

Prolongierte Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

S2k-Leitlinie herausgegeben von der Weaning-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR)

AWMF-Registernummer: 080-002, Version 2.1

Prolonged Weaning during early neurological and neurosurgical rehabilitation

S2k-Guideline Published by the Weaning-Committee of the German Neurorehabilitation Society

Autoren

Schmidt-Wilcke T^{1,17}, Rollnik JD¹⁷, Abel U², Hüge V³, Haack C⁴, Zergiebel D⁵, Terpolilli NA⁶, Schlachetzki F⁷, Bender A⁸, Lorenzl S⁹, Groß M¹⁰, Heidler MD¹¹, Brinkmann S¹², Fischer PK¹³, Klarmann S¹³, Ketter G¹⁴, Lück M¹⁵, Hornemann D¹⁶, Stanschus S¹⁶, Brocke J¹⁷, Hartwich M¹⁷, Otto B¹⁷, Platz T¹⁷, Pohl M^{17,18}

1 Kernredaktion (Leitliniensekretariat)

2 BDH Bundesverband Rehabilitation e.V. (BDH)

3 Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)

4 Deutsche Gesellschaft für Atmungstherapie e.V. (DGA)

5 Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF)

6 Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)

7 Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin e.V. (DGNI)

8 Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)

9 Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V. (DGP)

10 Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für außerklinische Beatmung und Intensivversorgung e.V. (DIGAB)

11 Deutscher Bundesverband für Logopädie e.V. (DBL)

12 Deutscher Verband Ergotherapie e.V. (DVE)

13 Deutscher Verband für Physiotherapie e.V. (ZVK)

14 Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP)

15 Gesellschaft für Neuropsychologie e.V. (GNP)

16 Fachexperten

17 Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)

18 Sprecher der Weaning-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)
und Ko-Redakteur der Leitlinie

Die o.g. Fachgesellschaften vertreten alle relevanten Berufsgruppen, die an der Beatmungsentwöhnung der Patienten in der NNFR mitwirken. Vom Leitliniensekretariat wurden im Auftrag der federführenden Fachgesellschaft DGNR die Vorstände aller o. g. Fachgesellschaften über das Vorhaben informiert und gebeten, Vertreter zu benennen. Es wurden die im Folgenden aufgeführten Personen als Vertreter der Fachgesellschaften mit jeweils einem Stimmrecht pro Fachgesellschaft (inklusive der DGNR) benannt (Sortierung alphabetisch nach Fachgesellschaft):

- Hüge V für die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
- Haack C für die Deutsche Gesellschaft für Atmungstherapie e.V. (DGA)
- Zergiebel D für die Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF)
- Terpolilli NA für die Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)
- Schlachetzki F für die Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin e.V. (DGNI)
- Bender A für die Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)
- Lorenzl S für die Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V. (DGP)
- Groß M für die Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für außerklinische Beatmung und Intensivversorgung e.V. (DIGAB)
- Heidler MD für den Deutschen Bundesverband für Logopädie e.V. (DBL)
- Brinkmann S für den Deutschen Verband Ergotherapie e.V. (DVE)
- Fischer PK und Klarmann S für den Deutschen Verband für Physiotherapie e.V. (ZVK)
- Ketter G für die Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP)
- Lück M für die Gesellschaft für Neuropsychologie e.V. (GNP)
- Brocke J, Hartwich M, Otto B, Platz T, Pohl M, Rollnik JD und Schmidt-Wilcke T vertreten die Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)

An der Leitlinie wirkte ein Patientenvertreter des BDH Bundesverband Rehabilitation e.V. (BDH) mit (Abel U). Der BDH ist ein Sozialverband, der die rehabilitativen Belange von Personen mit neurologisch bedingten Behinderungen vertritt; zudem unterhält der BDH mehrere Fachkliniken der NNFR mit Beatmungsentwöhnung, womit dem Verband auch fachliche Expertise zur Verfügung steht. Im Redaktionskomitee der Leitlinie vertritt der BDH die Interessen der Betroffenen.

Korrespondenz

Prof. Dr. Tobias Schmidt-Wilcke M.A.
Chefarzt des Neurologischen Zentrums Mainkofen
Bezirksklinikum Mainkofen
Mainkofen A 3
D-94469 Deggendorf
t.schmidt-wilcke@mainkofen.de

Prof. Dr. med. Jens D. Rollnik
BDH-Klinik Hessisch Oldendorf gGmbH
Institut für neurorehabilitative Forschung (InFo)
Assoziiertes Institut der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH)
Greitstr. 18-28
D-31840 Hess. Oldendorf
prof.rollnik@bdh-klinik-hessisch-oldendorf.de

Hinweis zur Gender-Formulierung: Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird überwiegend die männliche Form verwendet. Selbstverständlich wird gleichermaßen die weibliche Form impliziert.

