurorehabilitation gewinnt jedoch die symptomorientierte Behandlung immer größere Bedeutung (vgl. [10, 28]). Dabei ist es für die Neurorehabilitation sehr erfreulich, dass die aktuelle bzw. dritte Version der Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie dem Thema »Lebensstilfaktoren« ein eigenes Kapitel widmet (Kapitel C) [27]. Gerade zu Beginn der Erkrankung stehen für MmMS häufig Fragen wie die folgenden im Vordergrund: Wie kann ich durch Änderung meines Lebensstils den Krankheitsverlauf beeinflussen? Was tut mir gut? Was sollte ich möglicherweise unterlassen oder worauf sollte ich achten? Aber auch im weiteren Verlauf der Erkrankung stellt sich die Frage immer wieder gerade dann, wenn die Immunmodulation im Stadium der sekundären Progredienz nicht mehr vielversprechend ist. Mittlerweile gibt es überraschend viele wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema Lebensstil bei MS, wobei häufig lediglich eine Assoziation zwischen verschiedenen Lebensstilfaktoren mit Schubfrequenz und/oder mit Progredienz beschrieben wird. Der kausale Zusammenhang ist zumeist schwer zu belegen.

Änderung von Lebensgewohnheiten

Die zentrale Schwierigkeit besteht darin, eingefahrene Lebensgewohnheiten zu ändern. Es reicht also nicht, im Frontalunterricht Patienten zu erklären, was gut und was schlecht, was gesundheitsförderlich oder eher abträglich ist. Vielmehr kommen psychologische Verfahren zur Anwendung, die nachgewiesenermaßen Erfolg bei der Umstellung von Lebensgewohnheiten haben (vgl. [24]). Es sollen nicht in erster Linie Informationen und Sachaufklärung angeboten, sondern Kompetenzen vermittelt werden, die neben dem Wissen auch die Verantwortung, das Tun und das »Sich darum kümmern« beinhalten; Kompetenz heißt in diesem Sinne »Wissen, Können, Wollen« (nach [54]). In der Psychologie sind Schulungen zur Verhaltensänderung seit langem bekannt. Sie gehen häufig auf Schwarzer [65] oder auf Gollwitzer und Sheeran [24] zurück und sind auch für die Neurorehabilitation beschrieben [42, 45].

Mittlerweile nimmt die Zahl der auch auf die MS zugeschnittenen Studien und Empfehlungen zur Bedeutung des Lebensstils rasch zu. Eine recht aktuelle systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse beschreibt 57 Studien mit insgesamt 5.830 Patienten [82]. Zielgröße der Schulungsprogramme waren körperliche Aktivität, Fatigue, Ernährung, Stressreduktion/Krankheitsverarbeitung, emotionale Parameter, Krankheitssymptome

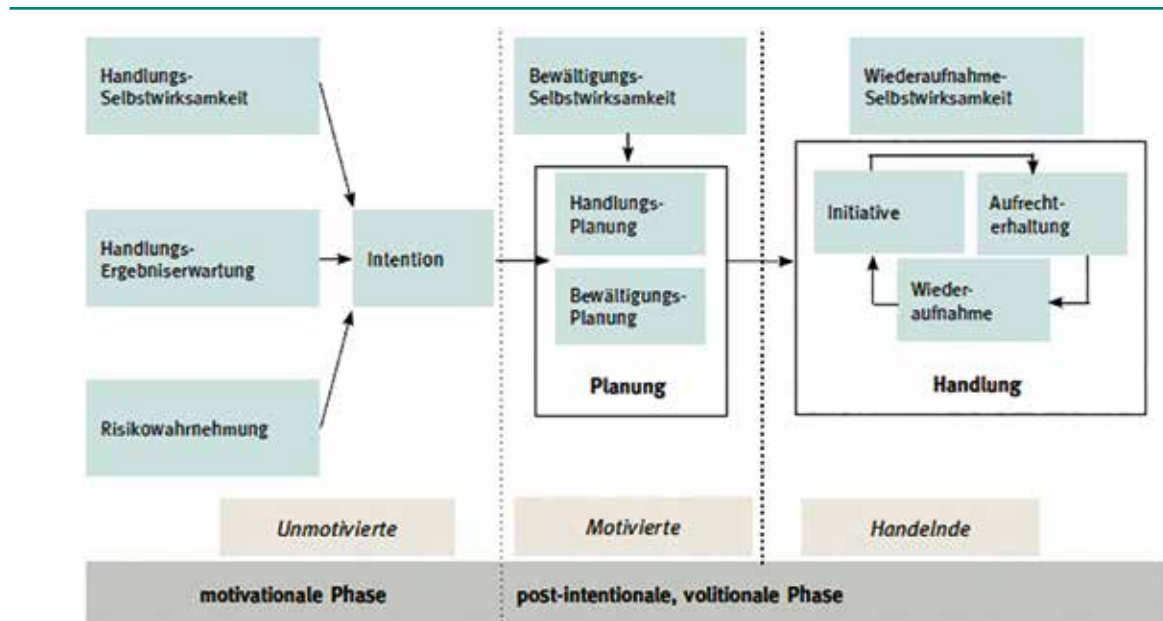


Abb. 1: HAPA-Modell als Grundlage vieler Konzepte zur Änderung des Lebensstils (Abbildung aus [42]). Die linke gepunktete Linie stellt die Verhaltens-Intentions-Lücke dar (den »inneren Schweinehund«). Die Abbildung veranschaulicht, wie kompliziert es ist, dauerhaft Verhaltensänderungen im Gehirn zu »kodieren«

und medizinische Behandlung, Lebensstil und Wohlbefinden. Die gepoolten Daten aus fünf Studien ließen die Schlussfolgerung zu, dass Ernährungsumstellung nicht eindeutig zu einer Behinderungsreduktion entsprechend dem EDSS, aber teilweise trotzdem zu einer Verbesserung der Lebensqualität führte. Die anderen Interventionen waren schwierig gesamthaft auszuwerten (zu poolen) [82]. Aufgrund der Heterogenität der Interventionen, Protokolle und Zielgrößen wurde der Grad der Evidenz als eher gering eingestuft.

Einfluss des Lebensstils auf die MS

Ernährungs- und Bewegungsverhaltensweisen stehen in enger Beziehung zum Bildungsniveau [71]. Die Befolgung eines gesundheitsbewussten Lebensstils ging einher mit einem geringeren Ausmaß von Fatigue, Schlafstörungen, Schmerzen, Depression, Angst und subjektiv empfundenem Stress und mit einer erhöhten Selbstwirksamkeit beim Krankheitsmanagement [71]; gleiches galt für die Beziehung zwischen gesunder Ernährung und Bewegung einerseits und der Stimmung andererseits [71]. Soziale und intellektuelle Aktivitäten linderten MS-bedingte Symptome nicht direkt, waren aber mit einer geringeren Zahl von Depressionen und weniger subjektiv empfundenem Stress verbunden [71]. Insgesamt waren Lebensstilfaktoren bei MS mit dem Ausmaß der Beeinträchtigungen assoziiert. Dies sollte Grund genug sein, Patienten bei einer Anpassung von Lebensgewohnheiten zu unterstützen; gleichzeitig bedarf es großer longitudinaler Studien, um die kausalen Beziehungen genauer zu beleuchten.

In der systematischen Übersichtsarbeit von Wills und Probst [82] wurde berichtet, dass es bei 8 von 8 Stu-

dien, die Lebensstiländerungen untersuchten, zu Verbesserungen der Lebensqualität im körperlichen und im mentalen Bereich kam. 10 Studien untersuchten Coping, Depression, Stress und emotionale Selbstregulation als Interventionsmöglichkeiten im Hinblick auf Fähigkeit zum Selbstmanagement. Davon waren 7 Studien randomisierte, kontrollierte Studien (RCTs), die ausnahmslos positive Wirkungen auf die Lebensqualität zeigten. Bei 21 Studien, die das Ausmaß an körperlicher Aktivität als Ergebnisparameter untersuchten, belegten 7 Studien einen Anstieg der Lebensqualität in unterschiedlichen Domänen (4 Studien in der körperlichen Domäne, 4 in der mentalen, 2 in der affektiven und jeweils 1 Studie hinsichtlich Energie und Fatigue) [82].

Eine kleine, nicht kontrollierte Studie, die in sechs Online-Sitzungen innerhalb von 12 Wochen individualisierte Empfehlungen zu Sport, körperlicher Ertüchtigung und Ernährung gab, beschrieb eine Verbesserung der Lebensqualität, der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (IVG) gemessen mit dem Symbol Digit Modalities Test (SDMT), der Fatigue und der Fitness [22].

Wie weiter oben bereits erwähnt, kommt es bei allen Versuchen, den Lebensstil günstig zu beeinflussen, darauf an, die Intentions-Verhaltenslücke (den »inneren Schweinehund«) durch psychologische oder verhaltenstherapeutische Verfahren (z. B. »implementation's intention« oder Wenn-dann-Sätze [24] zu überbrücken [42, 45] (Abb. 1).

2024 wurde eine Konsensusempfehlung zum Lebensstil bei MS und zu Strategien für Verhaltensänderungen publiziert [80]. 69 Experten – darunter 22 MmMS – hatten sie in einem Delphi-Prozess entwickelt. Es wurden 17 Lebensstilfaktoren identifiziert, denen man einen

Tab. 1: Lebensstilfaktoren, die entsprechend den Konsensusempfehlungen [80] die Lebensqualität bei MS beeinflussen und Hirngesundheit fördern. Wir sind nicht in der Reihenfolge dieser 16 Punkte in der vorliegenden Übersicht vorgegangen und haben auch Themen wie Krankheitsverarbeitung und Shared Decision Making aufgegriffen, die in der Tabelle der Konsensusempfehlungen nicht explizit genannt sind. Eine Nummerierung ergibt sich aus dem Versuch, die Komponenten thematisch zu ordnen und dem Text zuzuordnen. Aus der Reihenfolge ergibt sich kein Hinweis auf die Wichtigkeit.

1	Körperliche Aktivität	Regelmäßiges Training unterstützt Kraft, Ausdauer, Koordination und Gleichgewicht und lindert die Symptomstärke!
2	Mentales Wohlbefinden	Achtsamkeit, Entspannung, Verhaltenstherapie, Stressreduktionsprogramme können Symptome lindern und Lebensqualität fördern!
3	Energiehaushalt	Pausenmanagement und Vermeidung von hohem Zeitdruck und Überforderung kann im Einzelfall hilfreich sein!
4	Schlaf	Gute Schlafhygiene erhöht die Erholungsfähigkeit des Gehirns. Schlafprobleme sollten mit dem Neurologen thematisiert werden!
5	Geistige Aktivität	Geistige Aktivität, Hobbys und Spiele fördern die Plastizität und Kompensationsfähigkeit des Gehirns!
6	Beruf	Berufliche Aktivitäten können die Kognition und Lebenszufriedenheit fördern!
7	Soziale Kontakte	Soziale Kontakte stimulieren Gehirn und Seele!
8	Ernährung	Es wird eine ausgewogene Ernährung empfohlen unter Vermeidung von zu viel rotem Fleisch!
9	Körpergewicht	Übergewicht kann Symptome der MS verstärken
10	Vitamin D	Vitamin-D-Spiegel > 50 nmol/l, ggf. substituieren
11	Mikrobiom	Die zahlreichen Wechselwirkungen zwischen Mikrobiom und Immunsystem sind ein weiteres Argument für eine ausgewogene Ernährung!
12	Nikotin	Rauchen erhöht die Wahrscheinlichkeit der MS-Manifestation und der Symptomverschlechterung
13	Alkohol	Alkohol in großem Maß schädigt Nervenzellen!
14	Drogen	Drogen sind schädlich!
15	Begleiterkrankungen	Diabetes, hohe Fettwerte, Bluthochdruck und Übergewicht erschweren die Symptomatik der MS!
16	Immunmodulation	Früh beginnen und konsequent überprüfen und fortführen!

Einfluss auf die MS zuspricht, sowie 14 Strategien, wie sich eine Änderung des Lebensstils angehen lässt. Hohe Übereinstimmung hinsichtlich des Lebensstils gab es bezüglich der Empfehlung, nicht zu rauchen, für ausreichend Schlaf zu sorgen und soziale Kontakte zu pflegen. Es wurde betont, dass eine optimierte Lebensführung die Immunmodulation nicht ersetzen, aber durchaus Lebensqualität und Symptome bessern kann. Ziel sei, die mentale Gesundheit (brain health) zu erhalten oder zu fördern. Eine kurze Zusammenfassung dieser Konsensus-Empfehlungen findet sich in **Tabelle 1** und **Abbildung 2**.

Es ist schwierig, Lebensgewohnheiten und eingefahrene Verhaltensweisen zu ändern. Die innere Bereitschaft hierzu wird entsprechend dem transtheoretischen Modell in fünf Stufen eingeteilt (**Tab. 2**): (1) Prä-Kontemplation (man macht sich keine Gedanken, kein Problembewusstsein, kein Änderungswunsch), (2) Kontemplation (man realisiert, dass sich etwas ändern sollte); (3) beginnendes Problembewusstsein, (4) Präparation (Verhaltensänderung angestrebt und geplant), (5) Aktion (Umstellung und Aufrechterhaltung der Lebensstiländerung). Um seine Lebensgewohnheiten erfolgreich umzustellen, lohnt sich die professionelle, individuelle Beratung und Unterstützung durch Psychologen, Sporttherapeuten oder einen Personal Coach, wenn diese diesbezüglich über entsprechende Kompetenzen verfügen. Mit demselben Ziel hatte 2015 Giovannoni zusammen mit der australischen MS-Gesellschaft die Initiative

»brain health« gegründet (<https://www.msbrainhealth.org/recommendations/brain-health-report>) und die 2. Auflage auf dem ECTRIMS 2024 zusammen mit Helmut Butzkueven vorgestellt (<https://www.msbrainhealth.org/wp-content/uploads/2024/09/Brain-Health-Time-Matters-2024.pdf>). Dabei geht es nicht nur um die Eindämmung der entzündlichen Grunderkrankung, sondern um eine Verlangsamung von Alterungsprozessen des Gehirns. In ähnlicher Weise propagiert *Iris K. Penner* vom Universitätsspital Bern eine Lebensstiländerung, deren tragende Säulen Neuroedukation, Achtsamkeit und Meditation sind [2]. Empfehlungen zur Lebensstiländerung kombinieren die jeweilige Sichtweise von MmMS und ihren Angehörigen und hausärztlich-neurologische Aufgaben der Patientenbetreuung mit der erforderlichen akademisch-universitären Absicherung.

Tab. 2.: Stufen der Änderungsbereitschaft entsprechend dem Transtheoretischen Modell (vgl. [65, 85, 24, 57, 81] und https://de.wikipedia.org/wiki/Transtheoretisches_Modell)

Stufen der Änderungsbereitschaft	
1.	Stadium der Absichtslosigkeit (Präkontemplation)
2.	Absichtsbildung (Kontemplation)
3.	Vorbereitungsstadium (Preparation)
4.	Handlungsstadium (Action)
5.	Aufrechterhaltung (Maintenance)



Abb. 2: Die zahlreichen Einflussfaktoren auf den Lebensstil. Die 16 Icons sind in Anlehnung an die Abb. 3 »brain health framework« aus [80]. Wir haben versucht, die Icons thematisch zu ordnen und zu nummerieren, um sie dem Text zuordnen zu können. Die Nummerierung entspricht keiner Zuordnung der Gewichtung. Eine geplante Lebensstiländerung wird nur realisierbar sein, wenn sich ein MmMS jeweils auf einige wenige Komponenten konzentriert

Regelmäßige körperliche Aktivität/Sport (1):

Im Folgenden verweisen die Nummern bei den Überschriften auf die entsprechenden Icons von **Abbildung 2** und die Zeilen in **Tabelle 1**. Die Nummerierung ist unabhängig von Gewichtung oder Bedeutung dieser Faktoren für die Entwicklung der MS.

Man weiß seit langem, dass sich MmMS vor allem aufgrund bestehender körperlicher Beeinträchtigungen und einer Fatigue weniger bewegen als Gesunde [43]. Ebenso lange wurde dieses Thema aber nicht angesprochen. Man befürchtete, dass durch Sport und Anstrengung Schübe ausgelöst werden könnten. Diese Befürchtung ist mittlerweile durch eine große Zahl wissenschaftlicher Studien widerlegt [39].

Bei dem Thema »Sport und MS« fragt man sich vielleicht: Passen diese beiden zusammen? Kann ein Patient mit MS oder einer deutlichen körperlichen Beeinträchtigung noch Sport treiben? Die Antwort ist ein eindeutiges »Ja«. Vermutlich können MmMS nicht jeden Sport und diesen auch nicht auf jedem beliebigen hohen Niveau ausüben. So wie es im Alter zum Verlust von Kraft und zum Schwund von Muskelzellen (Sarkopenie) kommt, so ist es auch bei einer chronischen Erkrankung mit schleichender Verschlechterung wichtig, dem Verlust von Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Geschicklichkeit und Gleichgewicht entgegenzuwirken. Mittlerweile gelten die Empfehlungen der WHO, wie sie für Gesunde empfohlen werden, auch für MmMS: 75 bis 150 Minuten pro Woche intensives Training (Ball-

sport, Joggen, Schwimmen u. v. a.) oder 150–300 Minuten moderates Training (Walken, Wandern) [62]. Der Schwierigkeitsgrad der Übungen hängt vom Ausmaß der Beeinträchtigung ab bzw. muss an diesen angepasst sein. Insofern ist es sinnvoll, zwischen Übungen für schwer und für leicht betroffene MmMS zu unterscheiden [32]. In diesem Zusammenhang ist es gegenüber den Patienten außerdem wichtig zu betonen, dass eine vorübergehende Verschlechterung nach körperlicher Anstrengung einer Fatigability entspricht. Dabei entspricht Fatigability der nachlassenden Performance oder Ausführung, die man beobachten und messen kann [35, 7, 73] und Fatigue dem subjektiven Empfinden des MmMS [59, 58]. Dabei bildet sich der erschöpfungsinduzierte Teil (Fatigability) nach einer ausreichenden Pause immer zurück: Sport ist also sicher [39]! Dasselbe gilt für kognitive Fatigability [11].

Für ein ausreichendes Maß an körperlicher Aktivität gibt es viele Gründe: zuallererst natürlich den Erhalt von Mobilität, Gleichgewicht und Ausdauer, die früher oder später im Rahmen der MS häufig beeinträchtigt sind. Sich schon früh eine gute Ausgangsbasis zu erarbeiten, mag vorteilhaft für den späteren Fall sein, dass sich körperliche Beeinträchtigungen einstellen. Wichtiger ist vermutlich aber, dass man gelernt hat, sich anzustrengen (sich zu »quälen«), Folgeerscheinungen des Sports einordnen kann und weiß, ob es sich um Warnzeichen und Überbeanspruchung oder im Gegenteil um die Rückmeldung und die Erfolgsmeldung bei einer ausreichenden Dosierung (Muskelkater, Erschöpfung) handelt. Auch die Vorerfahrung, dass man regelmäßig und vielleicht auch intensiv trainieren muss, um Erfolg zu haben, ist hilfreich. Auf den Einwand von Neubetroffenen, dass ihr Gehen noch nicht beeinträchtigt sei und sie deshalb keinen Sport machen müssten, kann man versuchen, durch differenzierte Untersuchungen (Hock-Strecksprünge auf der Kraft-Messplatte) herauszufinden, ob die Pyramidenbahn möglicherweise diskret betroffen ist [21]. Dann kann man dies dem Patienten mitteilen, um ihn frühzeitig zu einem regelmäßigen Gehtraining oder Sport zu animieren. Ähnlich argumentiert eine dänische Arbeitsgruppe: »time matters«. Ein früher Behandlungsbeginn empfiehlt sich auch in Bezug auf körperliches Training [73]. Die Herausforderung liegt darin, Übungsempfehlungen auf die individuellen Fähigkeiten, Bedürfnisse und Vorlieben anzupassen [74].

Eine Arbeitsgruppe hat untersucht, ob sich regelmäßiges Training als Ergänzung zur Immunmodulation über 48 Wochen positiv auf die Progression oder Schubrate im Vergleich zu einer Kontrollgruppe auswirkt, die 1,5 Stunden pro Woche ein Programm zur Gesundheitsschulung absolvierte. Hierbei fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe. Allerdings ergaben sich Hinweise auf eine erhöhte mikrostrukturelle Integrität in 4 von 8 vorher festgelegten motorischen Bahnen und Arealen (mittels 3T-MRT [60]). In der systematischen Übersichts-

arbeit von Wills und Probst [82] waren 21 Studien eingeschlossen, die sich mit einer Erhöhung körperlicher Aktivität beschäftigten. In 7 dieser Studien verbesserte sich die Lebensqualität: viermal im körperlichen, viermal im mentalen und zweimal im emotionalen Bereich.

High intensity interval training (HIIT) (1)

Bei MmMS wird Intervalltraining grundsätzlich einer Dauerbelastung vorgezogen, um dadurch das Auftreten der Fatigability möglichst zu verzögern oder dieser entgegenzuwirken. Einer vorzeitigen motorischen Erschöpfung wird also durch regelmäßige und frühzeitige Pausen entgegengewirkt. Hochintensives Training hat sich bei Gesunden als effektiver erwiesen als Training mit einer moderaten Intensität [79]. Auch bei MmMS hat HIIT den stärksten Effekt auf die Muskulatur [87]. Bei vielen Patienten wird jedoch der Schwerpunkt darauf liegen, sie überhaupt zu einem regelmäßigen Training zu animieren. Das dürfte am ehesten dadurch gelingen, dass Therapeuten bzw. Trainer den Schwierigkeitsgrad der Übungen der individuellen Leistungsfähigkeit und Präferenz des Patienten anpassen [38].

Was, wann und wie viel? (1)

Eine systematische Übersicht versuchte den Effekt unterschiedlicher Trainingsarten auf Fatigue und körperliche Fitness einzuschätzen [87]. Die Autoren unterteilten die Trainingsarten in fünf Gruppen: (1) High-Intensity-Intervall-Training, (2) kombiniertes Training mit Ausdauer- und Krafttraining, (3) Krafttraining, (4) Aerobes Ausdauer-Training und (5) Mind-Body-Exercise. Mit letzterem waren vor allem Yoga, Tai-Chi und Pilates gemeint. Durch eine Netzwerkanalyse kamen sie zu dem Schluss, dass die meisten dieser Trainingsarten einen positiven Effekt auf die Fatigue hatten und Mind-Body-Exercises möglicherweise die deutlichste Wirkung von ihnen. Auf die körperliche Fitness hatten das hochintensive Intervalltraining und das kombinierte Training den stärksten Effekt. Außerdem versuchten die Autoren eine Dosis-Wirkungskurve zu erstellen. Für die Fatigue ist diese möglicherweise U-förmig. Die Mindestdosis lag niedriger als von der WHO für das tägliche Bewegungstraining empfohlen. Eine deutlich höhere Dosis verstärkte möglicherweise dann die Fatigue. Auch für die körperliche Fitness wurde eine Dosis-Wirkungsbeziehung mit geringer, mittlerer und hoher Intensität berechnet. Auch hier lag die niedrige Dosis an Bewegungstraining unterhalb der von der WHO empfohlenen Menge. Trotzdem wurde hier eine Wirksamkeit festgestellt, die wiederum die Empfehlung der WHO unterstreicht: Wenig Training ist besser als kein Training. Insgesamt war der Evidenzgrad trotz der hohen Zahl (84) der eingeschlossenen RCT-Studien und der hohen Anzahl eingeschlossener Patienten (3786 Patienten, EDSS 3,3, Alter 42,5) jedoch niedrig bis moderat, vor allem vermutlich aufgrund

der sehr heterogenen Trainingsarten, unterschiedlichen Kategorisierungen und Beschreibungen [87].

Auch Telerehabilitation stellt eine effektive und wirksame Möglichkeit dar, Fatigue, Gleichgewicht und Lebensqualität zu verbessern, wenn das Übungsprogramm individuell zusammengestellt wird und dem Grad der Beeinträchtigung (EDSS) und den individuellen Präferenzen angepasst wird [53].

Immer mal wieder wurde spekuliert, ob körperliche Aktivität und Training möglicherweise auch einen Effekt auf das Immunsystem haben könnten [47]. Bislang konnte ein krankheitsmodifizierender Effekt (im Sinne einer Schubreduktion und/oder einer Verlangsamung der MS-Progression) von körperlichem Training allerdings nicht bestätigt werden [55].

Eine bibliometrische Analyse zeigte, dass Techniken zur Verhaltensänderung, überwiegend basierend auf psychologischen Konzepten, und Telerehabilitation einen neuen Trend zu bilden scheinen [84], insbesondere auch die Kombination von Verhaltensänderung und digitalen Techniken [50].

Regelmäßiges Gehen fördert Gangsicherheit, Ausdauer und Mobilität (1)

Es gibt hinlänglich Studien, in denen die Effekte von sportlichem Training auf Gleichgewicht, Kraft und Ausdauer analysiert wurden. Die naheliegendste Frage wurde bisher allerdings kaum untersucht: die unmittelbaren Effekte des Gehtrainings auf die Gehfähigkeit. Klinisch sehr hilfreich ist ein aktueller systematischer Review hinsichtlich des Effekts von regelmäßigem Gehtraining bei MS. Diese Übersichtsarbeit [5] stützte sich auf 7 randomisiert kontrollierte Studien und 5 Kohortenstudien. Insgesamt war eine eher geringe Zahl von 200 Patienten eingeschlossen. Nach den Kriterien der TESTEX Evaluation war die methodische Qualität der berücksichtigten Studien mäßig. Die Publikation gibt eine systematische Übersicht hinsichtlich der Art des Gehens (Laufband oder über Grund), der Länge des Trainings (im Durchschnitt 8 Wochen), der Intensität (durchschnittlich dreimal pro Woche) und der erzielten Belastung/Anstrengung. Das Training fand überwiegend ambulant statt. Ergebnisparameter waren Tests über kurze Strecken zur Erfassung der Geschwindigkeit (timed 25 foot walk; 10-m-Gehtest), längere Tests zur Erfassung der Ausdauer (2- und 6-Minuten-Gehtest), Mobilitätstests wie der Timed-up-and-go-Test und die subjektive Beurteilung entsprechend der MS-Walking Scale (12-MSWS). Sekundäre Parameter waren Fatigue, Depression, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (IVG) und Lebensqualität. Es wurde jeweils versucht, die Effektgröße zu bestimmen. Dabei fand sich überwiegend ein positiver Effekt für die Geschwindigkeit bei den Kurzstrecken und eine Verbesserung der Ausdauer, wobei aufgrund der unzureichenden Charakterisierung nicht identifiziert werden konnte, ob die leicht Betroffenen

oder die schwer Betroffenen stärker davon profitieren [5]. Die Arbeit mag nicht sehr hohe Evidenzen liefern, ist aber sehr relevant, weil sie viele MmMS dazu ermuntert, sich durch regelmäßiges Gehen ihre Mobilität zu erhalten. Dies ist gerade im Stadium der sekundären Progredienz, in denen sich viele MmMS früher als »aus-therapiert« erlebten, ein wichtiger Hinweis darauf, dass in dieser Phase regelmäßiges Gehen bzw. Gehtraining vermutlich die wirksamste und wichtigste Maßnahme zum Erhalt der Mobilität ist.

Einfluss von körperlichem und kognitivem Training auf die Kognition (1 und 5)

Schwieriger ist die Frage, ob körperliches Training auch einen Effekt auf die Kognition bei progredienter MS hat. Eine aktuelle große, multizentrische, vierarmige randomisierte, Sham-kontrollierte, verblindete Studie untersuchte die Effekte von körperlichem und von kognitivem Training auf die IVG, gemessen mit dem Symbol Digit Modalities Test/SDMT, bei progredienter MS. Insgesamt nahmen 311 Patienten aus sechs Ländern teil. Das kognitive Training fand dreimal pro Woche über jeweils 45 Minuten für 12 Wochen statt. Die Hypothese war, dass sich die Kombination von kognitivem und körperlichem Training besser auf die Kognition auswirkt als eine der beiden Interventionen allein. Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Allerdings zeigte sich in allen vier Gruppen eine Zunahme der IVG, die über den Übungseffekt bei diesem Test hinausging. Dies war für die Sham-kontrollierte Gruppe (kognitiv: Internet-basiertes Training; körperlich: Gleichgewichtstraining und Dehnübungen) nicht erwartet worden. Die Tatsache, dass sich die IVG auch in der vermeintlichen Sham-kontrollierten Gruppe erhöhte, wurde damit begründet, dass die Sham-Gruppe nicht wirklich eine unbehandelte Gruppe war, sondern auch aktiv war. Es war jedenfalls bemerkenswert, dass sich die IVG bei progredienter MS verbessern ließ [15].

Gehen fördert mentales und soziales Wohlbefinden (2)

In einer aktuellen systematischen Übersichtsarbeit [3] untersuchten die Autoren den Effekt von körperlichem Training und körperlicher Aktivität auf das Wohlbefinden. Training wurde operationalisiert, wenn es die Teilnahme an kompetitivem oder nicht kompetitivem Sport mit dem Ziel umfasste, Leistungen wie Kraft und Ausdauer oder koordinative Komponenten zu stabilisieren oder zu verbessern. Physiotherapie wurde berücksichtigt, wenn es sich um aktive Übungen handelte. Mentale Gesundheit wurde wie folgt operationalisiert: subjektives Wohlbefinden (Gefühle, Zufriedenheit, Glück, Angst und Depression), psychologische Konstrukte (Sinn im Leben, persönliche Entwicklung, Selbstakzeptanz, Selbstwert, Selbstwirksamkeit), soziales Wohlbefinden (Zufriedenheit mit den sozialen Beziehungen)

und gesundheitsbezogene Lebensqualität. Insgesamt konnten 49 Studien eingeschlossen werden. Die Patienten waren unterschiedlich stark beeinträchtigt. Ein Effekt auf die psychologischen Konstrukte konnte nicht nachgewiesen werden, möglicherweise weil sie nicht häufig erfasst wurden. Mit mäßiger Gewissheit wurden mittelgradige bis deutliche Effekte auf das Wohlbefinden insgesamt, auf das subjektive Wohlbefinden und etwas weniger deutlich auf das soziale Wohlbefinden beschrieben. Es wurde von den Autoren spekuliert, dass der Effekt bei der schubförmigen Verlaufsform deutlicher ausfällt als bei der progredienten Form. Insgesamt folgerten die Autoren, dass körperliches Training für das Wohlbefinden bei MmMS empfehlenswert ist. Für schwer Betroffene und Patienten, die älter als 65 Jahre sind, wurden weitere Studien empfohlen. Hinsichtlich eines Effekts von Telerehabilitation bzw. digitaler Anleitung von körperlichem Training auf Depression sei auf eine systematische Übersicht verwiesen [37]. Die positiven Effekte auf die Depression sind ein weiterer Grund, motorische Übungsprogramme zu empfehlen [9].

Stress und MS (3)

Obwohl Patienten manchmal einen Zusammenhang zwischen besonders belastenden Lebensabschnitten und gehäuften Schüben sehen, lässt sich wissenschaftlich ein Zusammenhang kaum nachweisen. Zum Teil hängt dies damit zusammen, dass sich Stress nicht einfach messen oder erfassen lässt und vermutlich die subjektive Bewertung entscheidend ist. Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit formuliert vorsichtig, es gebe mäßige Evidenz dafür, dass größere Lebenskrisen die Entstehung einer MS triggern können [78]. Der deutlichste Hinweis in dieser Studie bestand zwischen Posttraumatischer Belastungsstörung und dem späteren Auftreten einer MS. Die einzige Studie, in der versucht wurde zu klären, ob Verfahren zur Stressreduktion auch zu einer Reduktion neuer Läsionen im MRT führen, ist die von Mohr et al. [48]. Die zunächst verminderte Anzahl Gd-anreichernder Läsionen im MRT bestätigte sich jedoch nach sechs Monaten nicht mehr. Auch erbrachte die Intervention zur Stressreduktion keinen klinischen Unterschied zur Kontrollgruppe (Warteliste) [48].

Krankheitsverarbeitung / Coping

Von zentraler Bedeutung für die Lebensqualität im Angesicht einer beeinträchtigenden chronischen Krankheit sind Krankheitsverarbeitung bzw. Krankheitsbewältigung (Coping). Diesbezüglich sei auf Lehrbücher der Psychologie verwiesen wie z.B. auf Kapitel 3 in Wolf-Kühn und Moorfeld [83]. Es gibt unterschiedliche Copingtechniken: Dem problemorientierten Stil wird von den Autoren mehr Erfolg eingeräumt als dem emotionalen oder vermeidenden. Für die MS, die den Patienten immer wieder zu neuen Anpassungen herausfordert, gibt es offen-

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 257 – 268 | <https://doi.org/10.14624/NR2504010> | © Hippocampus Verlag 2025

Influence of lifestyle on the course of multiple sclerosis

C. Dettmers, T. Henze

Abstract

For a long time, the lifestyle of a person with multiple sclerosis (PwMS) was not considered a core focus of medical efforts. For patients with chronic diseases, the question of lifestyle reflects the effort to ameliorate the course of the disease, regaining control over one's life, alleviate the burden of symptoms, and manage the consequences of the disease. Lifestyle factors primarily include physical/sports activities, coping and mental well-being, stimulating activities (including work), stable social integration and support, a balanced diet, avoidance of nicotine and drugs, and early and consistent use of medical and therapeutic options. The central difficulty is overcoming the so-called intention-behavior gap and thus bringing about a change in lifestyle. This can best be achieved through psychological concepts. In a broader sense, a patient who is thus informed, competent, and responsible is also involved in a stable doctor-patient relationship in the sense of shared decision-making (SDM). It is increasingly recognized that personal lifestyle has a decisive influence on quality of life. The number of studies on this topic has therefore increased rapidly in recent years. This article provides an overview of the numerous lifestyle components involved and their significance for life satisfaction and the course of multiple sclerosis.

Keywords: multiple sclerosis, lifestyle, lifestyle changes, behavioral change, transtheoretical model of behaviour change, risk factors, physical activity, well-being, coping, shared decision model

sichtlich keinen »besten« Stil. Vielmehr ist auch eine Kombination möglich und es sollte im Individualfall eher darum gehen, das Repertoire an Copingmöglichkeiten zu vermehren. Auch gelingt Coping leichter, wenn die Patienten über materielle Sicherheit, Handlungsspielräume, soziale Unterstützung und psychische Ressourcen wie Selbstvertrauen, Selbstwirksamkeitserwartungen u.a. verfügen [83, S. 47].

In der bereits zitierten systematischen Übersichtsarbeit [82] werden zehn Arbeiten genannt, die sich mit Krankheitsverarbeitung, Depression, Stress und Selbstmanagement-Strategien beschäftigen. Darunter fanden sich sieben randomisierte kontrollierte Studien (RCTs). Ein zentrales Ergebnis dieser sieben randomisierten Interventionsstudien war, dass sich nach den Interventionen bzw. Förderung der Selbstmanagementfähigkeit die Lebensqualität verbessert und diese Verbesserung auch sechs Monate angehalten habe.

Bradson und Strober [6] gingen von dem Begriff des psychologischen Wohlbefindens (psychological well-being) aus. Bezugnehmend auf Steptoe [69] ordneten sie ihm folgende Komponenten zu: positive soziale Beziehungen und Bindungen, Autonomie, Sinn im Leben, Selbstakzeptanz, persönliche Entwicklung und Zurechtkommen mit Herausforderungen aus dem Umfeld. Einem aktiven oder adaptiven Stil der Krankheitsverarbeitung wurde eine große Bedeutung beigemessen, desgleichen einer hohen Selbstwirksamkeit. Offensichtlich scheinen diese Phänomene zusammenzuhängen. In ihrer Untersuchung kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die

Selbstwirksamkeit den Effekt des aktiven Coping auf positive soziale Beziehungen und Autonomie vermittelte [6]. Anders formuliert: Ein aktiver Stil der Krankheitsverarbeitung führte zu erhöhter Selbstwirksamkeit und diese wiederum zu mehr positiven sozialen Beziehungen und mehr Autonomie, zwei Säulen des psychologischen Wohlbefindens. Insofern plädierten die Autoren dafür, Krankheitsverarbeitung und empfundene Selbstwirksamkeit zu psychotherapeutischen Zielgrößen zu machen.

Kognitive Anregungen, Arbeit und soziale Einbindung (5, 6, 7)

Körperliche Beeinträchtigungen, aber vor allem geistige Beeinträchtigungen und Fatigue, schränken das private und berufliche Leistungsvermögen oft erheblich ein. MmMS vermeiden häufig, ihre Erkrankung am Arbeitsplatz aus Furcht vor einer Stigmatisierung bekanntzugeben [77]. In vielen Publikationen geht es vorrangig um Prädiktoren für den Erhalt der Arbeitsfähigkeit auf Seiten des Patienten oder des Arbeitsgebers oder um die ökonomischen Lasten der MS, weniger um die Bedeutung der Arbeit für die Lebenszufriedenheit der Patienten [70, 36]. In den USA führt die Beeinträchtigung durch die MS zu einem hohen Anteil an Arbeitslosigkeit [72], in Deutschland ermöglichen die sozialen Sicherungssysteme häufig eine Teil- oder volle Erwerbsminderungsrente [36]. Einerseits sollte die Arbeit nicht zu einer chronischen Überforderung und Überlastung führen. Andererseits kann der Beruf sinnstiftend sein und die Lebenszufriedenheit steigern - abgesehen davon, dass eine Berentung zu finanziellen Nachteilen führt und häufig eine soziale Abwertung bedingt. Grundsätzlich wird man den Patienten zureden, die positiven Aspekte der beruflichen Tätigkeit wahrzunehmen, ohne sich zu überfordern. Gegebenenfalls wird man versuchen, die Arbeitsbelastung zu reduzieren und die Anforderungen des Arbeitsplatzes an die verbliebenen Fähigkeiten des Patienten anzupassen (vgl. van Schayck, Lillemeier, Jonk, Pössel u. Unger und Pössel zur Berufstherapie in diesem Heft).

Arbeiten die Patienten nicht mehr, ist es wünschenswert, wenn sie weiterhin möglichst aktiv und sozial eingebunden bleiben [24, 72].

Achtsamkeit (2)

Unter Achtsamkeit versteht man die besondere Fähigkeit, seinen momentanen Gemütszustand und äußere Einflüsse wahrzunehmen, ohne sie zu bewerten. Man betrachtet sich und seine Umwelt quasi auf einer Metaebene. Diese nicht bewertende Wahrnehmung muss erlernt werden. Im Englischen entsprechen der Achtsamkeit die Begriffe *mindfulness-based interventions* (MBI) oder *mindfulness-based stress reduction* (MBSR). Sie haben im Bereich der MS eine weite Verbreitung und einen festen Platz in den Therapieempfehlungen gefun-

den. Eine Übersichtsarbeit bewertete MBI als wirksam gegenüber Fatigue [67], aber auch gegenüber Schlafstörungen, Depression und Parästhesien [13, 63]. Da das Erlernen und das Praktizieren von Achtsamkeit durchaus zeitaufwendig sind, werden derzeit vielversprechende Online-Versionen entwickelt [14, 51], wobei eine bereits als Digitale Gesundheitsanwendung/DiGA von den Krankenkassen zugelassen ist (elevation® [56]). Interessanterweise nehmen MmMS häufiger psychotherapeutische Gespräche in Anspruch, wenn die Erkrankungsdauer noch nicht so lang und die Behinderung (EDSS) noch nicht so ausgeprägt ist [20].

Schlaf (4)

Schlafstörungen werden von MmMS häufig berichtet, sei es aufgrund von nächtlichem gehäuftem Harndrang, Schmerzen, Spasmen, unruhigen Beinen oder primär im Rahmen der MS. In einer aktuellen Übersichtsarbeit und Metaanalyse bestätigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied gegenüber gesunden Kontrollen hinsichtlich des Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) [49]. Subjektive Schlafstörungen sind mit Fatigue assoziiert – ein weiterer Grund für die entsprechende Diagnostik und Therapie [4]. MmMS sollte die Bedeutung der Schlafhygiene mit einer empfohlenen Schlafdauer von 7–9 Stunden vermittelt werden, außerdem ausreichend körperliche Bewegung und Achtsamkeitsübungen [49].

Ernährung (8, 9, 10)

Das Interesse auf Seiten der Patienten ist groß, durch gesunde Ernährung den Krankheitsverlauf zu verbessern. Evidenzbasierte Empfehlungen sind wünschenswert, um einseitige Fehlernährung zu vermeiden. Ungesunde Ernährung, Übergewicht und Vitamin-D-Mangel haben einen negativen Effekt auf den Verlauf. Querschnittsuntersuchungen zeigen Assoziationen zwischen gesunder Ernährung und Lebensqualität, können jedoch keine Aussage zum ursächlichen Verhältnis machen. Prospektive Studien sprechen laut einer systematischen Übersichtsarbeit dafür, dass gesunde Ernährung die Lebensqualität verbessern und die Behinderung lindern kann [68]. Darüber hinaus sind epidemiologische Studien jedoch wenig aussagefähig [40]. Die DGN gibt in den neuen Leitlinien klare Empfehlungen für die Vitamin-D-Spiegel im Blut [27]. Eine spezifische »MS-Diät« gibt es nicht. Eine Querschnittsstudie zeigte, dass eine Kostform mit viel Früchten, viel Gemüse, Hülsenfrüchten, Vollkorn, wenig Zucker und wenig rotem Fleisch (»mediterrane Kost«) mit einem niedrigeren Behinderungsgrad assoziiert war [18]. Gleichzeitig traten unter dieser Ernährung weniger Depressionen, weniger Fatigue, weniger kognitive Defizite und weniger Schmerzen auf [18]. Eine ursächliche Beziehung lässt sich hieraus nicht ableiten. Insbesondere bei Übergewicht scheint eine hypokalorische mediterrane Ernährungsweise das kardiovaskuläre

Risikoprofil, den subjektiven Grad der Beeinträchtigung und den objektiven Behinderungsgrad positiv zu beeinflussen [16]. Es gibt ebenfalls erste Querschnitts- und Longitudinalstudien, in denen eine Assoziation zwischen Ernährungsverhalten und Hirnvolumina im MRT nachgewiesen wurde [33, 30]. Allerdings unterscheiden sich die Gruppen mit unterschiedlichem Ernährungsverhalten auch hinsichtlich körperlicher Aktivität, Übergewicht, Alter und Abstammung. Unabhängig davon, ob die Ernährungsweise den Krankheitsverlauf direkt beeinflussen kann, erscheint es plausibel, dass für MmMS die gleichen Ernährungsrichtlinien gelten wie für die Allgemeinbevölkerung, um zerebrovaskuläre Risikofaktoren zu minimieren.