Abkürzungsverzeichnis

ADL – Activities of Daily Living	FOIS-G – Functional Oral Intake Scale (German version)
AKI – Außerklinische Intensivpflege	GBS – Guillain-Barré-Syndrom
AMSAN – Akute motorische und sensible axonale Neuropathie	ICB – Intrazerebrale Blutung
AMAN – Akute motorische axonale Neuropathie	ICF – International Classification of Functioning
AChR – Acetylcholinrezeptoren	ICU-AW – Intensive Care Unit Acquired Weakness
AWMF – Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften	IDDSI – International Dysphagia Diet Standardisation Initiative
BAR – Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation	IV – Invasive Ventilation
BDH – Bundesverband Rehabilitation	KSU – Klinische Schluckuntersuchung
BIPAP – Biphase Positive Airway Pressure	LRP4 – Low-Density Lipoprotein Receptor-Related Protein 4
BfArM – Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte	MCS – Minimally Conscious State
CIP – Critical-Illness-Polyneuropathie	MD – Medizinischer Dienst
CIM – Critical-Illness-Myopathie	mEBT – Modifizierter Evans-Blue-Test
COPD – Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung	MG – Myasthenia gravis
CT – Computertomographie	Mio – Millionen
DGA – Deutsche Gesellschaft für Atmungstherapie	MRGN – Multiresistente gramnegative Keime
DGAI – Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin	MRSA – Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
DGNC – Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie	MFS – Miller-Fisher-Syndrom
DGF – Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste	MRT – Magnetresonanztomographie
DGN – Deutsche Gesellschaft für Neurologie	NNFR – Neurologisch-Neurochirurgische Frührehabilitation
DGNI – Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin	NIV – Nichtinvasive Ventilation
DGNR – Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation	OPS – Operationen- und Prozedurenschlüssel
DIGAB – Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für außerklinische Beatmung und Intensivversorgung	OR – Odds Ratio
DMGP – Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie	PAS – Penetrations-Aspirationskala
DGP – Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin	PCV – Pressure Control Ventilation
DIMDI – Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information	PEG/PEJ – Perkutane Endoskopische Gastrostomie/Jejunostomie
DBL – Deutscher Bundesverband für Logopädie	PCCL - Patient Clinical Complexity Level
DVE – Deutscher Verband Ergotherapie	PES – Pharyngeale Elektrostimulation
DMD – Duchenne-Muskeldystrophie	PICS – Post-Intensive-Care-Syndrom
EBT – Evans-Blue-Test	PMR – Physikalische Medizin und Rehabilitation
EEG – Elektroenzephalografie	PSV – Pressure Support Ventilation
FEES – Fiberoptic Evaluation of Swallowing	RCT – Randomized Controlled Trial
FIS – Functionally Interactive State	ROM – Range of Motion
	SGB – Sozialgesetzbuch
	SIMV – Synchronisierte Intermittierende Mandatorische Ventilation
	SESETD – Standardized Endoscopic Swallowing Evaluation for Tracheostomy Decannulation
	SSRS – Secretion Severity Rating Scale
	TK – Trachealkanüle
	TTP – Transtrachealer Druck
	UWS – Unresponsive Wakefulness State
	WHO – Weltgesundheitsorganisation
	ZVK – Zentralvenenkatheter

Inhaltverzeichnis

Prolongierte Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation.....	1
Autoren	1
Abkürzungsverzeichnis.....	4
Inhaltverzeichnis	5
1 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick	8
2 Begründung und Zielorientierung der Leitlinie	10
2.1 Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas	10
2.2 Zielorientierung der Leitlinie	12
3 Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation	12
3.1 Einbettung der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation in das Phasenmodell der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR).....	13
3.2 Krankheitsbilder in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation	17
3.3 Neurologische Erschwernisse der Beatmungsentwöhnung	17
3.3.1 Quantitative Bewusstseinsstörungen.....	17
3.3.2 Qualitative Bewusstseinsstörungen	18
3.3.3 Störungen der Raumwahrnehmung.....	19
3.3.4 Aphasien.....	20
3.3.5 Insuffizientes Speichelmanagement und Dysphagie	21
3.3.6 Paresen.....	21
3.4 Neurologische/neurochirurgische Komplikationen im Verlauf der neurologisch- neurochirurgischen Frührehabilitation	22
3.5 Internistische Komplikationen im Verlauf der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation.....	22
3.6 Multimorbidität und Komplikationsrisiken von Patienten der neurologisch- neurochirurgischen Frührehabilitation	22
3.7 Strukturelle Vorgabe der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation	23
3.8 Multi- und Interdisziplinarität in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation	24
3.8.1 Aktivierend-therapeutische Pflege.....	25
3.8.2 Atmungstherapie.....	27
3.8.3 Logopädie	28
3.8.4 Physiotherapie.....	29
3.8.5 Ergotherapie	31
3.8.6 Neuropsychologie und Psychotherapie.....	32

4	Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation	34
4.1	Definition der erfolgreichen Beatmungsentwöhnung.....	35
4.2	Invasive/nichtinvasive Beatmung und Tracheotomie	35
4.3	Invasive Beatmungsmodi und Entwöhnungsstrategien	37
4.4	Diskontinuierliche Beatmungsentwöhnung	39
4.5	Alternative Beatmungsmodi bei der Beatmungsentwöhnung neurologischer Patienten.....	41
4.6	Protokollbasierte Beatmungsentwöhnung.....	42
5	Dekanülierung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation	43
5.1	Diagnostik und Assessment des insuffizienten Speichelmanagements und der Dysphagie	45
5.2	Trachealkanülenmanagement.....	46
5.3	Therapie des insuffizienten Speichelmanagements und der Dysphagie	46
5.4	Dekanülierung	49
5.6	Kostaufbau	51
5.7	Neue Behandlungsmethoden.....	52
5.8	Komplikationen	53
6	Besondere neurologische Krankheitsbilder.....	54
6.1	Querschnittslähmung.....	54
6.3	Guillain-Barré-Syndrom	58
6.4	Störungen der neuromuskulären Übertragung.....	60
6.5	Myopathien	61
7	Palliativmedizinische Versorgung.....	62
8	Außerklinische Intensivpflege	64
9	Qualitätssicherung.....	65
9.1	Leitlinien	66
9.2	Zertifizierungen von Zentren für Beatmungsentwöhnung.....	66
9.3	Standard Operating Procedures	68
9.4	Strukturprüfungen.....	68
10	Literatur	70
11	Tabellen und Abbildungen.....	90
12	Leitlinienreport.....	94
12.1	Geltungsbereich und Zweck	94
12.1.1	Zielpopulation (z.B. Patient*innen, Bevölkerung)	94
12.1.2	Versorgungsbereich.....	94
12.1.3	Anwenderzielgruppe	94
12.2	Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen	95

12.2.1	Repräsentativität der Leitliniengruppe: Beteiligte Berufsgruppen	95
12.2.2	Repräsentativität der Leitliniengruppe: Berücksichtigung der Ansichten und Präferenzen der Zielpopulation (z.B. Patienten/Bevölkerung).....	96
12.3	Genauigkeit der Leitlinienentwicklung	96
12.3.1	Recherche, Auswahl und Bewertung wissenschaftlicher Belege (Evidenzbasierung)	96
12.3.2	Formulierung von klinisch relevanten Fragestellungen, Priorisierung von Endpunkten	97
12.3.3	Formulierung und Graduierung von Empfehlungen und strukturierte Konsensfindung	97
12.4	Verabschiedung	97
12.5	Redaktionelle Unabhängigkeit	97
12.5.1	Finanzierung der Leitlinie	97
12.5.2	Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten	98
12.6	Verbreitung und Implementierung	98
12.6.1	Konzept zur Verbreitung und Implementierung	98
12.6.2	Unterstützende Materialien für die Anwendung der Leitlinie	98
12.6.3	Diskussion möglicher förderlicher und hinderlicher Faktoren für die Anwendung der Leitlinie.....	99
12.6.4	Messkriterien für die Bewertung der Prozess - und / oder Ergebnisqualität der Leitlinie: Qualitätsziele, Qualitätsindikatoren	99
12.7	Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren.....	99
12.7.1	Datum der letzten inhaltlichen Überarbeitung und Status	99
12.7.2	Aktualisierungsverfahren	99
12.8	Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten.....	99

1 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Empfehlung 1: Beatmete Patienten mit einer Erkrankung oder Schädigung des Nervensystems und/oder der Muskulatur sollten so früh wie möglich in eine neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitationseinrichtung verlegt werden, welche sowohl eine intensivmedizinische Kompetenz als auch eine Kompetenz in der prolongierten Beatmungsentwöhnung vorhalten kann.