Rauchen (12)

Seit langem ist bekannt, dass Rauchen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer MS und deren Progression fördern kann. Im Rahmen einer großen Querschnittsstudie bei 7.983 MmMS zeigten die drei erhobenen Patient Reported Outcomes (Multiple Sclerosis Physical Impact Scale [MSIS-29-Phys], Multiple Sclerosis Walking Scale [MSWS-12] und Hospital Anxiety and Depression Scale [HADS]) bei Rauchern schlechtere Werte als bei Nicht-Rauchern [61]. Das Ausmaß der Behinderung bei MmMS war bei Rauchern also höher als bei Nichtrauchern. 923 Patienten bildeten eine parallele prospektive Teilstudie über vier Jahre [61]. Hier zeigten sich bei MmMS, die das Rauchen einstellten, geringere Verschlechterungen als bei denen, die ihre Rauchgewohnheiten fortführten [61]. Auch in anderen Studien hatte die Verringerung des Nikotinkonsums oder die Abstinenz einen positiven Einfluss auf den Gesundheitszustand [34]. Entsprechendes Problembewusstsein auf Seiten der Patienten und Unterstützungsangebote zur Raucherentwöhnung sind derzeit allerdings noch unterrepräsentiert [44, 25].

Komorbiditäten (15)

MmMS haben eine erhöhte Inzidenz an zerebrovaskulären Ereignissen, ischämischen Herzerkrankungen, peripheren Gefäßerkrankungen und psychiatrischen Erkrankungen [46]. Komorbiditäten sind mit einer höheren Schubrate verbunden, mit größeren körperlichen und kognitiven Beeinträchtigungen, geringerer Lebensqualität und erhöhter Mortalität [46, 29]. Zu den häufigsten Komorbiditäten gehören Bluthochdruck, Depression und Angsterkrankungen [12]. Diese wiederum verstärken eine Fatigue und mindern die Lebensqualität. Depression und Diabetes mellitus gehen mit einer erhöhten Mortalität einher [19]. Insbesondere bei Patienten mit Schmerzen wirken sich die Komorbiditäten negativ auf die Lebensqualität aus [17]. Angst und Koronare Herzerkrankung führten zu einem verzögerten Beginn der Immunmodulation [86].

Früher hat man im Gespräch mit den Patienten häufig das Thema zerebrovaskulärer Risikofaktoren gemie-

den, vermutlich um sie nicht zusätzlich zu belasten oder zu überfordern. Angesichts der deutlich reduzierten Progression durch eine effektive Immunmodulation und damit einer verbesserten Lebenserwartung wird dieses Thema jedoch für die Patienten relevant, zumal die Komorbiditäten die Symptome verstärken und die Lebensqualität reduzieren.

Konsequente Immunmodulation und symptomatische Behandlung (16)

Die Thematisierung des Lebensstils in dieser Arbeit soll nicht so verstanden werden, dass ein »optimierter« Lebensstil die Immunmodulation ersetzen kann. Es gilt vielmehr weiterhin der Grundsatz, dass eine Immunmodulation so früh wie möglich begonnen und so effektiv und konsequent wie möglich gestaltet werden soll. Die Tatsache, dass man nicht erst eskaliert, wenn die gewählte Immunmodulation nicht ausreicht, sondern von Anfang an bei entsprechender Krankheitsaktivität (Schübe, Progression oder neue Herde im MRT) ein hochwirksames Medikament ansetzen kann, wird häufig mit dem Stichwort »flipping the pyramid« abgebildet, das vor allem von Giovannoni wiederholt propagiert wurde (vgl. [23]).

Ebenso wichtig sind die symptomatische Behandlung und regelhafte Anpassungen einer entsprechenden Medikation bzw. funktioneller Therapien, wenn sich die Symptomatik im Verlauf der Erkrankung ändert. Die symptomatische Behandlung hat einen unmittelbaren Effekt auf die Lebensqualität. Eine Besprechung von Henze et al. zum Kapitel der symptomatischen Therapie aus den Living Guidelines der DGN [27] ist in Heft 2/2025 von Neurologie & Rehabilitation erschienen. Ebenfalls findet sich eine Zusammenfassung zur symptomatischen Therapie in dem entsprechenden Kapitel zur Multiplen Sklerose im Lehrbuch »Neuro-Rehabilitation« von Frommelt, Grötzbach und Thöne-Otto [10], außerdem in dem Patientenratgeber von Thomas Henze im Zuckschwerdt-Verlag [28].

Komplementäre / alternative Therapien (CAM)

Im amerikanischen Sprachgebrauch bezeichnet man als »komplementäre Medizin« die Ergänzung zur Schulmedizin, als »alternative Medizin« den Ersatz der Schulmedizin. Es gibt Schätzungen, dass 50–80% der MmMS CAM nutzen, wenn man diätetische Maßnahmen, Achtsamkeitsübungen, Yoga und Tai-Chi, Supplementärsbstanzien und Vitamine hinzuzieht. Vermutlich steigt der Gebrauch weiter an, insbesondere im Bereich Sport, Ernährung und Achtsamkeit [66], was sich einerseits mit den Trends in den sozialen Medien deckt, andererseits auch von uns als Ergänzung zur Schulmedizin überwiegend positiv gesehen wird. Demgegenüber gibt es in den Leitlinien für Patienten und Ärzte nur wenige Empfehlungen, wie CAM zu bewerten ist [52]. Vorrangig ist

unserer Einschätzung nach die Unterscheidung zwischen potenziell schädigenden und sicher nicht schädigenden Substanzen und Methoden.

Shared Decision Making (SDM) und Empowerment

SDM lässt sich im weitesten Sinne auch als ein Lebensstil bezeichnen, weil es das Streben nach Gesundheitskompetenz und Selbstmanagement auf Seiten des MmMS voraussetzt. SDM soll eine informierte und gemeinsame Entscheidungsfindung unterstützen und die Fähigkeit zum Selbstmanagement sowie – so lange wie möglich – die Unabhängigkeit des Patienten fördern. Zentrale Aspekte sind der Versuch, das Gesundheitssystem aus der Sicht der Patienten wahrzunehmen, die (unerfüllten) Bedürfnisse der Patienten in den Mittelpunkt zu stellen, deren Werte und Präferenzen zu achten, transparente Informationsübertragung zu praktizieren und weitere Therapeuten sowie natürlich die Angehörigen angemessen einzubinden [1]. Manchmal beschränkt sich SDM in der Eile des Alltags darauf, die Patienten über die verschiedenen Möglichkeiten der Immunmodulation aufzuklären. Dem sollte jedoch vorausgehen, dass der Behandler die Präferenzen und Wünsche des Patienten sorgfältig erfragt [31, 72]. Ferner sollte der Patient bei der anschließenden Entscheidungsfindung nicht allein gelassen, sondern bei diesem Prozess vom Behandler unterstützt werden [41]. In den USA wurde ein Schulungsinstrument entwickelt, das die Patienten aufklärt und motiviert, sich des SDM zu bedienen (MS-SUPPORT) [8]. Das Programm wurde mit Patienten zusammen entwickelt und klärt über die MS auf, über Immunmodulation und Adhärenz. 203 von 501 Patienten beendeten das Programm, das über ein Jahr lief. Das Programm brachte tendenziell mehr Patienten dazu, eine Immunmodulation zu beginnen, und die Adhärenz nach 12 Monaten war höher. Bemerkenswerterweise stiegen auch das Wohlbefinden und die Lebensqualität [8]. SDM soll also nicht nur die Wahl der medikamentösen Behandlung verbessern, sondern auch das Wohlbefinden des Patienten und die Zufriedenheit mit seiner Behandlung. Darüber hinaus ist der Erfolg der Immunmodulation auch vom Vertrauen und der Zuversicht des Patienten abhängig, die durch SDM wiederum gesteigert werden können. Voraussetzung für SDM ist bis zu einem gewissen Grade, dass die Patienten die Bereitschaft hierzu haben, dass sie informiert sein wollen, mitentscheiden und Verantwortung übernehmen wollen. Vor allem in diesem Sinne sind auch die Patientenleitlinien und die Patientenratgeber wichtig [26, 28].

Schlussfolgerung

Wenn die Lebensqualität der entscheidende Ergebnisparameter für therapeutische Interventionen ist und wir ferner zustimmen, dass Lebensstil, sportliche Betätigung, Achtsamkeit, Schlafgewohnheiten, soziale Aktivitäten und familiäres Umfeld einen wegweisenden Einfluss auf

die Lebensqualität haben, dann müssen wir Behandlungsstrategien entwickeln, die die Patienten befähigen, diese zahlreichen »weichen« Einflussfaktoren möglichst günstig zu gestalten (vgl. [81]). Dazu gehören Schulungsseminare und Beratungen, die dies thematisieren und den Patienten eine entsprechende Selbstwirksamkeit vermitteln, dies im Alltag auch umzusetzen. Viele Hinweise zu Verhalten, Lernen und Lebensstil nach Erleiden einer Hirnschädigung hatte Friedrich Schmieder bereits mit seinen Merksprüchen für die Patienten in der Neurorehabilitation angeregt [64].

Literatur

- Alonso R, Carnero Contentti E, Grana M et al. Shared decision making in the treatment of multiple sclerosis: A consensus based on Delphi methodology. *Mult Scler Relat Disord* 2023; 70: 104465
- Baetge SJ, Filser M, Renner A et al. Supporting brain health in multiple sclerosis: exploring the potential of neuroeducation combined with practical mindfulness exercises in the management of neuropsychological symptoms. *J Neurol* 2023; 270: 3058–3071
- Beratto L, Bressy L, Agostino S et al. The effect of exercise on mental health and health-related quality of life in individuals with multiple sclerosis: A Systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 83: 105473
- Bhattarai JJ, Patel KS, Dunn KM et al. Sleep disturbance and fatigue in multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Mult Scler J Exp Transl Clin* 2023; 9: 20552173231194352
- Bokova I, Gaemelke T, Novotna K et al. Effects of walking interventions in persons with multiple sclerosis-A systematic review. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 84: 105511
- Bradson ML, Strober LB. Coping and psychological well-being among persons with relapsing-remitting multiple sclerosis: The role of perceived self-efficacy. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 84: 105495
- Broscheid KC, Dettmers C, Vieten M. Is the Limit-Cycle-Attractor an (almost) invariable characteristic in human walking? *Gait Posture* 2018; 63: 242–247
- Col NF, Solomon AJ, Alvarez E et al. Implementing Shared Decision-Making for Multiple Sclerosis: The MS-SUPPORT Tool. *Mult Scler Relat Disord* 2023; 80: 105092
- Dalgas U, Stenager E, Sloth M, Stenager E. The effect of exercise on depressive symptoms in multiple sclerosis based on a meta-analysis and critical review of the literature. *Eur J Neurol*, 2015;22: 443–e34
- Dettmers C, Henze T, Schmidt R. Multiple Sklerose. In: Frommelt P, Thöne-Otto A, Grötzsch H (Hrsg.) *Neuro-Rehabilitation. Ein Praxisbuch für interdisziplinäre Teams*. 2024 Berlin: Springer
- Dettmers C, Marchione S, Weimer-Jaekel A et al. Cognitive Fatigability, not Fatigue predicts employment status in patients with MS three months after rehabilitation. *Mult Scler Relat Disord* 2021; 56: 103215
- Dirziuvienė B, Mickeviciene D. Comorbidity in multiple sclerosis: Emphasis on patient-reported outcomes. *Mult Scler Relat Disord* 2022; 59: 103558
- Duraney EJ, Schirda B, Nicholas JA, Prakash R. Trait mindfulness, emotion dysregulation, and depression in individuals with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2022; 59: 103651
- Eberle JS. Effekte eines onlinebasierten Achtsamkeitstrainings auf das Fatigue-Erleben bei Patient*innen mit Multipler Sklerose. 2024; Master, Konstanz
- Feinstein A, Amato MP, Brichtetto G et al. Cognitive rehabilitation and aerobic exercise for cognitive impairment in people with progressive multiple sclerosis (CogEx): a randomised, blinded, sham-controlled trial. *Lancet Neurol* 2023; 22: 912–924
- Felicetti F, Ruggieri S, Ruotolo I et al. Improvement of measured and perceived disability in overweight patients with Multiple Sclerosis through different patterns of Mediterranean hypocaloric diet. *Mult Scler Relat Disord* 2025; 94: 106271
- Fiest KM, Fisk JD, Patten SB et al. Comorbidity is associated with pain-related activity limitations in multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2015; 4: 470–476
- Fitzgerald KC, Tyry T, Salter A et al. Diet quality is associated with disability and symptom severity in multiple sclerosis. *Neurology* 2018; 90: e1–e11

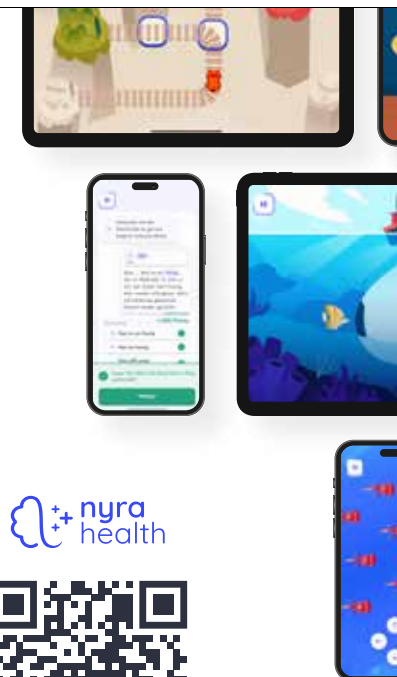
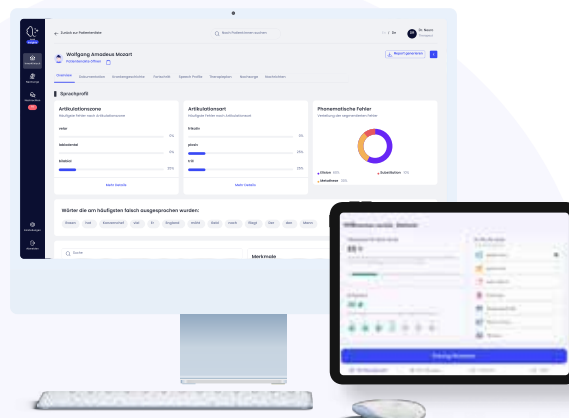
19. Frank HA, Chao M, Tremlett H et al. Comorbidities and their association with outcomes in the multiple sclerosis population: A rapid review. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 92: 105943
20. Freedman DE, Oh J, Feinstein A. Not for everyone: Factors influencing who receives psychotherapy in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2025; 94: 106245
21. Geßner A, Stölzer-Hutsch H, Trentzsch K, Ziemssen T. Sprunganalyse auf einer Kraftmessplatte. *neuroraha* 2023; 15: 87
22. Giesser BS, Rapozo M, Glatt R et al. Lifestyle intervention improves cognition and quality of life in persons with early Multiple Sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 91: 105897
23. Giovanni G. Disease-modifying treatments for early and advanced multiple sclerosis: a new treatment paradigm. *Curr Opin Neurol* 2018; 31: 233–243
24. Gollwitzer PM, Sheeran P. Psychology of Planning. *Annu Rev Psychol* 2025; 76: 303–328
25. Grech LB, Hunter A, Das Nair R et al. Improving smoking cessation support for people with multiple sclerosis: A qualitative analysis of clinicians' views and current practice. *Mult Scler Relat Disord* 2021; 56: 103289
26. Heesen C, Schiffmann I. Leitlinie Multiple Sklerose für Patientinnen und Patienten. 2022
27. Hemmer B, Gehring K et al. Diagnose und Therapie der Multiplen Sklerose, Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen und MOG-IgG-assoziierten Erkrankungen, S2k-Leitlinie. Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 2024
28. Henze T. Multiple Sklerose. Patientenratgeber der DMSG. München: W. Zuckschwerdt Verlag 2024
29. Holm RP, Wandall-Holm MF, Sellebjerg F, Magyari M. Comorbidity in the aging population with multiple sclerosis: a Danish nationwide study. *Front Neurol* 2023; 14: 1297709
30. Jakimovski D, Weinstock-Guttman B, Gandhi S et al. Dietary and lifestyle factors in multiple sclerosis progression: results from a 5-year longitudinal MRI study. *J Neurol* 2019; 266: 866–875
31. Jöbges M. Konsentierung eines didaktischen Modells zur gemeinsamen Entscheidungsfindung (»shared decision making«). In: Kopkow C, Elsner B (Hrsg.). *Physiotherapie evidenzbasiert. Aktuelle Studien für Lehre, Forschung und Praxis*. 2025, München: Elsevier
32. Kalb R, Brown TR, Coote S et al. Exercise and lifestyle physical activity recommendations for people with multiple sclerosis throughout the disease course. *Mult Scler* 2020; 26: 1459–1469
33. Katz Sand IB, Fitzgeralds KC, Gu Y et al. Dietary factors and MRI metrics in early Multiple Sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2021; 53: 103031
34. Klose D, Needhamsen M, Ringh MV et al. Smoking affects epigenetic ageing of lung bronchoalveolar lavage cells in Multiple Sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2023; 79: 105091
35. Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology* 2013; 80: 409–416
36. Kobelt G, Thompson A, Berg J et al. New insights into the burden and costs of multiple sclerosis in Europe. *Mult Scler* 2017; 23: 1123–1136
37. Kyriakidis GM, Lykou PM, Dimitriadis Z, Besios T. Efficacy of remote exercise and physiotherapy programs on depressive symptoms in people with multiple sclerosis – A systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord* 2023; 79: 105067
38. Lamprecht s, Dettmers C. Sport bei schwer betroffenen Patienten mit Multipler Sklerose. *Neurol Rehabil* 2013; 19: 244–246
39. Learmont YC, Herring MP, Russel DI et al. Safety of exercise training in multiple sclerosis: An updated systematic review and meta-analysis. *Mult Scler* 2023; 29: 1604–1631
40. Lechner-Scott J, Probst Y, Giovannoni G et al. What is the role of diet for multiple sclerosis? Why epidemiological studies don't give the full answer. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 83: 105457
41. Legare F, Elwyn G, Fishbein M et al. Translating shared decision-making into health care clinical practices: proof of concepts. *Implement Sci* 2008; 3: 2
42. Ludwig L, Kuderer B, Dettmers C. Volitionale Schulungsstrategien in der neurologischen Rehabilitation zur Förderung des Walking-Trainings – eine Pilotstudie. *Neurol Rehabil* 2016; 22: 43–53
43. MacDonald E, Buchan D, Cereche L et al. Accelerometer measured physical activity and sedentary time in individuals with multiple sclerosis versus age matched controls: A systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord* 2023; 69: 104462

Für neurologische Reha-Kliniken

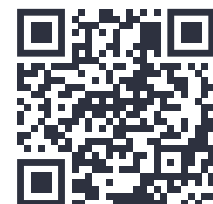
Mehr Therapiezeit und optimale Versorgung – mit myReha

Evidenzbasiert. KI-gestützt. Nahtlos in der Klinik und DRV Nachsorge.

- ✓ **Multimodal** mit 65.000 Aufgaben für Logopädie, Ergotherapie & Neuropsychologie
- ✓ **Innovativ** mit individuellen Therapieplänen, KI-Sprachanalyse, u.v.m.
- ✓ **Erprobt** in 100+ Reha-Kliniken und der digitalen Reha-Nachsorge



nyra
health



Kostenlose Demo anfragen:
www.nyra.health

44. Marck CH, Das Nair R, Grech LB et al. Modifiable risk factors for poor health outcomes in multiple sclerosis: The urgent need for research to maximise smoking cessation success. *Mult Scler* 2020; 26: 266–271
45. Marquardt KM, Cohen AL, Gollwitzer P et al. Making if-then plans counteracts learned non-use in stroke patients: A proof-of-principle study. *Restor Neurol Neurosci* 2017; 35: 537–545
46. Marrie RA, Fisk JD, Fitzgerald K et al. Etiology, effects and management of comorbidities in multiple sclerosis: recent advances. *Front Immunol* 2023; 14: 1197195
47. Martin SJ, Schneider R. Multiple sclerosis and exercise – A disease-modifying intervention of mice or men? *Front Neurol* 2023; 14: 1190208
48. Mohr DC, Lovera J, Brown T et al. A randomized trial of stress management for the prevention of new brain lesions in MS. *Neurology* 2012; 79: 412–419
49. Moradi A, Ebrahimian A, Sadigh-Eteghad S et al. Sleep quality in multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis based on Pittsburgh Sleep Quality Index. *Mult Scler Relat Disord* 2025; 93: 106219
50. Motl RW, Hubbard EA, Bollaert RE et al. Randomized controlled trial of an e-learning designed behavioral intervention for increasing physical activity behavior in multiple sclerosis. *Mult Scler J Exp Transl Clin* 2017; 3: 2055217317734886
51. Motolese F, Steltano D, Lanzano J et al. Feasibility and efficacy of an at-home, smart-device aided mindfulness program in people with Multiple Sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2023; 78: 104931
52. Ng JY, Kishimoto V. Multiple sclerosis clinical practice guidelines provide few complementary and alternative medicine recommendations: A systematic review. *Complement Ther Med* 2021; 56: 102595
53. Petracca M, Petsas N, Sellitto G et al. Telerehabilitation and onsite rehabilitation effectively improve quality of life, fatigue, balance, and cognition in people with multiple sclerosis: an interventional study. *Front Neurol* 2024; 15: 1394867
54. Pfeifer K, Sudeck G, Geidl W et al. Bewegungsförderung und Sport in der Neurologie – Kompetenzorientierung und Nachhaltigkeit. *Neurol Rehabil* 2013; 19: 7–19
55. Pilutti LA, Donkers SJ. Exercise as a Therapeutic Intervention in Multiple Sclerosis. *Mult Scler* 2024; 30: 30–35
56. Pottgen J, Moss-Morris R, Wendebourgh JM et al. Randomised controlled trial of a self-guided online fatigue intervention in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2018; 89: 970–976
57. Prochaska JO, DiClemente C. Stages of change in the modification of problem behaviors. *Prog Behav Modif* 1992; 28: 183–218
58. Pust, GEA, Dettmers C, Randerath J et al. Fatigue in Multiple Sclerosis Is Associated With Childhood Adversities. *Front Psychiatry* 2020; 11: 811
59. Pust, GEA, Randerath J, Goetzmann L et al. Association of Fatigue Severity With Maladaptive Coping in Multiple Sclerosis: A Data-Driven Psychodynamic Perspective. *Front Neurol* 2021; 12: 652177
60. Riemenschneider M, Hvid LG, Ringgaard S et al. Investigating the potential disease-modifying and neuroprotective efficacy of exercise therapy early in the disease course of multiple sclerosis: The Early Multiple Sclerosis Exercise Study (EMSES). *Mult Scler* 2022; 28: 1620–1629
61. Rodgers J, Friede T, Vonberg FW et al. The impact of smoking cessation on multiple sclerosis disease progression. *Brain* 2022; 145: 1368–1678
62. Rütten A, Pfeifer K. Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. 2016; FAU Erlangen und Nürnberg
63. Sadeghi-Bahmani D, Esmaeili L, Mokhtari F et al. Effects of Acceptance and Commitment Therapy (ACT) and Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) on symptoms and emotional competencies in individuals with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2022; 67: 104029
64. Schmieder F. Thesen zum Hirntraining. 1972
65. Schwarzer R. Self-regulatory Processes in the Adoption and Maintenance of Health Behaviors. *J Health Psychol* 1999; 4: 115–127
66. Silbermann E, Senders A, Wooliscroft L et al. Cross-sectional survey of complementary and alternative medicine used in Oregon and Southwest Washington to treat multiple sclerosis: A 17-year update. *Mult Scler Relat Disord* 2020; 41: 102041
67. Simpson R, Simpson S, Ramparsad N et al. Effects of Mindfulness-based interventions on physical symptoms in people with multiple sclerosis – a systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord* 2020; 38: 101493
68. Solsona EM, Tektonidis T, Reece JC et al. Associations between diet and disease progression and symptomatology in multiple sclerosis: A systematic review of observational studies. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 87: 105636
69. Steptoe A, Deaton A, Stone AA. Subjective wellbeing, health, and ageing. *Lancet* 2015; 385: 640–648
70. Strober DL. Determinants of unemployment in multiple sclerosis (MS): The role of disease, person-specific factors, and engagement in positive health-related behaviors. *Mult Scler Relat Disord* 2020; 46: 102487
71. Strober LB, Becker A, Randolph JJ. Role of positive lifestyle activities on mood, cognition, well-being, and disease characteristics in multiple sclerosis. *Appl Neuropsychol Adult* 2018; 25: 304–311
72. Strober LB, Chiaravalloti N, Deluca J. Should I stay or should I go? A prospective investigation examining individual factors impacting employment status among individuals with multiple sclerosis (MS). *Work* 2018; 59: 39–47
73. Thruue C, Riemenschneider M, Hvid LG et al. Time matters: Early-phase multiple sclerosis is accompanied by considerable impairments across multiple domains. *Mult Scler* 2021; 27: 1477–1485
74. van der Veen E, Patra S, Riemann-Lorenz K et al. Individualized activity recommendation based on a physical fitness assessment increases short- and long-term regular physical activity in people with multiple sclerosis in a retrospective cohort study. *Front Neurol* 2024; 15: 1428712
75. van Leersum CM, van Steenkiste B, Moser A et al. Proposal for a Framework to Enable Elicitation of Preferences for Clients in Need of Long-Term Care. *Patient Prefer Adherence* 2020; 14: 1553–1566
76. Vieten MM, Sehle A, Jensen RL. A novel approach to quantify time series differences of gait data using attractor attributes. *PLoS One* 2013; 8: e71824
77. Vitturi B, Rahamani A, Dini G et al. Occupational outcomes of people with multiple sclerosis: a scoping review. *BMJ Open* 2022; 12: e058948
78. Von Drathen, S, Gold SM, Peper J et al. Stress and Multiple Sclerosis – Systematic review and meta-analysis of the association with disease onset, relapse risk and disability progression. *Brain Behav Immun* 2024; 120: 620–629
79. Wang X, Soh KG, Zhang L et al. Effects of high-intensity functional training on physical fitness in healthy individuals: a systematic review with meta-analysis. *BMC Public Health* 2025; 25: 528
80. Wills O, Brischetto D, Zozak K et al. Establishing consensus on lifestyle recommendations and behaviour change strategies to promote brain health-focussed care for multiple sclerosis: A modified e-Delphi study. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 92: 105949
81. Wills OC, Probst Y. Towards new perspectives: A scoping review and meta-synthesis to redefine brain health for multiple sclerosis. *Eur J Neurol* 2024; 31: e16210
82. Wills OC, Probst Y. Understanding lifestyle self-management regimens that improve the life quality of people living with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Health Qual Life Outcomes* 2022; 20: 153
83. Wolf-Kühn N, Morfeld M. Rehabilitationspsychologie. 2016 Springer Verlag
84. Yang Z, Bao K, Yang Z et al. Elaborating the knowledge structure and emerging research trends of physical activity for multiple sclerosis: A bibliometric analysis from 1994 to 2023. *Mult Scler Relat Disord* 2024; 90: 105817
85. Zhang CQ, Zhang R, Schwarzer R, Hagger MS. A meta-analysis of the health action process approach. *Health Psychol* 2019; 38: 623–637
86. Zhang T, Tremlett H, Leung S et al. Examining the effects of comorbidities on disease-modifying therapy use in multiple sclerosis. *Neurology* 2016; 86: 1287–1295
87. Zhang XN, Liang ZD, Li MD. Comparison of different exercise modalities on fatigue and muscular fitness in patients with multiple sclerosis: a systematic review with network, and dose-response meta-analyses. *Front Neurol* 2024; 15: 1494368

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Christian Dettmers
 Ärztliche Leitung Schwerpunkt MS
 Kliniken Schmieder Konstanz
 Eichhornstr.68
 78464 Konstanz
 c.dettmers@kliniken-schmieder.de

Motorische Neurorehabilitation bei den Kliniken Schmieder

S. Drechsler¹, J. Danke², J. Liepert^{3,4}

¹ Fachkompetenzleitung Ergotherapie, Kliniken Schmieder

² Fachkompetenzleitung Physiotherapie, Kliniken Schmieder

³ Kliniken Schmieder Allensbach

⁴ Lurija Institut für Rehabilitationswissenschaften und Gesundheitsforschung

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden physio- und ergotherapeutische Grundprinzipien der Kliniken Schmieder dargestellt. Die relevantesten Eckpfeiler der motorischen Neurorehabilitation sind die Umsetzung bestehender Leitlinien, die Anwendung der Prinzipien des motorischen Lernens, ein Rehaziel-zentrierter Einsatz moderner therapeutischer Verfahren wie gerätegestützte Therapien, Virtuelle Realität, modifizierte Constraint-Induced Movement Therapy, Arm-Fähigkeitstraining, Spiegeltherapie, funktionelle Elektro-

stimulation. Ein differenziertes Prioritätenmodell erlaubt eine individuelle Zusteuerung der für Patientinnen und Patienten wesentlichen Therapieinhalte. Validierte und quantifizierbare Assessments garantieren eine Objektivierung der während der Rehabilitation auftretenden motorischen Veränderungen. Durch Etablierung einer Digitalen Nachsorge wird eine Brücke zwischen stationärer und ambulanter Versorgung geschlagen.

Schlüsselwörter: motorische Neurorehabilitation, motorisches Lernen, gerätegestützte Therapie, virtuelle Realität, CIMIT-Therapie, Spiegeltherapie, funktionelle Elektrostimulation

Einleitung

Die motorische Rehabilitation umfasst sowohl die Physiotherapie als auch die Ergotherapie. In beiden Disziplinen haben sich in den letzten 25 Jahren tiefgreifende Veränderungen vollzogen, die eine fundamentale Wende im Denken und Handeln in der Neurorehabilitation darstellen [14]. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, innovative Therapiemethoden sowie fortschrittliche technische Hilfsmittel spielen eine zentrale Rolle und bereichern den therapeutischen Alltag. Dennoch bleiben Therapeuten das entscheidende Bindeglied zwischen der Technologie und den Betroffenen. Ihre Aufgabe ist es, neue Erkenntnisse im Alltag anzuwenden sowie moderne Technik gezielt, intelligent und patientenorientiert einzusetzen.

Um den bestmöglichen Therapieerfolg zu erzielen, ist ein fundiertes fachliches Wissen erforderlich. Nur so können evidenzbasierte Therapieansätze optimal genutzt und individuell angepasst werden. Neue therapeutische Strategien und moderne Konzepte müssen nicht nur implementiert, sondern auch verständlich erläutert werden. Besonders wichtig ist es, den konkreten Nutzen für die Patienten herauszustellen, um Akzeptanz und Motivation zu fördern. Die kontinuierlich fortschreitenden neurowissenschaftlichen Erkenntnisse gewinnen zunehmend Einfluss auf die Therapie. Interventionen orientieren sich an den Prinzipien des motorischen Lernens, wobei die übungsinduzierte Plastizität des Gehirns die Grundlage für die therapeutische Vorgehensweise bildet [6].

Die Erkenntnisse des motorischen Lernens haben maßgeblich zur Entwicklung neuer Methoden in der motorischen Rehabilitation beigetragen. Das Spektrum an möglichen Interventionen ist breit gefächert, und Therapeuten können auf eine Vielzahl evidenzbasierter Ansätze zurückgreifen. Gut geplante, störungszentrierte Interventionen können außerordentlich effektiv sein und signifikant zur Verbesserung der Lebensqualität der Patienten beitragen. Daher ist es essenziell, für jede Patientin und jeden Patienten ein individuelles Behandlungsprogramm unter Berücksichtigung der Teilhabe zu entwickeln und die Effektivität der Interventionen kontinuierlich zu evaluieren.

Motivation und Ziele

Im Mittelpunkt der motorischen Rehabilitation stehen heute Therapieansätze, die sich auf optimales motorisches Lernen stützen und für Patienten nachvollziehbar sowie alltagsnah gestaltet sind. Der Erfolg einer Neurorehabilitation hängt maßgeblich von aktivem Üben an der individuellen Leistungsgrenze, einer hohen Wiederholungsrate sowie der Motivation ab [13]. Therapeuten spielen hierbei eine entscheidende Rolle: Sie machen den Behandlungsfortschritt für Patienten und deren Angehörige transparent und sorgen durch gezieltes positives Feedback für eine nachhaltige Motivation. Dieses Feedback ist nicht nur für das Durchhaltevermögen der Patienten essenziell, sondern auch für den erfolgreichen Transfer des motorischen Lernens in den Alltag.



Abb. 1: Endeffektor-gestütztes-Gangtraining in der Physiotherapie

Die therapeutischen Aufgabenstellungen orientieren sich an den individuellen Zielen und Fähigkeiten der Patienten. Ziel ist es, die Patienten aktiv in den Therapieprozess einzubinden und alltagsrelevante Bewegungsmuster gezielt zu trainieren. Ein wichtiger Bestandteil dieses Konzepts ist das Gruppentraining. In gezielt strukturierten Gruppen erhalten Patienten die Möglichkeit, funktionelle Bewegungen wie das Aufstehen oder feinmotorische Handlungen in hoher Wiederholungszahl zu üben – eingebettet in eine positive und motivierende soziale Umgebung.

Besonders erfolgreiche Therapeuten verstehen es, die anspruchsvollen Anforderungen einer Gruppentherapie mit einer motivierenden, freudvollen Atmosphäre zu verbinden [10]. Dies steigert nicht nur die Effizienz der Therapie, sondern erhöht auch signifikant die gesamte Übungszeit der Patienten. Ein gezielt konzipiertes Gruppenprogramm maximiert die Therapiezeit und damit auch die motorischen Fortschritte [1, 22]. Durch dieses strukturierte Training gelingt es, den Patienten nicht nur funktionelle Fähigkeiten zurückzugeben, sondern ihnen auch Selbstvertrauen und Lebensqualität zu schenken.

Motorische Rehabilitation in der neurologisch neurochirurgischen Frührehabilitation

Ein besonderer Bereich der motorischen Rehabilitation ist die neurologisch neurochirurgische Frührehabilitation (NNFR), in der es darum geht, Patienten frühzeitig in den Rehabilitationsprozess einzubinden. Die Umsetzung evidenzbasierter Leitlinien spielt hier eine entscheidende Rolle, da sie den Grundstein für eine strukturierte und wirksame Therapie legt [2, 13]. Frühzeitige Maßnahmen sind essenziell, um die funktionelle Erholung zu fördern und Komplikationen zu vermeiden.

Ein zentraler Bestandteil der Frührehabilitation ist die Vertikalisierung und Frühmobilisation. Diese Maß-

nahmen tragen maßgeblich dazu bei, die kardiovaskuläre Stabilität zu verbessern, Muskelatrophie zu verhindern und die sensorische Rückkopplung zu fördern. Durch gezielte Positionierung und schrittweise Mobilisation können Patienten frühzeitig an aufrechte Positionen gewöhnt und auf weiterführende motorische Therapien vorbereitet werden [2,20].

Ein weiteres wichtiges Konzept ist das alltagsorientierte Training [9, 15, 18]. Hierbei werden gezielt Bewegungen und Aktivitäten trainiert, die für Patienten im täglichen Leben von Bedeutung sind. Das Training umfasst funktionelle Bewegungsabläufe wie das Greifen, das Halten von Gegenständen, das Aufstehen oder das Treppensteigen. Der Fokus liegt darauf, dass Patienten diese Bewegungen in ihrer gewohnten Umgebung wiedererlernen und in ihren Alltag integrieren können. Diese Methode fördert nicht nur das motorische Lernen, sondern unterstützt auch die Wiedererlangung von Selbstständigkeit und verbessert die Lebensqualität.

Das Gangtraining spielt ebenfalls eine zentrale Rolle in der Frührehabilitation. Besonders effektiv sind hierbei endeffektorgestützte Gangtherapien, die durch robotergestützte Systeme eine hohe Wiederholungsfrequenz und präzise Bewegungsführung ermöglichen [8, 12]. Diese Technologien unterstützen nicht nur die Wiedererlangung der Gehfähigkeit, sondern verbessern auch die Koordination und das Gleichgewicht der Patienten (Abb. 1).

Durch die Kombination dieser modernen Therapieansätze kann die Frührehabilitation maßgeblich zur Wiederherstellung motorischer Funktionen beitragen und den Patienten eine bestmögliche Grundlage für weiterführende Rehabilitationsmaßnahmen bieten.

Allgemeine Rehabilitation der Rehapphasen C und D

Die evidenzbasierte Neurorehabilitation in den Rehapphasen C und D basiert analog zu den anderen Rehapphasen ebenfalls auf der Grundlage leitlinienorientierter Therapie (Tab. 1).

Priorität hat bei den Kliniken Schmieder eine schnelle Einschleusung in die jeweiligen funktionellen Therapien, um einen frühen Therapiebeginn zu ermöglichen und dem Krankheitsbild angepasste Therapiedichte und Frequenz zu ermöglichen. Am Anreisetag erfolgt zunächst die ärztliche Aufnahmeuntersuchung. Am selben oder darauffolgenden Tag ist das therapeutische Aufnahme-Assessment vorgesehen. Spätestens am ersten Tag nach der Anreise wird auf Basis der ärztlichen Verordnung die Zuweisung zu den entsprechenden Therapiedisziplinen vorgenommen. Anschließend erfolgt die individuelle Gestaltung des Therapieplans in den einzelnen therapeutischen Fachdisziplinen.

Um für die subakute und chronische Phase nach erlittener Schädigung eine möglichst hohe Vielfalt an Therapiemöglichkeiten anzubieten, haben wir ein ausgefeiltes gruppentherapeutisches Angebot erarbeitet, das an das individuelle Leistungsvermögen angepasst ist.

Beispielhaft wird dieses Vorgehen in Leitlinien wie der S3-Leitlinie »Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall« [16] vorgestellt. Das therapeutische Spektrum umfasst ein Gesamtangebot von 25 unterschiedlichen Gruppen in der Ergotherapie sowie ca. 30 Gruppen in der Physio- und Sporttherapie. Eine individuelle Förderung und die Erarbeitung von Eigentrainingsangeboten können in der Einzeltherapie ergänzt und vertieft werden. Um eine optimale Zusteuerung des individuellen Angebots zu ermöglichen, wurden ein Prioritätenmodell und das Assessment Kliniken Schmieder (AKS) entwickelt, dazu später mehr.

Einen kleinen Einblick in die ergotherapeutischen Interventionen bietet z. B. die EMG-gesteuerte funktionelle Elektrostimulation, welche mit modernen Geräten in der Gruppentherapie angewandt wird, um so eine hohe Wochentherapiefrequenz zu ermöglichen. Ein modernes Arm-Gerätetraining mit anerkannten geräte- und computergestützten Trainingsstationen ermöglicht eine hoch intensive und repetitive Therapie für die obere Extremität und kann spezifisch durch unser Fachpersonal auf die Bedürfnisse der Patienten abgestimmt werden (Abb. 2).



Abb. 2: Mehrgelenkiges Exoskelettsystem zur Bewegungsführung und Training der oberen Extremität in der Ergotherapie

Therapiekonzepte wie mCIMT (Modified Constraint Induced Movement Therapy) [5], Spiegeltherapie [21, 23] oder das Arm-Fähigkeitstraining nach Prof. Platz [15] werden derzeit im einzeltherapeutischen Setting durchgeführt. Auch Verfahren wie virtuelle Realität sind implementiert.

In der Physiotherapie ergänzen moderne evidenzbasierte Ansätze das therapeutische Spektrum, um eine bestmögliche funktionelle Rehabilitation zu ermöglichen. Grundlage der physiotherapeutischen Behandlung bilden unter anderem die REMOS-Leitlinie [8] und die europäische Leitlinie zum Parkinsonsyndrom [11], welche gezielte Empfehlungen zur motorischen Rehabilitation liefern. Ein wichtiger Bestandteil ist das gerätegestützte Training, das sowohl in der Einzel- als auch Gruppentherapie Anwendung findet. Hierzu zählen beispielsweise das Laufbandtraining mit individueller Unterstützung, das Gangtraining auf der Lyra-Plattform sowie der Einsatz von Balancetrainern und dynamischen Gewichtsentlastungssystemen (Vector-Gangtherapie) zur

Tab. 1: Nationale Leitlinien, die in der motorische Neurorehabilitation Anwendung finden

Name der Leitlinie	Erscheinungsjahr bzw. aktualisiert
S2k-Leitlinie Diagnose und Therapie der Multiplen Sklerose, Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen und MOG-IgG-assoziierten Erkrankungen	2024
S2k-Leitlinie Therapie des spastischen Syndrom	2024
S2k-Leitlinie Rehabilitation von sensomotorischen Störungen	2023
S2e-Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall (ReMoS)	2015
S3-Leitlinie Neurologische Rehabilitation bei Koma und schwerer Bewusstseinsstörung im Erwachsenenalter	2022
S3-Leitlinie zur Rehabilitation der Querschnittlähmung	2021
S3-Leitlinie »Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall«	2021
S3-Leitlinie zur Behandlung der Polyneuropathie	2020
S1-Motoneuronenerkrankung	2021
S2k-Parkinsonkrankheit	2023

Verbesserung der posturalen Kontrolle. Ergänzt wird dies durch die gangsynchrone Elektrostimulation (Bioness-Stimulationsgerät), die gezielt motorische Funktionen aktiviert und somit das Gangbild optimiert.