Empfehlung 2: Ziele der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation sollen funktions- und teilhabeorientiert sein und folgende Bereiche umfassen: Erreichen vegetativer Stabilität, Verbesserung von Atemfunktion, Vigilanz und Bewusstsein, Schluck- und Hustenfunktion, Motorik und Sensorik, Kommunikations-/Interaktionsfähigkeit, Kognition und Emotion sowie Selbsthilfefähigkeit.

Empfehlung 3: Einrichtungen für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation sollten über ein multiprofessionelles Behandlungsteam (Ärzte, Pflegefachpersonen, Atmungstherapeuten, Logopäden, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, (Neuro)Psychologen und ggf. Musiktherapeuten) mit neurorehabitativer Erfahrung verfügen.

Empfehlung 4: Patienten der NNFR im Prozess der Beatmungsentwöhnung sollten systematisch auf das Vorhandensein eines Delirs und/oder emotionaler Störungen gescreent und ggf. von einem (Neuro)Psychologen und /oder Psychiater behandelt werden.

Empfehlung 5: Nichtinvasive Beatmungsformen sollten nicht eingesetzt werden bei Patienten mit quantitativen Bewusstseinsstörungen oder therapieresistenter tracheobronchialer Sekretretention.

Empfehlung 6: Bei Patienten mit relevanter Speichelaspiration und konsekutiver tracheobronchialer Sekretretention sollte eine blockbare Trachealkanüle als Beatmungszugang zur Anwendung kommen.

Empfehlung 7: Unabhängig vom Beatmungsgerät, vom Beatmungsmodus und von der Entwöhnungsstrategie sollte die Beatmungsentwöhnung vom Respirator bei Patienten der NNFR durch einen schrittweisen Ausbau von Beatmungspausen im Wechsel mit Phasen der Beatmung (diskontinuierliche Beatmungsentwöhnung) durchgeführt werden.

Empfehlung 8: Bei der Beatmungsentwöhnung sollen das zugrundeliegende Schädigungsmuster, die daraus resultierende Atemstörung sowie die zusätzlichen neurologischen Erschwernisse und nicht-neurologische Komorbiditäten berücksichtigt werden.

Empfehlung 9: Bei Patienten in der NNFR sollen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt parallel zur Beatmungsentwöhnung die Diagnostik und Behandlung der Insuffizienz des Sekret- und Speichelmanagements sowie der Dysphagie erfolgen.

Empfehlung 10: Zu einem möglichst frühen Zeitpunkt soll bei Patienten der NNFR mit einer Trachealkanüle (TK) eine Endoskopie durchgeführt werden, um die Lage der TK zu kontrollieren sowie tracheale Reizzustände bzw. Verletzungen auszuschließen.

Empfehlung 11: TK-Wechsel sollten nach einem in der Abteilung etablierten Standard erfolgen. Der erstmalige Wechsel sollte nach perkutaner Dilatationstracheotomie frühestens nach 7-10 Tagen erfolgen, damit eine ausreichende Wundheilung stattfinden und der Stomakanal sich stabilisieren kann.

Empfehlung 12: Entblockungsversuche sowie Versuche einer (passageren) Versorgung mit Sprechventilaufsatz bzw. Okklusionskappe sollten frühzeitig erfolgen, d.h. bereits parallel zur Beatmungsentwöhnung.

Empfehlung 13: Konzepte zum TK-Management, zur standardisierten TK-Entwöhnung, zum Sekret- und Speichelmanagement sowie zum Dysphagiemanagement sollen in Einrichtungen der NNFR standardmäßig implementiert sein und kontinuierlich (re)evaluiert werden.

Empfehlung 14: Bei Patienten mit einer TK soll vor einer oralen Nahrungsgabe die Schluckfähigkeit mittels klinischer Schluckuntersuchung (KSU), Evans-Blue-Test (EBT)/modifiziertem Evans-Blue-Test (mEBT) oder einer fiberoendoskopischen Untersuchung des Schluckens (FEES) erfolgen.

Empfehlung 15: Bei Patienten mit einer hochgradigen neurogenen Dysphagie kann die Therapie mit einer pharyngealen Elektrostimulation erwogen werden.

Empfehlung 16: Bei Patienten mit einer TK kann zum Ausschluss von Komplikationen (z.B. einer Stenose, einer Tracheomalazie etc.) eine standardisierte translaryngeale Tracheoskopie erwogen werden.