Neben gerätegestützten Verfahren spielen auch bewährte Konzepte des motorischen Lernens eine zentrale Rolle. Durch repetitives, variantenreiches Üben in einem strukturierten Setting, wie etwa beim Zirkeltraining oder in der Gruppentherapie, werden funktionelle Bewegungsmuster nachhaltig verbessert [6, 8]. Durch die enge Verzahnung der Physio- und Ergotherapie sowie den interdisziplinären Austausch wird eine ganzheitliche, auf die individuellen Bedürfnisse der Patienten abgestimmte Therapie sichergestellt.

Prioritätenmodell

Zur strukturierten Therapiesteuerung wurde in den Kliniken Schmieder ein Prioritätenmodell zur Verordnung neurorehabitativer Therapien implementiert. Es ermöglicht den behandelnden Ärzten, die therapeutischen Schwerpunkte auf Basis des ICF-orientierten Rehabilitationsziels innerhalb eines vierstufigen Prioritätenrasters festzulegen. Die Therapeuten erhalten innerhalb dieses Rahmens die Aufgabe und Freiheit, die konkreten Inhalte der Therapie eigenverantwortlich zu gestalten. Dabei orientiert sich die Zuweisung des Therapieumfangs sowohl an der festgelegten Priorität als auch an der Einteilung der Patienten in subakute (<6 Monate) oder chronische (> 6 Monate) Stadien nach erlittener Schädigung, wie sie in einschlägigen Leitlinien beschrieben sind.

Im rehabilitativen Gesamtkontext folgt dieses Modell folgender Differenzierungslogik: Zum einen wird die Therapieplanung anhand des klinischen Versorgungsbedarfs und der patientenorientierten Zielsetzung ausgerichtet. Die Zielsetzung unterscheidet sich in der Regel je nachdem, ob ein subakutes oder chronisches Stadium nach erlittener Schädigung besteht. Zum anderen wird

der Rehabilitationsverlauf berücksichtigt, der sich in der weiterführenden Rehabilitation in die Phasen C und D gliedert. Diese Kombination erlaubt eine passgenaue, indikationsgeleitete und phasenspezifische Zuordnung therapeutischer Ressourcen.

Wie oben beschrieben basiert das Modell auf vier Prioritätsstufen, welche die Therapieintensität entsprechend des individuellen funktionellen und medizinischen Bedarfs staffeln. Patienten in der subakuten Phase, etwa im Anschluss an ein akutes medizinisches Ereignis, benötigen in der Regel eine multiprofessionelle und eng getaktete therapeutische Begleitung. In chronischen Verläufen, in denen eher eine langfristige Stabilisierung und Alltagsbewältigung im Fokus stehen, werden eher ein bis zwei Therapie-Schwerpunkte ausgesucht und entsprechend besonders intensiv behandelt. Sowohl im subakuten als auch im chronischen Stadium variiert die wöchentliche Therapiedichte in Abhängigkeit von der Priorität – von intensiver Betreuung in der höchsten Kategorie bis hin zu individuell abgestimmten Einzelangeboten in der niedrigsten. Das Zusammenspiel aus Prioritätsstufe, Versorgungsform und Rehabilitationsphase erlaubt eine präzise und differenzierte Steuerung der Therapieplanung. Ziel des Prioritätenmodells ist dabei, alle Patienten möglichst spezifisch und hochfrequent zu behandeln und so den Behandlungsleitlinien der Fachgesellschaften Rechnung zu tragen. Die Behandlungen basieren soweit wie möglich auf intern konsentierten und im Intranet der Kliniken Schmieder zugänglichen ärztlichen, pflegerischen und therapeutischen Standards, die den nationalen Leitlinien der Fachgesellschaften und der BAR folgen [3, 4].

Ein intensiver Austausch aller Disziplinen wird in den wöchentlich stattfindenden Stationskonferenzen ermöglicht. Hier haben alle segmentübergreifenden Teammitglieder Raum Fortschritte zu dokumentieren, Rehabilitationsziele oder auch Prioritäten innerhalb des Programms auf den aktuellen Rehabilitationsstand anzupassen. Eine interdisziplinäre Betrachtungsweise auf die Rehabilitation und das Kernelement der individuellen Betreuung der Patienten wird dadurch ermöglicht.

Digitale Nachsorge

Einen nicht unerheblichen Beitrag zur Verstetigung unseres Rehabilitationserfolgs in der Phase D konnten wir durch die Digitale Nachsorge leisten. Wir konnten im Jahr 2021 das »Mein Schmieder aktiv«-Programm installieren, welches den Nutzern sowohl während der stationären Rehabilitation, aber auch in der Nachsorge ergo-, physio-, und sporttherapeutische Inhalte in Form von Trainingsprogrammen, kombiniert mit Edukations- und Entspannungsinhalten zur Verfügung stellt. Seither werden die Kliniken Schmieder-eigenen Inhalte ständig weiterentwickelt und es kommen neue digitale Anwendungen innerklinisch und für die Digitale Nachsorge hinzu. So werden auch zukünftig die Bereiche Logopädie und Neuropsychologie integriert.



Abb.3: Digitale Nachsorge, Vorbereitung für das Training im ambulanten Umfeld

Bereits während des Rehabilitationsaufenthalts können Patienten lernen, App-basiert zu trainieren und ihre persönlichen Therapieschwerpunkte mithilfe individueller Trainingspläne im häuslichen Umfeld fortzuführen (**Abb. 3**). Der große Vorteil besteht darin, dass so sichergestellt werden kann, dass nach der Rehabilitation aktiv weiter trainiert wird und so Therapieziele nicht nur erhalten, sondern weiterentwickelt werden können. Derzeit wird das Programm hauptsächlich für Patienten der Deutschen Rentenversicherung (DRV) angeboten, weitere Kostenträger vergüten aber ebenfalls bereits die Digitale Nachsorge Leistung. Im Jahr 2024 trainierten in der Digitalen Nachsorge der Kliniken Schmieder bereits über 1.500 Patienten mit Physio- und Ergotherapeutischen Schwerpunkten und wurden von einem Team bestehend aus 21 Therapeuten betreut.

Assessment Kliniken Schmieder (AKS)

Struktur und Zielsetzung des Assessments

Das Verfahren umfasst sowohl ein Eingangs- als auch ein Ausgangsassessment. Patienten der neurologischen Phasen C und D werden zu Beginn und am Ende ihrer Rehabilitation mittels mehrerer standardisierter Tests untersucht. Dies ermöglicht eine objektive Bewertung der funktionellen Fortschritte sowie eine transparente Darstellung der Rehabilitationserfolge. Die daraus gewonnenen Daten dienen nicht nur der wissenschaftlichen Analyse, sondern auch der Qualitätssicherung und Optimierung der therapeutischen Maßnahmen.



Abb. 4: Durchführung Mini-BEST als Teil des Assessments der Physiotherapie

Grundlage und Entwicklung

Seit 2010 bilden die international anerkannten Messverfahren Functional Independence Measure (FIM) und Functional Assessment Measure (FAM) die Basis für die Evaluation von Patienten in der neurologischen Phase C [19]. Im Jahr 2021 wurde in der Phase D eine umfassende Umstellung auf validierte, gut quantifizierbare Messverfahren vollzogen. Diese Assessments ermöglichen eine präzisere Erfassung funktionaler Veränderungen während der Rehabilitation.

Das in der Phase D implementierte Assessment basiert auf einer Auswahl validierter Tests, darunter:

- Mini-BEST (Balance- und Gangfähigkeitsbewertung) (**Abb. 4**)
- Action Research Arm Test (ARAT) (Funktionelle Hand- und Armfähigkeiten) (**Abb. 5**)
- Nine-Hole Peg Test (Feinmotorik und Handgeschicklichkeit)
- Handkraftmessung (Hand- und Greifkraft)
- 10-Meter-Gehtest (Ganggeschwindigkeit)
- 6-Minuten-Gehtest (Ausdauer und funktionelle Gehfähigkeit)

Das Assessment der Kliniken Schmieder ist an allen sechs Standorten klinikweit standardisiert und vollständig in die pflegerischen sowie therapeutischen Prozesse integriert. Dadurch stellt es einen Bestandteil der evidenzbasierten Versorgung dar.

Langfristige wissenschaftliche Begleitung und Weiterentwicklung

Seit 2009 erfassen die Kliniken Schmieder systematisch die Veränderungen im Rehabilitationsverlauf. Jährlich absolvieren etwa 1.500 Patienten das Assessment in



Abb. 5: Durchführung ARAT als Teil des Assessments in der Ergotherapie Phase D

Phase C sowie 1.300 Patienten in Phase D. Die Erhebungen erfolgen interdisziplinär in den Bereichen Physiotherapie, Ergotherapie, Sprachtherapie, Neuropsychologie und Berufstherapie (Phase D). Ergänzend erfolgt in Phase C eine pflegerische Einschätzung. Zudem wird die subjektive Wahrnehmung der Patienten mittels etablierter Fragebögen wie dem SF-36 (Short Form Health Survey) erfasst. In einer retrospektiven Studie an einer Kohorte von fast 400 Schlaganfallpatienten wurden jeweils drei typische physiotherapeutische und ergotherapeutische Assessments analysiert und die Faktoren, die zu einer Funktionsverbesserung in diesen Assessments beitragen, untersucht. Als wichtigster Faktor stellte sich die Therapiemenge heraus [17].

Perspektiven und zukünftige Entwicklungen

Aktuell wird am Lurija Forschungsinstitut der Kliniken Schmieder intensiv an der Implementierung des Assessments in der Frührehabilitation (Phase B) gearbeitet. Ein laufendes Forschungsprojekt beschäftigt sich beispielsweise mit der Evaluation der Gütekriterien eines sensomotorischen Assessments in der Physiotherapie und Ergotherapie für Patienten der Phase B. Siehe dazu auch den Beitrag von Stürner und Liepert in dieser Ausgabe. Diese wissenschaftliche Weiterentwicklung trägt dazu bei, eine noch präzisere und individuellere Rehabilitation zu ermöglichen, Prädiktoren zu untersuchen und die evidenzbasierte Therapie stetig zu verbessern.

Literatur

1. Alt Murphy M, Munoz-Novoa M, Heremans C, et al. European Stroke Organisation (ESO) guideline on motor rehabilitation. Eur Stroke J 2025; 0(0). doi:10.1177/23969873251338142
2. Bender A, Blödt S, Bodechtel U, Eifert B, Elsner B, Feddersen B. S3-LL Neurologische Rehabilitation bei Koma und schwerer Bewusstseinsstörung im Erwachsenenalter. Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR). 2022. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/080-006>
3. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation e.V. (BAR). Empfehlungen zur neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schweren Hirnschädigungen in den Phasen B und C. 1999. Verfügbar unter:

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 269–274 | <https://doi.org/10.14624/NR2504011> | © Hippocampus Verlag 2025

Motor Neurorehabilitation at the Schmieder clinics

S. Drechsler, J. Danke, J. Liepert

Abstract

This article presents the fundamental principles of physiotherapy and occupational therapy at the Schmieder Clinics. The most relevant cornerstones of motor neurorehabilitation include the implementation of existing guidelines, the application of principles of motor learning, and the use of modern therapeutic methods focused on rehabilitation goals. These methods include device-assisted therapies, virtual reality, modified constraint-induced movement therapy, arm ability training, mirror therapy, and Functional Electrical Stimulation techniques. A differentiated priority model allows for individualized tailoring of the therapy content that is most important for patients. Validated and quantifiable assessments ensure objectivity in measuring motor changes occurring during rehabilitation. Additionally, the establishment of a digital follow-up creates a bridge between inpatient and outpatient care.

Keywords: motor neurorehabilitation, motor learning, treadmill/robot-assisted therapy, virtual reality, constraint-induced movement therapy, mirror therapy, functional electrostimulation

- https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_publikationen/reha_vereinbarungen/empfehlung/downloads/empfehlungen_zur_neurologischen_rehabilitation_von_patienten_mit_schweren_und_schwersten_hirnschaedigungen_in_den_phasen_b_und_c.pdf
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation e.V. (BAR). Ambulante und stationäre medizinische Rehabilitation. Rahmenempfehlungen Allgemeiner Teil. 2021. Verfügbar unter: https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_publikationen/reha_vereinbarungen/rahmenempfehlung/downloads/rahmenempfehlungen_allgemeiner_teil_ambulan- te_und_stationaere_medizinische_rehabilitation.pdf
 - Cao M, Li X. Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy for upper limb function intervention following stroke: A brief review. *Sports Medicine and Health Science* 2021; 3(3): 134–137
 - Carr J. Neurological rehabilitation. Optimizing motor performance. 2nd ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences UK 2010. Verfügbar unter: <http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=4708930>
 - Demeco A, Zola L, Frizziero A, Martini C, Palumbo A, Foresti R, Buccino G, Costantino C. Sensors (Basel). Immersive Virtual Reality in Post-Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. 2023 Feb 3; 23(3): 1712
 - Dohle C, Quintern J, Saal S, Stephan KM, Tholen R, Wittenberg H. S2e-Leitlinie Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall (ReMoS). 2015. Verfügbar unter: https://www.hippocampus.de/media/316/cms_563762559dece.pdf
 - Freivogel S. Evidenzbasierte Konzepte in der motorischen Rehabilitation. *Neurol Rehabil*. 2004; 10(5): 233–238.
 - Hall AM, Ferreira PH, Maher CG, Latimer J, Ferreira ML. The influence of the therapist-patient relationship on treatment outcome in physical rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther*. 2010; 90(8): 1099–1110
 - Keus SHJ, Munneke M, Graziano M, Paltamaa J, Pelosin E, Domingos J, & Bloem BR European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease. KNGF/ParkinsonNet (2014). <https://www.parkinsonnet.info/euguideline>
 - Mehrholz J, Kugler J, Pohl M, Elsner B. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2025; 5: CD006185. doi:10.1002/14651858.CD006185.pub6
 - Nelles G, Platz T, Allert N, et al. Rehabilitation sensomotorischer Störungen. S2k-Leitlinie. Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.). 2023. Verfügbar unter: www.dgn.org/leitlinien
 - Pott C, Thieme H. Physiotherapie in der Neurologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 2024

- Platz T. Impairment-oriented training (IOT) – scientific concept and evidence-based treatment strategies. *Restor Neurol Neurosci* 2004; 22(3–5): 301–315
- Platz T, Fheodoroff K, Mehrholz J, et al. S3-Leitlinie »Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall« der DGNR – Langversion; Version 2.0 vom 01.06.2020. AWMF-Register Nr. 080/003. Im Internet: <https://www.awmf.org/service/awmf-aktuell/rehabilitative-therapie-bei-armparese-nach-schlaganfall>
- Rothacher C, Liepert J. Welche Faktoren beeinflussen die motorischen Funktionsveränderungen bei Schlaganfall-Patienten während einer neurologischen Rehabilitationsbehandlung? *Die Rehabilitation* 2024; 63(1): 31–38
- Scholz DS, Behrens J, Herrmann C. Alltagsorientierte Therapie. In: Mauritz KH, Hrsg. *Rehabilitation in der Neurologie*. Berlin: Springer 2004
- Starrost K, Greitemann G, Rickli B, Wirth B. Motorische Funktionen in der postprimären Neurorehabilitation: Der Bereich Mobilität des Assessments der Kliniken Schmieder (AKS/C). *Physioscience* 2011; 7(3): 99–111 doi:10.1055/s-0031-1281630
- The AVERT Trial Collaboration Group. Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 386(9988): 46–55
- Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Borgetto B, Dohle C. Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2018 Jul 11; (7): CD008449
- van de Port IGL, Wevers LEG, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of circuit training as alternative to usual physiotherapy after stroke: randomised controlled trial. *BMJ* 2012; 344: e2672
- Zhang Y, Xing Y, Li C, Hua Y, Hu J, Wang Y, Ya R, Meng Q, Bai Y. Mirror therapy for unilateral neglect after stroke: A systematic review. *Eur J Neurol* 2022 Jan; 29(1): 358–371

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Stefanie Drechsler
Fachkompetenzleitung Ergotherapie
Kliniken Schmieder Allensbach
Zum Tafelholz 8
78476 Allensbach
s.drechsler@kliniken-schmieder.de

Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung und neurologische Berufstherapie

Anfänge und standortübergreifende Umsetzung bei den Kliniken Schmieder heute

R. van Schayck¹, M. Lillemeier¹, M. Jonk¹, S. Pössel², T. Unger³

¹ Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen

² Kliniken Schmieder Heidelberg

³ Akutneurologie, Neurorehabilitation und Zentralverwaltung, Kliniken Schmieder Allensbach

Zusammenfassung

Grundzüge der sozialmedizinischen Leistungsbeurteilung und neurologischen Berufstherapie haben sich schon in den ersten Jahrzehnten der Kliniken Schmieder aus den Leitsätzen und Konzepten des Klinikgründers entwickelt: Berufsberatungskommission zur Fallberatung mit den Sozialträgern, gewerbliche Berufstherapie mit Arbeitstherapie und praktischer Arbeitserprobung in den Kliniken Schmieder Gailingen und konzeptionelle Ausrichtung einer multiprofessionellen Neurorehabilitation an Leistungsbeurteilung und -prognose, mit früher Integration sozialtherapeutischer und beruflicher Maßnahmen sowie einem ganzheitlichen Rehabilitationsziel aller körperlichen, geistigen und seeli-

schen Leistungen neben der sozialen und beruflichen Leistung. Bis heute hat sich infolge einer weiterentwickelten gesetzlichen Grundlage eine differenzierte Fördermöglichkeit neurologischer Patientinnen und Patienten zur beruflichen Wiedereingliederung durch verschiedene Sozialträger ausgebildet. Moderne Konzepte neurologischer Berufstherapie nutzen standardisierte Assessmentverfahren und evidenzbasierte Behandlungsverfahren der relevanten Einschränkungen der Erwerbsfähigkeit in den Bereichen Kognition, Kommunikation und Arbeitsverhalten. Damit gelingt auch bei Hirngeschädigten oftmals eine erfolgreiche berufliche Wiedereingliederung.

Schlüsselwörter: sozialmedizinische Leistungsbeurteilung, neurologische Berufstherapie, berufliche Wiedereingliederung

Einleitung

Die individuelle und ausführliche sozialmedizinische Leistungsbeurteilung im Sinne der erwerbsbezogenen Rehabilitationsdiagnostik mit validierten Assessment-Verfahren ist ein Kernbereich der medizinisch-beruflichen neurologischen Rehabilitation, insbesondere der stationären und der (ganztägig) ambulanten Rehabilitation der Phase D [11, 91]. Das medizinisch-berufliche Assessment ermöglicht eine gezielte Rehabilitationsplanung und -durchführung nach erlittener Hirn-, Rückenmarks- oder Nervenschädigung mit dem vorrangigen Teilhabeziel einer erfolgreichen beruflichen Wiedereingliederung der Rehabilitanden. Bei den Kliniken Schmieder ist die sozialmedizinische Leistungsbeurteilung und neurologische Berufstherapie seit Gründung durch Prof. Dr. Friedrich Georg Schmieder ein zentrales Anliegen und in der medizinisch-neurologischen Rehabilitation der Kliniken Schmieder seit den Anfängen der Klinik fest verankert. Der vorliegende Artikel beleuchtet dabei die Entwicklung der sozialmedizinischen Leistungsbeurteilung und der neurologischen Berufstherapie seit ihren Anfängen 1950 bis heute und benennt die Fortschritte eines zeitgemäßen therapeutischen Vorgehens in der neurologischen Berufstherapie im Rahmen der Neurorehabilitation.

Anfänge und frühe Entwicklung der Berufstherapie bei den Kliniken Schmieder

Bereits ab 1957 beriet sich eine »Beratungskommission des Landesarbeitsamtes Baden-Württemberg« regelmäßig einmal im Monat mit Mitgliedern des Rehabilitationsteams der Kliniken Schmieder Gailingen, um die beruflichen Integrationsmöglichkeiten von Patienten der Klinik zu besprechen und auch auf den Weg zu bringen (Abb. 1). So wurden bereits 1965 über 119 Patienten in diesem Gremium gemeinsam beraten. Es handelte sich dabei um durch erlittene Hirnschädigung besonders schwer in die Arbeit zu vermittelnde Rehabilitanden, davon konnten »über die Jahre« im Schnitt etwa 78 % wieder in den Arbeitsprozess eingegliedert werden [84]. Bei den Kliniken Schmieder war damit schon sehr früh die heute als sozialmedizinische Leistungsbeurteilung benannte Einschätzung der beruflichen Leistungsfähigkeit und eine gemeinsame Konferenz mit den sozialen Trägern der Erwerbstätigkeit und sozialen Absicherung Grundlage einer beruflichen Reintegration der Rehabilitanden und vorrangiges Behandlungsziel der neurologischen Rehabilitation. Bereits in den frühen Anfängen der Klinikentwicklung wurde Mitte der 50er Jahre eine berufstherapeutische Abteilung und gewerbliche Berufstherapie zur praktischen Beurtei-



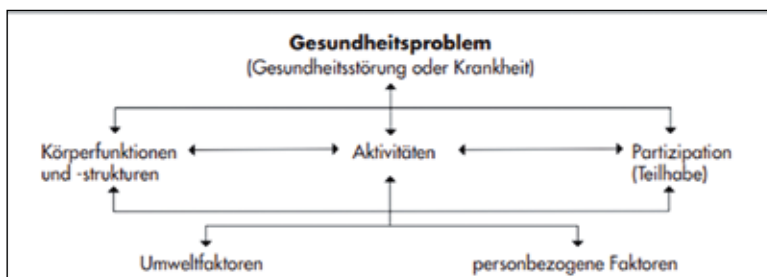
Abb. 1: Neurologische Berufstherapie in den Anfängen und heute

- A** Treffen der Berufsberatungscommission in den 60er-Jahren, Teilnehmer dieser Kommission waren u.a. Prof. F.G. Schmieder, CA Dr. Leithof aus den KS Gailingen sowie die Chefs des Landesarbeitsamtes und der LVA Baden und Württemberg, Archiv Kliniken-Schmieder.
- B** (Sozialmedizinische) multiprofessionelle Stationskonferenz, MBOR Stufe A, Kliniken Schmieder Gerlingen heute, Oberärztin, Stationsarzt, Berufstherapeutin, Psychologe(in), Ergotherapeutin

lung der »Belastungsmöglichkeiten« in Bezug auf die beruflichen Anforderungen in Gailingen, später auch an allen anderen Klinikstandorten etabliert. Neben der Einschätzung der Belastungsfähigkeit beinhaltete die berufstherapeutische Behandlung damals bereits eine ausführliche Anamnese der beruflichen Gegebenheiten einschließlich der Erfassung der sozialen Faktoren und damit neben den Aspekten der Gesundheitsstörung/Hirnerkrankung mit gestörten Körperfunktionen und -strukturen auch eine Berücksichtigung von Kontextfaktoren und persönlichen Faktoren, wie sie sich heute im bio-psycho-sozialen Modell (**Abb. 2**) der ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health, dt.: Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit) wiederfinden [12, 15]. Zur Arbeitsbelastungserprobung und für ein berufsbezogenes Training standen früh Modell-Arbeitsplätze aus

dem handwerklichen Bereich, vor allem der Holz- und Metallverarbeitung, zur Verfügung (**Abb. 3**).

In einem Schreiben zu den Grundzügen einer Hirnbeschädigten-Rehabilitation von 1964 beschreibt Prof. Dr. Schmieder unter anderem die Notwendigkeit von Training, Beratung sowie organisatorischen Maßnahmen in Bezug auf die private und berufliche Lebensplanung nach der Rehabilitation. Er äußert, dass, sollte für einen Hirnbeschädigten ein neuer Arbeitsplatz gesucht werden, festzustellen sei, was er nicht (mehr) könne und was noch geleistet werden könne. Es sei dabei schwierig, eine Positivliste, aber leicht eine Negativliste bzgl. der Leistungen, die am Arbeitsplatz möglich sind, zu erstellen. Er bezieht dabei auch die unterschiedlichen Prognosen der verschiedenen Hirnschädigungen ein, die zu berücksichtigen seien, um eine Aussage für einen längeren Zeitraum nach der Rehabilitation machen zu können [75]. 1979 wird von Schmieder in einem Jahresbericht hervorgehoben [83], dass neben die Krankheitsprognose in allen Etappen (der Rehabilitation, Anmerk. Verfasser) eine Leistungsprognose und eine Rehabilitationsprognose tritt. Dabei könne Leistung nur im Zusammenhang mit der jeweiligen Situation beurteilt werden, die stets eine Resultante von Konstitution, Ausbildung, Sozialsituation, beruflicher Situation und Lebensentwicklungsprozess sei. Es sei daher eine Gruppenarbeit mit internen und externen Spezialisten notwendig, z.B. auch Fachkräften der Arbeitsverwaltung und der Sozialversicherungen. Rehabilitation könne nicht gelingen, wenn nicht all jene Kräfte, Organisationen und Einrichtungen zur Mitarbeit herangezogen würden, welche anschließend in der medizinisch orientierten Phase wirksam werden müssen. Dabei sei zu beachten, dass der Begriff Rehabilitation für einen Arzt nie auf den engeren Begriff der Rentenversicherung (»Sicherung der Erwerbsfähigkeit«) zu beschränken sei, sondern es müsse für ihn ein Ziel sein, welches außer der Forderung nach sozialer bzw. beruflicher Leistung auch noch alle körperlichen, geis-



Berufsbezogene Umweltfaktoren	Beruflich personbezogene Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> ■ Arbeitsplatz vorhanden ja/nein ■ Arbeitsplatzbedingungen ■ technische/personelle Unterstützung ■ Konflikte am Arbeitsplatz ■ Betriebsärztl. Dienst/BEM ■ Arbeitsweg ■ Transportmittel: PKW, ÖPNV, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausbildung/Qualifikationen ■ Arbeitsmotivation ■ soziales Verhalten ■ Kommunikation ■ Selbstregulation ■ Alter/Komorbidität ■ Mobilität

Abb. 2: Bio-psycho-soziales Modell der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) aus [12] mit berufsbezogenen Umweltfaktoren und beruflich personbezogenen Faktoren



Abb. 3: Berufstherapeutisch handwerkliche Arbeitserprobung bei Kliniken Schmieder 1972 und heute

A Arbeitstherapie und praktische Arbeitserprobung Kliniken Schmieder Gailingen 1972

B Musterarbeitsplätze nach MBOR-Konzept Kliniken Schmieder Gailingen heute

tigen und seelischen Leistungen umfasst, welche den Betroffenen ein möglichst zufriedenstellendes Leben mit oder trotz der Behinderung ermöglichen können (Tab. 1).

Modernes Leistungsrecht zur neurologisch beruflichen Rehabilitation

Das Sozialgesetzbuch IX seit dem 1. Juli 2001 und das Bundesteilhabegesetz (BTHG) im Jahr 2018 (in vier zeitversetzten Reformstufen bis 2023) haben der medizinisch-beruflichen (Neuro)Rehabilitation zu einer erweiterten Rechtsgrundlage verholfen mit Ausrichtung auf eine dauerhafte Sicherung der Teilhabe am Arbeitsleben mit Erhalt, Verbesserung und Wiederherstellung der Arbeits- und Erwerbsfähigkeit. Das SGB IX ergänzt damit sinnvoll die Rechtsgrundlagen der Arbeitsförderung im SGB III, das SGB V zur Krankenversicherung mit dem Ziel der Abwendung einer Behinderung, das SGB VI zur Rentenversicherung mit dem Auftrag, einer durch Krankheit, geistige oder seelische Behinderung verursachten Minderung der Schul- und Erwerbsfähigkeit entgegenzuwirken, und das SGB VII zur Unfallversicherung mit dem Auftrag zur Besserung oder Beseitigung von durch Arbeitsunfall oder Berufskrankheit verursachten Gesundheitsschäden einschließlich Rehabilitation und Maßnahmen zur dauerhaften beruflichen Wiedereingliederung [17, 91].

Leistungen zur medizinischen Rehabilitation (§ 26 SGB IX) können dabei durch Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben (§33 SGB IX) ergänzt und erweitert werden. Zum rechtlichen und politischen Hintergrund gehört auch das Recht auf Arbeit nach Artikel 27 »Arbeit und Beschäftigung« der UN-Behindertenrechtskonvention (BRK) in Deutschland [8] und das Projekt »RehaFutur« 2012 mit Förderung durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales mit Verbesserungs- und Entwicklungsvorschlägen zu den vier Kernthemen: Förderung der Selbstbestimmung und Selbstverantwortung, Steuerung des Eingliederungsprozesses, Beruf und Arbeitswelt, Forschung [79].

Tab. 1: »Das Spezifische eines Rehabilitationskrankenhauses«, Hirn Klinik nach Prof. Dr. Schmieder, modifiziert nach [83]

	Bereich	Empfehlung
1.	Zielvorstellung, Aufgabe und Methoden	von Beginn an nicht nur Heilung oder Besserung, sondern auch Rehabilitation Teil des Ziels
2.	Alle Stufen des Krankheits- bzw. Behandlungsprozesses	rehabilitative Überlegungen tätigen, Rehabilitationsprogramme entwickeln, an Prognoseänderungen anpassen
3.	Neben Krankheitsprognose zu beachten	die Leistungsprognose, die Rehabilitationsprognose, (auch negative Rehabilitationsprognosen für Patienten und Rehabilitationsträger von Bedeutung)
4.	Feststellung Leistungsprognose	auf Basis der Erfassung der Leistungen vor dem Krankheitseintritt
5.	Leistungsbeurteilung	Beurteilung im Zusammenhang der jeweiligen Situation, Resultate aus Konstitution, Ausbildung, Sozialsituation, beruflicher Situation, Lebensentwicklungsprozess (Lebenslauf), Querschnitts- und Längsschnittsbetrachtung müssen gesehen werden
6.	Rehabilitative Überlegung	ausreichende Information aus allen Bereichen, besonders Familie und Arbeitsplatz, subjektive (Betroffener) und objektive (Fremdangaben) Sozialanamnese erforderlich
7.	Rehabilitative Überlegungen zur Rehabilitationsprognose	Arzt oft überfordert, Gruppenarbeit/Teamwork mit intern/externen Spezialisten notwendig (Psychologen, Therapeuten, Sozialarbeiter, Fachkräfte der Arbeitsverwaltung/Sozialversicherungen)
8.	Sozialtherapeutische und berufliche Maßnahmen	Berufstherapie u. Anpassungstherapie bereits während des Krankenhausaufenthaltes, Vorbereitung auf die Zeit nach Entlassung
9.	Mitarbeit mit Organisationen und Einrichtungen der nachmedizinischen Versorgung	Verbindungsaufnahme schon während des Krankenhausaufenthaltes, Absicherung nachfolgende Phasen
10.	Rehabilitation in einem Schwerpunkt Krankenhaus	Gruppenarbeit aller Fachkräfte, Beteiligung Fachkräfte des Sozialdienstes, ärztliches Denken außer an Heilung auch auf Rehabilitation richten
11.	Rehabilitation als Begriff der Rentenversicherung (Sicherung Erwerbsfähigkeit)	außer Forderung nach sozialer und beruflicher Leistung auch alle körperlichen, geistigen, seelischen Leistungen als Ziel betrachten, dem Behinderten ein möglichst zufriedenes Leben trotz Behinderung ermöglichen
(12.)	Zusatzbemerkung	Die Wirklichkeit des Lebens weist praktisch keine Grenzen auf, die Rehabilitationsbedürfnisse und Möglichkeiten sind demnach de facto unbegrenzt; räumliche, technische und besonders personelle Rehabilitationssituationen sind begrenzt, daher ist eine Kanalisation der Prioritäten bei Auswahl der Rehabilitationskandidaten und Entscheidung von Therapiezuweisungen notwendig

Auf Initiative des Bundesarbeitsministeriums hat sich bereits 1982 die Bundesarbeitsgemeinschaft der medizinisch-beruflichen Rehabilitationseinrichtungen gegründet [10]: In einem indikationsübergreifenden dreistufigen Rehabilitationsmodell mit Phase I Akutmedizin/medizinische Rehabilitation, Phase II medizinisch-berufliche Rehabilitation und Phase III berufliche Rehabilitationsleistung/Berufsbildungs- und Berufsförderungswerke werden in den Einrichtungskonzepten der Phase II in einem ganzheitlichen Behandlungsansatz die individuellen Gesundheitsstörungen und die beruflich beeinflussenden Kontextfaktoren therapeutisch adressiert, um eine berufliche Qualifizierung/Neuorientierung und Teilhabe am beruflichen Leben zu erreichen. Geeignete konzeptionelle Umsetzungen für den Bereich der Neurologie und neurologischen Berufstherapie liegen vor [23, 80, 87], und die Kliniken Schmieder sind als medizinisch-berufliche Einrichtung der Phase II tätig: Gerade bei neurologischen Erkrankungen ist bei Betroffenen häufig von einer komplexen Situation hinsichtlich vorliegender Schädigungen und erhaltener Fähigkeiten und Ressourcen auszugehen und damit bei positiver Erwerbsprognose eine spezifische und zeitlich ausgedehntere Förderung notwendig. Empfehlungen zu den unterschiedlichen Zuständigkeiten der Leistungsträger sind ebenfalls publiziert [13].

1995 entstand das Phasenmodell der neurologischen Rehabilitation im Rahmen eines Projektes beim ehemaligen Verband Deutscher Rentenversicherungsträger (VDR) und auf Ebene der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) [104]. Das Phasenmodell der neurologischen Rehabilitation erlaubte nach Hirn-, Rückenmarks- und Nervenschädigung erstmals eine am funktionellen Schweregrad orientierte, sechsstufige Einteilung in Ergänzung zur medizinischen Diagnose. 2013 wurde von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) die Phase E trägerübergreifend als »Behandlungs- und Rehabilitationsphase nach Abschluss einer medizinischen Rehabilitation; Leistungen zur Sicherung des Erfolges der medizinisch-therapeutischen Rehabilitation und Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben beziehungsweise zur Teilhabe an Erziehung und Bildung sowie am Leben in der Gemeinschaft« konzeptionell detaillierter ausgeführt [14]. Im Sinne des neurologischen Phasenmodells sind die medizinischen und rehabilitativen Leistungen auf den individuellen Bedarf der Betroffenen, auch im Langzeitverlauf, auszurichten. Im Phase-E-Konzept werden Inklusion, Selbstbestimmung und Teilhabe am Leben in der Gesellschaft in den Vordergrund gestellt. Neben Inklusion in der Gesellschaft stellen dabei Inklusion im beruflichen Kontext und Inklusion in Erziehung und Bildung zentrale Schwerpunkte dar. Neurologisch erkrankte Menschen gehören dabei wegen der oft multimodalen und komplexen Störungsbilder zu den spezifischen Zielgruppen. Unterschieden werden leichte, mittelgradige und schwere Beeinträchtigungen der Funktionen, Aktivitäten und

Teilhabe. Hinsichtlich der medizinisch-beruflichen Rehabilitation werden Betroffene mit bestehenden, stabilen Arbeitsverhältnissen und relativ geringem Aufwand von Menschen mit aufwendigen und komplexen Wiedereingliederungsaufwänden unterschieden. Betroffene ohne bestehendes Arbeitsverhältnis werden davon hinsichtlich ihrer Behandlungsbedürfnisse abgegrenzt. Das Konzept präsentiert einen ganzheitlichen Ansatz für die rehabilitative Behandlung und eine inklusionsorientierte trägerübergreifende Zusammenarbeit im Langzeitverlauf der krankheitsbedingten Behinderung. Zentrale Bestandteile des Phase-E-Konzeptes sind in die moderne Neurorehabilitation eingegangen [40].

In der Auflage von 2023 definiert die Deutsche Rentenversicherung nach Erstversion von 2012 ein aktualisiertes Anforderungsprofil zur Durchführung der medizinisch-beruflich orientierten Rehabilitation (MBOR) im Auftrag der Deutschen Rentenversicherung [37]. Im Sinne der ICF und des Konzeptes der funktionalen Gesundheit wird ein personenzentriertes Vorgehen mit individuell angepassten Rehabilitationsmaßnahmen und -strategien favorisiert, um eine aktive berufliche Integration der Rehabilitanden mit Maßnahmen der medizinischen Rehabilitation der DRV zu erreichen. Dazu wird ein Konzept der indikationsübergreifenden, in drei Stufen gegliederten medizinischen Rehabilitation entworfen:

- *Stufe A:* »beruflich orientierte Basisangebote« einschließlich »Diagnostikbausteinen zur Feststellung erwerbsbezogener Problemlagen und Therapiebausteine zur Arbeitsplatzberatung, Ergonomieschulung, sozialrechtliche Informationen mit Berufsbezug«,
- *Stufe B:* »MBOR-Kernangebote« mit »berufsbezogener Diagnostik, sozialrechtlicher und psychosozialer Beratung in der MBOR, berufsbezogenen Gruppenangeboten, Arbeitsplatztraining«,
- *Stufe C:* »spezifische MBOR-Angebote« zur »Identifikation des weiterführenden Reha-Bedarfs, Erarbeitung einer neuen beruflichen Perspektive sowie Unterstützung der Einleitung ggf. folgender LTA« und den Inhalten »z. B. Belastungserprobung MBOR, Potenzialanalyse«.

Für die Steuerung und korrekte Zuordnung der Rehabilitanden zu den benannten Stufen A bis C erhält die Feststellung einer besonderen beruflichen Problemlage (BBPL) eine zentrale Bedeutung. Im Konzept enthalten sind weiterhin ergänzende Kriterien zur Identifikation von Rehabilitanden mit Behandlungsbedarf der Stufen B und C, wobei alle Rehabilitanden in der medizinischen Rehabilitation der DRV die beruflich orientierten Basisangebote erhalten sollen. Für die Neurorehabilitation konnte der SIMBO-C (Screening-Instrument zur Feststellung des Bedarfs an Medizinisch-Beruflich Orientierter Rehabilitation bei Chronischen Erkrankungen) erfolgreich validiert werden [92, 93] und dient als wichtiger

Bestandteil des Standard-Assessments zur Feststellung einer BBPL und damit zu den MBOR-Stufen B und C, aber auch einer Vorhersage der beruflichen Wiedereingliederung bei Rehabilitanden der neurologischen Phase D [94].

Als zentrales Instrument für eine erfolgreiche berufliche Wiedereingliederung neurologisch erkrankter Menschen mit erhaltenem Arbeitsplatz steht leistungsgerechtlich die »stufenweise Wiedereingliederung« zur Verfügung [16]. Das Instrument der stufenweisen Wiedereingliederung (StW) ist in § 44 SGB IX in Verbindung mit § 74 SGB V verankert. Ziel einer StW ist das schrittweise Heranführen länger oder schwer betroffener Rehabilitanden an den bestehenden Arbeitsplatz mit ärztlich therapeutischer Begleitung, unter Fortbestand der Arbeitsunfähigkeit (AU) für die Dauer der StW. Grundsätzlich ist die Dauer einer StW individuell festzulegen und dem klinischen Verlauf hinsichtlich Tagesarbeitszeit, Tätigkeitsinhalten und zeitlicher Dauer der einzelnen Stufen anzupassen. Gerade bei neurologisch Betroffenen kann eine niedrige Einstiegsstufe von mindestens 2 (bis 3) Stunden täglicher Arbeitszeit mit nachfolgend weiterer flacher Abstufung um jeweils eine Stunde in den ersten Steigerungsstufen, später ggf. 2-Stunden-Steigerungen den individuellen Erfordernissen und dem krankheitsbedingten Leistungsvermögen angepasst sein. Ein zu Beginn der StW entworfener Wiedereingliederungsplan sollte also ärztlich therapeutisch begleitet und bei Bedarf angepasst werden. Die betrieblichen Belange sind durch vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Arbeitgebervertretern, Vorgesetzten, Arbeitskollegen, ggf. Betriebsärzten zu berücksichtigen: eine zentrale Rolle nimmt die beschäftigte Person selbst ein. Unterstützend sind bereits in der medizinischen Rehabilitation geeignete Arbeitsstrukturierung, Kompensationsmittel und Anpassungsstrategien zu prüfen und anzuwenden. Ebenso sollten geeignete »Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben« (LTA) [35] in Form von Zuschüssen zur behinderungsgerechten Gestaltung des Arbeitsplatzes, Leistungen zum Erreichen des Arbeitsplatzes und Leistungen zur Finanzierung einer notwendigen Arbeitsassistenz möglichst schon im Vorfeld geprüft und beantragt werden. Im Rahmen der medizinischen Rehabilitation Phase D kann bei neurologischen Rehabilitanden durch das multiprofessionelle Behandlungsteam und die neurologische Berufstherapie eingeschätzt werden, ob die StW im unmittelbaren Anschluss (bis maximal 4 Wochen nach Beendigung) an die medizinische Rehabilitation als Verfahren der Rentenversicherung (die Betroffenen erhalten für die Dauer der AU »Übergangsgeld« der gesetzlichen Rentenversicherung) oder erst später im Verlauf der Rekonvaleszenz erfolgversprechend begonnen werden kann: dann fällt dem Hausarzt als »Lotse im Gesundheitswesen« eine zentrale Aufgabe in der ärztlich therapeutischen Koordination und Begleitung zu (die Betroffenen erhalten in der AU-Zeit ein »Krankengeld« der gesetzlichen Krankenversicherung). Zu generellen

Aufgabenverteilung der beteiligten Akteure und Zuständigkeit verschiedener Träger (z.B. auch gesetzliche Unfallversicherung, Verletztengeld, u.a.) wird auf die BAR-Arbeitshilfe verwiesen [16]. Erfahrungsgemäß stellt die Gruppe der neurologisch Betroffenen, die erfolgreich durch eine StW an den Arbeitsplatz wiedereingegliedert werden konnten, den größten Anteil dar [19, 21, 23].