Empfehlung 17: Bereits zu Behandlungsbeginn in der NNFR sollen erreichbare Therapieziele festgelegt werden: Der Patient bzw. seine Angehörigen sollen umfassend über zu erwartende Erkrankungsfolgen, mögliche Komplikationen, die Erfolgchancen der Beatmungs- und TK-Entwöhnung sowie die Teilhabeperspektive aufgeklärt werden. Hierbei soll der geäußerte oder mutmaßliche Patientenwille berücksichtigt werden.

Empfehlung 18: Einrichtungen, die Beatmungsentwöhnungen in der NNFR durchführen, sollen Palliative Care gewährleisten können, zum Beispiel über einen Palliativdienst, ein Palliativteam oder eine Palliativstation.

2 Begründung und Zielorientierung der Leitlinie

2.1 Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas

Die „Weaning-Landschaft“ in Deutschland weist eine gewisse Vielfältigkeit auf, und unterschiedliche Fachrichtungen haben sich, meist in enger Kooperation oder unter der Schirmherrschaft einer bestimmten Fachgesellschaft, auf die Beatmungsentwöhnung eines speziellen Patientenkontexts spezialisiert (91).

Diese Leitlinie behandelt die Beatmungsentwöhnung¹ von Patienten, die sich in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation (NNFR) befinden: es handelt sich dabei um neurologisch bzw. neurochirurgisch schwer betroffene Patienten, bei denen in aller Regel mehrere neuronale Funktionssysteme betroffen sind und welche darüber hinaus eine beträchtliche Morbiditätslast aufweisen.

Neben den Störungen, die zu der eigentlichen Beatmungsnotwendigkeit führen, d.h. Störungen des Atemantriebs und Störungen der Atempumpe, letztere vornehmlich verursacht durch eine Schädigung der motorischen Efferenz (vom Hirnstamm zum Zwerchfell / Intercostalmuskulatur), gibt es eine Reihe an neurologischen Funktionsstörungen/Symptomen/Fähigkeitsstörungen, die zu teils erheblichen Erschwernissen des Rehabilitationsprozesses im Allgemeinen und der Beatmungsentwöhnung im Speziellen führen können. Darunter fallen die quantitativen und qualitativen Bewusstseinsstörungen, die Störungen der Raumwahrnehmung, Paresen, Rumpfinstabilität, ataktische Störungen sowie Sensibilitätsstörungen und Schmerzen. Auf einige dieser Erschwernisse wird in der vorliegenden Leitlinie eingegangen werden. Diese können dabei nur skizziert werden und bezüglich der rehabilitativen Ansätze muss u.a. auf entsprechende Leitlinien verwiesen werden, allerdings kann ohne eine entsprechende Darstellung die Komplexität des hier beschriebenen Patientenkontexts, basierend auf einem eingeschränkten Situationsverständnis und einer teils deutlich reduzierten Kooperationsfähigkeit, nicht adäquat erfasst werden.

Die Behandlung der Schluckstörung, einhergehend mit einem insuffizienten Sekret- und Speichelmanagement, befindet sich in unmittelbarer inhaltlicher und therapeutischer „Nachbarschaft“ zur Beatmungsentwöhnung. Das zeitlich zwar nachgeordnete, konzeptionell jedoch übergeordnete Ziel der Beatmungsentwöhnung ist die Dekanülierung, die ein suffizientes Speichelmanagement voraussetzt, so dass Aspirationen und deren Komplikationen vermieden werden. Aus diesem Grund

¹ Anmerkung zur Begrifflichkeit: In der vorliegenden Leitlinie wird überwiegend der Begriff „Beatmungsentwöhnung“ anstatt „Weaning“ verwendet. Damit soll eine gewisse Abgrenzung zu der DGP-Leitlinie zum prolongierten Weaning geschaffen werden. Gleichzeitig wird dem Zertifizierungsverfahren der DGNR von Zentren für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation Rechnung getragen. Beide Begriffe beziehen sich auf den Prozess der Entwöhnung vom Beatmungsgerät und werden synonym verwendet.

werden die Schluckstörungen in einem eigenen Kapitel gesondert behandelt, wobei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen sei, dass die entsprechende logopädische und atmungstherapeutische Therapie frühestmöglich, schon während der Phase der Beatmungsentwöhnung (im engeren Sinne) initiiert werden soll. Medizinisch wünschenswert und der Lebensqualität des Patienten zuträglich ist weiterhin der Kostenaufbau, welcher aber keine zwingende Voraussetzung für die Beatmungsentwöhnung oder die Dekanülierung darstellt, da eine entsprechende Zufuhr über eine PEG/PEJ gewährleistet werden kann.