Moderne Assessment-Methoden der sozialmedizinischen Leistungsbeurteilung

In der sozialmedizinischen Leistungsbeurteilung kommt im Kontext des Teilhabeziels der erfolgreichen beruflichen Eingliederung neurologisch Erkrankter vor allem dem neurologisch berufstherapeutischen Assessment und der neuropsychologischen Leistungsdiagnostik eine zentrale Bedeutung zu [Übersicht: 30]. Von neuropsychologischer Seite gehören dazu standardisierte und validierte Testverfahren zur Überprüfung der Aufmerksamkeitsleistungen, der Konzentrationsfähigkeit, der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, des verbalen und nonverbalen Gedächtnisses, der visuellen und räumlichen Wahrnehmung und Verarbeitung, des auditiven Sprachvermögens, des Lesens, Schreibens, Rechnens und der Zahlenverarbeitung sowie der exekutiven Funktionen des planerischen Denkens und Handelns. Dazu kommen eingeführte und in den Kliniken regelhaft verwendete Paper/Pencil-Testfahren (Testverfahren zur Aufmerksamkeitstestung d2, u.a.) und vor allem digitalisierte Testverfahren (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Wiener Testsystem (WTS)/Schuhfried, u.a.) entsprechend neuropsychologischer Leitlinienempfehlungen zur Anwendung [46, 55, 65, 88, 96]. Zum Testumfang der Neuropsychologie gehört weiterhin die Durchführung kraftfahreignungsrelevanter Testungen (TAP-M-Fahrtauglichkeit, Wiener Testsystem (WTS), u.a.) [64, 107].

Erweitert wird das umfangreiche neurologisch berufstherapeutische Leistungs-Assessment durch den Screening-Fragebogen SIMBO-C (Screening-Instrument zur Feststellung des Bedarfs an Medizinisch-Beruflich Orientierter Rehabilitation bei Chronischen Erkrankungen) [92, 93], um eine besondere berufliche Problemlage zu erkennen und eine stabile und bedarfsgerechte Zusteuerung der Phase D-Rehabilitanden zulasten des Rentenversicherungsträgers zu den MBOR-Stufen B und C zu generieren [25, 26]. Im Kern der neurologisch berufstherapeutischen Leistungsdiagnostik steht jeweils der individuelle Abgleich des krankheitsbezogenen Leistungsprofils und aktuellen Leistungsvermögens mit dem spezifischen beruflichen Anforderungsprofil, wie er im »Profilabgleich von Arbeitsanforderungen und Leistungsvermögen« (PAL) [27] standardisiert erfolgen kann. Stärken des PAL liegen neben einer guten Konstruktvalidität weiterhin in einer parallelen Abfrage der Fremd-, aber auch der Eigeneinschätzung, was diagnostisch und therapeutisch die wichtige subjektive Dimension

A

Anforderung an Arme und Hände		Pal.R A	Testergebnis Aufnahme	Pal.R E	Testergebnis Entlassung
1	Beidhändiges Arbeiten				
2	Zeigenaues, treffsicheres Greifen/ Fingerfertigkeit				
3	Arbeiten mit Krafteinsatz				
4	Handschriftliches Schreiben kurzer Notizen				
5	ausdauerndes handschriftliches Schreiben				
Bereich Arme/Hände Bei den folgenden Fragen geht es um den motorischen Einsatz von Armen und Händen.					
7	Wie wichtig ist beidhändiges Arbeiten bei ihrer beruflichen Tätigkeit?		Wie beeinträchtigt empfinden Sie dies aktuell?		
8					
9	<input type="radio"/> nicht <input checked="" type="radio"/> wenig <input type="radio"/> mittelmäßig <input type="radio"/> ziemlich <input checked="" type="radio"/> sehr		<input type="radio"/> nicht <input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> mittelmäßig <input checked="" type="radio"/> ziemlich <input type="radio"/> hoch		

B

Aufmerksamkeit		Pal.R A	Testergebnis Aufnahme	Pal.R E	Testergebnis Entlassung
37	schnelles Reagieren auf optische oder akustische Reize				
38	gezielte Aufmerksamkeitswechsel bei wechselnden Reizen				
39	Beachtung mehrerer Reizquellen				
40	Aufmerksamkeit längerer Zeitraum monotone Tätigkeit				
Bereich Aufmerksamkeit Bei den folgenden Fragen geht es um die Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit.					
42	Wie wichtig ist die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum bei monotonen, sich wiederholenden, gleichartigen, einseitigen Tätigkeiten bei ihrer beruflichen Tätigkeit?		Wie beeinträchtigt empfinden Sie dies aktuell?		
<input type="radio"/> nicht <input checked="" type="radio"/> wenig <input type="radio"/> mittelmäßig <input type="radio"/> ziemlich <input type="radio"/> sehr		<input checked="" type="radio"/> nicht <input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> mittelmäßig <input type="radio"/> ziemlich <input type="radio"/> hoch			

Abb. 4: Digitalisierte Form des PAL (Profilabgleich von Arbeitsanforderungen und Leistungsvermögen nach [27])

A: Ausschnitt – PAL, Bereich Arme und Hände, Therapiebereich Ergotherapie

B: Ausschnitt – PAL, Bereich Aufmerksamkeit, Therapiebereich Neuropsychologie

Gegenüberstellung von subjektiven Einschätzungen gegenüber Testergebnissen bei Aufnahme und bei Entlassung; Bewertung Relevanz/Beeinträchtigung: »nicht«, »wenig/leicht«, »mittelmäßig«, »ziemlich«, »sehr/hoch«

Rot: Relevanz und Beeinträchtigung »ziemlich« oder »sehr/hoch«

Grün: Relevanz und Beeinträchtigung »nicht« oder »wenig/leicht« oder »mittelmäßig«

der Rehabilitandin und des Rehabilitanden strukturiert erfasst. 2023 wurde bei den Kliniken Schmieder eine Weiterentwicklung des PAL umgesetzt. Die Erfassung des funktionellen Status erfolgt wo immer möglich über messende Verfahren. Für jeden Therapiebereich wurden sogenannte »Core-Sets« erstellt, die zeitökonomisch messend wesentliche funktionelle Fähigkeiten der Rehabilitanden erfassen. Darüber hinaus werden bedarfsweise weiterführende messende Verfahren und Fragebögen eingesetzt, die zur Abschätzung der beruflichen Teilhabefähigkeit notwendig sind. Der PAL wurde digitalisiert und die von der Berufstherapie erfassten patientenbezogenen Daten können mit den Funktionsparametern aus

den Core-Sets der verschiedenen Therapiebereiche und mit weiteren berufsrelevanten Tests verglichen werden (**Abb. 4**). Ein Ampelsystem hilft allen Behandelnden, berufsrelevante Aspekte in der Diagnostik bei Aufnahme und in der Beurteilung der berufsbezogenen Leistungsfähigkeit bei Entlassung einzubeziehen.

Im Weiteren konnten gute wissenschaftliche Fortschritte in der Durchführung von Belastungstests erzielt werden [29, Übersicht: 30]. Zur Beurteilung der arbeitsbezogenen Belastbarkeit gehört neben einer Testung der hirnschädigungsbedingten neurokognitiven Störungen zunehmend auch eine Diagnostik von kognitiver und von motorischer Belastbarkeitsminderung durch Fatigue (subjektiv empfundene kognitive oder motorische Erschöpfung, Testung mit der Fatigue Scale for Motor and Cognitive Functions (FSMC) [74] oder dem Würzburger Erschöpfungsinventar bei MS (WEIMuS) [47]) und Fatigability (objektiv messbare kognitive und motorische Erschöpfbarkeit infolge Belastung [22, 24, 32, 67, 101]). Der Nachweis einer objektiv messbaren Minderung der zirkadianen Aufmerksamkeitsleistung gelang mit über den Tag verteilten Bestimmungen der TAP-M, Untertest Alertness [22], eine Verschlechterung der motorischen Leistung kann mit einer standardisierten Belastung auf dem Laufband nachgewiesen werden [32, 33]. Die Einschränkungen durch die subjektiv empfundene Fatigue und die objektiv messbare Fatigability ließen sich für Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma und Multiple Sklerose finden [4, 5, 22, 50, 61, 62, 106]. Zur standardisierten berufsorientierten Belastungserprobung gehören auch Belastungstests mit fünf verschiedenen Aufgabenfeldern zu einfachem Kopfrechnen, Sortieren von Firmenverzeichnissen, Rechtschreibfehlersuche in Texten, Rechnungsschreibung und Bearbeitung eines E-Mail-Postfaches als Beispiel für eine klinikinterne neurokognitiv ausgerichtete Belastungserprobung im Bereich von Bürotätigkeiten [29, Übersicht: 30; Parallelversionen abrufbar unter www.dolores-claros-salinas.de]. In Kooperation mit kliniknah gelegenen Betrieben können auch berufstherapeutisch begleitete externe Arbeitsbelastungserprobungen durchgeführt werden: bei positiver Erwerbsprognose, bei ausreichender psychosomatischer Belastbarkeit und in enger persönlicher Abstimmung mit dem Erprobungsbetrieb. Der Verlauf und das Ergebnis der externen Belastungserprobung wird in einem ausführlichen Maßnahmenbericht dokumentiert.

Therapeutische Ansätze der neurologischen Berufstherapie heute

Die neurologische Berufstherapie (NBT) an den Kliniken Schmieder ist in der Therapieplanung und -durchführung an dem übergeordneten Ziel der Teilhabe der Rehabilitanden am Arbeits- und Berufsleben orientiert. Da häufig gerade kognitive Leistungsminderungen eine nachhaltige Einschränkung der Berufs- und Erwerbsfähigkeit bedingen [SHT: 54, 97; Schlaganfall: 48, 99, 109]

und gegenüber motorischen Funktionsstörungen sich stärker hindernd auswirken, wird auch von berufstherapeutischer Seite das berufsbezogene kognitive Leistungsprofil besonders berücksichtigt (Tab. 2). Dazu gehören einerseits das Sprach- und Kommunikationsvermögen, die neurokognitiven Dimensionen der Aufmerksamkeitsleistungen, der verschiedenen Wahrnehmungsfunktionen, des Gedächtnisses, des planerischen Denkens und Handels (exekutive Funktionen) und der Lernfähigkeit, aber auch psychosoziale Dimensionen der Eigenwahrnehmung, Handlungskontrolle und sozialen Passung im beruflichen Kontext. Ein berufsbezogenes Spezialtraining mit Abstimmung auf individuelle Anforderungen am Arbeitsplatz ergänzt die neuropsychologischen Standardtherapien, ein ressourcenorientiertes Training festigt erhaltene Leistungen und fördert den beruflichen Wiedereinstieg, individuelle Kompensations- und Adaptationsmittel für den Einsatz am Arbeitsplatz werden strukturiert erarbeitet und erprobt. Die Therapiehäufigkeit für den Rehabilitanden wird über ein Prioritätenmodell gesteuert: bei hoher Priorität für Berufstherapie erfolgt eine tägliche Behandlung in Einzel- und Gruppenangeboten sowie angeleitetes Eigentraining. Edukation und Vorträge zu sozialrechtlichen und erwerbsbezogenen Informationen, aber auch Einzelberatungen finden zusammen mit dem Sozialdienst statt. Letztere dienen u.a. der Gewährleistung einer wirtschaftlichen Absicherung, Aufklärung über sozialrechtliche Ansprüche, Auslotung von Möglichkeiten einer gelingenden beruflichen und sozialen Teilhabe, sowie Vernetzung mit den vielfältigen externen Akteuren, welche die berufliche Teilhabe unterstützen können.

Klinikstandortübergreifend kommen standardisierte berufsorientierte digitale Therapiemodule zur Anwendung. Interne Arbeitsbelastungserprobungen an allen Standorten erfüllen neben Assessmentfunktion auch bereits therapeutische Inhalte. Es stehen Modellarbeitsplätze für büroübliche Anforderungen an allen Standorten, in den Kliniken Schmieder Gailingen auch handwerklich-technische Modellarbeitsplätze in der Metall- und Holzverarbeitung (Abb. 3), elektrotechnischen/elektronischen Bereich, für EDV-Tätigkeiten, für Pfl egetätigkeiten und Hauswirtschaft zur Verfügung. Die wohnortnahen Einrichtungen in den Ballungszentren Stuttgart und Heidelberg mit angeschlossenen Tageskliniken zur ganztägig ambulanten Versorgung sowie die Klinik mit Tagesklinik in Konstanz für den Bodenseeraum nutzen das Instrument der supervidierten externen Arbeitsbelastungserprobung, auch parallel zur medizinischen Rehabilitation. Im Raum Stuttgart konnte bis 2024 ergänzend eine berufsorientierte Nachsorge, zunächst im Modellprojekt BEREIT (BERufliche REInTegration), später als »sonstige Leistung«, mit der DRV Baden-Württemberg erfolgen, möglichst unmittelbar im Anschluss an eine stationäre oder ganztägig ambulante medizinische Rehabilitation [28]. Es wurden Rehabilitanden rekrutiert, welche Eingliederungshemmnisse aufwiesen, die eine erfolgreiche Rückkehr nur mit therapeutischer Begleitung erwarten ließen. Für eine Dauer von zwei Monaten, in begründeten Fällen auch länger, erfolgte eine berufsorientierte Nachsorge durch einen Reintegrationscoach aus einem multiprofessionellen Team der Bereiche Berufstherapie, Neuropsychologie oder Sozialdienst. In der gezielten Nachsorge auch nach gelungener beruflicher Wiedereingliederung sind externe Unterstützungsangebote konsequent zu nutzen: a) Unterstützung durch das betriebliche Integrationsteam im Rahmen des gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eingliederungsmanagements (BEM) [36], b) Nutzung von Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben, gerade bei innerbetrieblicher Qualifizierung und berufliche Reintegration an einen neuen Arbeitsplatz [35], c) Nutzung von Wiederholungsmaßnahmen zur erneuten Leistungsdiagnostik und intensivierten Intervalltherapie [39], d) Nutzung der Möglichkeit zur Teilerwerbsminderungsberentung und Berentung wegen Erwerbsminderung mit zeitlicher Befristung (Thema »zweite Chance« zur beruflichen Reintegration) [34, 38, 39], e) bei befristeter voller Erwerbsminderungsrente neu seit 2024 als DRV-Leistung: »Zurück in den Beruf ohne Risiko« mit der Möglichkeit, auf Probe bis zu sechs Monate zu arbeiten (www.deutsche-rentenversicherung.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/national/em-rente-arbeitsersprobung.html).

Tab. 2: Moderne berufstherapeutische Behandlungsmaßnahmen

Behandlungsmaßnahme	Beispiele
berufsbezogenes kognitives Training durchführen	<ul style="list-style-type: none"> • Verstehen von Fachtexten • Verfassen von Berichten, Protokollen • Erstellen und Präsentation von Vorträgen • Rechnungserstellung und -kontrolle • Bilanzen lesen • betriebliche Kennzahlen berechnen und analysieren • Planung von Mitarbeiterinsatz u. Arbeitsprozessen • Projektmanagement • Anwendung PC-Programme (CAD, LTP, u.a.) • Programmierung • Abrufen/Erlernen berufsbezogenes Wissen
ressourcenorientiertes Training anwenden	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung betriebliche Unterlagen • Nutzung fachspezifisches Material
Kompensations- und Adaptationsmittel erarbeiten und erproben	<ul style="list-style-type: none"> • Anleitung pausenstrukturierter Arbeitsstil • Strategien zur Störungsabwehr vermitteln • Telefon-/Telefonlisten erstellen • Spracherkennungssoftware und KI nutzen • Smartphone/technische Hilfsmittel nutzen • geeignete Software zur Unterstützung nutzen • ergonomische Arbeitsplatzgestaltung • geeignete Computermaus/Handgelenkspolster
Modellarbeitsplätze zur Arbeitserprobung und Arbeitsbelastung anwenden	<ul style="list-style-type: none"> • kaufmännisch orientierter • technisch orientierte Büroarbeitsplatz • Arbeitsplatz Metall- und Holzverarbeitung • Arbeitsplatz Elektrotechnik/Elektronik • EDV-Arbeitsplatz (CAD, CNC, etc.)
externe Arbeitsbelastungserprobung durchführen	<ul style="list-style-type: none"> • therapeutisch supervidierte Arbeitsbelastungserprobung am vorhandenen Arbeitsplatz

nisse aufwiesen, die eine erfolgreiche Rückkehr nur mit therapeutischer Begleitung erwarten ließen. Für eine Dauer von zwei Monaten, in begründeten Fällen auch länger, erfolgte eine berufsorientierte Nachsorge durch einen Reintegrationscoach aus einem multiprofessionellen Team der Bereiche Berufstherapie, Neuropsychologie oder Sozialdienst. In der gezielten Nachsorge auch nach gelungener beruflicher Wiedereingliederung sind externe Unterstützungsangebote konsequent zu nutzen: a) Unterstützung durch das betriebliche Integrationsteam im Rahmen des gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eingliederungsmanagements (BEM) [36], b) Nutzung von Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben, gerade bei innerbetrieblicher Qualifizierung und berufliche Reintegration an einen neuen Arbeitsplatz [35], c) Nutzung von Wiederholungsmaßnahmen zur erneuten Leistungsdiagnostik und intensivierten Intervalltherapie [39], d) Nutzung der Möglichkeit zur Teilerwerbsminderungsberentung und Berentung wegen Erwerbsminderung mit zeitlicher Befristung (Thema »zweite Chance« zur beruflichen Reintegration) [34, 38, 39], e) bei befristeter voller Erwerbsminderungsrente neu seit 2024 als DRV-Leistung: »Zurück in den Beruf ohne Risiko« mit der Möglichkeit, auf Probe bis zu sechs Monate zu arbeiten (www.deutsche-rentenversicherung.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/national/em-rente-arbeitsersprobung.html).

Ergebnisse der neurologischen Berufstherapie

In zahlreichen aktuellen Übersichtsarbeiten zur Rückkehr an den Arbeitsplatz (Return to Work [RTW]) werden divergente Ergebnisse aus verschiedenen Beobachtungsstudien bei Betroffenen nach erworbener Hirnschädigung [41, 71], nach traumatischer Hirnschädigung [76, 81, 95], nach Schlaganfall [6, 7, 52, 60, 73, 77] und bei Multipler Sklerose [56, 105] berichtet. Die zum Teil erheblichen Unterschiede in den berichteten Erfolgsquoten nach Schlaganfall mit erreichten Arbeitsquoten zwischen 7% und 75,6% [73] werden auf divergente Studienkollektive, unterschiedliche Definitionen der Kriterien für erfolgreiche Rückkehr an den Arbeitsplatz und auf das i. d. R. Fehlen einer Kontrollgruppe in den berücksichtigten Einzelstudien zurückgeführt [44]. Trotzdem können folgende Punkte berichtet werden: a) bei jungen Schlaganfallpatienten im Alter bis 55 Jahren oder im erwerbstätigen Alter bis 65 Jahren berichten zwei Übersichtsarbeiten übereinstimmend eine Zunahme der erfolgreichen Wiedereingliederung deutlich über einen Prognosezeitraum von 6 Monaten nach der erlittenen Hirnschädigung hinaus: 41 % RTW nach 0–6 Monaten, 53 % nach 12 Monaten, 56 % nach 16 Monaten und 66 % nach 24–48 Monaten [45] bzw. 53,2 % RTW nach 6 Monaten, 55,7 % nach 12 Monaten und 67,4 % nach 24 Monaten [44], b) nach Schädel-Hirn-Traumen können Verhaltensauffälligkeiten mit verminderter Impulskontrolle und eingeschränkter Störungswahrnehmung das Arbeitsverhalten langfristig gefährden und bedürfen u. a. psychotherapeutischer Intervention [97, 110], c) auch nach leichtem Schädel-Hirn-Trauma sind neurokognitive Störungen mit Gefährdung der Erwerbsfähigkeit möglich [9, 63], d) bei Multipler Sklerose wirken sich besonders neurokognitive Störungen und Fatigue leistungsmindernd auf die Erwerbstätigkeit aus [18, 78], e) bei Multipler Sklerose ist neben der beruflichen Wiedereingliederung nach Schubereignis vor allem der Verbleib im Arbeitsleben bei Krankheitsprogredienz ein zentrales Thema der Berufstherapie und der sozialmedizinischen Betreuung [43, 111].

Die Literatur zu (positiven und negativen) Prädiktoren einer Erwerbsfähigkeit nach Hirn- und Rückenmarksschädigung ist ebenfalls umfangreich [1, 42, 49, 51, 70, 72, 82, 89, 100, 102, 103, 108]. Claros-Salinas zeigt 2023 [30] eine ausführliche Übersicht zu den in der Literatur variabel berichteten Rückkehraten in eine Erwerbstätigkeit nach Schädel-Hirn-Trauma (SHT), nach Schlaganfall (SA) und bei Multipler Sklerose (MS): 11%–82% nach SHT, 7%–85% nach SA und durchschnittlich 59% nicht mehr Erwerbstätige im Verlauf einer MS [30]. Als negativer Prädiktor wird ein hoher Schweregrad der Hirnschädigung bei SHT und SA gefunden, leichtgradige Hirnschädigungen sind generell mit einer besseren Erwerbsprognose verbunden. Ein hoher prämorbid Ausbildungszustand, ein vorhandener Arbeitsplatz, langjährige Berufserfahrung und Ange-

stellten-Beschäftigung (»white collar employment«) begünstigen eine berufliche Wiedereingliederung. Eine kognitive Dysfunktion in den Bereichen Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Exekutivfunktion wirkt sich negativ auf die berufliche Wiedereingliederung aus, ist aber neuropsychologischen und neurokognitiv berufstherapeutischen Interventionen zugänglich. Zu den kognitiven Einschränkungen können kognitive Fatigue (subjektiv empfundenes Erschöpfungs-/Müdigkeitssyndrom) und Fatigability (objektiv messbarer kognitiver Leistungsabfall) gerechnet werden und sollten ebenfalls spezifisch therapeutisch angegangen werden. Im Bereich Sprache und Kommunikation wirken sich einerseits aphasische Sprachstörungen, aber auch neurokognitiv bedingte Dysphasien bzw. kognitive Kommunikationsstörungen prognostisch negativ aus und bedürfen einer multiprofessionellen Behandlung durch Logopädie, Neuropsychologie und Berufstherapie. Schließlich haben auch Faktoren im Bereich Verhalten, Arbeitsverhalten und Emotion eine prognostische Bedeutung: Depression, Angststörungen und posttraumatische Belastungsstörungen wirken sich als negative Kofaktoren aus und in der Krankheitsverarbeitung sind eine gestörte Selbstwahrnehmung, eine mangelnde Störungseinsicht, eine verminderte Therapiemotivation und unrealistische berufliche Ziele klinisch relevante Hindernisse beruflicher Reintegration. Bei wechselseitiger Beeinflussung der benannten Faktoren ist eine korrekte Prognose im Individualfall auch nach ausführlichem berufsbezogenen Assessment nur bedingt möglich [31, 68, 85].

Die wissenschaftliche Literatur liefert derzeit schwache bis moderate Evidenz für die generelle Wirksamkeit einer neurologischen Berufstherapie [2, 3, 53, 57, 59, 66, 73, 90]. Für sogenannte »work-directed«-Ansätze unter Berücksichtigung des individuellen Arbeitsplatzes, gemeinsamer Wiedereingliederungsplanung von Patient, Therapeut und Arbeitgeber, Anwendung von möglichen Arbeitsadaptationen und Einbindung der Arbeitgeberseite in den Reintegrationsprozess ließen sich jedoch klarere Wirksamkeitsevidenzen finden [69, 98]. Dies entspricht auch den therapeutischen Erfahrungen und den Rückmeldungen der Rehabilitanden: evidenz- und erfahrungsbasiert ist von einer positiven Wirkung einer neurologischen Berufstherapie mit ganzheitlichem Ansatz und neurokognitivem Schwerpunkt auszugehen. Bereits 1980 berichtet Schmieder von einer Befragung bei 1664 männlichen Schädel-Hirn-Traumapatienten (mindestens 2 Jahre zurückliegend, mittelgradige Schwere) im Alter von 21 bis 45 Jahren: der Unfall habe ihre berufliche Situation verschlechtert, gaben 45% an, keine Veränderung in 33%, berufliche Lage verbessert in 20% [84]. Aus einer Kohorte von 246 Rehabilitanden des Neurologischen Rehabilitationszentrum Tagesklinik Stuttgart von 07/1997 bis 08/1998 berichteten die zuvor erwerbstätigen Rehabilitanden 6 Monate nach ambulanter Rehabilitation in 41,8% eine subjektive Verbesserung der Belastbarkeit im Erwerbsleben, in 23,3%

keine Veränderung und in 17,4 % eine Verschlechterung (17,4 % keine Angaben). Bei einer Erwerbstätigkeitsquote von 60,0 % vor der Rehabilitationsmaßnahme (übrige: 6,2 % arbeitslos bzw. arbeitssuchend, 32,3 % nicht erwerbstätig) waren 6 Monate nach der Rehabilitationsmaßnahme 37,2 % erwerbstätig (Rückkehr an den Arbeitsplatz, RTW der zuvor Erwerbstätigen: 62 %): am bestehenden Arbeitsplatz 22,1 % arbeitsfähig und ganztags tätig, 7,0 % arbeitsfähig und halbtags tätig, 3,5 % arbeitsfähig und stundenweise tätig; an neuer Arbeitsstelle 2,3 % arbeitsfähig und ganztags tätig [86]. Claros-Salinas berichtet 2000 über eine Neurologische Berufstherapie-Stichprobe von 108 stationären Rehabilitanden der Kliniken Schmieder Konstanz [19]. Kognitive Leistungsdefizite betrafen in 68 % die Aufmerksamkeit, in 56 % das Gedächtnis, in 35 % die Exekutivfunktionen, in 21 % visuell-räumliche und -konstruktive Leistungen, in 14 % aphasische Sprachstörungen und in 35 % nicht-aphasische Sprachstörungen. Bei 75 Rehabilitanden (69,4 %) konnte eine stufenweise Wiedereingliederung empfohlen werden, die bei 63 Rehabilitanden durchgeführt wurde. Bei 52 erfolgreichen Rückkehrern an den Arbeitsplatz beträgt die RTW 52 von 108 (48,1 % »Intention-to-Treat«) bzw. 52 von 63 mit StW (82,5 % »Per Protocol«). In einer weiteren Stichprobe von 107 stationären Rehabilitanden mit erworbener Hirnschädigung (61 % Schlaganfall, 14 % Tumor, 13 % SHT, 7,4 % entzündliche Hirnkrankheiten, 4,6 % sonstige; 100 % in Arbeit bis Ereignis) findet Claros-Salinas in der Katamnese frühestens 6 Monate nach Rehabilitationsmaßnahme eine Rückkehrquote von 55 %, erneut für die Untergruppe der Rehabilitanden mit Empfehlung zur stufenweisen Wiedereingliederung eine Rückkehrquote von 75 % [20].

Schlussfolgerungen und Ausblick

Verglichen mit der Anfangszeit der Neurorehabilitation hat sich die Situation der neurologischen Berufstherapie deutlich in eine positive Richtung weiterentwickelt:

- a) Die rechtlichen Rahmenbedingungen für Hirn- und Rückenmarksgeschädigte haben sich deutlich verbessert, das Leistungsspektrum ist deutlich umfangreicher und spezifischer ausgeprägt (SGB IX, Bundesteilhabegesetz, stufenweise Wiedereingliederung, Phase E, Phase II, BEM, u. a.).
- b) Zur sozialmedizinischen Leistungsbeurteilung stehen wissenschaftlich validierte Verfahren der Neuropsychologie, aber auch Assessment-Verfahren der neurologischen Berufstherapie zur Verfügung (TAP, u. a.; PAL, Belastungstestungen).
- c) Fatigue (subjektiv empfundene Müdigkeit/Erschöpfung) und Fatigability (objektiv messbare Belastbarkeitsminderung) sind psychometrisch erfassbar und in der Performance messbar (TAP-Alertness im Tagesverlauf, Laufbandbelastung).
- d) Die medizinisch-berufliche Neurorehabilitation mit individuellen berufsbezogenen Rehabilitationszie-

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 275 – 286 | <https://doi.org/10.14624/NR2504012> | © Hippocampus Verlag 2025

Social medical performance assessment and neurological occupational therapy

R. van Schayck, M. Lillemeier, M. Jonk, S. Pössel, T. Unger

Abstract

The basic principles of socio-medical performance assessment and neurological vocational therapy have already been developed in the first decades of the Kliniken Schmieder: vocational guidance committee for case consultation with the social institutions, vocational therapy with work therapy and practical work trials at Kliniken Schmieder Gailingen, conceptual orientation of multi-professional neurorehabilitation towards performance assessment, performance prognosis, early integration of socio-therapeutic and vocational therapy, and a holistic rehabilitation goal of all physical, mental and emotional abilities and social and occupational performance. To date, a differentiated range of support options for neurological patients for occupational reintegration has been developed by various social institutions on the basis of a further developed legal foundation. Modern concepts of neurological vocational therapy use standardized assessment procedures and evidence-based treatment methods for the relevant limitations of earning capacity in the areas of cognition, communication and work behavior. This means that even people with brain injury can often successfully return to work.

Keywords: work ability assessment, neurological vocational therapy, return to work

len und ganzheitlichem Ansatz ist bereits früher Bestandteil der medizinischen Rehabilitation in der stationären und (ganztägig) ambulanten Phase D.

- e) Es gelingt eine umfassende berufstherapeutische und multiprofessionelle Behandlung der psychischen, physischen und sozialen Aspekte der Betroffenen, u. a. zur Vorbereitung einer stufenweisen Wiedereingliederung mit hoher Rückkehrquote an den bestehenden Arbeitsplatz auch bei neurologisch betroffenen Rehabilitanden.
- f) Die Rehabilitationskette ist mit stationären, ganztägig ambulanten und ambulanten Angeboten mit medizinisch-beruflichem therapeutischen Inhalt ausdifferenziert und erfolgt zunehmend wohnortnah, arbeitsortnah bzw. arbeitsplatzbezogen.
- g) Als medizinisch-beruflich orientierte, aber nicht kongruente Konzepte der beruflichen Rehabilitation stehen das MBOR-Konzept der deutschen Rentenversicherung im Rahmen der medizinischen Rehabilitation und die medizinisch-berufliche Rehabilitation Phase II als Erweiterung der medizinischen Rehabilitation zur Verfügung.

Bei verbesserten berufstherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten sind verlängerte Behandlungs- und Coachingmöglichkeiten für die Betroffenen zu nutzen. Eine Begleitung der Rehabilitanden und Gestaltung einer beruflich orientierten Rehabilitation »lange genug«, d. h. mindestens 12–24 Monate nach Ereignis ist sinnvoll. Konzeption und Durchführung von Nachsorgeprogrammen wie »Bereit« können dazu einen Beitrag leisten. Die

Organisation und Durchführung weiterer Präventions- und spezifischer Nachsorgeprogramme einschließlich Telerehabilitation, hybrider Präsenz-/Telerehabilitation, digitaler Gesundheitsanwendungen (DiGA-Verzeichnis, www.diga.bfarm.de/de), IRENA (Intensivierte Rehabilitationsnachsorge, Therapiefeld II: klinische Psychologie, Arbeitstherapie, klinische Sozialarbeit, www.deutsche-rentenversicherung.de/DRV/DE/Reha/Reha-Nachsorge/IRENA), RV Fit (Präventionsprogramm der DRV Bund, speziell für Berufstätige, www.rv-fit.de), rehapro (Modellvorhaben zur Stärkung der Rehabilitation, innovative Wege zur Teilhabe am Arbeitsleben des BMAS, www.modellvorhaben-rehapro.de), rehapro BETA-MeH (bedarfsfokussierte Teilhabe am Arbeitsleben für Menschen mit erworbenen Hirnschädigungen, Modellprojekt im Kölner Raum im Auftrag der DRV Bund, www.berchtold-consulting.de/de/themen/news), u. a. kann positive Behandlungsergebnisse stabilisieren und weiter steigern. Die technische Nutzung von KI zur Nachsorge ist zukünftig verstärkt zu erwarten [58].

Literatur

- Aas RW et al. Who among patients with acquired brain injury returned to work after occupational rehabilitation? The rapid-return-to-work-cohort-study. *Disabil Rehabil* 2018; 40(21): 2561–2570
- Adams RA et al. Post-acute brain injury rehabilitation for patients with stroke. *Brain Inj* 2004; 18(8): 811–823
- Algethamy H. Baseline Predictors of Survival, Neurological Recovery, Cognitive Function, Neuropsychiatric Outcomes, and Return to Work in Patients after a Severe Traumatic Brain Injury: an Updated Review. *Mater Sociomed* 2020; 32(2): 148–157
- Alghamdi I et al. Prevalence of fatigue after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Eur Stroke J*. 2021; 6(4): 319–332
- Ali A et al. Fatigue After Traumatic Brain Injury: A Systematic Review. *J Head Trauma Rehabil* 2022; 37(4): E249–E257
- Ashley KD et al. Return to work among stroke survivors. *Workplace Health Saf* 2019; 67(2): 87–94
- Bartonicikova D et al. Return to work after ischaemic stroke in young adults: a scoping review. *Cent Eur J Public Health* 2024; 32(2): 108–118
- Beauftragter der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen. Die UN-Behindertenrechtskonvention. Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen. 2025, www.behindertenbeauftragter.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bloom B et al. A systematic review and meta-analysis of return to work after mild Traumatic brain injury. *Brain Inj* 2018; 32(13–14): 1623–1636
- Bundesarbeitsgemeinschaft der medizinisch-beruflichen Rehabilitationseinrichtungen. Positionspapier der Bundesarbeitsgemeinschaft der medizinisch-beruflichen Rehabilitationseinrichtungen e.V. (Phase II). 2016; www.mbreha.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Rahmenempfehlungen ambulanten neurologischen Rehabilitation. Frankfurt, 2005, ISSN: 0933-8462, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). ICF-Praxisleitfaden 3 für das Krankenteam. Trägerübergreifende Informationen und Anregungen für die praktische Nutzung der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). Frankfurt, 2010, ISBN 978-3-9813712-0-8, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Empfehlungen zur medizinisch-beruflichen Rehabilitation in der Neurologie. Frankfurt, 2011, ISBN 978-3-9813712-8-4, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Phase E der neurologischen Rehabilitation, Empfehlungen. Frankfurt, 2013, ISBN 978-3-943714-12-8, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). ICF-Praxisleitfaden 4. Berufliche Rehabilitation. Trägerübergreifende Informationen und Anregung für die praktische Nutzung der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). Frankfurt, 2016, ISBN 978-3-943714-22-7, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Stufenweise Wiedereingliederung. Arbeitshilfe. Frankfurt, 2023, ISBN 978-3-943714-79-1, www.bar-frankfurt.de, abgerufen am 30.04.2025
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Broschüre: Das neue Bundesteilhabegesetz, 2016 und »Bundesteilhabegesetz«, www.bmas.de, abgerufen am 30.04.2025
- Clemens L, Langdon D. How does cognition relate to employment in multiple sclerosis? A systematic review. *Mult Scler Relat Disord* 2018; 26: 183–191
- Claros-Salinas D et al. Berufliche Neurorehabilitation innerhalb medizinischer Rehabilitationsphasen: Behandlungskonzept und Evaluation anhand katamnästischer Daten. *Neurol Rehabil* 2000; 6(2): 82–92
- Claros-Salinas. Neurologische Berufstherapie – Evaluation kognitiver Leistungsdaten und beruflicher Wiedereingliederungsverläufe bei neurologischen Patienten. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors der Naturwissenschaften (dr. rer. nat.) an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Sektion, Fachbereich Psychologie, Universität Konstanz, 2004
- Claros-Salinas D. Stufenweise Wiedereingliederung nach berufsorientiertem neurokognitivem Training – Verläufe und Ergebnisse. In: Müller-Fahrmow W, Hansmeier T, Karoff M (Hrsg). Wissenschaftliche Grundlagen der medizinisch-beruflich orientierten Rehabilitation – Assessments – Interventionen – Ergebnisse. Lengerich: Pabst Science Publishers 2006, 389–399
- Claros-Salinas D et al. Fatigue-related diurnal variations of cognitive performance in multiple sclerosis and stroke. *J Neurol Sci* 2010; 295(1): 75–81
- Claros-Salinas D et al., Zurück in den Beruf – subjektive und objektive Perspektiven berufsorientierter Neurorehabilitation. *Neurol Rehabil* 2012; 18(5): 275–290
- Claros-Salinas D et al. Induction of cognitive fatigue in MS patients through cognitive and physical load. *Neuropsychol Rehabil* 2013; 23(2): 182–201
- Claros-Salinas D et al. MBOR in der Neurologie: Steuerungsalgorithmus und retrospektive Fall-Distribution. *DRV-Schriften* 2014; 103: 369–371
- Claros-Salinas et al. MBOR in der Neurologie – Bedarf und Therapiesteuerung. *Neuroreha* 2016; 8(1): 28–34
- Claros-Salinas D, Streibelt M. Profilabgleich von Arbeitsanforderungen und Leistungsvermögen (PAL): Ein Instrument zur Unterstützung der MBOR-Therapiesteuerung in der neurologischen Rehabilitation. *DRV-Schriften* 2016; 109: 223–224
- Claros-Salinas D, Unger T. Modellprojekt BEREIT – Ergebnisse berufsorientierter Nachsorge in der neurologischen Rehabilitation. *DRV-Schriften* 2018; 113: 352–354
- Claros-Salinas D et al. Interne MBOR-Belastungsprüfung: Ergebnisse eines standardisierten neurokognitiven Prüfverfahrens. *DRV-Schriften* 2019; 117: 59–61
- Claros-Salinas D. Berufliche Teilhabe und Wiedereingliederung in der Neurorehabilitation. *Fortschritte der Neuropsychologie*, Band 25. Hogrefe, Göttingen, 2023
- Cuthbert JP et al. Ten-Year Employment Patterns of Working Age Individuals After Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: A National Institute on Disability and Rehabilitation Research Traumatic Brain Injury Model Systems Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015; 96(12): 2128–2136
- Dettmers C, Schmidt R, Jöbges M. Fatigue und Fatigability bei Multipler Sklerose – Leistungsbeurteilung. *Rehabilitation (Stuttg)*. 2020; 59(6): 327–329
- Dettmers C, Marchione S, Weimer-Jaekel A, Godde B, Jöbges M. Cognitive Fatigability, not Fatigue predicts employment status in patients with MS three months after rehabilitation. *Mult Scler Relat Disord*. 2021; 56: 103215
- Deutsche Rentenversicherung (DRV) Bund. Leitlinien für die sozialmedizinische Begutachtung. Sozialmedizinische Beurteilung bei neurologischen Krankheiten. Juli 2010, www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
- Deutsche Rentenversicherung (DRV) Bund. Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben (LTA). Rahmenkonzept der Deutschen Rentenversicherung. Stand: 21. August 2018, www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
- Deutsche Rentenversicherung (DRV) Bund. Starker Service. Starke Firma. Leitfaden zum Betrieblichen Eingliederungsmanagement (BEM). Der Firmenservice der Deutschen Rentenversicherung berät

und informiert. 6. Auflage, 05/2023, www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025

37. Deutsche Rentenversicherung (DRV) Bund. Medizinisch-beruflich orientierte Rehabilitation. Anforderungsprofil zur Durchführung der Medizinisch-beruflich orientierten Rehabilitation (MBOR) im Auftrag der Deutschen Rentenversicherung. Aktualisierte Auflage: 30.10.2023, www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
38. Deutsche Rentenversicherung (DRV) Bund. Erwerbsminderungsrente: Das Netz für alle Fälle. 19. Auflage 7/2024, www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
39. Deutsche Rentenversicherung (DRV) Bund. Der ärztliche Reha-Entlassungsbericht. Leitfaden zum einheitlichen Entlassungsbericht in der medizinischen Rehabilitation der gesetzlichen Rentenversicherung. Stand: 01/2025, www.deutsche-rentenversicherung.de, abgerufen am 30.04.2025
40. Dohle C, Schrader M. Neurorehabilitation. Nervenarzt 2024; 95(12): 1148–1157
41. Donker-Cools BHPM et al. Effective return-to-work interventions after acquired brain injury: A systematic review. Brain Inj 2016; 30(2): 113–131
42. Donker-Cools BHPM et al. Prognostic factors of return to work after traumatic or non-traumatic acquired brain injury. Disabil Rehabil 2016; 38(8): 733–741
43. Dorstyn DS et al. Employment and multiple sclerosis: A meta-analytic review of psychological correlates. J Health Psychol 2019; 24(1): 38–51
44. Duong P et al. Operational definitions and estimates of return to work poststroke: a systematic review and meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil 2018; 100(6): 1140–1152
45. Edwards JD et al. Return to work after young stroke: a systematic review. Int J Stroke 2018; 13(3): 243–256
46. Fimm B et al., Diagnostik und Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen bei neurologischen Erkrankungen, S2e-Leitlinie, 2023, In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 30.04.2025)
47. Flachenecker P et al. »Fatigue« bei Multipler Sklerose. Entwicklung und Validierung des »Würzburger Erschöpfungsinventars bei MS«. Nervenarzt 2006; 77(2): 165–174
48. Fridé Y et al. What are the correlates of cognition and participation to return to work after first ever mild stroke? Top Stroke Rehabil 2015; 22(5): 317–325
49. Garrelfs SF et al. Return-to-work in patients with acquired brain injury and psychiatric disorders as a comorbidity: A systematic review. Brain Inj 2015; 29(5): 550–557
50. Gervais C et al. Non-pharmacological interventions for sleep disruptions and fatigue after traumatic brain injury: a scoping review. Brain Inj 2024; 38(6): 403–416
51. Glader EL et al. Socioeconomic factors' effect on return to work after first stroke. Acta Neurol Scand 2017; 135(6): 608–613
52. Green TL et al. Understanding return to work after stroke internationally: a scoping review. J Neurosci Nurs 2021; 53(5): 194–200
53. Howe EI et al. Effectiveness of Combining Compensatory Cognitive Training and Vocational Intervention vs. Treatment as Usual on Return to Work Following Mild-to-Moderate Traumatic Brain Injury: Interim Analysis at 3 and 6 Month Follow-Up. Front Neurol 2020; 11: 561400
54. Howlett JR et al. Mental Health Consequences of Traumatic Brain Injury. Biol Psychiatry. 2022; 91(5): 413–420
55. Karnath H.-O., Schenk T. et al., Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition, 2023, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 30.04.2025)
56. Kavaliunas A et al. Socioeconomic consequences of multiple sclerosis – a systematic literature review. Acta Neurol Scand 2021; 143(6): 587–601
57. Khan F et al. Effectiveness of vocational rehabilitation intervention on the return to work and employment of persons with multiple sclerosis. Cochrane Database Syst Rev 2009; 2009(1): CD007256
58. Kopalli SR et al. Artificial intelligence in stroke rehabilitation: From acute care to long-term recovery. Neuroscience 2025: 572: 214–231
59. Kumar KS et al. Cognitive rehabilitation for adults with traumatic brain injury to improve occupational outcome. Cochrane Database Syst Rev 2017; 6(6): CD007935
60. La Torre G et al. Factors that facilitate and hinder the return to work after stroke: an overview of systematic reviews. Med Lav 2022; 113: e2022029
61. Loy BD et al. Relationship between perceived fatigue and performance fatigability in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. J Psychosom Res. 2017; 100: 1–7
62. Lukoschek C, Sterr A, Claros-Salinas D, Gütlér R, Dettmers C. Fatigue in Multiple Sclerosis Compared to Stroke. Front Neurol. 2015 May 26; 6: 116
63. Mani K et al. Cognition and return to work after mild/moderate traumatic brain injury: a systematic review. Work 2017; 58(1): 51–62
64. Marx P et al. Fahreignung bei Hirngefäßerkrankungen, Positionspapier der DGNB, DGN, DGNC, DGNR, DSG und GNP. Nervenarzt 2019; 90(3): 388–398
65. Müller S. V., Klein T. et al., Diagnostik und Therapie von exekutiven Dysfunktionen bei neurologischen Erkrankungen, S2e-Leitlinie, 2019, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 30.04.2025)
66. Mullins A et al. Occupational therapy interventions in facilitating return to work in patients with traumatic brain injury: A systematic review. Work 2025: 10519815251317411
67. Neumann M, Sterr A, Claros-Salinas D, Gütlér R, Ulrich R, Dettmers C. Modulation of alertness by sustained cognitive demand in MS as surrogate measure of fatigue and fatigability. J Neurol Sci. 2014; 340(1–2): 178–182
68. Novack TA et al. Outcome after traumatic brain injury: pathway analysis of contributions from premorbid, injury severity, and recovery variables. Arch Phys Med Rehabil. 2001; 82(3): 300–305
69. Ntsiea MV et al. The effect of a workplace intervention programme on return to work

MOTomed®

Mit passiver, assistiver und aktiver MOTomed Bewegungstherapie die Rehabilitation unterstützen.



Ihr Plus bei MOTomed

- + Wissenschaftlich belegt und langjährig erprobt
- + Intuitive Bedienung
- + Optimales Hygienekonzept
- + 12" Touch-Bildschirm
- + Beine und Arme einzigartig simultan trainieren



www.motomed.de
07374 18-84

RECK

- after stroke: a randomised controlled trial. *Clin Rehabil* 2015; 29(7): 663–673
70. Nuccio E et al. The needs and difficulties during the return to work after a stroke: a systematic review and meta-synthesis of qualitative studies. *Disabil Rehabil* 2024; 46(21): 4901–4914
 71. O'Keefe S et al. A systematic scoping review of work interventions for hospitalised adults with an acquired neurological impairment. *J Occup Rehabil* 2019; 29: 569–584
 72. Orange C et al. Determinants of Return to Work After a Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2024; 105(2): 359–368
 73. Pearce G et al. Interventions to facilitate return to work after stroke: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20(15): 6469
 74. Penner IK, Raselli C, Stöcklin M, Opwis K, Kappos L, Calabrese P. The Fatigue Scale for Motor and Cognitive Functions (FSMC): validation of a new instrument to assess multiple sclerosis-related fatigue. *Mult Scler*. 2009; 15(12): 1509–1517
 75. Persönliche Mitteilung Dr. G. Rothacher, Ärztliche Leitung Kliniken Schmieder Gailingen im Ruhestand anhand schriftlicher Dokumente des Klinikgründers, Bibliothek Kliniken Schmieder Gailingen
 76. Petty J et al. Scoping review of return-to-work interventions for persons with traumatic brain injury. *Disabil Rehabil* 2024; 46(15): 3243–3255
 77. Proffitt R et al. Interventions to improve social participation, work, and leisure among adults poststroke: a systematic review. *Am J Occup Ther* 2022; 76: 7605205120
 78. Ramirez AO et al. Prevalence and burden of multiple sclerosis-related fatigue: a systematic literature review. *BMC Neurol* 2021; 21(1): 468
 79. Rehafutur. Ergebnisbericht des Entwicklungsprojektes von Rehafutur. Kurzfassung. Deutsche Akademie für Rehabilitation e.V., Deutsche Vereinigung für Rehabilitation e.V. 2012, www.dvfr.de, abgerufen am 30.04.2025
 80. Rollnik JD. Die medizinisch-berufliche Rehabilitation in der Neurologie. *Akt Neurol* 2013; 40(5): 274–278
 81. Saltychev M et al. Return to work after traumatic brain injury: systematic review. *Brain Inj* 2013; 27(13–14): 1516–1527
 82. Scaratti C et al. Work-related difficulties in patients with traumatic brain injury: a systematic review on predictors and associated factors. *Disabil Rehabil* 2017; 39(9): 847–855
 83. Schmieder F (Hrsg.) Hirnklinische Informationen. Das Spezifische eines Rehabilitationskrankenhauses. Nr. 3, Februar 1979. Kliniken Dr. Schmieder Gailingen und Allensbach. Archiv Kliniken Schmieder Gailingen
 84. Schmieder F. Prognose der beruflichen Rehabilitation von hirnerkrankten Erwachsenen. In: Goetz E, Rauschenbach HH (Hrsg.): Die Prognose und Rehabilitation des Schädel-Hirn-Traumas. 18. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Hirntraumatologie und Klinische Hirnpathologie. Thieme, Stuttgart 1980
 85. Schönberger M et al. Prediction of functional and employment outcome 1 year after traumatic brain injury: a structural equation modelling approach. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2011; 82(8): 936–941
 86. Schönle PW, Leyhe T. Ambulante neurologische Rehabilitation. Konzept – Praxis – Outcome. Rehabilitationswissenschaftliche. Bad Honnef: Hippocampus-Verlag 2000, ISBN 3-9806107-2-1
 87. Schönle PW, Lecheler J (Hrsg.). Integrierte medizinisch-berufliche Rehabilitation – Grundlagen, Praxis, Perspektiven. Rehabilitationswissenschaftliche Reihe, Band V. Bad Honnef: Hippocampus Verlag 2007, ISBN 978-3-936817-25-6
 88. Schulte-Körne G et al. S3-Leitlinie: Diagnostik und Behandlung der Rechenstörung. 2018. awmf.org, abgerufen am 30.04.2025
 89. Schwarz B, Claros-Salinas D, Streibelt M. Meta-Synthesis of Qualitative Research on Facilitators and Barriers of Return to Work After Stroke. *J Occup Rehabil* 2018; 28(1): 28–44
 90. Shaw E et al. What is the volume, quality and characteristics of evidence relating to the effectiveness and cost-effectiveness of multi-disciplinary occupational health interventions aiming to improve work-related outcomes for employed adults? An evidence and gap map of systematic reviews. *Campbell Syst Rev* 2024; 20(2): e1412
 91. Spranger M et al. Rahmenempfehlungen zur medizinisch-beruflichen Rehabilitation in der Neurologie (phasen D und E). *Prävention und Rehabilitation* 2007; 19(2): 81–91
 92. Streibelt M. Validität und Reliabilität eines Screening-Instruments zur Erkennung besonderer beruflicher Problemlagen bei chronischen Krankheiten (SIMBO-C). *Rehabilitation* 2009; 48(3): 135–144
 93. Streibelt M, Claros-Salinas C. Konkurrente Validität des SIMBO-C bei neurologischen Patienten in der Rehabilitation der Phase D. *DRV-Schriften* 2016; 109: 221–222
 94. Streibelt M, Claros-Salinas D. Nutzen des SIMBO-Screenings bei der Vorhersage der beruflichen Wiedereingliederung bei Personen mit neurologischen Erkrankungen nach der Phase-D-Rehabilitation. *DRV-Schriften* 2017; 111: 54–56
 95. Sveen U et al. Rehabilitation interventions after traumatic brain injury: a scoping review. *Disabil Rehabil* 2022; 44(4): 653–660
 96. Thöne-Otto, A. et al., Diagnostik und Therapie von Gedächtnisstörungen bei neurologischen Erkrankungen, S2eLeitlinie, 2020, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am 30.04.2025)
 97. Togher L et al. INCOG 2.0 Guidelines for Cognitive Rehabilitation Following Traumatic Brain Injury, Part IV: Cognitive-Communication and Social Cognition Disorders. *J Head Trauma Rehabil*. 2023; 38(1): 65–82
 98. Trexler LE et al. Prospective randomized controlled trial of resource facilitation on community participation and vocational outcome following brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 2010; 25(6): 440–446
 99. van der Kemp J et al. Return to work after mild-to-moderate stroke: work satisfaction and predictive factors. *Neuropsychol Rehabil* 2019; 29(4): 638–653
 100. Van Deynse H et al. Predictors of return to work after moderate-to-severe traumatic brain injury: a systematic review of current literature and recommendations for future research. *Disabil Rehabil* 2022; 44(20): 5750–5757
 101. Van Geel F et al. Measuring walking-related performance fatigability in clinical practice: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2020; 56(1): 88–103
 102. van Velzen JM et al. Prognostic factors of return to work after acquired brain injury: a systematic review. *Brain Inj* 2009; 23(5): 385–395
 103. van Velzen JM et al. Factors influencing return to work experienced by people with acquired brain injury: a qualitative research study. *Disabil Rehabil* 2011; 33(23–24): 2237–2246
 104. Verband Deutscher Rentenversicherungsträger (VDR, Herausgeber): Phaseneinteilung in der neurologischen Rehabilitation. *Rehabilitation* 1995; 34: 119–127
 105. Vitturi BK et al. Occupational outcomes of people with multiple sclerosis: a scoping review. *BMJ Open* 2022; 12(7): e058948
 106. Walker LAS et al. Cognitive Fatigability Interventions in Neurological Conditions: A Systematic Review. *Neurol Ther*. 2019; 8(2): 251–271
 107. Wallesch CW. Fahreignung bei neurologischen Erkrankungen. *Fortschr Neurol Psychiatr*. 2018; 86(1): 18–19
 108. Wang YC et al. Important factors influencing the return to work after stroke. *Work* 2014; 47(4): 553–559
 109. Westerlind E et al. Very early cognitive screening and return to work after stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2019; 26(8): 602–607
 110. Wheeler S et al. Cognitive Behavioral Therapy Interventions for Adults With Traumatic Brain Injury (2013–2020). *Am J Occup Ther* 2022; 76(Suppl 2): 7613393160
 111. Zarghami A et al. Changes in employment status over time in multiple sclerosis following a first episode of central nervous system demyelination, a Markov multistate model study. *Eur J Neurol* 2024; 31(1): e16016

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Martina Lillemeier
Stellvert. Ärztliche Leitung
Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen
Neurologisches Rehabilitationszentrum auf der Schillerhöhe
Solitudestr. 20
70839 Gerlingen
m.lillemeier@kliniken-schmieder.de

Schmerzmanagement in der Neurorehabilitation – Update einer evidenzbasierten SOP der Kliniken Schmieder

Teil 1 – Grundlagen interdisziplinärer, multimodaler Schmerzbehandlung

R. van Schayck¹, C. Herrmann²

¹ Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen

² Kliniken Schmieder Gailingen

Zusammenfassung

Schmerzen kommen in der Neurorehabilitation regelhaft vor. Sie verursachen schmerzbedingtes Leiden, mindern die Lebensqualität und beeinträchtigen das rehabilitative Outcome. Akute Schmerzen bedürfen einer raschen diagnostischen Abklärung und analgetischen Behandlung. Chronische Schmerzen werden in der Neurorehabilitation multimodal mit einem interdisziplinären Konzept behandelt. Wichtige Komponenten des Schmerzmanagements umfassen Kenntnisse zu angepassten Behandlungsalgorithmen bei nozizeptiven, peripheren und zentralen neuropathischen und noziplastischen Schmerzformen, zu den neurophysiologischen Grundlagen der neuronalen Schmerzwahrnehmung und Schmerzverarbeitung und zur neuen

Klassifikation chronischer Schmerzen in der ICD-11. Vorge stellt werden weiterhin Grundlagen der Therapiezielformulierung bei Schmerzen, der gezielten Schmerzerfassung, der Schmerzprophylaxe und Schmerzedukation, der psychologischen Schmerztherapie, der funktionell übenden Schmerztherapie einschließlich Spiegeltherapie und Graded Motor Imagery und der physikalischen Therapie bei Schmerz. Berichtet werden neue Methoden zur Schmerztherapie wie Virtuelle Realität (VR). Ein effektives Schmerzmanagement in der Neurorehabilitation basiert auf einem bio-psycho-soziales Schmerzverständnis und zielt therapeutisch bei den Betroffenen auf eine Verbesserung der Teilhabe an Freizeit, Familie, Beruf und Gesellschaft.

Schlüsselwörter: neurologische Rehabilitation, akuter Schmerz, chronischer Schmerz, Schmerzmanagement, multimodale Schmerztherapie

Einleitung

Eine große Stärke der Neurorehabilitation ist die Integration medizinisch-ärztlicher Aspekte in das multidisziplinäre Behandlungsteam mit allen pflegerischen und therapeutischen Behandlungsmodulen einschließlich der neuropsychologisch und psychotherapeutisch tätigen Psychologie. Es besteht aus Sicht der Autoren unverändert Handlungs- und Schulungsbedarf für ein differenziertes Schmerzmanagement in der Neurorehabilitation, wozu dieser Artikel dienen soll. Die Einsetzung eines evidenz-basierten medizinischen Standards (SOP, Standard Operating Procedure) ist Grundlage für die Umsetzung einer gezielten, effektiven Schmerztherapie akuter und chronischer Schmerzen und die Einhaltung eines gemeinsamen interdisziplinären Vorgehens. Der vorliegende Artikel erläutert die Leitsätze und medizinisch wissenschaftlichen Hintergründe des medizinischen Standards »Schmerztherapie in der Neurorehabilitation« der Kliniken Schmieder, Version 2025 und aktualisiert damit ältere Versionen [181, 182, 183]. Hierzu wird insbesondere die Evidenz aus den aktuellen nationalen Leitlinien und Expertenstandards zum Thema berück-

sichtigt [26, 37, 40, 41, 46, 48, 62, 76, 82, 117, 140, 147, 148, 156, 160]. Die oft umfangreichen Leitlinienvorgaben werden im Standard auf die tatsächlichen Ressourcen und Prozeduren an den einzelnen Klinikstandorten angepasst. Die Gültigkeit der SOP Schmerztherapie der Kliniken Schmieder beträgt drei Jahre bis 2028, danach ist eine erneute Überarbeitung und Aktualisierung im einem Delphi-Verfahren der Ärztlichen Leiter und Fachkompetenzleiter der einzelnen therapeutischen Fachrichtungen geplant.

Grundlagen interdisziplinärer, multimodaler Schmerzbehandlung in der Neurorehabilitation

In der Neurorehabilitation ist regelhaft mit dem Auftreten akuter und chronischer Schmerzzustände zu rechnen. Die gezielte und effektive Behandlung von Schmerz ist dabei notwendig zur Beschwerde- und Leidensreduktion, Unterstützung der funktionell übenden Behandlungen und Verbesserung von Outcome und Lebensqualität der Betroffenen. Die multi- und interdisziplinäre Struktur der Neurorehabilitation ist grundsätzlich für eine wirksame Schmerztherapie geeignet.

Nach einer aktuellen multizentrischen Querschnittstudie leiden etwa 33% aller Schlaganfallpatienten an Schmerzen, davon ca. 32% an neuropathischen Schmerzen [5]. Neben den in der Bevölkerung häufigen Kopf- und Rückenschmerzen [107, 162, 169] ist in der Neurorehabilitation eine überproportionale Häufigkeit von peripheren und zentralen neuropathischen Schmerzen wie bei Polyneuropathie, nach Schlaganfall, bei Multipler Sklerose und bei Parkinsonkrankheit zu erwarten [105, 179]. Schmerzen können auch als charakteristisches Symptom bei seltenen neurologischen Erkrankungen auftreten und eine besondere Herausforderung darstellen [52]. Hinzu treten komorbide muskuloskelettale Schmerzen, verursacht durch degenerative Vorerkrankungen der Band- und Gelenkstrukturen mit Schwerpunkt an Schulter-, Hüft- und Kniegelenken, Fehlbelastungen im Rahmen der vorliegenden Lähmungen, u.a. Nacken- und Rückenschmerzen bei Schlaganfallpatienten [152]. Des Weiteren können Schmerzzustände Ausdruck von psychischer Begleiterkrankungen sein, vor allem bei Depression und Angst [1, 8, 10, 32, 136], aber auch bei einer somatoformen Schmerzstörung [78, 115, 156].

In der Neurorehabilitation bedürfen verschiedene Schmerzformen einer spezifischen, i. d. R. multimodalen Behandlung mit interdisziplinärem Behandlungskonzept, um ein optimales Ergebnis der Wiederherstellung von Fähigkeitseinschränkungen sowie der sozialen und beruflichen Teilhabe zu erzielen. Besondere Bedeutung können Schmerzsyndrome als führendes Symptom bzw. primäre Rehabilitationsindikation erlangen.

Schmerz kann als Bestandteil eines »Zyklus des erlernten Nicht-Gebrauchs« mit Vermeidung von Funktion [9, 15, 39, 72, 73, 124, 135, 165, 173, 184, 186] als negativer Outcome-Prädiktor der Neurorehabilitation [5, 106, 144] angesehen werden. Akuter und chronischer Schmerz verschlechtern unbehandelt das funktionelle Ergebnis der Neurorehabilitation.

Neuronale Grundlagen von Schmerzwahrnehmung und -modulation

Aszendierende und deszendierende Bahnen sind in die Schmerzwahrnehmung und -modulation involviert. Das Schmerzsignal der Nozizeptoren wird über schneller leitende, etwas myelinisierte A- δ -Faser (Leitgeschwindigkeit >2 m/s) und über langsam leitende, unmyelinisierte C-Fasern (Leitgeschwindigkeit <2 m/s) an das Rückenmark fortgeleitet. Über die spinothalamische Bahn für Schmerz- und Temperaturempfindung erfolgt die Innervation und Weiterleitung über mediale und laterale Thalamuskern, über eine laterale Schleife an den primären somatosensorischen Kortex, über eine mediale Schleife an den zingulären und Inselkortex. Der lateralen Schleife wird eine Funktion zur senso-

risch diskriminativen Schmerzwahrnehmung, der medialen Schleife eine Funktion der affektiv motivationalen Schmerzverarbeitung zugeordnet [19]. Die bewusste Schmerz-Wahrnehmung erfolgt kortikal im somatosensorischen Kortex, mit einer emotionalen Bewertung im Frontalhirn und dem limbischen System. In die Modulation von Schmerzen sind auch efferente, inhibitorische (noradrenerge und serotonerge) Bahnen involviert, die vom periaquäduktalen Grau, vom Locus coeruleus (noradrenerg) und Nucleus raphe (serotonerg) zum Hinterhorn des RM absteigen [36].

Schmerzwahrnehmung und -modulation ist ein komplexer neuronaler Prozess, bestehend aus afferenten Bahnen, einer zentralen Schmerzverarbeitung und efferenten Bahnen. Angriffspunkte pharmakologischer und nicht-pharmakologischer Schmerztherapien betreffen periphere Strukturen (Nozizeptoren, Gewebemilieu, Nerven, Spinalganglien), zentralnervöse Verarbeitungsstrukturen (Rückenmark, Hirnstamm, Thalamus), kortikale Schmerzzentren (somatosensorischer Kortex, limbischer Kortex, Inselkortex, frontaler Kortex) und Strukturen der deszendierenden Schmerzinhibition (noradrenerge, serotonerge und opioidvermittelte Analgesie; analgetische Placebowirkung).

Schmerzformen

Die neue **Schmerz-Definition der IASP** (International Association for the Study of Pain) definiert Schmerz seit 2020 [150]: »Schmerz ist eine unangenehme sensorische und emotionale Erfahrung, die mit tatsächlichem oder drohendem Gewebeschaden verbunden ist oder dieser ähnelt.«

Schmerz wird als persönliche Erfahrung unter Beeinflussung durch biologische, psychologische und soziale Faktoren gewertet. Jedes Individuum erlernt durch seine Lebenserfahrung sein persönliches Schmerzkonzept [150]. Die Schmerzempfindung unterliegt dabei situativ und individuell einer großen Bandbreite und ist nicht immer proportional zur zugrunde liegenden Gewebe- oder Organschädigung [190].

Aus klinischer Sicht sind akute Schmerzen als Krankheitssymptom zu werten und sollen eine sofortige medizinisch diagnostische Abklärung veranlassen. In der Neurorehabilitation sind hier insbesondere schmerzauslösende bzw. -verstärkende neurologische Symptome wie Tonusanomalien bei Spastik, Fehlhaltungen mit Kontrakturen, intestinale Koliken und Blasenstörungen zu berücksichtigen und umgehend zu behandeln. In der Regel ist eine symptomatische medikamentös analgetische Behandlung notwendig. Dabei wirkt das ideale Analgetikum schnell und effektiv, verursacht möglichst keine Nebenwirkungen wie Sedation oder Übelkeit/

Erbrechen und zeigt keine Interaktion mit anderen verordneten Medikamenten wie Plättchenhemmung zur Sekundärprophylaxe des ischämischen Schlaganfalles [31, 66, 127]. Leider steht das ideale Analgetikum nicht zur Verfügung, wohl aber wirksame und durchaus verträgliche Substanzen wie die nichtsteroidalen, analgetisch und antiphlogistisch wirksamen Antirheumatika Ibuprofen, Diclofenac und Naproxen, das peripher analgetisch am stärksten und spasmolytisch auf glatte Muskulatur wirksame Novaminsulfon (Metamizol) sowie die niederpotenten Opioide Tilidin und Tramadol (letzteres mit noradrenerger Wirkkomponente). Für starke und sehr starke Schmerzen können hochpotente Opioide wie Morphin/-derivate als Opiatagonisten, Buprenorphin als Opiatpartialantagonist und Fentanyl zur buccalen Gabe verabreicht werden. Der vorliegende Standard (SOP) gibt auf Grundlage der Leitlinien der Fachgesellschaften [26, 48, 117, 140, 148] eine praktische pharmakologische Empfehlung zur Schmerz-Akutbehandlung (Tab. 1) in der Neurorehabilitation; die entsprechenden Empfehlungen für chronische Schmerzsyndrome werden ätiologisch orientiert im Teil 2 (N & R 2026) publiziert.

Akute Schmerzen in der Neurorehabilitation sollen schnell medizinisch diagnostisch abgeklärt werden. Häufige schmerzauslösende Begleiterkrankungen wie Spastik, Kontrakturen, intestinale Koliken und Blasenstörungen sind umgehend zu behandeln. Akute Schmerzen sollen nach medizinischem Standard umgehend effektiv analgetisch therapiert werden.

Von chronischen Schmerzen spricht man definitionsgemäß bei Anhalten eines chronisch anhaltenden oder wiederkehrenden Schmerzes mindestens über drei Monate nach Beginn der Schmerzkrankung [175]. Dadurch löst sich der Schmerz von seiner Funktion als klinisches Warnsymptom einer akuten Erkrankung und wird zu einer chronischen Schmerzkrankheit [176], die sich oft gravierend negativ auf psychische und körperliche Funktion sowie Lebensqualität auswirkt und damit einer gezielten Behandlung bedarf. Im bio-psycho-sozialen Modell chronischer Schmerzen überschneiden sich die biologischen Prozesse der Schmerzkrankheit mit psychologischen Aspekten der Hilflosigkeit, Angst, Sorgen, (unterdrückten) Ärgers und Depression sowie sozialen Aspekten von Stress, Konflikten in Familie und am Arbeitsplatz, Arbeitsunfähigkeit, sozialer Ausgrenzung und Rückzug.

Von **chronischen Schmerzen** spricht man, wenn chronisch anhaltende oder wiederkehrende Schmerzzustände seit ≥ 3 Monaten bestehen. Die dann vorliegende Schmerzkrankheit benötigt i. d. R. eine multimodale Behandlung mit interdisziplinärem Konzept.

Schmerzen können nach ihrer Ätiologie in nozizeptiv, neuropathisch, noziplastisch oder gemischt eingeteilt

Tab. 1: Analgetika bei akuten Schmerzen

Wirkstoff (Applikationsweg)	Dosierung Einzeldosis	Wichtige Nebenwirkungen
(Spannungs-)Kopfschmerzen nichtmedikamentös		
Pfefferminzöl (lokal)	2 – 3-mal täglich	Hautunverträglichkeit
Leichte bis mittelstarke Schmerzen (Spannungs)Kopfschmerzen, leichte (mittelstarke) Migräneattacke		
Paracetamol (po, Supp)	500 – 1.000 mg	Leberschädigung bei Überdosierung
Acetylsalicylsäure (po)	1.000 mg	Magenschmerzen
Ibuprofen (po)	400 mg	Gastrale Beschwerden
Metamizol/Novaminsulfon (po)	(500) – 1.000 mg	Selten Agranulozytose
Muskuloskeletale Schmerzen, Rückenschmerzen, Gelenkschmerzen		
Ibuprofen (po)	400 – 600 mg	Gastrale Beschwerden mögliche Abschwächung TZA
Diclofenac (po)	25 – 75 mg	
Naproxen (po)	250 – 500 mg	
Celecoxib (po)	100 – 200 mg	Gastrale Beschwerden
Metamizol/Novaminsulfon (po)	1.000 mg	Selten Agranulozytose
Krampfartige Bauchschmerzen, Koliken		
Metamizol/Novaminsulfon (po, iv)	1.000 mg	Selten Agranulozytose, Blutdruckabfall bei iv-Gabe
Buscopan (po, iv)	10 – 20 mg po 20 – 40 mg iv	reines Spasmolytikum, keine direkte Analgesie
Mittelstarke bis starke Schmerzen		
Tramadol (po, Tropf)	50 mg	Übelkeit, Sedation
Tilidin/Naloxon (po, Tropf)	50 + 4 mg	Übelkeit, Sedation
Starke bis sehr starke Schmerzen, Tumordurchbruchschmerzen		
Morphin (po, sc, iv)	10 – 30 mg po 5 – 10 mg sc, iv	Übelkeit, Erbrechen, Sedation, Atemdepression, bei Erstgabe klinische Überwachung notwendig
Oxycodon (po)	10 – 80 mg po	
Buprenorphin (Lingualtbl., iv)	0,2 – 0,4 mg sl 0,15 – 0,3 mg iv	
Fentanyl (Lingualtbl., Nasenspray)	100 – 800 µg sl 50 – 200 µg/Sprühstoß	
Starke Migräneattacke		
Sumatriptan (po)	50 mg	Brustengefühl, kontraindiziert bzw. nur im Einzelfall bei schwerer Hypertonie, KHK, Myokardinfarkt, TIA/Schlaganfall
Rizatriptan (po, Lingualtbl.)	10 mg	
Zolmitriptan (po, nasal)	2,5 mg	
Sumatriptan (sc)	6 mg sc	
Acetylsalicylsäure + Metoclopramid (MCP) (iv)	1.000 mg + 10 – 20 mg iv	Magenschmerzen, selten Dyskinesien durch MCP

TZA: Thrombozytenaggregationshemmer, Sekundärprophylaxe ischämischer Schlaganfall
po: peroral, sc: subkutan, sl: sublingual, iv: intravenös, Supp: rektales Suppositorium, Tropf: Tropfen

werden [96]. Als nozizeptive Schmerzen bezeichnet man Schmerzformen, die durch eine Erregung der peripheren Schmerzrezeptoren, der sogenannten Nozizeptoren entstehen [Übersicht: 153]. Die Nozizeptoren sind in Form freier Nervenendigungen in den verschiedenen Gewebestrukturen platziert und werden durch noxische

taktile, thermische und chemische Reize oder polymodal aktiviert. Eine besondere Rezeptorklasse stellen die sogenannten »silent« Nozizeptoren dar, die erst durch eine häufig entzündliche Gewebereaktion in den aktiven Zustand versetzt werden müssen und danach zur Schmerzsensitivierung im klinischen Verlauf eines nozizeptiven Schmerzes beitragen. Typische nozizeptive Schmerzen entwickeln sich beim Entzündungsschmerz und beim Verletzungsschmerz durch traumabedingte Gewebeerkrankung. Klinisch können nozizeptive Schmerzen als dumpf, drückend, aber auch als hell, reißend, zerrend bis hin zu pulsierend, pochend empfunden werden.

Nozizeptive Schmerzen sind definiert als Schmerzen durch drohende oder stattgehabte Schädigung nicht neuraler Gewebe und Aktivierung von Nozizeptoren [96]. Nozizeptive Schmerzen entstehen dabei durch mechanische, thermische, chemische oder polymodale Stimulation der in den verschiedenen Hautschichten und Körpergeweben lokalisierten Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren) im Rahmen einer drohenden oder stattgefundenen Gewebeschädigung z. B. bei Trauma oder bei Entzündung. Der Schmerz wird über langsam leitende, unmyelinisierte C-Fasern (dumpfer Schmerz, Brennschmerz) und schneller leitende, myelinisierte A- δ -Faser (scharfer, ziehender, stechender Schmerz) afferent weitergeleitet. Patienten können nozizeptive Schmerzen in einem Bereich innerhalb des von einer Verletzung oder Erkrankung des Nervensystems betroffenen Gebiets haben.

Neuropathische Schmerzen entstehen im Gegensatz zu nozizeptiven Schmerzformen durch eine direkte Schädigung bzw. Läsion des somatosensiblen, i. d. R. des schmerzleitenden und schmerzverarbeitenden, sensorischen Nervensystems [56, 174]. Neben einer Schädigung der afferenten, spinothalamischen und thalamokortikalen Schmerzbahn gehören dazu als mögliche weitere Schädigungsorte die Verarbeitungs- und Weiterleitungsstrukturen für Schmerz im Rückenmark und Hirnstamm/Trigeminuskerngebiet sowie im medialen und dorso-lateralen Thalamus, aber auch die im Mittelhirn, Hirnstamm und Rückenmark gelegenen Kerngebiete und Nervenprojektionen der sogenannten deszendierenden Schmerzinhibition. Anhand der typischen Lokalisationen der neuronalen Schädigung werden peripher neuropathische Schmerzen wie bei schmerzhafter diabetischer Neuropathie und bei postzosterischer Neuralgie von zentral neuropathischen Schmerzen bei Querschnittlähmung, nach Schlaganfall, bei Multipler Sklerose, aber auch bei Parkinsonkrankheit unterschieden [56]. Bei der Chronifizierung neuropathischer Schmerzen spielt eine maladaptive strukturelle Neuroplastizität der zentralen Schmerzverarbeitung eine wesentliche Rolle, z. B. auf Rückenmarksebene, die auch zur Ausbreitung der Schmerzregion beitragen kann.

Klinisch neurologisch lassen sich neuropathische Schmerzen anhand der Kombination von »Minus-Symptomen« wie Störungen der Ästhesie, Pallästhesie, Algesie oder Thermästhesie in Verbindung mit »Plus-Symptomen« wie Hyperalgesie (Überempfindlichkeit auf Schmerzreize) oder Allodynie für thermische oder mechanische (normalerweise nicht schmerzhaft) Reize diagnostizieren. Charakteristisch für neuropathische Schmerzen sind eine einschießende, elektrisierende, kribbelnde, reißende und brennende Schmerzqualität, aber die klinische Schmerzpräsentation neuropathischer Schmerzen ist nicht spezifisch und interindividuell stark schwankend ausgeprägt.

Die Hautbiopsie (Bestimmung der intraepidermalen Nervenfaserdichte) kann als Goldstandard in der Diagnostik von Small-Fiber-Neuropathien angesehen werden. Etablierte nicht invasive Methode sind die quantitative sensorische Testung (QST) und die Untersuchung von Laser-evozierten Potenzialen, wobei Letztere nur in spezialisierten Zentren verfügbar ist. Die quantitative sensorische Testung (QST) kann in der Diagnostik neuropathischer Schmerzen jeglicher Ursache eingesetzt werden, insbesondere wenn die konventionellen elektrophysiologischen Methoden keine Auffälligkeiten zeigen und/oder der Verdacht auf eine Affektion der kleinkalibrigen Fasern (Small-Fiber-Neuropathie) oder der zugehörigen zentralen Bahnen besteht [160]. Die sog. »LoGa«-Klassifikation mit Unterscheidung der Negativsymptome (Loss, »Lo«; L0 = keine, L1 = thermische Hypästhesie, L2 = mechanische Hypästhesie, L3 = Kombination aus 1 und 2) und Positivsymptome (Gain, »Ga«; G0 = keine, G1 = thermische Hyperalgesie/Allodynie, G2 = mechanische Hyperalgesie/Allodynie, G3 = Kombination aus 1 und 2) soll therapeutischen Nutzen für die Wahl der Pharmakotherapie besitzen (Clinical Pathway, In: [160]).

Neuropathische Schmerzen sollen nach einer aktuell revidierten Klassifikation, gestuft als mögliche, wahrscheinliche und gesicherte Diagnose beschrieben werden [56]. Die Diagnose »mögliche neuropathische Schmerzen« ergibt sich aus den klinischen Symptomen. Für eine »wahrscheinliche« Diagnose wird eine zugrunde liegende Erkrankung mit Beteiligung des somatosensorischen Systems und eine plausible, neuroanatomische Verteilung gefordert. Die letzte Stufe der Sicherheit erfordert, dass ein objektiver diagnostischer Test die Läsion oder Erkrankung des somatosensorischen Nervensystems bestätigt: Computertomographie, Magnetresonanztomographie oder andere bildgebende Verfahren; Hautbiopsie mit Nachweis einer reduzierten intraepidermalen Nervenfaserdichte; neurophysiologische Tests wie Nervenleitgeschwindigkeit, Hitze- und Laser-evozierte Potentiale, Nervenregbarkeitstests, R1-Blinzelreflex mit Nachweis einer Beeinträchtigung der Nervenfunktion; Mikroneurographie mit Nachweis einer abweichenden Nozizeptor-Aktivität; und genetische Tests, die eine erbliche neuropathische Schmerz-

krankung wie die vererbte Erythromelalgie bestätigen. Im Falle einer Amputation oder des eindeutigen intraoperativen Nachweises einer Nervenschädigung sind keine weiteren diagnostischen Tests erforderlich, um die Einstufung als »sicher« neuropathische Schmerzen zu erreichen, da direkte anatomische oder chirurgische Beweise als bestätigende Tests gelten [56].

Neuropathische Schmerzen entstehen nach neuer Definition der internationalen Schmerzgesellschaft (IASP) durch eine Läsion oder Erkrankung des somatosensorischen Nervensystems [96, 99]. Zur klinischen Detektion ist dazu in der Neurorehabilitation eine sorgfältige klinische Untersuchung von Ästhesie, Algesie, Thermästhesie und Pallästhesie notwendig. Sensibel sensorische Phänomene wie mechanische und thermische Allodynie (Schmerzauslösung durch Berührung oder Kälte/Wärme), Hyperalgesie (verstärkt oder verlängert wahrgenommene Schmerzempfindung) und Par-/Dysästhesie (verändert oder als unangenehm empfundene Berührung) weisen dabei klinisch auf eine mögliche neuropathische Ursache hin. Abhängig vom Schädigungsort peripherer Nerven oder zentraler spinaler oder zerebraler somatosensorischer Nervenstrukturen werden peripher neuropathische von zentral neuropathischen Schmerzen unterschieden.

Seit 2017 differenziert die internationale Schmerzgesellschaft IASP eine weitere Schmerzkategorie in Form sogenannter noziplastischer Schmerzen [35, 58, 109]. Für noziplastische Schmerzen wird angenommen, dass sie durch eine funktionell veränderte Nozizeption und modulierte Schmerzreiz-Verarbeitung verursacht sind. In jedem Fall liegt keine apparativ nachweisbare strukturelle Gewebeschädigung vor, insbesondere nicht im somatosensiblen Nervensystem, d.h. es besteht kein nozizeptiver oder neuropathischer Schmerz [163]. Die Ursachen der abnormalen Funktion des nozizeptiven Systems können dabei verschiedene strukturelle und funktionelle Prozesse der Maladaptation umfassen. Aus klinischer Sicht ist eine Überschneidung mit somatoformen Schmerzen im Rahmen einer anhaltenden somatoformen Schmerzstörung, psychogenen Schmerzformen, funktionellem Schmerz und der chronischen Schmerzstörung mit somatischen und psychischen Faktoren zu erwarten und Gegenstand der aktuellen Forschung. Primäre Kopfschmerzsyndrome (Migräne, Spannungskopfschmerz u.a.) lassen sich formal dieser Schmerzklassifikation zuordnen, da ihre Diagnose allein auf Anamnese sowie unauffälligem Untersuchungsbefund beruht [85]. Auch beim Fibromyalgie-Syndrom wird eine Beteiligung noziplastischer Schmerzen und zentraler Sensibilisierung im noziplastischen System, wenn auch kontrovers, diskutiert [18, 33, 130]. Die Klinik noziplastischer Schmerzen ist hinsichtlich Schmerz-lokalisierung, Schmerzstärke, Schmerzauslösung und Schmerzart variabel ausgeprägt.

Noziplastische Schmerzen nach IASP sind Schmerzen, die durch eine funktionell veränderte Nozizeption entstehen. Es bestehen keine eindeutigen Hinweise auf eine tatsächliche oder drohende Gewebeschädigung, die zur Aktivierung der peripheren Nozizeptoren führt. Ebenso fehlen Hinweise auf eine Erkrankung oder Läsion des somatosensorischen Systems. Es liegen keine nozizeptiven oder neuropathischen Schmerzen vor.

Als »Gemischte Schmerzsyndrome« (mixed pain) werden solche bezeichnet, bei denen von nozizeptiven und neuropathischen ätiologischen Beiträgen auszugehen ist. Beispiele sind schmerzhafte Schulter nach Schlaganfall (PSPS), Spastik-assoziiierter Schmerz (SPSP) und komplexes regionales Schmerz-Syndrom (CRPS). Auch Mischformen mit somatoformen Schmerzen sind zu berücksichtigen, weiterhin gemischte Schmerzformen mit Beteiligung des Sympathikus als sogenannter »sympathisch unterhaltener Schmerz« [51, 70, 141].

Die neue ICD-11 Klassifikation erfasst »Chronische Schmerzen« in der Kategorie MG30 und differenziert danach weiter chronisch primäre und chronisch sekundäre Schmerzen (Tab. 2). Chronische primäre Schmerzen (MG 30.0) werden einer multifaktoriellen Genese zugeordnet: biologische, psychologische und soziale Faktoren tragen zum Schmerzsyndrom bei. Diese chronischen Schmerzen in einer oder mehreren anatomischen Regionen sind durch erheblichen emotionalen Stress (Angst, Ärger/Frustration oder depressive Stimmung) oder funktionelle Behinderung (Beeinträchtigung bei Aktivitäten des täglichen Lebens und reduzierte Teilnahme an sozialen Rollen) gekennzeichnet. Die Diagnose ist unabhängig von identifizierten biologischen oder psychologischen Faktoren, es sei denn, eine andere Diagnose würde die vorliegenden Symptome besser erklären. Bei den chronisch sekundären Schmerzen werden ätiologisch krebsassoziierte, postoperative oder posttraumatische, muskuloskelettale und viszerale Schmerzen unterschieden. Weiterhin werden zentrale und periphere neuropathische und chronische sekun-

Tab. 2: Einteilung chronischer Schmerzen in der ICD-11.