Die Behandlung der neurologischen Symptome bedingt durch Schädigungen/Dysfunktionen des zentralen oder peripheren Nervensystems müssen von anderen, meist internistischen Begleiterkrankungen, die im Rahmen einer (Ko)Morbidity vorliegen, unterschieden werden. Sowohl die neurologischen Erschwernisse der Beatmungsentwöhnung als auch die Komorbiditäten stellen beträchtliche Herausforderungen an das Behandlungsteam wie auch, auf einer systemischen Ebene, an daraus resultierenden Strukturvorgaben (und deren Erfüllung) dar. Insbesondere macht die Schwere und Komplexität der neurologischen Krankheitsbilder, in Kombination mit einer hohen Morbiditätslast, die Behandlung der Patienten durch ein multiprofessionelles Team mit einer gelebten Interaktion der Berufsgruppen und einer etablierten Kommunikationskultur notwendig.

Für die Behandlung und Rehabilitation von Querschnittspatienten bzw. Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen haben sich besondere, hoch spezialisierte Versorgungsformen entwickelt: so die Versorgung in Querschnittsgelähmten-Zentren (mit der Deutschsprachigen Medizinischen Gesellschaft für Paraplegiologie (DMGP) als zugehörige Fachgesellschaft), wie auch die Versorgung in neuromuskulären Zentren (mit der Deutschen Gesellschaft für Muskelkranke (DGM) als zugehörige Fachgesellschaft (Tabelle 4). Da auch immer wieder entsprechende Patienten in der NNFR versorgt werden, finden sich in Kapitel 6 speziell für diese Patientenklientel gesondert einige neurorehabilitative Überlegungen.

Ca. 10 % der Patienten versterben während der NNFR oder unmittelbar im Anschluss (190), bei den beatmeten Patienten liegt die Mortalität bei ca. 17-20% (172,201). Etwa 2/3 der Patienten versterben im Rahmen einer bewusst vollzogenen Therapiezieländerung (190). Vor diesem Hintergrund ist es der Leitlinie ein zentrales Anliegen, sowohl auf die biomedizinische als auch psychosoziale und letztendlich medizinethische Komplexität des genannten Patientenklientels innerhalb dieser frühen Phase der Rehabilitation hinzuweisen.

Bezüglich der technischen Abläufe sowie der pathophysiologischen Konzepte hinsichtlich einer gelingenden bzw. nicht gelingenden Beatmungsentwöhnung sei u.a. auf die pneumologische Leitlinie verwiesen (219,220). Hier ergeben sich bei der Beatmungsentwöhnung in der NNFR keine wesentlichen Abweichungen. Unterschiede zu einem pneumologischen Weaningzentrum sind aber sowohl bei der personellen Ausstattung (multiprofessionelles Rehabilitationsteam, neurologischer

und neurorehabilitativer Sachverstand) als auch den eingesetzten Therapien zu konstatieren. Die vorliegende Leitlinie befasst sich daher ausführlich mit dem aktuellen Wissensstand zur Wirkung rehabilitativer Therapien bei beatmeten Patienten. Einige der Leitlinienempfehlungen sollten bereits in der Akutklinik umgesetzt werden. Die Kompetenz pneumologischer Weaningzentren beim prolongierten Weaning von internistischen Patienten wird mit der vorgelegten Leitlinie keineswegs in Frage gestellt, Patienten der NNFR benötigen jedoch ein besonderes Setting mit ergänzenden Strukturen, das nur in einem Zentrum der NNFR bereitgestellt werden kann. Durch die Möglichkeiten der neurologisch orientierten multiprofessionellen Rehabilitation kann das Ziel einer bestmöglichen Autonomie, Teilhabe und Lebensqualität erreicht werden.

2.2 Zielorientierung der Leitlinie

Die Leitlinie fokussiert sich auf einen besonderen Aspekt der NNFR, nämlich die Entwöhnung von der Beatmung. Allerdings kann dieser Prozess keineswegs isoliert betrachtet werden, sondern fügt sich ein in eine ganzheitlich gedachte Betrachtungsweise, welche die Behandlung und Rehabilitation von weiteren neurologischen Funktionsstörungen, verursacht durch die zugrundeliegenden neurologischen Krankheitsbilder und deren Komplikationen, zum Ziel hat. Konzeptionell stellt die Beatmungsentwöhnung einen wichtigen und möglichst früh zu erreichenden Meilenstein in einem längerfristig angelegten Rehabilitationsprozess dar, welcher eine Reihe weiterer Therapieziele vorsieht, deren Erreichen dem Patienten ein möglichst hohes Maß an Autonomie, Teilhabe und Lebensqualität ermöglichen soll.