Chronische primäre Schmerzen	Chronische sekundäre Schmerzen
gekennzeichnet durch <ul style="list-style-type: none"> • emotionalen Stress (Angst, Ärger/Frustration oder depressive Stimmung) • Funktionseinschränkungen im täglichen Leben und der sozialen Partizipation 	Schmerz höchstwahrscheinlich auf eine körperliche Erkrankung zurückzuführen. Bei unklarer Ätiologie soll Codierung gemäß chronischer primärer Schmerzen erwogen werden.
MG30.00 primäre viszerale Schmerzen	MG30.1 krebsassoziierte Schmerzen
MG30.01 ausgedehntes Schmerzsyndrom	MG30.2 postoperative oder post-traumatische Schmerzen
MG30.02 primäre muskuloskelettale Schmerzen	MG30.3 sekundäre muskuloskelettale Schmerzen
MG30.03 primäre Kopfschmerzen oder orofaziale Schmerzen	MG30.4 sekundäre viszerale Schmerzen
MG30.04 Komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS)	MG30.5 neuropathische Schmerzen
	MG30.6 sekundäre Kopfschmerzen oder orofaziale Schmerzen

Tab. 3: Klinisches Vorgehen bei chronischem Schmerz, Depression, Angst, Schlafstörung

Klinische Fragestellung	Therapeutisches Vorgehen
Liegt ein akuter Schmerz vor?	Diagnostische Ursachenabklärung Symptomatisch analgetische Behandlung
Liegt ein chronischer Schmerz vor?	aktives Nachfragen nach Schmerz notwendig Unterscheidung nozizeptiv, neuropathisch, noziplastisch Multimodale Schmerztherapie <ul style="list-style-type: none"> • medikamentös • nichtmedikamentös • funktionelle Übungstherapie: Physiotherapie, Ergotherapie, Sporttherapie • adjuvante physikalische Therapie • psychologische Schmerztherapie, Entspannungsverfahren
Liegt eine Depression vor?	aktives Nachfragen nach Depression notwendig Interaktion mit Schmerz beachten <ul style="list-style-type: none"> • medikamentös antidepressive Therapie • psychotherapeutisch antidepressive Therapie
Liegt eine Angst/ Angststörung vor?	aktives Nachfragen nach Angst notwendig Interaktion mit Schmerz beachten <ul style="list-style-type: none"> • medikamentös anxiolytische Therapie • psychotherapeutisch anxiolytische Therapie
Liegt eine Schlafstörung vor?	aktives Nachfragen nach Schlafstörungen notwendig niederschwellig diagnostische Polygraphie durchführen Interaktion mit Schmerz beachten <ul style="list-style-type: none"> • Schlafhygiene, Psychoedukation • Psychologische KVT • Entspannungsverfahren • Medikamentöse Therapie bei diagnostizierten schlafbezogenen Atmungsstörungen/ Schlafapnoe: Schlaflaboruntersuchung/Polysomnografie veranlassen, CPAP-Therapie

KVT: kognitive Verhaltenstherapie; CPAP: continuous positive airway pressure

däre Kopfschmerzen oder orofaziale Schmerzen aufgeführt [11, 12, 143, 164, 176].

Chronische Schmerzen werden nach der neuen ICD-11 differenziert nach einer primären, d. h. multifaktoriellen (bio-psycho-soziales Konzept) oder sekundären, d. h. definierten (Zusammenhang mit verschiedenen Organsystemen und Krankheiten) Ursache.

Bei chronischen Schmerzkrankheiten sind psychische Begleiterkrankungen in Form von Depression und Angst gehäuft anzutreffen, ebenso Schlafstörungen im Zusammenhang mit chronischem Schmerz [1, 20, 94, 104]. Nach modernem Krankheitsverständnis handelt es sich dabei um eine multidimensionale Ausprägung der chronischen Schmerzkrankheit bzw. um Komorbiditäten. In jedem Fall ist davon auszugehen, dass sich Schmerz einerseits, Depression und Angst andererseits gegenseitig verstärken können und einer jeweils spezifischen und leitliniengerechten Therapie bedürfen. Auch Schlafstörungen treten bei chronischen Schmerzerkrankungen gehäuft auf. Sie tragen zur Verstärkung der Schmerzkrankheit bei und verschlechtern darüber hinaus das erreichbare funktionelle Ergebnis einer Neurorehabilitation, müssen daher erkannt und gezielt behandelt werden (Tab. 3).

Wichtige Komorbiditäten bei chronischen Schmerzen umfassen Depression, Angst und Schlafstörungen. Es besteht eine gegenseitig sich verstärkende Wirkung von Angst und Depression mit chronischen Schmerzen unterschiedlicher Ätiologie. Schlafstörungen werden dabei als Mittler dieser Wirkungsbeziehung angesehen.

Diagnostik bei Schmerzen in der Neurorehabilitation Schmerzerfassung / Schmerzmessung

Die multifaktorielle Ätiologie von Schmerzzuständen erfordert eine entsprechende multidimensionale Diagnostik.

In der Neurorehabilitation soll ein obligates, regelmäßiges, nicht anlassbezogenes systematisches Screening auf das Vorhandensein von Schmerzen erfolgen (Tab. 3). Eine sorgfältige bio-psycho-soziale Anamnese und eine (neuro-)psychologische Untersuchung sind die Grundlagen der diagnostischen Zuordnung von Schmerzsyndromen. Die Verwendung von Schmerzassessments und -skalen in der Schmerztherapie ist notwendig zur objektiven Verlaufsbeurteilung von Therapieerfolgen. Das Schmerz-Assessment muss bei neurologisch Erkrankten an das funktionelle Störungsbild hinsichtlich Kognition, Sprache, Praxis und Raumwahrnehmung adaptiert werden und soll psychische Komorbidität erfassen. In der Neurorehabilitation sollen funktionale schmerzbezogene Therapieziele formuliert werden.

Bis zu 2/3 der von Schmerzen Betroffenen, z. B. bei MS oder nach Schlaganfall, geben an, keine oder keine ausreichende Behandlung zu erfahren [59, 189]. Aus Sicht der Betroffenen werden Schmerzen oft primär nicht ausreichend evaluiert. Schmerzen werden häufiger erfasst, wenn sie systematisch von Arzt, Pflege oder Therapeuten erfragt werden [113]. Ein Screening auf das Vorliegen von Schmerzen soll in der Neurorehabilitation als interdisziplinäre Aufgabe des therapeutischen Teams daher obligat, nicht anlassbezogen, und strukturiert erfolgen [42, 88, 89]. Ein Schmerz-Screening sollte auch bei initialem Fehlen von Schmerzen regelmäßig (wöchentlich) oder anlassbezogen wiederholt werden (Tab. 3).

Im wissenschaftlichen Kontext werden zur gezielten Schmerzerfassung und Schmerzmessung bevorzugt visuelle Analogskalen verwendet, die Schmerz als Symptom von 0 »kein Schmerz« bis 100 mm »maximal vorstellbarer Schmerz« oder »stärkster vorstellbarer Schmerz« messen. In der klinischen Situation werden dagegen bevorzugt numerische Rating-Skalen (NRS) angewendet mit Messung der Schmerzstärke in 11 Stufen von 0 »kein Schmerz« bis 10 »maximal vorstellbarer Schmerz«. Vorteil der numerischen Rating-Skala ist eine vereinfachte Anwendung im Alltag ohne Hilfsmittel eines Schmerzli-

neals, wie es für die visuelle Analogskala benötigt wird [45, 146, 155]. Das Erfragen von Schmerz-Minima und -Maxima gibt dabei einen Eindruck von der Modulationsfähigkeit des Schmerzerlebens. In der Neurorehabilitation sind die Betroffenen häufig durch Bewusstseinsstörung (Vigilanz, Delir), sensorische und neurokognitive Störungen (wie Aphasie, Apraxie, Neglect, Anopsien, Aufmerksamkeit und Gedächtnisfunktionen) relevant, i.e. funktionell eingeschränkt. Daher sollen in Abhängigkeit vom Schweregrad des Störungsbildes vier- oder fünfstufige verbale Ratingskalen (vierstufig: kein, leicht, mittel, stark; fünfstufig: kein, leicht, mittel, stark, sehr stark) zur Anwendung kommen [149]. Eingesetzt werden können bei schwerer Kommunikationsstörung Smiley-Analogskalen mit sechs Gesichtsausdrücken wie die Faces Pain Scale-Revised (FPS-R) (Abb. 1) [55, 118, 172] oder Fremdbewertungsskalen, bei denen das Behandlungsteam anhand des beobachteten Schmerzverhaltens und der vegetativen Zeichen für Schmerz eine Schmerzgraduierung vornimmt wie in der »Beurteilung von Schmerzen bei Demenz« (BESD) [14], empfohlen vom Arbeitskreis »Alter und Schmerz« der Deutschen Schmerzgesellschaft (DGSS). Im Falle schwerster Bewusstseinsstörung, Wachkoma (Syndrom der reaktionslosen Wachheit), Syndrom des Minimalbewusstseins (minimally conscious state) und des Locked-in-Syndroms stehen eigene Schmerzmessinstrumente zur Verfügung. Die englischsprachige Nociception Coma Scale – Revised [21, 22, 61, 161] bewertet anhand der motorischen Antwort, der verbalen Antwort und des Gesichtsausdrucks auf Schmerzstimulation die Nozizeption bei Erkrankungen mit schwerer Bewusstseinsstörung, die mit der Aktivität des posterioren cingulären Kortex in der funktionellen MRT korreliert [30].

In der Neurorehabilitation ist bei kognitiv nicht beeinträchtigten Patienten als Screeninginstrument auf das Vorliegen einer neuropathischen Schmerzkomponente der PainDETECT als standardisierter Fragebogen geeignet [65, 108]. Der Fragebogen erfasst die subjektive augenblickliche Schmerzstärke sowie mittlere und maximale Schmerzstärke der letzten vier Wochen der in einer Körperschemazeichnung eingezeichneten Schmerzregionen. Anhand schmerzbeschreibender Adjektive und Feststellungen zur Schmerzauslösung wird anhand durchgeführter Validierung auf die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens einer neuropathischen Schmerzkomponente geschlossen.

Bei den Kliniken Schmieder wird in der neurologischen Phase D bei allen Rehabilitanden im Rahmen des »Assessment Kliniken Schmieder« (AKS) indikationsübergreifend die gesundheitsbezogene Lebensqualität mit dem SF-36 [84, 119] zu Beginn und am Ende der stationären oder ganztägig ambulanten Rehabilitation gemessen. Hierin finden sich obligate Angaben zu Schmerzstärke, Interferenz von Schmerzen mit Tätigkeiten und haltungsbezogenen Schmerzcharakteristika.

Der Deutsche Schmerzfragebogen der Deutschen Schmerzgesellschaft (DGSS) [44] enthält ausführliche

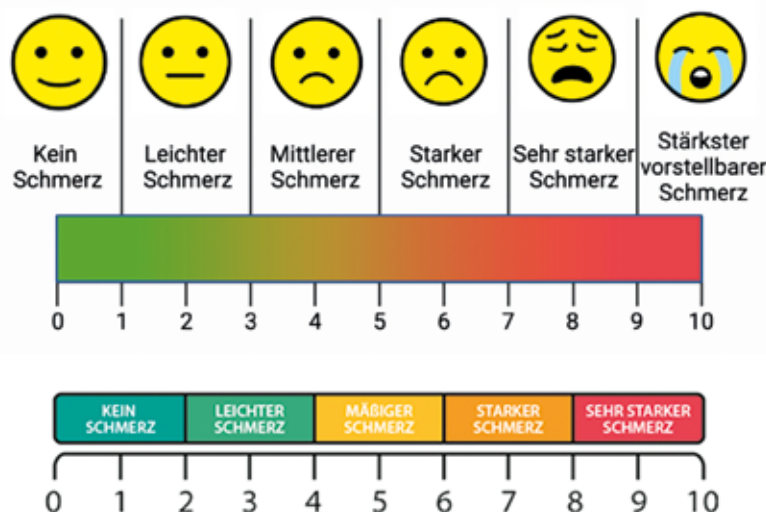


Abb. 1: Klinische Schmerzstärkemessung modifiziert nach [45, 118]

Faces Pain Scale (»Schmerz-Emojis«, obere Reihe) im Vergleich zur Numerischen Rating Skala (NRS) in 11 Stufen 0 bis 10 nach [118]

Verbale, fünfstufige Skala (untere beiden Reihen) im Vergleich zur Numerischen Rating Skala (NRS) in 11 Stufen von 0 bis 10 nach [45]

Angaben zur Schmerzbeschreibung, zum psychischen Wohlbefinden mit dem Marburger Fragebogen zum habituellen Wohlbefinden (MFHW) [13] und einem Screening auf Angst/Depression und Stressbelastung, Fragen zur Komorbidität und Vorbehandlung sowie weitere Module zu Demographie, zur Versicherung und sozialen Situation sowie zur Lebensqualität anhand des VR-12 [92] für die körperliche und psychische Gesundheit. Der Fragebogen erlaubt eine Schweregraduierung des Schmerzes nach von Korff [187]. Zur Bestimmung wird daneben auch weiterhin das Mainzer Chronifizierungsstadium mit der Mainz Pain Staging Scale (MPSS) [64, 68] angewendet. Der Deutsche Schmerzfragebogen wurde 12/2024 vollständig überarbeitet.

Zusätzlich spielen bei der erfolgreichen Schmerztherapie eine Erfassung und Behandlung der komorbiden Störungen im Sinne seelischer Erkrankungen eine wichtige Rolle, vor allem bei Depression, Angst und Schlafstörungen [1, 8, 97, 136, 166]. In der Neurorehabilitation soll auch ein nicht-anlassbezogenes systematisches Screening psychischer Komorbidität erfolgen [42]. Als hierzu geeignetes Screening-Instrument erscheint der Gesundheitsfragebogen für Patienten in der deutschen Übersetzung (PHQ-D), der mit seinen Modulen die häufigsten psychischen Diagnosen nach DSM-IV-Kriterien abbildet, u. a. Depression (Modul PHQ-9), Angst (GAD7) und Somatisierung (PHQ-15) [122]. Zum Screening auf Depression und Angst können in der Neurorehabilitation weiterhin das Beck-Depressions-Inventar (BDI-II) [83], die deutsche Version des Hospital Anxiety and Depression Scale [87] und das State-Trait-Angstinventar (STAI) [116] eingesetzt werden.

Bio-psycho-sozialer Behandlungsansatz in der Schmerztherapie der Neurorehabilitation - Therapiezielformulierung bei Schmerzen

Therapieziele werden im interdisziplinären Team und nach Aufklärung über mögliche Nebenwirkungen und sinnvolle Zielkriterien gemeinsam mit dem Patienten festgelegt. Therapieziele bei einem störungsorientierten Krankheitsfolgenmodell fokussieren auf Schmerzreduktion, z.B. ... um 30%, ... um 50%, ... NRS < 4 Punkte, etc. Dabei sollen Schmerztagebücher zur Erfolgskontrolle eingesetzt werden.

Die Therapiezielorientierung in der Neurorehabilitation folgt einem fähigkeits- und ressourcenorientierten, ICF-basierten, biopsychosozialen Krankheitsfolgenmodell. Damit verschiebt sich auch der Fokus in der Kommunikation mit dem/der Betroffenen, und die Therapieerfolgskontrolle soll mit einem Tätigkeitstagebuch geführt werden. Therapieziele sollen nach der SMART-Regel (**S**pecific-**M**easurable-**A**chievable-**R**elevant-**T**imed) formuliert werden: spezifisch, messbar, erreichbar, relevant und zeitlich definiert. Ein mögliches Fähigkeitsziel bei Schmerzen ist eine bestimmte Haltung oder Tätigkeit trotz Beschwerden über einen definierten Zeitraum zu bewältigen. Zur Kontrolle des Therapieerfolgs eignet sich ein einfaches Goal-Attainment-Scaling (GAS): -1=weniger als erwartet, 0=wie erwartet, +1=mehr als erwartet, +2=deutlich mehr als erwartet [177]. Weitere Ziele können sein: Verbesserung der Schlafqualität, Verbesserung der Lebensqualität, Erhalt von sozialer Aktivität und Beziehungsgefüge, Erhalt der Arbeitsfähigkeit, berufliche Wiedereingliederung etc.

Die Therapieziel-Formulierung als Bestandteil des Schmerzmanagements im Kontext der Neurorehabilitation soll den Fokus weg von Defizit-orientierten Assessments (Schmerzskalen) hin zu Funktions-/ Outcome-orientierten Assessments (Therapiezielerreichung) lenken. Dies gilt umso mehr, weil Schmerzfähigkeit bei chronischen Schmerzsyndromen nicht als realistisches Therapieziel angesehen werden darf.

Grundlagen der multimodalen Schmerztherapie in der interdisziplinären Neurorehabilitation

Entsprechend der multifaktoriellen Ätiologie von Schmerzsyndromen folgt die Therapie konzeptionell einem integrierten, bio-psycho-sozialen Behandlungsansatz. Die Wahl geeigneter Therapieverfahren der nicht-medikamentösen wie medikamentösen Schmerztherapie hängt maßgeblich vom Stadium der Schmerzchronifizierung (akut, chronisch), der ätiologischen Schmerzklassifikation (primär, sekundär) sowie von der bestehenden Komorbidität ab.

Nicht-pharmakologische Therapiemodule Pain-Nurse: Prophylaxen und Edukation

Kommunikations- und Methodenkompetenzen der Pflegefachkräfte sind obligater Kernbestandteil eines interdisziplinären Schmerz-Behandlungskonzeptes. Eine Edukation und zusätzliche Qualifikation der Pflegekräfte, z.B. als »Pain Resource Nurse«, wird empfohlen [42].

Pflegefachkräfte haben im Schmerzmanagement in der Neurorehabilitation als häufig primärer Ansprechpartner für Betroffene eine Schlüsselrolle in der Behandlung und der interdisziplinären Kooperation und Kommunikation. Ihre Kommunikations- und Methodenkompetenz stellt einen Kernbestandteil eines multidisziplinären Behandlungskonzeptes dar, daher ist eine Edukation und zusätzliche Qualifikation der Pflegekräfte, z.B. als »Pain Resource Nurse«, zu empfehlen [42]. Die Ermittlung und Behebung schmerzauslösender bzw. -provozierender Faktoren stellt den ersten, wichtigen Behandlungsschritt im therapeutischen Prozess insbesondere akuter Schmerzzustände dar. Dies können auch traumatisierende (Selbst-)Behandlungen oder Versorgungen (Orthesen) sein. Dabei spielt auch der Umgang des Betroffenen und seiner Angehörigen in der therapiefreien Zeit mit bestehenden Funktions- und Fähigkeitsstörungen eine zentrale Rolle. Kognitive Störungen wie Neglect können zu unbeabsichtigten Traumata führen. Zur Schmerzreduktion sollen gezielt Prophylaxen z.B. bei der schmerzfreien Lagerung paretischer Extremitäten (z.B. Lagerung in Neutralstellung) und der Wechsel von Körperhaltungen angewendet werden [88, 145]. Betroffene und Angehörige sollen systematisch durch eine Edukation in Schulungen oder Seminaren zur Krankheitsinformation im Umgang mit Funktions- und Fähigkeitsstörungen angeleitet werden.

Psychologische Schmerztherapie

Evidenzbasierte psychologische Therapieverfahren sollen obligater Bestandteil einer multimodalen, interdisziplinären Rehabilitation insbesondere chronischer Schmerzsyndrome sein.

Vor allem bei chronischen Schmerzen leistet die Schmerzpsychotherapie einen wichtigen Beitrag zur multiprofessionellen Behandlung der Betroffenen. Im biopsychosozialen Schmerzmodell sind hierbei vorrangige Behandlungsziele eine Leidensminderung durch Schmerzbewältigung, i.e. Krankheitsverarbeitung und -akzeptanz zur Unterstützung der funktionell übenden Verfahren mit dem Ziel der Verbesserung des funktionellen Rehabilitationsergebnisses, der Lebensqualität und der Förderung zur sozialen und beruflichen Teilhabe [34, 63, 93, 110, 129, 131, 132, 157, 191].

Placebo-Effekte können in der Schmerztherapie neuropathischer Schmerzsyndrome in relevanter Größenordnung (NRS 0–10: 0,4–1,8 Pkt.) erwartet und offen genutzt werden [29], beispielsweise in der Arzt-Patienten-Beziehung bei der Stärkung von Selbstwirksamkeits-Erwartungen der Betroffenen. Umgekehrt ist auch mit Nocebo-Effekten (»wenn der Behandler nicht von der Wirksamkeit einer bestimmten Therapie überzeugt ist«) zu rechnen. Die Bedeutung einer empathischen Grundhaltung für die Schmerzverarbeitung kann als belegt gelten [74]. Der Einbezug von Bezugspersonen (Lebenspartner/-in) in die Schmerztherapie verbessert generell die Chancen auf Erreichen der vereinbarten therapeutischen Ziele.

Bei den psychologischen Behandlungsverfahren im Rahmen einer multiprofessionellen Schmerztherapie (Tab. 4) werden unimodale Behandlungsmethoden wie Entspannungstechniken sowie verhaltenstherapeutische kognitive und behaviorale Verfahren einerseits unterschieden von multimodalen Verfahren wie syndromübergreifende spezielle Schmerzpsychotherapie (SSPT) bzw. multimodale interdisziplinäre Schmerztherapie [63, 110], andererseits von syndromspezifischen Verfahren bei spezifischen Schmerzkrankheiten wie Migräne und anderen Kopfschmerzformen, Rückenschmerz, Fibromyalgiesyndrom usw. und bei spezifischen psychischen Erkrankungen und Folgeproblemen wie Angst, Depression, Ärger/Aggression, Schlafstörungen, aber auch bei somatoformer Schmerzstörung und funktionellen Schmerzen [156].

Weit verbreitete Entspannungsverfahren sind: Progressive Muskelrelaxation (PMR) nach Jacobson, Autogenes Training (AT), Biofeedback-Verfahren und Hypnose sowie Imaginations-, Atem- und Meditationstechniken [25, 75, 91, 95, 98, 114, 133, 167, 171, 194]. Eine Übersicht findet sich bei Lücking und Martin [125]. Die therapeutische Wirksamkeit von Entspannungsverfahren ist sehr gut belegt. Sie sind besonders geeignet bei Vorliegen von Verspannungen, Belastungen im sozialen Bereich, Unruhezuständen, beispielsweise bei Spannungskopfschmerz oder nicht-spezifischem Rückenschmerz [86]. Bei starken, organisch bedingten Schmerzen sind die Effekte geringer. Bei experimentellem Schmerz kann die Wirksamkeit Achtsamkeits-basierter Meditation als belegt gelten [194].

Edukation (Patientenschulung) und Psychoedukation von Patienten und Angehörigen bilden eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie chronischer Schmerzen; die Übergänge sind fließend. Edukation vermittelt Information zur zugrundeliegenden Erkrankung und zum bio-psycho-sozialen Krankheitskonzept. Damit fördert sie die partnerschaftliche Zusammenarbeit der Beteiligten [103]. Unter Psychoedukation als Bestandteil psychologischer Therapiemanuale wird eine Schulung verstanden, die darüber hinaus Motivation zum Selbstmanagement (z.B. körperliche Aktivität, Stressbewältigung) vermittelt. Edukative Behandlung

Tab. 4: Psychologische Schmerztherapie modifiziert nach [63, 110]

Verfahren	Behandlungsziel
Unimodale Behandlungsverfahren	
Progressive Muskelrelaxation nach Jacobson	<ul style="list-style-type: none"> • Minderung muskuläre Anspannung • Minderung Stresstriggerung • Erreichen innere Entspannung
Mindfulness-based Stress Reduction (MBSR)	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination körperorientierter Verfahren und verhaltenstherapeutischer Elemente • Anwendung meditativer Praktiken • Selbstregulation stärken • Modifikation Schmerzwahrnehmung und Schmerzbewertung
Imaginative Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung zur multimodalen kognitiven Verhaltenstherapie • Aufmerksamkeitslenkung • Entspannungsvertiefung
Biofeedback	<ul style="list-style-type: none"> • Konditionierung physiologischer und autonomer Funktionen • Erlernen einer Kontrolle über körperliche Funktionen (physiologisches Spezifitätsmodell) • Änderung der kognitiven Bewertungsmuster (kognitives Modell)
Hypnose	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung kognitiver Prozesse • Erreichen eines spezifischen Bewusstseinszustandes • Förderung von sensorischem Empfinden, Schmerzverschiebung, Schmerzabsplattung, Amnesie, Neuinterpretation und Alterregression
Operante Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppentherapie • Grundsätze gesunder, schmerzinkompatibler Verhaltensweisen erarbeiten • Verstärkung erwünschten Verhaltens (Kontingenzmanagement)
Syndromübergreifende Schmerzpsychotherapie	
Spezielle Schmerzpsychotherapie (SSPT) mit verhaltenstherapeutischem Ansatz	<ul style="list-style-type: none"> • Psychologische Aufklärung/Psychoedukation • Verbesserung der Selbstwahrnehmung/Selbstreflexion • Erlernen schmerzreduzierender Bewältigungstechniken/Schmerz-Coping • Modifikation körperlicher Beeinträchtigung durch Schon- und Vermeidungsverhalten/fear-avoidance • Modifikation sozialer Beeinträchtigung und Rückzug • Modifikation schmerzbezogener Kognitionen und Katastrophisierung • Förderung Achtsamkeit und Akzeptanz • Modifikation gesundheitsbehindernder Faktoren und Zielkonflikte • Einbezug von wichtigen Bezugspersonen
Syndromspezifische Schmerzpsychotherapie	
Migräne, Medikamentenübergebrauchs-kopfschmerz, Rückenschmerz, neuropathischer Schmerz, Fibromyalgiesyndrom, Tumorschmerz	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifisch hinsichtlich Pathomechanismus und Ätiologie der jeweiligen Schmerzkrankheit • Berücksichtigung spezifischer Symptomkonstellationen
Angst, Depression, somatoforme/funktionelle Schmerzen, Schlafstörungen	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifisch hinsichtlich Pathomechanismus und Ätiologie der jeweiligen psychisch psychiatrischen Erkrankung • Berücksichtigung der jeweiligen Behandlungsleitlinien der Fachgesellschaften

klärt falsche (passive) Behandlungserwartungen und warum neben somatischen auch psychotherapeutische Verfahren notwendig sind.

Die häufig angewandte kognitiv-behaviorale verhaltenstherapeutisch-orientierte Schmerz-Psychotherapie (KV-PT) verfügt von allen psychologischen Therapien gegen chronische Schmerzen über die umfangreichste Evidenzbasis [102]. Sie kombiniert manualisierte kognitive Interventionen zur Veränderung kognitiver Prozesse wie Psycho-Edukation (Activity Pacing, Schlafverhalten), Herausarbeiten psychologischer Faktoren für Schmerzerleben, kognitiver Umstrukturierung (Förderung positiver Selbstwahrnehmung, Minderung negativer, z.B. katastrophisierender Denkmuster, mit behavioralen Verfahren zur Verhaltensänderung wie ein Schmerzbewältigungstraining mit Entspannungstechniken, Aktivitätsregulation und Streßbewältigungsmethoden), Übungen zum Transfer in Alltags- und Berufsleben sowie zur Verstetigung und Rückfallprophylaxe (Web-basierte Interventionen).

In multimodalen Konzepten sind medizinische, physio-/sporttherapeutische, ergotherapeutische und psychotherapeutische Interventionen in einem standardisierten Gesamtkonzept integriert. Die zusätzliche körperliche Aktivierung lenkt die therapeutische Aufmerksamkeit eines sich selbst verstärkenden Schmerzerlebens auf die Wiederherstellung von Kontroll- und Selbstwirksamkeitserleben sowie der Funktionsfähigkeit in Alltag und Beruf [6].

Wirksamkeitsnachweise aus kontrollierten Studien und Metaanalysen liegen sowohl für unimodale Therapien [17, 25, 75, 95, 98, 114, 133, 171, 185], als auch für eine multimodale kognitiv-behaviorale Therapie (KBT) [47, 50, 60, 81, 191] vor. Gut untersucht ist die Wirksamkeit bei nicht-spezifischen Rückenschmerzen, jedoch findet sich keine wissenschaftliche Evidenz für akute Schmerzzustände. Die Effektstärken der kognitiv verhaltenstherapeutisch-orientierten Schmerz-Psychotherapie (KV-PT) sind wahrscheinlich jedoch gering ($d=0,2$) im Vergleich zu nicht systematisierten Interventionen und im Langzeiterfolg nicht-psychologischen Interventionen nicht belegt überlegen [191]. Es gibt nur eine schwache Empfehlung für den Einsatz von kognitiver Verhaltenstherapie und Achtsamkeit als Zusatztherapie bei neuropathischen Schmerzen [137]. Die geringe Wirksamkeit der KV-PT liegt wissenschaftlich in der fehlenden Berücksichtigung von Erkenntnissen moderner Psychotherapie- und Gehirnforschung begründet. Diese Überlegungen haben zur Forderung einer personalisierten neurobiologisch fundierten Schmerzpsychotherapie, z.B. der Pain Reprocessing Therapy geführt [53]. Dabei sollte der therapeutische Einbezug der Bezugspersonen (Lebensgefährte oder -gefährtin, Eltern) als Schmerz-modulierende Co-Faktoren bei chronischen Schmerzsyndromen berücksichtigt werden und eine Schmerzedukation [103] obligatorischer Bestandteil der psychologischen Schmerztherapie sein.

Die psychologische Schmerztherapie sollte als personalisierte neurobiologisch fundierte Schmerzpsychotherapie erfolgen. Wichtige Bestandteile umfassen manualisierte, multimodale Gruppentherapie, Psycho-Edukation (Activity Pacing, Schlafverhalten), Herausarbeiten psychologischer Faktoren für Schmerzerleben, Förderung positiver Selbstwahrnehmung, Minderung negativer, z.B. katastrophisierender Denkmuster, Entspannungstechniken (progressive Muskelrelaxation Jacobson), Biofeedback-Methoden, Erlernen von Stressbewältigungsmethoden, Web-basierte Interventionen. Der therapeutische Einbezug der Bezugspersonen und eine Schmerzedukation sind besonders zu berücksichtigen.

Physiotherapie und/Ergotherapien

Heilmittel wie Physiotherapie und Ergotherapie sind obligate Bestandteile der multimodalen interdisziplinären Neurorehabilitation bei Schmerzsyndromen (Tab. 5). Übende Verfahren beziehen den betroffenen Menschen als aktiven Part in die Behandlung der Schmerzen ein und werden daher bei nahezu allen Schmerzsyndromen als frühzeitige Anwendung empfohlen. Neben passiven Interventionen mit funktioneller Lagerung, vor allem bei schwer Betroffenen [3, 126, 145, 159], passiver Gelenkmobilisation und Dehnungsbehandlung, steht eine aktive, repetitive und fähigkeitsorientierte Bewegungstherapie im Vordergrund. Diese verfolgt in einer funktionell übenden Behandlung (Tab. 5) eine Verbesserung der Funktion und damit Verbesserung von Aktivität und Teilhabe des neurologisch betroffenen Rehabilitanden mit Schmerz [67, 80, 90, 111, 112, 142, 154, 188]. Neben aktiver Bewegungstherapie mit isometrischer Muskelanspannung, dynamischer Bewegungsübung, geführten Bewegungen, Bewegungen gegen Widerstand und Bewegung im Wasser (Aquatherapie, Aqua fit) werden eine sensomotorische Muskelaktivierung, gerätegestützte Trainingsverfahren und medizinische Trainingstherapie angewendet. Ergänzend können Methoden der manuellen Therapie eingesetzt werden. Bezogen auf spezielle chronische Schmerzkrankheiten stehen zusätzlich Behandlungsprogramme wie Rückenschule [178] und multimodale Schmerz-Behandlungsprogramme [193] zur Verfügung. Bestandteil der funktionellen Behandlung bei Rehabilitanden der Neurorehabilitation ist ebenfalls eine medizinische Trainingstherapie mit Training der aeroben Ausdauer, der Flexibilität/Koordination und der Kraft [16, 188, 195]. Bei Schmerzpatienten wird die individuelle Anpassung des Trainingsplans, Absprache von Trainingszielen, Beachtung der schmerzbedingten Trainingsgrenze, Anpassung von Trainingsdauer und Trainingsintensität an das Leistungsvermögen des Betroffenen mit Erreichen einer mittleren Trainingsintensität und Vermeidung einer Schmerzverschlechterung empfohlen. Daneben werden die Leitlinienempfehlungen für eine evidenzbasierte motorisch funktionelle

Tab. 5: Funktionell übende Schmerztherapie

Verfahren	Behandlungsziel
Physiotherapie und medizinische Trainingstherapie	
Passive Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionelle Lagerung • Extremitäten-, Gelenkmobilisation • Weichteil-, Muskeldehnung
Aktive Bewegungstherapie	<ul style="list-style-type: none"> • Isometrische Muskelstärkung • Verbesserung Transferfähigkeit, Mobilität • Verbesserung Kraft, Ausdauer und Koordination • Verbesserung Alltagsfunktion
Behandlungsprogramme	<ul style="list-style-type: none"> • Sensomotorische Muskelaktivierung • Rückenschule • Multimodale Behandlungsprogramme
Ergotherapie	
Desensibilisierungstraining	<ul style="list-style-type: none"> • Minderung Hyperalgesie und Allodynie
Taktilis Diskriminationstraining	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung sensibler epikritischer Wahrnehmung • Steigerung feinmotorische Leistung
Propriozeptives Diskriminationstraining	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung Tiefensensibilität • Steigerung sensomotorische Funktion
Lateralisationstraining	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung räumliche Wahrnehmung und Extremitätenrepräsentation
Spiegeltherapie	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung fehlende/gestörte afferente sensorische Wahrnehmung • Minderung sensomotorische kortikale Malplastizität
Graded Motor Imagery (GMI)	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination von Imagination, Lateralisation und Spiegeltherapie • Aktivierung sensomotorischer kortikale Netzwerke • Minderung sensomotorische kortikale Malplastizität
Funktionelles Training	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung distale Handfunktion und Greifen • Steigerung proximale Armhaltefunktion
ADL-Training	<ul style="list-style-type: none"> • Alltagsbezogene Fähigkeiten und Selbstständigkeit fördern
Schienenversorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerungsschienen zur Schmerzreduktion Minderung Ödeme • Redressionsschienen zur Steigerung der Gelenkbeweglichkeit

Therapie bei neurologischen Erkrankungen umgesetzt. Eine Zusatzqualifikation »spezielle Schmerzphysiotherapie« basierend auf den (inter-)nationalen Curricula wurde als Spezialisierung in der Physiotherapie unter Federführung der Deutschen Schmerzgesellschaft (DGS e. V.) entwickelt.

In der schmerzspezifischen Ergotherapie (Tab. 5) werden Desensibilisierungstechniken, taktilis und propriozeptives Diskriminationstraining, Imaginationstechniken, Lateralisationstechniken, funktionelles Training von Arm- und Handfunktion und Einüben von Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) angewendet. Schmerzspezifisch erfolgen insbesondere bei Störungen der zentralen Schmerzverarbeitung (zentral neuropathi-

scher Schmerz, komplexes regionales Schmerzsyndrom, funktioneller Schmerz) der Einsatz von Spiegeltherapie und Graded Motor Imagery (GMI) [7, 24, 49, 120, 121, 123, 134, 170]. Ebenfalls in den Zuständigkeitsbereich der Ergotherapie fällt die Versorgung von Arm und Hand mit (Funktions-)Schienen und Orthesen. Das Behandlungsspektrum wird im interdisziplinären Team durch geeignete Belastungserprobungen und Belastungstraining für den privaten Alltag und im beruflichen Umfeld ergänzt.

Physiotherapie, Ergotherapie und medizinische Trainingstherapie sind obligate Bestandteile **multimodaler Schmerztherapie**. Sie zielen auf Verbesserung der Gelenk- und Muskelfunktion, Koordination, Kraft und Ausdauer ab. Schmerzspezifische Ansätze werden mit Schmerzbehandlungsprogrammen, Rückenschule, Spiegeltraining und Graded Motor Imagery (GMI) verfolgt. Ein erfolgreiches funktionelles Training soll Selbstwirksamkeitserleben, motorische Funktionen und Fähigkeiten verbessern sowie die Schmerzwahrnehmung vermindern.

Physikalische Therapie bei Schmerz

Grundsätzlich sind die Behandlungsverfahren der physikalischen Therapie (Tab. 6) weniger gut evidenzbasiert und durch wissenschaftliche Studien abgesichert. Trotzdem gehören sie zu den häufig angewendeten Basismaßnahmen insbesondere zur Vorbereitung übender Verfahren im Rahmen einer multimodalen Behandlung akuter und chronischer Schmerzen in der Neurorehabilitation [28, 38, 151]. Regelmäßige Anwendung finden manuelle Mobilisation, Weichteiltechniken, manuelle Lymphdrainage und Massage (Tab. 6). Dadurch sollen Extremitätenödeme vermindert und die Gelenkbeweglichkeit verbessert werden. Entstauende Therapien wie Lymphdrainage sollen mit Kompressionstherapie kombiniert werden [37]. Bei der Nutzung von Kompressionshandschuhen und -strümpfen muss bei neuropathischen Schmerzen eine Schmerzverstärkung durch berührungsinduzierte Allodynie und Hyperpathie ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sollten manuelle Therapien und Massagen keine Schmerzverstärkung auslösen. Gleiches ist zu beachten bei Wärme- und Kälteanwendungen und gleichzeitig bestehender thermischer Allodynie. Wärmetherapie, Wärmepackungen, »heiße Rolle«, Infrarottherapie, Ultraschallbehandlung, Kälte- und Kryotherapie sind typische physikalische Anwendungen bei (neuro)orthopädischen Krankheitsbildern wie degenerativen Gelenkerkrankungen, Weichteilerkrankungen, entzündlichen Tendinopathien und Wirbelsäulen-/Rückenschmerz. Ihr therapeutischer Wert bei neuropathischen Schmerzzuständen im engeren Sinne ist begrenzt, aber eine adjuvante Nutzung im Einzelfall hilfreich und schmerzreduzierend. Als belegt kann die Wirksamkeit extrakorporaler Stoßwel-

Tab. 6: Physikalische Therapie bei Schmerz

Physikalische Therapie	
Verfahren	Behandlungsziel
Manuelle Mobilisation und Weichteiltechniken	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung passive Gelenkbeweglichkeit
Manuelle Lymphdrainage	<ul style="list-style-type: none"> Minderung Ödeme Steigerung Gelenkbeweglichkeit
Kompressionshandschuhe,-strümpfe	<ul style="list-style-type: none"> Minderung Ödeme
Massage	<ul style="list-style-type: none"> Muskelentspannung Schmerzinderung Rücken- und Nackenschmerzen Linderung Muskelschmerzen, Muskelverhärtungen, Muskelverkürzungen, Muskeltonussteigerung, schmerzhaftes Ödeme
Wärmetherapie, Wärmepackung, heiße Rolle	<ul style="list-style-type: none"> Muskelentspannung Schmerzinderung
Infrarot-, Ultraschalltherapie	<ul style="list-style-type: none"> Wärmebildung in den oberflächlichen Hautschichten (Infrarottherapie) Wärmebildung in tieferen Gewebeschichten und Knochen (Ultraschalltherapie) Linderung degenerativer Gelenk- und Wirbelsäulenschmerzen Linderung schmerzhafter Tendinopathien, Periosen, Myogelosen
Kälte-, Kryotherapie	<ul style="list-style-type: none"> Linderung akuter Weichteilschmerz Linderung entzündlich degenerativer Gelenk- und Wirbelsäulenschmerzen Linderung Nervenkompressions- und Engpass-Syndrome
Elektrotherapie mit Vier-Zellen-Bad, Iontophorese, Niederfrequenzstromtherapie 2 bis 150 Hz	<ul style="list-style-type: none"> Schmerzinderung durch Gegenirritation Verbesserung sensible Wahrnehmung Schmerzinderung durch Haut-, Gewebehyperämisierung
Transkutane elektrische Nervenstimulation mit Hoch- und Niederfrequenzstimulation, kontinuierlicher, burst-, amplitudenmodulierter und frequenzmodulierter Stimulation	<ul style="list-style-type: none"> Schmerzinderung durch Gegenirritation Schmerzinderung durch Ausschüttung Endorphine Schmerzinderung durch Eigenbehandlung
Extrakorporale Stoßwellentherapie	<ul style="list-style-type: none"> Wirkung durch Mechanotransduktion Förderung Neovaskularisierung Förderung zelluläre Proliferation Schmerzinderung durch Reizung Aβ-Fasern

lentherapie (ESWT) gelten mit entweder radialen oder fokussierten Wellen mit niedriger Energie bei Spastik-assoziierten Schmerzen insbesondere der oberen Extremität in unmittelbarem und kurzem Follow-up [27, 147]. Diese Methode soll durch physikalisches Lösen verketteter Bindegewebsstrukturen (sog. Tixotopie) die myofasziale Viskoelastizität verbessern. Akupunktur zeigt Effekte, die jedoch nicht signifikant stärker sind als Placebo-Akupunktur [54, 101]. Aus der Gruppe der Elektrotherapie [23, 180] sticht die Transkutane Elektrische Nervenstimulation (TENS) heraus, die dem Betroffenen nach Einführung und Anleitung eine Selbsttherapie ermöglicht und damit die Selbstwirksamkeit stärkt. Hinsichtlich der verwendeten Stimulationsparameter wird bei der TENS eine Hochfrequenzstimulation von einer Niedrigfrequenzstimulation unterschieden, hinsichtlich der zeitlichen Stimulationsabfolge werden kontinuierli-

che Stimulationen von Burst-Stimulation, amplituden- oder frequenzmodulierter Stimulation differenziert [71, 100, 138]. Trotz niedriger Evidenzlage, z.B. bei MS [2] kann TENS bei zu vernachlässigenden Nebenwirkungen bei chronischen Schmerzsyndromen eingesetzt werden. Eine Elektrotherapie mit Zwei- oder Vier-Zellen-Bad kann auch unter dem Aspekt der sensibel sensorischen Stimulation therapeutisch angewendet werden.

Behandlungsverfahren der physikalischen Therapie werden regelhaft als adjuvante Verfahren der multimodalen Behandlung akuter und chronischer Schmerzen in der Neurorehabilitation angewendet. Dazu gehören Massagen, Lymphdrainagen, Thermo-, Hydro- und Elektrotherapie. Wegen der Möglichkeit zur angeleiteten Eigentherapie nimmt die Transkutane Elektrische Nervenstimulation (TENS) eine Sonderstellung ein und kann niederschwellig bei Betroffenen eingesetzt und hinsichtlich individueller Wirksamkeit getestet werden.