3 Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation

Durch die Optimierung der Notfall- und Intensivversorgung überleben heute mehr Patienten nach stattgehabten Schädel-Hirntraumata, Reanimationen oder einem Multiorganversagen, z.B. im Rahmen einer Sepsis, die dann jedoch schwere neurologische Ausfälle davontragen. Auch die Fortschritte in den klinischen Fächern Neurologie und Neurochirurgie sichern vielen Patienten, z.B. mit malignen Hirninfarkten, intrakraniellen Blutungen, schweren Erkrankungen des peripheren Nervensystems etc. das Überleben. Diese Patienten sind jedoch oft so schwer betroffen, dass sie während des Aufenthaltes im Akutkrankenhaus nicht erfolgreich beatmungsentwöhnt, geschweige denn suffizient frührehabilitiert werden können. Hierzu trägt auch eine zunehmende Reduzierung der Verweildauer durch das DRG-System bei. Zwar müssen die Krankenhäuser gemäß SGB V zum frühestmöglichen Zeitpunkt auch rehabilitative Maßnahmen einsetzen, die Ressourcen hierfür sind jedoch meist begrenzt. In der NNFR wird seit Jahrzehnten die Weiterversorgung eben dieser schwer

erkrankten Patienten gewährleistet, indem neurologische, neurochirurgische, intensivmedizinische und neurorehabilitative Kompetenzen gebündelt vorgehalten werden. Eine möglichst frühe Verlegung von Patienten, z.B. nach Schlaganfall, in eine neurorehabilitative Einrichtung verbessert dabei das Outcome (162) ².

Empfehlung 1	Bestätigt Stand (2024)
Beatmete Patienten mit einer Erkrankung oder Schädigung des Nervensystems und/oder der Muskulatur sollten so früh wie möglich in eine neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitationseinrichtung verlegt werden, welche sowohl eine intensivmedizinische Kompetenz als auch eine Kompetenz in der prolongierten Beatmungsentwöhnung vorhalten kann.	
Konsensstärke: 100 %	

3.1 Einbettung der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation in das Phasenmodell der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR)

In Deutschland orientiert sich die neurologische Rehabilitation an dem „BAR-Phasenmodell“ (11), das die Phasen A bis F umfasst. Es wurde von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) entwickelt und hat sich in der Versorgung schwer betroffener neurologischer und neurochirurgischer Patienten bewährt (11).

Unter der „Phase A“ ist die Primärbehandlung im Akutkrankenhaus zu verstehen, z.B. auf einer Stroke Unit und/oder Intensivstation. Aus der Akutbehandlung heraus erfolgt dann die Verlegung in eine spezialisierte Frührehabilitationseinrichtung bzw. auf eine Frührehabilitationsstation, auf der die Behandlung als „Phase B“ im konzeptionellen Rahmen der NNFR, leistungsrechtlich zumeist im Krankenhaussektor, fortgesetzt wird da weiterhin ein akutstationärer Therapiebedarf erforderlich ist. Die Frührehabilitation der BAR-Phase B ist in erster Linie für folgende Patienten vorgesehen:

„Bewusstlose bzw. qualitativ oder quantitativ schwer bewusstseinsgestörte Patienten, darunter auch solche mit einem sog. „apallischen Syndrom“³ mit schwersten Hirnschädigungen als Folge von Schädel-Hirn-Traumata, zerebralen Durchblutungsstörungen, Hirnblutungen, Sauerstoffmangel (insbesondere bei Zustand nach Reanimation), Entzündungen, Tumoren, Vergiftungen etc. [sowie] Patienten mit anderen schweren neurologischen Störungen (z.B. Locked-in-Syndrom, Guillain-Barré-Syndrom, hoher Querschnittslähmung), die noch intensivbehandlungspflichtig sind“ (11).

² Vergleichende Studien, die die Beatmungsentwöhnung bei neurologischen Patienten mit und ohne die Intervention der NNFR untersuchen, sind auf Grund ethischer Bedenken jedoch kaum zu leisten. Dies würde schon allein mit dem im SGB IX garantierten Recht auf Rehabilitation kollidieren, widerspräche aber auch dem Grundsatz einer schnelleren Erholung und eines positiveren Outcomes bei früh einsetzender Neurorehabilitation.