Zu den nichtinvasiven elektrischen Verfahren gehört auch die direkte Hirnstimulation durch transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) [4]. Die tDCS und die repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS) werden in Teil 2 der SOP im Rahmen Schmerzmanagement neuropathischer Schmerzen und Schmerzen nach Schlaganfall näher erläutert.

Neue Methoden

Virtuelle Realität – Virtual reality (VR)

Der Einsatz virtueller Realität (VR) assistierter Therapien bei akuten und chronischen Schmerzsyndromen (Abb. 2) ist derzeit eine interessante, innovative Entwicklung, die zunehmend klinisch Anwendung findet [69, 139]. Virtuelle Realität zeichnet sich durch den Versuch aus, reale Sinneseindrücke durch eine künstliche, computergenerierte Umgebung zu ersetzen. Präsenz, Immersion und Interaktivität sind miteinander verbundene Phänomene bei der Kategorisierung der verschiedenen VR-Anwendungen. Unterschieden werden immersive von nicht-immersiven Anwendungen: Immersion beschreibt die Intensität, mit der Person in die virtuelle Welt eintaucht und soll einen Einfluss auf die analgetische Wirksamkeit nehmen. Präsenz ist die psychologische Illusion, »da zu sein«, obwohl man mit Sicherheit weiß, dass man es nicht ist [168]. Interaktivität mit dem VR-System verstärkt die Illusion einer physischen Präsenz in einer nicht-physischen, virtuellen Welt bzw. in einem virtuellen Körper. Dabei sind VR-embedded oder VR-assistierte Therapien zu unterscheiden.

Mit der Fähigkeit, immersive und interaktive Umgebungen zu schaffen, kann VR neue Anwendungsbereiche erschließen. Der Anwendungsbereich ist sehr breit und reicht vom Einsatz bei Anwenderschulungen



Abb. 2: Motorische Rehabilitation und Schmerzbehandlung mit Virtueller Realität (VR)
Schmerzbehandlung und motorische Rehabilitation der oberen Extremitäten mit Anwendung virtueller Realität, System Cureo® (CUREosity GmbH, Düsseldorf)

von interventionellen Prozeduren bis zum diagnostischen (Symptomerfassung durch Gesprächsavatar) und komplementärem therapeutischen Einsatz bei akuten (Ablenkungstherapie) und chronischen Schmerzen (Entspannungsübungen, kognitive Verhaltenstherapie (CBT), Integration von Techniken wie Hypnose, Achtsamkeit und Meditation, Unterstützung von Ergo-/Physiotherapie, Generieren virtueller Bewegungen, Reduktion von Bewegungsangst) im stationären wie ambulanten Behandlungssektor [77]. Bei akuten Schmerzzuständen kann die Wirksamkeit auf Schmerz als gesichert gelten mit einer mittleren Effektstärke von 0,66 (95%-KI: 0,20; 1,12) bei hoher Qualität der Evidenz [128]. Die Anwendung von VR kann auch mit physikalischer Therapie kombiniert werden [158].

Evidenz liegt auch für chronische Nackenschmerzen bezogen auf Schmerz vor mit einer Effektstärke 0,8 (95%-KI: 0,37; 1,25) [79]. Die Evidenz für die Linderung chronischer Schmerzen durch VR legt nahe, dass chroni-

sche Schmerzen reduziert werden können, während der Patient in die VR-Umgebung eintaucht, jedoch mit minimalen langfristigen Auswirkungen über den Zeitraum unmittelbar nach der VR-Exposition hinaus [128]. Signifikante Verbesserungen für Schmerz, Funktionsfähigkeit und Mobilität für die Anwendung von VR wurden auch bei chronischen primären und sekundären Schmerzsyndromen gefunden, jedoch nicht auf höchster Ia-Evidenzstufe [77, 192].

Smartphone-Apps

Eine geringe, aber signifikante schmerzreduzierende Wirkung kann auch durch speziell entwickelte Smartphone-Apps erzielt werden, die in der ambulanten Therapie bzw. Rehabilitations-Nachsorge Anwendung finden. Mittlerweile sind 11 solcher Apps für den Indikationsbereich Schmerz vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) anerkannt und als erstattungsfähige DiGAs gelistet (<https://diga.bfarm.de/de>).

Diese beinhalten verschiedene Elemente wie Stressreduktion, Entspannung, Schlafhygiene, Ernährung oder ein Schmerztagebuch.

Neurol Rehabil 2025; 31(4): 287–303 | <https://doi.org/10.14624/ NR2504013> | © Hippocampus Verlag 2025

Pain management in neurorehabilitation – update of an evidence-based SOP from the Schmieder clinics

R. van Schayck, C. Herrmann

Abstract

Pain occurs frequently in neurorehabilitation. It causes pain-related suffering, reduces quality of life, and impairs the rehabilitative outcome. Acute pain requires prompt diagnostic clarification and analgesic treatment. Chronic pain is treated in neurorehabilitation multimodally with an interdisciplinary concept. Important components of pain management include knowledge of adapted treatment algorithms for nociceptive, peripheral and central neuropathic, and nociplastic pain types, the fundamentals of neural pain perception and pain processing, and the new classification of chronic pain in the ICD-11. Fundamentals of formulation for goal attainment, targeted pain assessment, pain prophylaxis and pain education, psychological pain therapy, functionally practicing pain therapy including mirror therapy and graded motor imagery, and physical therapy for pain will continue to be presented. New methods for pain therapy, such as virtual reality (VR), are being reported. Effective pain management in neurorehabilitation is based on a bio-psycho-social understanding of pain and therapeutically aims at improving the participation of those affected in leisure, family, work, and society.

Keywords: neurological rehabilitation, acute pain, chronic pain, pain management, multimodal pain therapy

Literatur

1. Aaron RV, Fisher EA, de la Vega R et al. Alexithymia in individuals with chronic pain and its relation to pain intensity, physical interference, depression, and anxiety: a systematic review and meta-analysis. *Pain* 2019; 160(5): 994–1006
2. Amatya B, Young J, Khan F. Non-pharmacological interventions for chronic pain in multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2018, Issue 12. Art. No.: CD012622
3. Ambrose KR, Golightly YM. Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: why and when. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2015; 29(1): 120–130
4. Antonioni A, Baroni A, Fregna G et al. The effectiveness of home-based transcranial direct current stimulation on chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *Digit Health* 2024; 10: 20552076241292677
5. Aprile I, Briani C, Pazzaglia C et al. Pain in stroke patients: characteristics and impact on the rehabilitation treatment. A multicenter cross-sectional study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2015; 51: 725–736
6. Arnold B, Brinkschmidt R, Casser H-R et al. Multimodale Schmerztherapie für die Behandlung chronischer Schmerzsyndrome. Konsensuspapier der Ad-hoc-Kommission Multimodale interdisziplinäre Schmerztherapie der Deutschen Schmerzgesellschaft. *Schmerz* 2014; 28: 459–472
7. Bagg MK, Wand BM, Cashin AG et al. Effect of graded sensorimotor retraining on pain intensity in patients with chronic low back pain. *JAMA* 2022; 328(5): 430–439
8. Bair MJ, Robinson RL, Katon W, Kroenke K. Depression and pain comorbidity: a literature review. *Arch Intern Med* 2003; 163(20): 2433–2445
9. Baliki MN, Apkarian AV. Nociception, pain, negative moods and behavior selection. *Neurin* 2015; 87(3): 474–491
10. Bandelow B. Generalized anxiety disorder and pain. *Mod Trends Pharmacopsychiatry* 2015; 30: 153–165
11. Barke A, Korwisi B, Jakob R et al. Classification of chronic pain for the International Classification of Diseases (ICD-11): results of the 2017 international World Health Organization field testing. *Pain* 2022; 163(2): e310–e318
12. Barke A, Korwisi B. Die Kodierung chronischer Schmerzen in der ICD-11. *Nervenheilkunde* 2024; 43: 188–195
13. Basler HD. Marburger Fragebogen zum habituellen Wohlbefinden – Untersuchung an Patienten mit chronischem Schmerz. *Schmerz* 1999; 13: 385–391
14. Basler HD, Hüger D, Kunz R et al. Beurteilung von Schmerz bei Demenz (BESD): Untersuchung zur Validität eines Verfahrens zur Beobachtung des Schmerzverhaltens. *Schmerz* 2006; 20(6): 519–526
15. Beebe JA, Kronman C, Mahmud F et al. Gait variability and relationships with fear, avoidance, and pain in adolescents with chronic pain. *Phys Ther* 2021; 101(4): 1–8
16. Belavy DL, Van Oosterwijck J, Clarkson M et al. Pain sensitivity is reduced by exercise training: evidence from a systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 2021; 120: 100–108
17. Bicego A, Rousseaux F, Faymonville ME et al. Neurophysiology of hypnosis in chronic pain: a review of recent literature. *Am J Clin Hypn* 2022; 64(1): 62–80
18. Bidari A, Ghavidel-Parsa B. Nociceptive pain concept, a mechanistic basis for pragmatic approach to fibromyalgia. *Clin Rheumatol* 2022; 41(10): 2939–47
19. Bingel U, Tracey I. Imaging CNS Modulation of Pain in Humans. *Physiology* 2008; 23: 371–380
20. Boakye PA, Olechowski C, Rashedi S et al. A critical review of neurobiological factors involved in the interactions between chronic pain, depression, and sleep disruption. *Clin J Pain* 2016; 32(4): 327–336
21. Bonin EAC, Lejeune N, Thibaut A et al. Nociception Coma Scale-Revised allows to identify patients with preserved neural basis for pain experience. *J Pain* 2020; 21(5-6): 742–750
22. Bonin EAC, Lejeune N, Szymkowitz E et al. Assessment and management of pain/nociception in patients with disorders of consciousness or locked-in syndrome: a narrative review. *Front Syst Neurosci* 2023; 17: 1112206
23. Bossert FP, Vogedes K, Jenrich W. Leitfaden Elektrotherapie mit Anwendungen bei über 130 Krankheitsbildern. München, Jena: Elsevier, Urban & Fischer, 1. Auflage 2006
24. Bowering KJ, O'Connell NE, Tabor A et al. The effects of graded motor imagery and its components on chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *J Pain* 2013; 14(1): 3–13
25. Brunelli S, Morone G, Iosa M et al. Efficacy of progressive muscle relaxation, mental imagery, and phantom exercise on phantom limb: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2015; 96(2): 181–187
26. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Nicht-spezifischer Kreuzschmerz – Langfassung, 2. Auflage. Version 1. 2017. www.kreuzschmerz-versorgungsleitlinien.de
27. Cabanas-Valdes, Serra-Llobet P, Rodriguez-Rubio PR et al. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy for improving upper limb spasticity and functionality in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2020; 34(9): 1141–1156
28. Cabanas-Valdes, Calvo-Sanz J, Serra-Llobet P et al. The effectiveness of massage therapy for improving sequelae in post-stroke survivors. A systematic review and meta-analysis. *Int J Int J Environ Res Public Health* 2021; 18(9): 4424
29. Castelnovo G, Giusti EM, Manzoni GM et al. What Is the Role of the Placebo Effect for Pain Relief in Neurorehabilitation? Clinical Implications From the Italian Consensus Conference on Pain in Neurorehabilitation. *Front Neurol* 2018; 9: 310
30. Chatelle C, Thibaut A, Bruno M-A et al. Nociception Coma Scale-Revised scores correlate with metabolism in the anterior cingulate cortex. *Neurorehabil Neural Repair* 2014; 28(2): 149–152
31. Cheema AA. Should people on aspirin avoid ibuprofen? A review of the literature. *Cardiol Rev* 2004; 12(3): 174–176
32. Cherif F, Zouari HG, Cherif W et al. Depression prevalence in neuropathic pain and its impact on the quality of life. *Pain Res Manag* 2020; 16: 7408508
33. Clauw DJ. From fibrositis to fibromyalgia to nociplastic pain: how rheumatology helped get us here and where do we go from here? *Ann Rheum Dis* 2024; 83(11): 1421–1427
34. Cohen SP, Vase L, Hooten WM. Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. *Lancet* 2021; 397(10289): 2082–2097
35. Cohen M, Quinter J, Weisman A. »Nociplastic Pain«: a challenge to nosology and to nociception. *J Pain* 2023; 24(12): 2131–2139
36. Coluzzi F, Berti M. Change pain: changing the approach to chronic pain. *Minerva Med* 2011; 102: 289–307
37. Conrad A, Herrmann C. Schmerzhaftes Schulter nach Schlaganfall. *Neurol Rehabil* 2009; 15 (2): 107–138
38. Crevenna R. Kompendium Physikalische Medizin und Rehabilitation. Diagnostische und therapeutische Konzepte. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 4. Auflage 2017
39. Crombez G, Eccleston C, Van Damme S et al. Fear-avoidance model of chronic pain: the next generation. *Clin J Pain* 2012; 28(6): 475–483
40. Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin e.V. (DEGAM), S1-Leitlinie Chronischer nicht tumorbedingter Schmerz, Vers. 2.1, AWMF-Registernummer 053 – 036
41. Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU). Spezifischer Kreuzschmerz, S2k-Leitlinie. www.awmf.org, abgerufen am 30.04.2025
42. Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (Hrsg.): Expertenstandard »Schmerzmanagement in der Pflege – Aktualisierung 2020« – Schriftenreihe des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege. Osnabrück ISBN: 978-3-00-065787-0
43. Deutsche Rentenversicherung Bund, Geschäftsbereich Sozialmedizin und Rehabilitationswissenschaften (Hrsg.) Psychische Komorbidität, Leitfaden zur Implementierung eines psychodiagnostischen Stufenplans in der medizinischen Rehabilitation. Auflage 11/2011, Ruhrstraße 2, 10709 Berlin
44. Deutsche Schmerzgesellschaft e.V. (DGSS) Deutscher Schmerzfragebogen. www.schmerzgesellschaft.de/schmerzfragebogen, abgerufen am 30.04.2025
45. Deutsche Schmerzgesellschaft e.V. (DGSS) Messung der Schmerzstärke. www.schmerzgesellschaft.de/patienteninformationen/schmerzdiagnostik/messung-der-schmerzstaerke, abgerufen am 30.04.2025
46. Deutsche Schmerzgesellschaft e.V., Deutsche Gesellschaft für Geriatrie e.V., UVSD SchmerzLOS e.V. (Hrsg.) (2025): S3-Leitlinie Schmerzmanagement bei Geriatrischen Patient:innen in allen Versorgungssettings (GeripAIN). AWMF-Register-Nr. 145/005. Version 1.0
47. Devonshire JJ, Wewege MA, Hansford HJ et al. Effectiveness of cognitive functional therapy for reducing pain and disability in chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2023; 53(5): 244–285
48. Diener H-C, Förderreuther S, Kropp P et al., Therapie der Migräneattacke und Prophylaxe der Migräne, S1-Leitlinie, 2022, DGN und DMKG, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. www.dgn.org/leitlinien, abgerufen am 30.04.2025
49. Donati D, Boccolari P, Giorgi F et al. Breaking the cycle of pain: the role of graded motor imagery and mirror therapy in complex regional pain syndrome. *Biomedicines* 2024; 12(9): 2140

50. Eccleston C, Hearn L, de Williams AC. Psychological therapies for the management of chronic neuropathic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2015(10): CD011259
51. Elam M. What lies above and beyond the concept of »sympathetically maintained pain«? *Clin Auton Res* 2001; 11(6): 331–333
52. Emmert D, Heuchemer L, Selin J, Reimann J. Schmerztherapie bei seltenen Erkrankungen. *Schmerz* 2020; 34: 447–59
53. Egle UT, Egloff N. Grundlagen einer neurobiologisch fundierten Schmerzpsychotherapie. *PID Psychotherapie* 2024; <https://api.semanticscholar.org/CorpusID: 274255624>
54. Feng Z, Cui S, Yang H et al. Acupuncture for neuropathic pain: A meta-analysis of randomized control trials. *Front Neurol* 2023; 13: 1076993
55. Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. *Pain* 2011; 152(10): 2399–404
56. Finnerup NB, Haroutounian S, Kamerman P et al. Neuropathic pain: an updated grading system for research and clinical practice. *Pain* 2016; 157(8): 1599–1606
57. Finnerup NB, Kuner R, Staehelin Jensen T. Neuropathic pain: from mechanisms to treatment. *Physiol Rev* 2021; 101: 259–301
58. Fitzcharles MA, Cohen SP, Clauw DJ et al. Nociceptive pain: Towards an understanding of prevalent pain conditions. *Lancet* 2021; 397: 2098–110
59. Flachenecker P, Stuke K, Elias W et al. Multiple-Sklerose-Register in Deutschland. *Dt Arztebl* 2008; 105(7): 113–119
60. Fleckenstein J, Floessel P, Engel T et al. Individualized exercise in chronic non-specific low back pain: a systematic review with meta-analysis on the effects of exercise alone or in combination with psychological interventions on pain and disability. *J Pain* 2022; 23(11): 1856–1873
61. Formisano R, Aloisi M, Ferri G et al. Nociception Coma Scale-Revised with personalized painful stimulus versus standard stimulation in persons with disorders of consciousness: an International Multicenter Study. *J Clin Med* 2024; 13: 5528
62. Franz S, Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (Hrsg.). Leitlinie Schmerzen bei Querschnittlähmung, AWMF-Registernummer: 179-006, Entwicklungsstufe: S2k. 2018
63. Frettlöh J, Fritsche G. Psychologische Behandlung. In: Maier C, Bingel U, Pogatzki-Zahn E (Hrsg.) *Schmerzmedizin, Interdisziplinäre Diagnose- und Behandlungsstrategien*. Verlag Elsevier, Urban & Fischer, München, 6. Auflage 2024: 534–553
64. Frettlöh J, Maier C, Gockel H et al. Validität des Mainzer Stadienmodells der Schmerzchronifizierung bei unterschiedlichen Schmerzdagnosen. *Schmerz* 2003; 17: 240–251
65. Freynhagen R, Baron R, Gockel U, Tölle TR. painDETECT: a new screening questionnaire to identify neuropathic components in patients with back pain. *Curr Med Res Opin* 2006; 22(10): 1911–1920
66. Gelbenegger G, Jilma B. Clinical pharmacology of antiplatelet drugs. *Expert Rev Clin Pharmacol* 2022; 15(10): 1177–1197
67. Genee LJ, Moore RA, Clarke C et al. Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 4(4): CD011279
68. Gerbershagen HU. Das Mainzer Stadienkonzept des Schmerzes. In: Klingler D et al. (Hrsg.) *Antidepressiva als Analgetika*. Linz: Arachne 1996, S71–95
69. Giacomelli L, Martin Sölch C, Ledermann K. The effect of virtual reality interventions on reducing pain intensity in chronic pain patients: a systematic review. *Virtual Reality* 2024; 28: 126
70. Gibbs GF, Drummond PR, Finch PM, Philipps K. Unravelling the pathophysiology of complex regional pain syndrome: focus on sympathetically maintained pain. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2008; 35(7): 717–724
71. Gibson W, Wand BM, O’Connell NE. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for neuropathic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 9(9): CD011976
72. Glogan E, Meulders M, Pfeiffer L et al. Alike, but not quite: comparing the generalization of pain-related fear and pain-related avoidance. *J Pain* 2022; 23(9): 1616–1628
73. Glogan E, Gatzounis R, Bennett MP et al. Generalization of pain-related avoidance behaviour based on de novo categorical knowledge. *Pain* 2023; 164(4): 895–904
74. Goldstein P, Weissman-Fogel I, Dumas G, Shamay-Tsoory SG. Brain-to-brain coupling during handholding is associated with pain reduction. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2018; 115(11): E2528–E2537
75. Gopichandran L, Srivastava AK, Vanamail P et al. Effectiveness of progressive muscle relaxation and deep breathing exercise on pain, disability, and sleep among patients with chronic tension-type headache: a randomized control trial. *Holist Nurs Pract* 2024; 38(5): 285–296
76. Goßrau G, Gierthmühlen J. Diagnose und Therapie der Trigeminusneuralgie, S1-Leitlinie, 2023, In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie*. www.dgn.org/leitlinien, abgerufen am 30.04.2025
77. Goudman L, Jansen J, Billot M et al. Virtual Reality Applications in Chronic Pain Management: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Serious Games* 2022; 10: e34402
78. Grabe HJ, Meyer C, Hapke U et al. Somatoform pain disorder in the general population. *Psychother Psychosom* 2003; 72(2): 88–94
79. Grassini S. Virtual reality non-pharmacological treatments in chronic pain management: a systematic review and quantitative meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(7): 4071
80. Grooten WJA, Boström C, Dederding Å et al. Summarizing the effects of different exercise types in chronic low back pain – a systematic review of systematic reviews. *BMC Musculoskelet Disord* 2022; 22(23): 801
81. Häuser W, Jones G. Psychological therapies for chronic widespread pain and fibromyalgia syndrome. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2019; 33(3): 101416
82. Häuser W. 2. Aktualisierung der S3 Leitlinie »Langzeitanwendungen von Opioiden bei chronischen nicht-tumorbedingten Schmerzen »LONTS«*. Schmerz* 2020; 34: 204–244
83. Hautzinger M, Keller F, Kühner C et al. BDI-II. Beck Depressions-Inventar. Revision. Pearson, 2. Aufl. 2009
84. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011; 63 Suppl11: S240–252
85. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. *Cephalalgia* 2018; 38: 1–211
86. Henschke N, Ostelo RW, van Tulder MW et al. Behavioural treatment for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; 7. Art. No.: CD002014
87. Herrmann-Lingen C, Buss U, Snaith RP. Hospital Anxiety and Depression Scale – Deutsche Version. Bern: Huber 1995
88. Herrmann C. Schmerzmanagement in der Neurologischen Rehabilitation. In: Mokrusch T, Gorsler A, Dohle C, Liepert J, Rollnik C, Curriculum Neurorehabilitation der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR). Bad Honnef: Hippocampus Verlag 2023: 305–331
89. Herrmann C. Schmerzen, Spezifische Aspekte der Neurorehabilitation. In: Pott C, Thieme H (Hrsg.), *Physiotherapie in der Neurologie*. Stuttgart: G. Thieme Verlag 2024, 309–326
90. Hesselstrand M, Samuelsson K, Liedberg G. Occupational therapy interventions in chronic pain – a systematic review. *Occup Ther Int* 2015; 22(4): 183–194
91. Hilton L, Hempel S, Eweing BA et al. Mindful meditation for chronic pain: systematic review and meta-analysis. *Ann Behav Med* 2017; 51: 199–213
92. Hüppe M, Schneider K, Casser H-R et al. Kennwerte und teststatistische Güte des Verterans RAND 12-item Health Survey (VR-12) bei Patienten mit chronischem Schmerz. *Schmerz* 2022; 36: 109–120
93. Hughes LS et al. Acceptance and commitment therapy (ACT) for chronic pain: a systematic review and meta-analyses. *Clin J Pain* 2017; 33(6): 552–568
94. Husak AJ, Bair MJ. Chronic pain and sleep disturbances: a pragmatic review of their relationships, comorbidities, and treatments. *Pain Med* 2020; 21(6): 1142–1152
95. Hussain N, Said ASA. Mindful-based meditation versus progressive relaxation meditation: impact on chronic pain in older female patients with diabetic neuropathy. *J Evid Based Integr Med* 2019; 24: 2515690X19876599
96. IASP (International Association for the Study of Pain). Classification of chronic pain. Description of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. Merskey H, Bogduk N (eds.), IASP Press, 2nd ed. 1994, updated 2011 and 2012; Terminology. www.iasp-pain.org/resources/terminology, abgerufen am 30.04.2025
97. IsHak WW, Wen RY, Naghdechi L et al. Pain and depression: a systematic review. *Harv Rev Psychiatry* 2018; 26(6): 352–363
98. Jensen MP, Barber J, Romano JM et al. Effects of self-hypnosis training and Emg biofeedback relaxation training on chronic pain in persons with spinal-cord injury. *Int J Clin Exp Hypn* 2009; 57(3): 239–268
99. Jensen TS, Baron R, Haanpää M et al. A new definition of neuropathic pain. *Pain* 2011; 152(10): 2204–2205
100. Johnson MI, Paley CA, Jones G et al. Efficacy and safety of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for acute and chronic pain in adults:

- a systematic review and meta-analysis of 381 studies (the meta-TENS study) *BMJ Open* 2022; 12: e051073
101. Ju ZY, Wang K, Cui HS et al. Acupuncture for neuropathic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2017(12): CD012057
 102. Kaiser U, Nilges P. Verhaltenstherapeutische Konzepte in der Therapie chronischer Schmerzen. *Schmerz* 2015; 29: 179–85
 103. Kappis B, von Wachter M, Pfeiffer SS et al. Chronische Schmerzen verstehen und erklären. *Psychotherapeutenjournal* 2023; 1: 21–9
 104. Karimi R, Mallah N, Scherer R et al. Sleep quality as a mediator of the relation between depression and chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2023; 130(6): 747–762
 105. Kerstman E, Ahn S, Battu S et al. Neuropathic pain. *Handb Clin Neurol* 2013; 110: 175–187
 106. Khan MI, Arsh A, Ali I, Afridi AK. Frequency of neuropathic pain and its effects on rehabilitation outcomes, balance function and quality of life among people with traumatic spinal cord injury. *Pak J Med Sci* 2022; 38(4): 888–892
 107. Khil L, Pfaffenrath V, Straube A et al. Incidence of migraine and tension-type headache in three different populations at risk within the German Headache Consortium Study. *Cephalalgia* 2012; 32(4): 328–36
 108. König SB, Prusak M, Pramhas S, Windpassinger M. Correlation between the neuropathic painDETECT screening questionnaire and pain intensity in chronic pain patients. *Medicina (Kaunas)* 2021; 57(4): 353
 109. Kosek E, Cohen M, Baron R et al. Do we need a third mechanistic descriptor for chronic pain states? *Pain* 2016; 157: 1382–6
 110. Kröner-Herwig B, Frettlöh J, Klinger R, Nilges P (Hrsg.) *Schmerzpsychotherapie – Grundlagen, Diagnostik, Krankheitsbilder, Behandlung*. 8. Auflage, Springer, Berlin 2017
 111. Lagueux E et al. Occupational therapy's unique contribution to chronic pain management: a scoping review. *Pain Res Manag* 2018; 2018: 5378451
 112. Lagueux E, Dépeultau A, Masse J. Management of chronic pain by occupational therapist: a description of practice profile. *Can J Occup Ther* 2023; 90(4): 384–394
 113. Langhorne P, Scott DJ, Robertson L et al. Medical complications after stroke: a multicenter study. *Stroke* 2000; 31(6): 1223–1229
 114. Langlois P, Perrochon A, David R et al. Hypnosis to manage musculoskeletal and neuropathic chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 2022; 135: 104591
 115. Lankes F, Schiekofner S, Eichhammer P, Busch V. The effect of alexithymia and depressive feelings on pain perception in somatoform pain disorder. *J Psychosom Res* 2020; 133: 110101
 116. Laux J, Glanzmann P, Schaffner P, Spielberger CD. *Das State-Trait-Angstinventar. STAI. Manual*. Weinheim: Beltz Testgesellschaft 1981
 117. Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): Palliativmedizin für Patienten mit einer nicht-heilbaren Krebserkrankung, Langversion 2.2, 2020, AWMF-Registernummer: 128/001OL. <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/palliativmedizin/>, abgerufen am: 30.04.2025
 118. Li L, Wu S, Wang J et al. Development of the Emoji Faces Pain Scale and its validation on mobile devices in adult surgery patients: longitudinal observational study. *J Med Internet Res* 2023; 25: e41189
 119. Lins L, Martins Carvalho F. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: Scoping review. *SAGE open Med* 2016; 4: 2050312116671725
 120. Limakatso K, Cashin AG, Williams S et al. The efficacy of graded motor imagery and its components on phantom limb pain and disability: a systematic review and meta-analysis. *Can J Pain* 2023; 7(1): 2188899
 121. Limakatso K, Madden VJ, Manie S, Parker R. The effectiveness of graded motor imagery for reducing phantom limb pain in amputees: a randomised controlled trial. *Physiotherapy* 2020; 109: 65–74
 122. Löwe B, Zipfel S, Herzog W. Deutsche Übersetzung und Validierung des »Patient Health Questionnaire (PHQ)«, Universitätsklinikum Heidelberg 2002 (Englische Originalversion: Spitzer, Kroenke & Williams, JAMA, 1999)
 123. Lotze M, Moseley GL. Clinical and neurophysiological effects of progressive movement imagery training for pathological pain. *J Pain* 2022; 23(9): 1480–91
 124. Lucchetti G, Oliveira AB, Mercante JP, Peres MF. Anxiety and fear-avoidance in musculoskeletal pain. *Curr Pain Headache Rep* 2012; 16(5): 399–406
 125. Lücking M, Martin A. Entspannung, Imagination, Biofeedback und Meditation. In: Kröner-Herwig B, Frettlöh J, Klinger R, Nilges P (Hrsg.) *Schmerzpsychotherapie*. 2017, 8. Auflage. Berlin: Springer Verlag 303–324
 126. Ludwig VJ, Pickenbrock H, Döppner DA. Factors facilitating and hindering the use of newly acquired positioning skills in clinical practice: a longitudinal survey. *Front Med* 2022; 9: 863257
 127. Mackenzie IS et al. Antiplatelet drug interactions. *J Int Med* 2010; 268(6): 516–529
 128. Mallari B, Spaeth EK, Goh H, Boyd BS. Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Pain Res* 2019; 12: 2053–2085
 129. Martinez-Calderon J, García-Munoz C, Rufo-Barbero et al. Acceptance and commitment therapy for chronic pain: an overview of systematic reviews with meta-analysis of randomized clinical trials. *J Pain* 2024; 25(3): 595–617
 130. Martinez-Lavin M. Centralized nociceptive pain causing fibromyalgia: an emperor with no cloths? *Clin Rheumatol* 2022; 41: 3915–3917
 131. McCracken LM, Yu L, Vowles KE. New generation psychological treatments in chronic pain. *BMJ* 2022; 376: e057212
 132. McCracken LM. Psychological flexibility, chronic pain, and health. *Ann Rev Psychol* 2024; 75: 601–624
 133. McKittrick ML, Connors EL, McKernan LC. Hypnosis for chronic neuropathic pain: a scoping review. *Pain Med* 2022; 23(5): 1015–1026
 134. Mendez-Rebolledo G, Gatica-Rojas V, Torres-Cueco R et al. Update on the effects of graded motor imagery and mirror therapy on complex regional pain syndrome type 1: a systematic review. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2017; 30(3): 441–449
 135. Merckle SL, Slika KA, Frey-Law LA. The interaction between pain and movement. *J Hand Ther* 2020; 33(1): 60–66
 136. Michaelides A, Zis P. Depression, anxiety and acute pain: links and management challenges. *Postgrad Med* 2019; 131(7): 438–444
 137. Moisset X, Bouhassira D, Avez Couturier J et al. Pharmacological and non-pharmacological treatments for neuropathic pain: Systematic review and French recommendations. *Rev Neurol (Paris)* 2020; 176(5): 325–352
 138. Mokhtari T, Ren Q, Li N et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation in relieving neuropathic pain: basic mechanisms and clinical applications. *Curr Pain Headache* 2020; 24(4): 14
 139. Moreau S, Thérond A, Cerda IH et al. Virtual reality in acute and chronic pain medicine: an updated review. *Curr Pain Headache Rep* 2024; 28(9): 893–928
 140. Neeb L. Diagnostik und Therapie des Kopfschmerzes vom Spannungstyp, S1-Leitlinie, 2023. In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.). Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. www.dgn.org/leitlinien, abgerufen am 30.04.2025
 141. Nickel FT, Seifert F, Lanz S, Maihöfer C. Mechanisms of neuropathic pain. *Eur Neuropsychopharmacol* 2012; 22(2): 81–91
 142. Nielsen SS, Skou ST, Larsen AE et al. The effect of occupational engagement on lifestyle in adults with chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *Occup Ther Int* 2022 Jun13; 2022: 7082159
 143. Nilges P, Rief W, Treede R-D, Zenz M. Chronischer Schmerz ist weder eine psychische noch eine funktionelle Störung, sondern in der ICD-11 (endlich) eine eigenständige Diagnose. *Nervenarzt* 2021; 92: 716–717
 144. Paolucci S, Martinuzzi A, Scivoletto G et al. Assessing and treating pain associated with stroke, multiple sclerosis, cerebral palsy, spinal cord injury and spasticity. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016; 52(6): 827–840
 145. Pickenbrock H, Ludwig V, Zapf A, Dressler D. Lagerung von Patienten mit zentral-neurologischen Erkrankungen. Randomisierte kontrollierte Multi-centerstudie zweier Lagerungskonzepte. *Dt Arztebl* 2015; 112(3): 35–42
 146. Pioch E. *Schmerzdokumentation in der Praxis. Klassifikation, Stadieneinteilung, Schmerzfragebögen*. Springer Verlag Heidelberg 2005
 147. Platz T, Liepert J, Abel U et al. Therapie des spastischen Syndroms, S2k-Leitlinie, 2024, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) und Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR) (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. www.dgn.org/leitlinien, abgerufen am 30.04.2025
 148. Pogatzki-Zahn E, Meißner W. Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). AWMF Online, www.awmf.org, abgerufen am 30.04.2025
 149. Price CIM, Curless RH, Rodgers H. Can stroke patients use visual analog scales. *Stroke* 1999; 30: 1357–61
 150. Raja SN, Carr DB, Cohen M et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain* 2020; 161(9): 1976
 151. Reichert B. *Physikalische Therapie*. 1. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 2020
 152. Ren S, Jiang X, Wang S et al. The prevalence and factors associated with neck and low back pain in patients with stroke: insights from the CHARLS. *BMC Public Health* 2024; 24: 2362–2376
 153. Ringkamp M, Meyer RM, Campbell JN, Raja SN. Peripheral mechanisms of cutaneous nociception. In: McMahon SB et al. (eds.) *Wall and Melzack's Textbook of Pain*, 6th edition. Elsevier Saunders 2013, chapter 1

154. Robinson K, Kennedy N, Harmon D. Review of occupational therapy for people with chronic pain. *Aust Occup Ther J* 2011; 58(2): 74–81
155. Robinson CL, Phung A, Dominguez M et al. Pain Scales: what are they and what do they mean. *Curr Pain Headache Rep* 2024; 28(1): 11–25
156. Roenneberg C, Hausteiner-Wiehle C, Schäfer R et al. S3-Leitlinie »Funktionelle Körperbeschwerden«, www.awmf.org, abgerufen am 14.11.2025
157. Rosser BA, Fisher E, Janjua S et al. Psychological therapies delivered remotely for the management of chronic pain (excluding headache) in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2023; 8(8): CD013863
158. Sakuma S, Kimpara K, Kawai Y et al. Integrating Physical Therapy and Virtual Reality to Manage Pain-Related Fear of Movement in Patients With Chronic Pain: A Randomized Controlled Trial. *Cureus* 2025; 17(2): e79551
159. Scheepers-Assmus C, Steding-Albrecht U, Jehn P. Ergotherapie. Vom Behandeln zum Handeln. Lehrbuch für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Auflage 2020
160. Schlereth T. Diagnose und nicht interventionelle Therapie neuropathischer Schmerzen, S2k-Leitlinie 2019. In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.). Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. www.dgn.org/leitlinien, abgerufen am 30.04.2025
161. Schnakers C, Chatelle C, Vanhaudenhuyse A et al. The Nociception Coma Scale: a new tool to assess nociception in disorders of consciousness. *Pain* 2010; 148(2): 215–219
162. Schmidt CO, Raspe H, Pfingsten M et al. Back pain in the German adult population: prevalence, severity, and sociodemographic correlates in a multiregional survey. *Spine* 2007; 32(18): 2005–2011
163. Schmidt H, Blechschmidt V. Noziplastischer Schmerz in Forschung und Praxis. *Schmerz* 2023; 37: 242–249
164. Scholz J, Finnerup NB, Attal N et al. The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic neuropathic pain. *Pain* 2019; 160(1): 53–59
165. Schwartz J, Miller C, Fields HL. Cortico-accumbens regulation of approach-avoidance behavior is modified by experience and chronic pain. *Cell Rep* 2017; 19(8): 1522–1531
166. Sheng J, Liu S, Wang Y et al. The link between depression and chronic pain: neural mechanisms in the brain. *Neural Plast* 2017; 9724371
167. Sielski R, Rief W, Glombiewski JA. Efficacy of biofeedback in chronic back pain: a meta-analysis. *Int J Behav Med* 2017; 24(1): 25–41
168. Slater M. Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *Br J Psychol* 2018; 109: 431–433
169. Stovner LJ, Andree C. Prevalence of headache in Europe: a review for the EuroLight project. *J Headache Pain* 2010; 11(4): 289–299
170. Strauss S, Barby S, Härtner J et al. Graded motor imagery modifies movement pain, cortical excitability and sensorimotor function in complex regional pain syndrome. *Brain Commun* 2021; 3(4): fcab216
171. Thompson T, Therhune DB, Oram C et al. The effectiveness of hypnosis for pain relief: a systematic review and meta-analysis of 85 controlled experimental trials. *Neurosci Biobehav Rev* 2019; 99: 298–310
172. Thong ISK, Jensen MP, Miró J, Tan G. The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? *Scand J Pain* 2018; 18(1): 99–107
173. Timmers I, Quaedflieg CWEM, Hsu C et al. The interaction between stress and chronic pain through the lens of threat learning. *Neurosci Biobehav Rev* 2019; 107: 641–655
174. R-D, Jensen TS, Campbell JN et al. Neuropathic pain: redefinition and grading system for clinical and research purposes. *Neurology* 2008; 70(18): 1630–1635
175. Treede RD, Rief W, Barke A et al. A classification of chronic pain for ICD-11. *Pain* 2015; 156(6): 1003–1007
176. Treede RD, Rief W, Barke A et al. Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain* 2019; 160(1): 19–27
177. Turner-Stokes L. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide. *Clin Rehabil* 2009; 23(4): 362–370
178. van Dillen LR, Lanier VM, Steger-May K et al. Effect of motor skill training in functional activities vs strength and flexibility exercise on function in people with chronic low back pain. A randomized clinical trial. *JAMA Neurol* 2021; 78(4): 385–395
179. van Hecke O, Austin SK, Khan RA et al. Neuropathic pain in the general population: a systematic review of epidemiological studies. *Pain* 2014; 155(4): 654–662
180. van Kerkhof P. Evidenzbasierte Elektrotherapie. Theorie und Praxis. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2. Auflage 2025
181. van Schayck RH, Weiller C. Behandlung akuter und chronischer Schmerzen in der neurologischen Rehabilitation (Teil I). Therapie von akuten und chronischen Schmerzen, neuropathischen Schmerzen, Kopfschmerzen, Rückenschmerzen und Tumorschmerzen. *Neurol Rehabil* 2002; 8(1): 1–17
182. van Schayck RH, Weiller C. Behandlung akuter und chronischer Schmerzen in der neurologischen Rehabilitation (Teil II). Schmerztherapie der Spastik, nach Schlaganfall, der Multiplen Sklerose, der Parkinsonkrankheit, der Querschnittslähmung, bei Depression, in der Frührehabilitation und beim geriatrischen Patienten. *Neurol Rehabil* 2002; 8(2): 65–79
183. van Schayck RH. Schmerzen und zentraler Schmerz nach Schlaganfall. *Neurol Rehabil* 2007; 13(5): 249–259
184. van Vliet CM, Meulders A, Vancleef LMG et al. Avoidance behavior performed in the context of a novel, ambiguous movement increases threat and pain-related fear. *Pain* 2021; 162(3): 875–885
185. Veehof MM, Trompetter HR, Bohlmeijer ET, Schreurs KMG. Acceptance- and mindfulness-based interventions for the treatment of chronic pain: a meta-analytic review. *Cogn Behav Ther* 2016; 45(1): 5–31
186. Volders S, Boddez Y, De Peuter S et al. Avoidance behaviour in chronic pain research: a cold case revisited. *Behav Res Ther* 2015; 64: 31–37
187. von Korff M, Ormel J, Keefe FJ, Dworkin SF. Grading the severity of chronic pain. *Pain* 1992; 50: 133–149
188. Wewege MA, Booth J, Parmenter BJ. Aerobic vs. resistance exercise for chronic non-specific low back pain: a systematic review and meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2018; 31(5): 889–899
189. Widar M, Samuelsson L, Karlsson-Tivenius S, Ahlström G. Long-term pain conditions after a stroke. *J Rehabil Med* 2002; 34: 165–170
190. Wiech K. Deconstructing the sensation of pain: The influence of cognitive processes on pain perception. *Science* 2016; 354(6312): 584–588
191. Williams ACDC, Fisher E, Hearn L, Eccleston C. Psychological therapies for the management of chronic pain (excluding headache) in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; 8(8): CD007407
192. Wong KP, Tse MMY, Qin J. Effectiveness of Virtual Reality-Based Interventions for Managing Chronic Pain on Pain Reduction, Anxiety, Depression and Mood: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)* 2022; 10: 2047
193. Zaina F, Cote P, Cancelliere C et al. A systematic review of clinical practice guidelines for persons with non-specific low back pain with and without radiculopathy: identification of best evidence for rehabilitation to develop the WHO's package of interventions for rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2023; 104: 1913–1927
194. Zeidan F, Emerson NM, Farris SR et al. Mindfulness Meditation-Based Pain Relief Employs Different Neural Mechanisms Than Placebo and Sham Mindfulness Meditation-Induced Analgesia. *J Neurosci* 2015; 35: 15307–15325
195. Zhu F, Zhang M, Wan D et al. Yoga compared to non-exercise or physical therapy exercise on pain, disability, and quality of life for patients with chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 2020; 15(9): e0238544

Interessenvermerk

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadressen

Dr. med. Rudolf van Schayck
 Ärztliche Leitung
 Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen
 Neurologisches Rehabilitationszentrum auf der Schillerhöhe
 Solitudestr. 20
 70839 Gerlingen
r.vanschayck@kliniken-schmieder.de

Christoph Herrmann
 Ärztliche Leitung
 Kliniken Schmieder Gailingen – Kliniken für Neurologische Rehabilitation und Psychotherapeutische Neurorehabilitation
 Auf dem Berg
 78262 Gailingen
c.herrmann@kliniken-schmieder.de

DGN-Kongress 2025

Hyperexzitabilität: Risikofaktor und Therapietarget auch jenseits der Epilepsie

Neueste Erkenntnisse zur Hyperexzitabilität als Risikofaktor und potenzielles Therapietarget bei verschiedenen neurologischen Erkrankungen wurden beim Presidential Symposium des DGN-Kongresses am 13.11.2025 diskutiert.

Epileptische Anfälle treten nicht nur bei Menschen mit Epilepsie auf, sondern auch bei anderen neurologischen Erkrankungen. Sie sind oft nur subklinisch – und entsprechend schwer zu diagnostizieren –, doch sie sind klinisch relevant, weil sie signifikant die Prognose der Betroffenen beeinflussen. Bei *Schlaganfallpatienten* beispielsweise kann das Auftreten epileptischer Anfälle die Krankenhaussterblichkeit verdoppeln. Ebenso haben Studien gezeigt, dass das Auftreten epileptischer Anfälle bei *MS-Patienten* mit einer schnelleren Progression, mehr Behinderungen und schlechteren kognitiven Leistungen einhergeht. Auch kommt es bei vielen anderen neurologischen Krankheiten vermehrt zu epileptischen Anfällen, z.B. bei Enzephalitis, Meningitis, bei Intoxikationen, zerebraler Hypoxie oder Hirntumoren.

Gliome verursachen neuronale Übererregbarkeit, die epileptische Anfälle auslösen kann. Forschung zeigt, dass mTOR-Hemmung diese Übererregbarkeit reduzieren kann [1]. Auch scheint die Hyperexzitabilität weit mehr als nur ein Krankheitssymptom bei *Hirntumoren*

zu sein. Es gibt die Hypothese, dass die Synaptogenese zwischen glutamatergen Neuronen und Gliomen sowie die Übererregbarkeit das Tumorstadium fördern. Ein neuer, vielversprechender Therapieansatz, der derzeit untersucht wird, ist die medikamentöse Reduktion der peritumoralen Hyperexzitabilität [2].

Epileptische Anfälle und neuronale Übererregbarkeit wurden auch als Begleiterscheinung der *Alzheimer-Erkrankung* erkannt. Studien zeigen Zusammenhänge zwischen Hyperexzitabilität und der Pathologie von β -Amyloid und Tau [3]. Duale Therapien, die sowohl $\text{A}\beta$ -Akkumulation als auch neuronale Übererregbarkeit adressieren, könnten vielversprechend sein [4].

1. Karreman MA, Venkataramani V. Calm in the chaos: Targeting mTOR to reduce glioma-driven neuronal hyperexcitability. *Neuron* 2025; 113(6): 795–795
2. Tobochnik S, et al. Pilot Trial of Perampanel on Peritumoral Hyperexcitability in Newly Diagnosed High-grade Glioma. *Clin Cancer Res* 2024; 30(23): 5365–5373
3. Ranasinghe KG, et al. Distinct manifestations of excitatory-inhibitory imbalance associated with amyloid- β and tau in patients with Alzheimer's disease. *Nat Commun* 2025; 16(1): 7957.
4. Wang Y, et al. Modulating Amyloid Pathology – Neural Hyperexcitability Crosstalk for Alzheimer's Disease Therapy. *ACS Nano* 2025 Oct 22. doi: 10.1021/acsnano.5c08317

40. ARBEITSTAGUNG NEUROINTENSIVMEDIZIN

SCHAUEN SIE INS PROGRAMM
UND REGISTRIEREN SIE SICH!



JAHRESTAGUNG

Deutsche Gesellschaft für NeuroIntensiv- und
Notfallmedizin

Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft



www.anim.de



Deutsche Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neurorehabilitation e. V.



■ 1. Vorsitzender: Prof. Dr. Michael Jöbges ■ 2. Vorsitzender: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Uwe Spetzger ■ 3. Vorsitzender: Prof. Dr. Jan Mehrholz
 ■ 3. Vorsitzender: Prof. Dr. Jan Mehrholz ■ Kassenwart: Dipl.-Psychologe Dr. rer. medic. Volker Völzke ■ Schriftführer: Prof. Dr. rer. medic. habil. Bernhard Elsner ■ Kontakt: sekretariat@dgnkn.de ■ www.dgnkn.de

Dr. Anna-Margarete Ritz – Ein Nachruf

Nach fünf Jahrzehnten einer ganz besonderen Freundschaft und vertrauensvoller neurologisch-wissenschaftlicher Kollegialität erfülle ich jetzt die traurige Pflicht, den Tod von Frau Dr. Annegret Ritz (*26. Juni 1935 – 2. September 2025), Gründerin und vormalige Chefärztin i. R. des Neurologischen Rehabilitationszentrums für Kinder und Jugendliche »Friedehorst«, Bremen Lesum, D., unseren gemeinsamen wissenschaftlichen Freunden und Kollegen mitzuteilen.

Frau Dr. Ritz war als Mitgründerin maßgeblich an der Gründung, Etablierung und internationalen Gestaltung unserer Europäischen Akademie für multidisziplinäre Neurotraumatologie, EMN, und der internationalen Welt Akademie für multidisziplinäre Neurotraumatologie, AMN (Academy for multidisciplinary neurotraumatology, World AMN) beteiligt. Hierbei wichtig war ihr stets auch die enge freundschaftliche Kooperation mit dem Neurologen Prof. Dr. Volker Hömberg, derzeitiger Präsident der WFNR, und Frau Prof. Dr. Nicole von Steinbüchel, Göttingen. Frau Dr. Ritz hat in Deutschland und Europa neue Maßstäbe in der pädiatrischen Neuro-Rehabilitation gesetzt. Und wie ihr Lehrer Prof. Dr. Gert Jacobi (1933–2011), zählte Frau Dr. Ritz 1973 zu den Gründungsmitgliedern der Gesellschaft für Neuropädiatrie e. V. und ebenso des Königsteiner Kinder-epileptologischen Arbeitskreises. Frau Dr. Ritz hat sich über viele Jahre kreativ an der Organisation fachübergreifender nationaler und internationaler Tagungen beteiligt – wie der AMN, EMN und DGNKN – zu Themen wie Neurorehabilitation, Outcome, and Quality of Life after TBI (QOLIBRI, Quality of life after traumatic brain Injury). Frau Dr. Ritz war Mitglied im Heilmittelausschuss der Ärzte/Krankenkassen und in der AG der Gesetzlichen Unfallversicherungsträger zur Erarbeitung von Empfehlungen »Zur Rehabilitation Schwer-Schädel-Hirnverletzter« wie auch in der Projektgruppe der BAR und BAG II (medizinisch-berufliche Rehabilitation); diese Ergebnisse fanden Eingang im SGB V und SGB IX der BRD.

Unsere besondere Freundschaft mit Jahrzehnten vertrauensvoller Kooperation geht zurück auf das Jahr 1973. Als Assistenzarzt der Universitätsklinik für Neurochirurgie hatte man mir die Aufgabe übertragen, auf der von Frau Dr. Ritz als Oberärztin geleiteten Intensivstation der Kinderklinik die postoperative Versorgung zu gewährleisten – bis 1977. Grandiose Lehrjahre. Später wirkten



Henning Scherf, Bürgermeister und Präsident des Senats der Freien Hansestadt Bremen 1995 bis 2005, überreicht Frau Dr. Annegret Ritz das Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland am 29. Januar 2003 im Bremer Rathausaal (Foto EMN NEWS; www.neurotrauma-emn.de/.../news-personalia.htmEMN)

wir gemeinsam viele Jahre in der Hannelore Kohl Stiftung – und feierten so auch mit Frau Kohl gemeinsam die Einweihung des von Frau Dr. Ritz beispielgebend entworfenen Neurologischen Rehabilitations-Zentrums für Kinder und Jugendliche »Friedehorst« in Bremen Lesum. Dieser Einrichtung blieb Annegret Ritz, ungeachtet zwischenzeitlicher Veränderungen, bis ihrem jetzigen Lebensende in ihrer Wahlheimat Berlin eng verbunden.

Der Bundespräsident verlieh Frau Dr. Ritz am 18. 10.2002 das Bundesverdienstkreuz am Bande – als Zeichen ihres beispielhaft richtungweisenden sozialmedizinischen und wissenschaftlichen Engagements im Gesundheitswesen Deutschlands und darüber hinaus.

Literatur

1. Ritz A. Frührehabilitation hirnverletzter Kinder, Jugendlicher und junger Erwachsener in einem Neurologischen-Rehabilitationszentrum der Phase II. In: Tagungsbericht 1, Kuratorium ZNS, Bonn und Verein für BG Heilbehandlung, Frankfurt (HRSg): Symposium Frührehabilitation für Hirnverletzte am 10./11. März 1989. Frankfurt am Main: Bau-Berufsgenossenschaft 1989, pp 133–138
2. von Wild KRH: 2016 Ad Multos Annos! Laudatio für Frau Dr. med. Anna-Margarete Ritz aus Anlass ihres 80. Geburtstags. Neurologie & Rehabilitation 2016; 22 (2): 161

Im Oktober 2025
 Prof. Dr. Dr. h.c. Klaus R. H. von Wild
 Ehrenmitglied der DGNKN

Nicht-schubförmige sekundär progrediente MS (nrSPMS)

ECTRIMS 2025: Neue Subgruppen-Daten zur Wirksamkeit von Tolebrutinib bei nrSPMS vorgestellt

Neue Daten zu Tolebrutinib weisen auf eine konsistente Wirksamkeit bei Patienten mit nicht-schubförmiger sekundär progredienter Multipler Sklerose (nrSPMS) hin, unabhängig von demographischen und klinischen Faktoren wie dem Vorhandensein von Gadolinium-anreichernden T1-Läsionen.¹

Bei einem Pressegespräch anlässlich der diesjährigen Jahrestagung des European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis (ECTRIMS) präsentierte PD. Dr. Steffen Pfeuffer, Uniklinik Gießen, die auf dem Kongress vorgestellten Subgruppenanalysen aus der klinischen Phase-III-Studie HERCULES zu Tolebrutinib bei Patienten mit nrSPMS.² Tolebrutinib ist ein in der klinischen Prüfung befindlicher Bruton-Tyrosinkinase-Inhibitor (BTKi). Derzeit steht für die Behandlung der nrSPMS noch keine Therapieoption zur Verfügung.²⁻⁴

Breite Wirksamkeit unabhängig von klinischen und demographischen Faktoren

Im Rahmen einer explorativen Subgruppen-Analyse der HERCULES-Studie wurde die Zeit bis zum Einsetzen einer nach sechs Monaten bestätigten Behinderungsprogression (Confirmed Disability Progression, 6-M-CDP) unter Tolebrutinib vs. Placebo nach Alter, Geschlecht, Herkunftsregion, Be-

hinderungsprogression, Zeit seit dem ersten Symptom in der schubförmigen Phase (RMS), Existenz von Gadolinium-anreichernden T1-Läsionen sowie einer Schubaktivität im Studienverlauf stratifiziert.⁵ Dabei zeigte sich eine Risikoreduktion für eine 6-M-CDP in allen analysierten Subgruppen unter Tolebrutinib im Vergleich zu Placebo, wobei die Effektstärke zwischen den Gruppen variierte. »Die Resultate dieser explorativen Untersuchung der HERCULES-Studie unterstützen die zuvor publizierten Daten der Gesamtpopulation und verdeutlichen den Effekt von Tolebrutinib auf die schubunabhängige Behinderungsprogression bei der nrSPMS. Daher könnte zukünftig ein breites Spektrum von nrSPMS-Patienten von Tolebrutinib profitieren«, so Pfeuffer beim Pressegespräch.

Keine Sicherheitssignale im peripheren Immunsystem

Eine Analyse des Immunglobulinlevels und der Immunzellpopulationen

aus Blutproben von Teilnehmern der HERCULES-Studie zeigte über einen Zeitraum von 42 Monaten keine Veränderungen der Immunzell-Subpopulationen (Leukozyten, Lymphozyten, Neutrophilen, Thrombozyten) und insbesondere keine Beeinflussung der B-Zellen. So blieb die mittlere Konzentration von Immunglobulin G über den gesamten Studienzeitraum konstant, und auch die mittlere Konzentration von Immunglobulin M lag im Studienzeitraum oberhalb des präspezifizierten Grenzwertes von 0,26 g/l (Frauen) bzw. 0,20 g/l (Männer).⁶ Es konnten keine Anzeichen für eine Reduktion peripherer Immunzellen beobachtet werden, was das günstige Sicherheitsprofil des immunmodulierenden Wirkstoffs bestätigt.

¹ Fox, Robert J. et al. Subgroup Analyses of the Phase 3 Tolebrutinib in nrSPMS HERCULES Trial. ECTRIMS Congress 2025, September 2025, Barcelona, Spain; Poster P796

² Fox RJ, et al. N Engl J Med 2025; 92(19): 883–892

³ Scalfari A, et al. Ann Neurol. Published online July 25, 2024. doi:10.1002/ana.27034

⁴ Gross HJ, et al. Neuropsychiatr Dis Treat 2017; 13: 1349–1357

⁵ Nicolas O, et al. Tolebrutinib Plasma Exposure and Efficacy Response in the Phase 3 HERCULES Trial in nrSPMS. ECTRIMS Congress 2025, September 2025, Barcelona, Spain; Poster P292

⁶ Bar-Or A, et al. Blood Immunoglobulin Levels and Immune Cell Populations in the Phase 3 HERCULES Trial of Tolebrutinib in Non-Relapsing Secondary Progressive Multiple Sclerosis. ECTRIMS Congress 2025, September 2025, Barcelona, Spain; Poster P297

ECTRIMS 2025, Virtuelles Pressegespräch Sanofi

Schubförmig remittierende Multiplen Sklerose (RRMS)

COPAXONE® als wirksame Option für Therapieeinstieg, Langzeitbehandlung und Deeskalation

Glatirameracetat (GA, Handelsname COPAXONE®) ist seit über 20 Jahren eine etablierte Therapie für Patienten mit mild-moderatem Verlauf einschließlich therapienaiver Patienten, älterer Menschen, Patienten mit Komorbiditäten und Frauen mit Kinderwunsch. GA kann auch während der Schwangerschaft und Stillzeit angewendet werden und wird als Deeskalationsoption nach einer Therapie mit höher wirksamen Substanzen in Betracht gezogen.

Zu den zentralen Herausforderungen bei der Therapieentscheidung zählen die Einschätzung der individuellen Krankheitsaktivität sowie die Einbeziehung patientenspezifischer Faktoren wie Kinderwunsch, Alter, Begleiterkrankungen und Lebenssituation. Ein möglichst früher Therapiebeginn im »Window of Opportunity«,

der Phase, in der entzündliche Krankheitsprozesse im Vordergrund stehen und noch effektiv beeinflusst werden können, ist ein wesentlicher Baustein für eine erfolgreiche Langzeitstrategie, so Prof. Dr. Mathias Buttmann, Bad Mergentheim.¹

Da MS häufig junge Frauen betrifft, sollte ein Kinderwunsch von An-

fang an in die Therapieplanung einbezogen werden.² GA oder Interferon-Präparate werden empfohlen, wenn eine Therapie aufgrund von Schwangerschaftsrisiken abgesetzt werden muss. Nach Dr. Daniela Rau, Ulm, zeigen Daten, dass Frauen, die vor einer geplanten Schwangerschaft auf GA umgestellt wurden (»Bridging«), von der Therapie profitieren können.³ GA kann auch während der Stillzeit angewendet werden, ohne dass ein erhöhtes Risiko für das Kind besteht.⁴

¹ Ziemssen T et al. J Neurol. 2016;263(6): 1053–1065

² Corboy JR, et al. Lancet Neurol 2023; 22(7): 568–77

³ Hellwig K et al. Neurodegener Dis Manag 2023; 13(4): 223–234

⁴ Ciplea A et al. Mult Scler. 2022 ;28(10): 1641–1050

Pressegespräch »Therapiemanagement bei Multipler Sklerose: Weichenstellungen für den Langzeiterfolg«, 22.09.2025. Veranstalter: TEVA GmbH

Parkinson-Krankheit

Raus aus dem OFF: Moderne Therapie mit Ongentys® und Kynmobi®

Plötzlich auftretende OFF-Episoden können für Parkinson-Patienten sehr belastend sein. Mit Kynmobi® steht das erste sublingual zu verabreichende Apomorphin zur Verfügung, welches diese therapeutische Lücke schließen kann. Bei motorischen Fluktuationen aufgrund schwankender Levodopa-Plasmaspiegel lohnt es sich zudem, bereits früh an die Add-on-Gabe von Ongentys® (Opicapon) zu denken. Der COMT-Hemmer der dritten Generation macht das von den allermeisten Patienten eingenommene L-Dopa besser nutzbar.

Bei der Parkinson-Krankheit handelt es sich um eine multisystemische Erkrankung mit fortschreitendem Verlauf. Zwar lässt sich der damit einhergehende Dopaminmangel durch Levodopa ersetzen, doch nach mehreren Jahren mit gutem Ansprechen kann es zu Schwankungen oder Fluktuationen der Parkinson-Symptome im Tagesverlauf kommen: Nach 2,5 Jahren Erkrankung leiden bereits mehr als 40 % der Parkinson-Patienten an Wearing-OFF-Zuständen und damit einhergehenden motorischen Fluktuationen,¹ die in der Praxis oft unterdiagnostiziert sind. Es bedarf daher bereits frühzeitig einer effektiven Add-on-Therapie, die das eingenommene L-Dopa besser nutzbar macht, z. B. durch Hemmung der COMT.

Ongentys® macht L-Dopa besser nutzbar

Ongentys® verlangsamt den Abbau des bereits im System vorhandenen L-Dopa und erhöht dessen Bioverfügbarkeit, wodurch mehr vom eingenommenen L-Dopa therapeutisch nutzbar gemacht wird.^{2,3} Dass diese Strategie einer Erhöhung der L-Dopa-Dosis durch häufigere Einnahmen signifikant überlegen ist, belegen die Daten des »ADOPTION«-Studienprogramms: Unter Opicapon erzielten die Studienteilnehmer im Vergleich zu 100 mg Levodopa/DDCI eine signifikante zusätzliche Reduktion der absoluten OFF-Zeit (primärer Endpunkt) um -45,4 Minuten nach 4 Wochen Therapie (-62,1 min vs. -16,7 min; $p = 0,0015$), während die ON-Zeit signifikant um zusätzliche 34,5 Minuten gesteigert

werden konnte (70,2 min vs. 35,6 min; $p = 0,0338$).⁴ Der frühe Einsatz des COMT-Hemmers kann auch bei Patienten mit motorischen Fluktuationen von weniger als zwei Jahren und mit drei L-Dopa-Einnahmezeitpunkten sinnvoll sein. Zudem bewertet die aktuelle S2k-Leitlinie der DGN den COMT-Hemmer der 3. Generation als am besten verträglich innerhalb dieser Substanzklasse.⁵

Kynmobi® schließt die therapeutische Lücke

Kommt es aufgrund des Fortschreitens der Erkrankung trotz einer optimierten Basistherapie zu OFF-Episoden, etwa am Morgen nach dem Aufwachen oder bei nachlassender L-Dopa-Wirkung, so deutet dies auf eine therapeutische Lücke hin, die von Anfang an adressiert werden sollte. Kynmobi® kann hier eine wertvolle Option darstellen. Der Sublingualfilm wird nach Befeuchten des Mundes unter die Zunge gelegt und löst sich dort innerhalb von drei Minuten auf.⁶ Da das freigesetzte Apomorphin über die Mundschleimhaut aufgenommen wird, umgeht Kynmobi® den First-Pass-Stoffwechsel, was zu einer schnellen und anhaltenden Wirkung führen kann, die unabhängig von der Art der sonstigen Therapie und der Ursache des OFF-Zustandes ist.^{6,7} Bezogen auf den Untersuchungszeitraum nach 12 Wochen können 80 % der OFF-Phasen innerhalb von 30 Minuten beendet und in einen vollständigen ON-Zustand überführt werden.⁷ Gegenüber Placebo ist mit Kynmobi® bereits nach 15 Minuten eine signifikante Verbesserung zu beobach-

ten (-6,4 vs. -3,0; $p = 0,039$; gemessen anhand MDS-UPDRS Part III), die bis zu 90 Minuten anhalten kann.⁷ In der Langzeitanwendung über 48 Wochen konnte in mehr als Dreiviertel der Fälle ein FULL-ON erreicht werden.⁸ Dabei ist Kynmobi® im Allgemeinen gut verträglich. Die am häufigsten auftretenden Nebenwirkungen sind Übelkeit, Somnolenz und Schwindel.⁶

Erfahren Sie hier mehr zu Ongentys® und Kynmobi® im Praxisalltag. Dr. Marie Perle Brinckmann, Berlin, berichtet von ihren Erfahrungen und gibt Tipps für einen gelungenen Therapiestart.



Literatur

- Stocchi F et al. Parkinsonism Relat Disord 2014; 20: 204–211
- Ferreira JJ et al. Mov Disord 2022; 37(11): 2272–2283
- Fachinformation Ongentys®, Stand März 2022
- Lee JY, Ma HI, Ferreira JJ, et al. Mov Disord Clin Pract 2024; 11(6): 655–665
- <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-010>
- Fachinformation Kynmobi®, Stand Oktober 2023
- Olanow CW et al. Lancet Neurol 2020; 19: 135–144
- Factor SA et al. Mov Disord 2021; 36(Suppl1): Poster 384

Dieser Beitrag wurde zur Verfügung gestellt von der Bial Deutschland GmbH, Mörfelden-Walldorf

KONGRESSE

26.11.–29.11.2025

Berlin

Kongress der Deutschen Ges. f. Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde e. V. (DGPPN)

www.dgppnkongress.de/

04.12.–06.12.2025

Freiburg

Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V. zusammen mit der OeGNR und der SGNR

<https://d-a-ch-tagung.de>

2026

15.01.–16.01.2026

Rankweil (AT)

Jahrestagung der Österreichischen Schlaganfall Gesellschaft (ÖGSF)

<https://www.ogsf.at/kongresse/jahrestagung/>

25.01.–31.01.2026

Grindelwald (CH)

64. Fachtagung für Neurophysiologie und angrenzende Gebiete

<https://www.neuro-alpin.net/Meeeting-2026.htm>

30.01.–01.02.2026

Stuttgart

therapro und physiokongress

<https://www.messe-stuttgart.de/therapro/hauptnavigation-rechts/aussteller/das-erwartet-sie/auf-einen-blick/>

05.02.–07.02.2026

Dortmund

40. Arbeitstagung NeurointensivMedizin 2026

www.anim.de

19.02.–22.02.2026

New Orleans (USA)

Annual Meeting of the American Clinical Neurophysiology Society (ACNS)

<https://www.acns.org/2026-annual-meeting---call-for-joint-international-symposia>

22.02.–24.02.2026

Würzburg

3rd Expert Summit on the Future of Deep Brain Stimulation

<https://dbs-expertsummit.de/>

25.02.–27.02.2026

Augsburg

DGKN26 | Kongress für Klinische Neurowissenschaften mit Fortbildungsakademie

<https://kongress.dgkn.de/home-kongress>

26.02.–28.02.2026

Köln

ZNS-Tage 2026

<https://www.zns-tage.de/>

Der Kongress findet hybrid statt!

18.03.–20.03.2026

Villach (AT)

23. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Neurologie (ÖGN 26)

www.oegn.at/veranstaltungen/23-jahrestagung-der-oesterreichischen-gesellschaft-fuer-neurologie-oegn26/

19.03.–21.03.2026

Würzburg

Würzburger Aphasietage

<https://aphasie-online-kongress.29-7.events/>

24.03.–26.03.2026

Leipzig

35. Reha-Kolloquium

https://www.deutsche-rentenversicherung.de/DRV/DE/Experten/Reha-Wissenschaften/Wissens Austausch_Veranstaltungen/Reha-Kolloquium/Reha-Kolloquium-aktuell/kolloquium_aktuell_index.html

16.04.–18.04.2026

Leipzig

Deutscher Kongress für Parkinson und Bewegungsstörungen

<https://www.dpg-kongress.de/>

18.04.–22.04.2026

Chicago (USA)

Annual Meeting of the American Academy of Neurology (AAN) 2026

<https://www.aan.com/events/annual-meeting>

06.05.–09.05.2026

Linz (AT)

GNP-Jahrestagung 2026

<https://gesellschaft-fuer-neuropaediatrye.org/events/gnp-jahrestagung-2026-in-linz/>

09.05.2026

Beelitz-Heilstätten

27. Beelitzer Neuro-Symposium

<https://www.parkinson-beelitz.de/fachkrankenhaus-parkinson/veranstaltungen/18329-27-beelitzer-neuro-symposium-am-09-05-2026.html>

07.06.–10.06.2026

Aachen

77. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie DGNC

<https://dgnc-kongress.de/>

08.06.–11.06.2026

Greifswald

7. Summer School Neurorehabilitation

tobias.surborg@wiko-greifswald.de
<https://www.wiko-greifswald.de>

10.06.–12.06.2026

Fellbach

39. Jahrestagung der Deutschsprachigen Medizinischen Gesellschaft für Paraplegiologie (DMGP)

<https://dmgp-kongress.de/allgemeine-informationen/ausblick>

10.06.–13.06.2026

Würzburg

64. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Epileptologie

<https://epilepsie-tagung.de/>

17.05.–21.05.2026

Kopenhagen (DK)

International Congress on Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease (ADPD)

<https://adpd.kenes.com/>
Der Kongress findet hybrid statt.

19.06.–20.06.2026

Weimar

54. dbl-Kongress

<https://www.dbl-kongress.de/>

27.06.–30.06.2026

Genf (CH)

12th Congress of the European Academy of Neurology (EAN)

<https://www.ean.org/congress2026>

10.09.–12.09.2026

Berlin

2. Deutscher Schlaganfallkongress (DSG)

<https://www.dsg-info.de/>

09.10.–10.10.2026

Augsburg

Bundeskongress Physiotherapie

<https://www.physiocongress.de/bundeskongress/>


03.12.–05.12.2026

Dresden

11. Gemeinsame Jahrestagung der Dt. Ges. für Neurorehabilitation (DGNR) und der Dt. Ges. für Neurotraumatologie und Klinische Neurorehabilitation (DGNKN)

<https://kongresskalender.conventus.de/index.php?id=160&L=0>

FORTBILDUNG

 **2026 Sommerakademie**

Führung mit Haltung – Selbst, Team & Rolle stärken

06.08. - 08.08.2026, DE-Veitshöchheim*

In drei Tagen zu mehr Resilienz, Klarheit und Souveränität in Führung und Team.

Führungskräfte und auch welche, die es werden wollen, brauchen innere Stärke, strategische Klarheit und die Fähigkeit, ihr Team sicher zu leiten. Genau hier setzt unsere komprimierte, praxisorientierte Sommerakademie 2026 mit Gastreferentin **Dipl.-Psych. Corinna Spaeth** (Autorin & Expertin für Zukunftsstrategie Arbeitswelt) an. Gepaart mit Exkursionen zum Wein, mit Kultur und Biodiversität. Details finden Sie auf unserer Website.

Berufliche Rehabilitation – Soziale und berufliche Teilhabe nach erworbenen Hirnschädigungen

23.01.2026 - 24.01.2026, DE-Veitshöchheim*

Dipl.-Psych. Ralf Heindorf;
Dipl.-Psych. Dorothea Mielke
350,00 €; 16 Std.; Kursnr.: FB260123B

Gesund atmen und die Herz-Hirn-Achse

30.01.2026 - 31.01.2026, DE-Berlin

Dipl.-Psych. Eva Rischkau
350,00 €; 16 Std.; Kursnr.: FB260130C

nähere Infos unter: www.neuroraum.de

* bei Würzburg

Fachtherapeut(in) für Kognitives Training

mit Zertifikat (70 FP)

2 Module je 4 Tage • Mehrmals jährlich

Auch als Live-Web-SeminarUnter ärztlicher
Leitung

Bitte fordern Sie das Seminarprogramm an:

akademie für Kognitives Training

nach Dr. med. Franziska Stengel

Nöllenstraße 11 • 70195 Stuttgart

Tel: 0711 - 697 98 06 • Fax: 0711 - 697 98 08

www.kognitives-training.de • info@kognitives-training.de**dbf-Fortbildungen bei ProLog****Kognitive Kommunikationsstörungen (CCDs) – eine Einführung
Diagnostik und Therapie im Schweregrad-Spektrum**

Jana Quinting, Akad. Sprachtherapeutin, Ilona Rubi-Fessen, Lehrlogopädin, Dipl.-Logopädin

Häufige Folgen erworbener Hirnschädigungen sind sprachlich-kommunikative Einschränkungen. Ein beachtlicher Teil dieser Auffälligkeiten lässt sich nicht als sprachsystematische Störung im Sinne einer Aphasie klassifizieren. Einschränkungen zeigen sich vielmehr in pragmatisch-kommunikativen Fähigkeiten. Ursächlich für diese Auffälligkeiten scheinen nicht-sprachliche, kognitive Beeinträchtigungen in den Bereichen Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Exekutivfunktionen und/oder Soziale Kognition. Kognitive Kommunikationsstörungen (Cognitive Communication Disorders, CCDs) manifestieren sich dabei in einem weiten Spektrum unterschiedlicher Schweregrade und sind, bedingt durch die häufig variierende Neuropathologie im klinischen Erscheinungsbild, interindividuell stark heterogen.

Weniger als 50% der Betroffenen mit kommunikativen Auffälligkeiten nach erworbener Hirnschädigung werden sprachtherapeutisch versorgt. Ein Grund dafür liegt in einem fehlenden Bewusstsein für das Störungsbild, in einer unklaren Terminologie, einer mangelnd spezifischen und sensitiven Diagnostik sowie in der Ermangelung zielgerichteter therapeutischer Ansätze. Das Online-Seminar gibt einen einführenden Überblick über theoretische Grundlagen zu CCDs. Diagnostische und therapeutische Ansätze werden einführend an Praxisbeispielen vorgestellt.

Online, Mi. 21.01.2026 | 17:00–20:15 Kosten 100,00 €

<https://prolog-shop.de/Fortbildungen/Therapie/dbf-Fortbildungen-bei-ProLog/>

Neurotherapeut:in der Interdisziplinären Fortbildungsakademie (IFA)

 **IFA** Interdisziplinäre
Fortbildungsakademie



Sabina Lamprecht zur/zum Neurotherapeut:in

„Wir zeigen, dass neurologische Fortbildungen die an Leitlinien orientiert sind, spannend, umfassend und klar praktisch umsetzbar sein müssen.“

„Jede:r hat das Recht sich mit aktuellem Wissen fortzubilden.“

www.hsh-lamprecht.de/neurotherapeut

Otto-Ficker-Straße 2 | 73230 Kirchheim/Teck
Tel. 070 21/509 72 65 | Fax 070 21/509 72 63
ifa@hsh-lamprecht.de | www.hsh-lamprecht.de

Die
Zukunft
der
Neuroreha

State of the Art



André Lehmann

Evidenzbasierte Neurorehabilitation

Ein kompakter Leitfaden
für Therapeuten

Hippocampus Verlag, Bad Honnef
2020

192 Seiten, 44 Abb., 32 Tab.

€ 29,90

ISBN 978-3-944551-39-5

Die therapeutischen Disziplinen und insbesondere die Physiotherapie waren lange Zeit geprägt von traditionellen Schulen. Auch wenn diese immer noch ihre Berechtigung haben, so konnten sie doch nie ihre Wirksamkeit unter Beweis stellen. Es ist daher erfreulich, dass immer mehr evidenzbasierte Therapieformen entwickelt werden und Einzug in die tägliche Therapie neurologischer Patienten halten. Das vorliegende, von einem Therapeuten als Einstieg für Therapeuten geschriebene Buch liefert eine umfassende Übersicht über evidenzbasierte Therapien und Leitlinien aller an der Neurologischen Rehabilitation beteiligten therapeutischen Fachgebiete.

- Grundlagen des evidenzbasierten Arbeitens
- Neuroanatomie Refresher
- Sensomotorische Rehabilitation
- Kognitive Neurorehabilitation
- Sprache, Sprechen, Schlucken
- Alltagskompetenzen
- Neurologische Störungsbilder

IMPRESSUM

NEUROLOGIE & REHABILITATION

31. Jahrgang 2025

ISSN 0947-2177, ISSN der Online-Version: 1869-7003

Eigentümer & Copyright

© 2025 HIPPOCAMPUS VERLAG

Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung erwirbt der Verlag vom Autor alle Rechte, insbesondere das Recht der weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken. Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Verlag

Hippocampus Verlag e.K.

Bismarckstr. 8, D-53583 Bad Honnef

Tel.: 022 24-91 94 80, Fax: 022 24-91 94 82

E-Mail: verlag@hippocampus.de

Internet: <https://www.hippocampus.de>

Herausgeber

Prof. Dr. Christian Dettmers, Kliniken Schmieder KG, Eichhornstraße 68, 78464 Konstanz, c.dettmers@kliniken-schmieder.de

Prof. Dr. Paul-Walter Schönlé, Schubertstr. 10, 78464 Konstanz, paul.schoenle@uni-konstanz.de

Prof. Dr. Cornelius Weiller, Neurologische Universitätsklinik, Breisacher Str. 64, 79106 Freiburg, Cornelius.Weiller@uniklinik-freiburg.de

Redaktion

Dr. med. Brigitte Bülow (verantwortlich), (brigitte.buelau@hippocampus.de), Ursula Gilbert (ursula.gilbert@hippocampus.de), Jonathan Pugh; Druck: Häuser GmbH, Köln
Titelfoto: ©Kliniken Schmieder Stuttgart-Gerlingen

Anzeigen und Sonderproduktionen

Dagmar Fernholz (dagmar.fernholz@hippocampus.de)

Erscheinungsweise

4 Ausgaben und 1–2 Supplements pro Jahr

Abonnements

Abonnementverwaltung: Ursula Gilbert (ursula.gilbert@hippocampus.de). Abonnementbedingungen s. Tabelle. Mitglieder der DGNR, der DGNKN und der SGNR erhalten ein Gesellschaftsabonnement im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.

Bitte teilen Sie uns Adressänderungen zeitnah mit, um eine bereisunglose Zustellung der Zeitschrift zu gewährleisten.

Warenbezeichnungen, Handelsnamen und Dosierungsangaben

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Für Angaben über Dosierungsanwei-

sungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Charakteristik

Die Neurorehabilitation hat sich zu einem der spannendsten Gebiete der Neurologie entwickelt. Erkenntnisse zur Neuroplastizität, innovative Pharmaka und eine hochkomplexe Reha-technik haben die Behandlungsmöglichkeiten nach Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma, aber auch bei entzündlichen und degenerativen Gehirnerkrankungen wie Multiple Sklerose und Morbus Parkinson enorm verbessert. Die zunehmende Akademisierung der therapeutischen Berufe führt darüber hinaus zu einer lebendigen Forschungslandschaft, in der therapeutische Verfahren nach wissenschaftlichen Kriterien evaluiert werden.

Die Zeitschrift NEUROLOGIE & REHABILITATION richtet sich an Ärzte in Neurologischen Rehabilitations- und Fachkliniken, aber auch an Mitglieder des therapeutischen Teams wie Neuropsychologen, Logopäden, Ergotherapeuten, Physiotherapeuten, Sozialpädagogen u. a. Berufsgruppen.

Die Mehrheit der Ausgaben widmen sich einem Themenschwerpunkt, der aktuelle Forschungsergebnisse zu einem bestimmten Thema in Übersichten und Kurzübersichten präsentiert und dieses aus den Blickwinkeln der unterschiedlichen Professionen beleuchtet.

Die Zeitschrift veröffentlicht außerdem Originalarbeiten aus überwiegend deutschsprachigen Forschungsgruppen sowie Übersichten und Kasuistiken und bietet in verschiedenen Rubriken einen Überblick über internationale Forschungsergebnisse. Darüber hinaus werden Fragen der rehabilitativen Versorgung in den deutschsprachigen Gesundheitssystemen diskutiert.

Ziel ist es, den aktuellen Forschungsstand der Neurorehabilitation im internationalen und deutschsprachigen Bereich abzubilden, einen gemeinsamen Wissensbasis für die Mitglieder des therapeutischen Teams zu schaffen und damit einen Beitrag zur Akademisierung der Therapieberufe in Deutschland zu leisten sowie organisatorische Standards der Neurorehabilitation in den deutschsprachigen Ländern zu etablieren.

Autorenrichtlinien

Hinweise für Autoren finden Sie unter www.hippocampus.de/Autorenhinweise.12303.html

Genderhinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und aus sprachsystematischen Gründen wird in der Zeitschrift das generische Maskulinum als geschlechtsneutrale Form verwendet. Damit sind auch ohne besondere Kennzeichnung immer alle Geschlechter gemeint.

Peer Review

Eingereichte Originalia werden von mindestens zwei Mitgliedern des erweiterten Wissenschaftlichen Beirats begutachtet.

Listung

EMBASE/Excerpta Medica, PEDRO, Google Scholar, BIOSIS Citation Index, Scopus

Abonnementpreise 2025	Print + Online	Versandkosten Inland	Versandkosten Ausland	Online Only
Normalpreis	€ 144,-	€ 16,-	€ 25,-	€ 122,-
ermäßigtes Abonnement für Therapeuten und Studenten	€ 85,-	€ 16,-	€ 25,-	€ 74,-
Institutionelles Abonnement (1 Print + 5 Online-Zugänge via Passwort oder IP-Adresse)	€ 360,-	€ 16,-	€ 25,-	€ 290,-
Einzelheft	€ 45,-	€ 4,-	€ 6,-	€ 30,-

Alle Preise inkl. 7% MwSt. Das Abonnement der Zeitschrift verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis zum 30.09. des Vorjahres abbestellt wird.

8. BIS 11. JUNI 2026
IN GREIFSWALD

Weitere Informationen
unter: t1p.de/ssnr-2026



7. SUMMER SCHOOL Neurorehabilitation

Neurobiologische Grundlagen | Funktionelle Wiederherstellung
Kognitive und emotionale Rehabilitation | Spezifische Herausforderungen
Interaktive Formate & Best Practices | Zukunft der Neurorehabilitation

KLEMENS FHEODOROFF (Hermagor) SAMRA HAMZIC (Gießen) JÜRGEN HERZOG (München)
GEORG KERKHOFF (Saarbrücken) TILMANN A. KLEIN (Magdeburg) JAN MEHRHOLZ (Kreischau)
THOMAS PLATZ (Greifswald) TOBIAS SCHMIDT-WILCKE (Mainkofen) ILONA RUBI-FESSEN (Köln)
JÖRG WISSEL (Berlin)

WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG UND VERANSTALTER Professor Dr. med. Thomas Platz
Ärztlicher Direktor Forschung BDH-Klinik Greifswald, An-Institut der Universität Greifswald · AG Neurorehabilitation, Universitätsmedizin Greifswald
TAGUNGSORT Alfried Krupp Wissenschaftskolleg Greifswald · Martin-Luther-Straße 14 · 17489 Greifswald
INFORMATION Alfried Krupp Wissenschaftskolleg Greifswald · Tagungsbüro · Tobias Surborg M.A. · 17487 Greifswald
Telefon +49 3834 420-5015 · tobias.surborg@wiko-greifswald.de · www.wiko-greifswald.de

Die Summer School Neurorehabilitation wird gefördert von der Alfried Krupp von Bohnen und Halbach-Stiftung, Essen.
Das Alfried Krupp Wissenschaftskolleg Greifswald ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung in der Trägerschaft der
Stiftung Alfried Krupp Kolleg Greifswald.



Alfried Krupp Wissenschaftskolleg
Greifswald

BDH-Klinik Greifswald
Institut für Neurorehabilitation und Evidenzbasierung
An-Institut der Universität Greifswald





WIE HAT MS DIE PLÄNE IHRER PATIENT*INNEN VERÄNDERT?

// MEINE MS IST FORTGESCHRITTEN.
ES PASSIERTE NICHT ALLES AUF
EINMAL, ABER MS HAT VERÄNDERT,
WER ICH HEUTE BIN. //

MARISSA

Auch wenn sie auf den ersten Blick nicht immer gleich zu erkennen ist, ist der Einfluss der schwelenden Neuroinflammation signifikant und zerstörerisch.¹ Marissa berichtet, wie die Behinderungsprogression durch MS ihr Leben immer wieder verändert hat.



Marissa und andere
Patient*innen berichten auf:*
www.SmolderingMS.com/de-de

Inspiziert durch reale Patient*innen.

* Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass für den Inhalt der folgenden Seite die Genzyme Corporation, ein US-amerikanisches Unternehmen der globalen Sanofi-Aventis Groupe, verantwortlich ist. Die deutschen Datenschutzbestimmungen finden keine Anwendung.

MS = Multiple Sklerose.

1. Cree BAC, Hollenbach JA, Bove R, et al; University of California, San Francisco MS-EPIC Team. Silent progression in disease activity-free relapsing multiple sclerosis. Ann Neurol. 2019; 85(5): 653–666.

©2025 Sanofi. Alle Rechte vorbehalten. Sanofi-Aventis Deutschland GmbH, 65926 Frankfurt am Main.
©2025 Sanofi. Alle Rechte vorbehalten. Sanofi-Aventis Österreich GmbH, Wienerbergstraße 11,
Turm A, 29. OG, 1100 Wien. MAT-DE-2501332-1.0-04/2025; MAT-AT-2500329-1.0-04/2025

sanofi