³ mittlerweile übliche Bezeichnung: Syndrom der reaktionslosen Wachheit

Die Phase C bezeichnet die sogenannte postprimäre oder weiterführende Rehabilitation, in der die Patienten noch auf pflegerische Hilfe angewiesen sind, aber bereits zunehmend aktiv (und kooperativ) in den (Gruppen-)Therapien mitarbeiten können. Der Übergang von der Phase B in die Phase C ist in den Bundesländern unterschiedlich geregelt. Die Phase D oder Anschlussheilbehandlung stellt nach Abschluss der Frühmobilisation eine Phase dar, in der die Rehabilitanden im Alltag weitgehend selbständig sind und keinen relevanten pflegerischen Bedarf mehr aufweisen. Es muss konstatiert werden, dass sich nur weniger als die Hälfte der in der NNFR behandelten Patienten so weit verbessern, dass sie die nachfolgende Rehabilitationsphase C oder gar D erreichen (103). Die Phase E stellt die Nachsorge und Langzeitbetreuung dar, sie soll Maßnahmen zur beruflichen und psychosozialen Wiedereingliederung (von im Alltag selbständigen Rehabilitanden) bereitstellen. Für Patienten mit schweren und schwersten Schädigungen des Nervensystems, insbesondere bewusstseinsgestörte Patienten (z.B. mit einem Syndrom der reaktionslosen Wachheit), die häufig auch noch mit Trachealkanülen versorgt sind, existieren sog. „Phase F-Einrichtungen“, in denen eine funktionserhaltende Dauerpflege gewährleistet wird (12).

Das BAR-Phasenmodell stellt für neurologisch bzw. neurochirurgisch schwer betroffene Patienten der NNFR (Phase B) in Deutschland eine nahtlose Versorgung sicher, um eine bestmögliche Autonomie, Teilhabe und Lebensqualität zu erreichen⁴. Kurativ sollen die in der Phase A begonnenen Maßnahmen fortgeführt und neurologische Grund- sowie Begleiterkrankungen (Komorbiditäten) behandelt werden. Allen Phasen gemeinsam sind neben der Durchführung der defizit- und zielorientierten Rehabilitationsmaßnahmen folgende übergeordnete Ziele:

- die Klärung des jeweiligen Rehabilitationspotentials und der Langzeitperspektive
- die Erstellung eines Therapieplans
- die Planung und Einleitung der jeweils notwendigen weiteren Versorgung

Konkrete Behandlungs- bzw. Rehabilitationsziele der NNFR sind im weiteren Verlauf:

- Erreichen einer vegetativen Stabilität
- Verbesserung des quantitativen und qualitativen Bewusstseinszustandes
- Herstellen der Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit
- Verbesserung der Atemfunktion
- Verbesserung der Schluckfunktion
- Minderung des (funktionellen) Ausmaßes der Schädigungen des zentralen und/oder peripheren Nervensystems, beginnende Mobilisierung

⁴ Auf die Problematik der vielerorts faktisch vorhandenen B-C Lücke (betrifft Patienten, die nicht mehr die Kriterien der akutstationären Behandlungsbedürftigkeit erfüllen, aber noch nicht die Eintrittskriterien der Phase C) kann im Rahmen der vorliegenden Leitlinie nicht eingegangen werden (260).

- Herstellen einer emotionalen Stabilität
- Vermeidung sekundärer Komplikationen

Empfehlung 2	Bestätigt Stand (2024)
Ziele der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation sollen funktions- und teilhabeorientiert sein und folgende Bereiche umfassen: Erreichen vegetativer Stabilität, Verbesserung von Atemfunktion, Vigilanz und Bewusstsein, Schluck- und Hustenfunktion, Motorik und Sensorik, Kommunikations-/Interaktionsfähigkeit, Kognition und Emotion sowie Selbsthilfefähigkeit.	
Konsensstärke: 100 %	

Moderne Frührehabilitationseinrichtungen sind häufig auf die Behandlung intensivmedizinisch überwachungspflichtiger Patienten mit Beatmung eingerichtet (22,103,172,190,202). An einer Erfassung neurologischer Zentren für Beatmungsentwöhnung im Jahr 2020 beteiligten sich 36 Einrichtungen aus 11 Bundesländern, die über insgesamt 496 Weaning-Betten verfügten (203). Im Jahr 2019 hatten diese Kliniken insgesamt 2516 Fälle zur Beatmungsentwöhnung behandelt, von denen ca. 85% primär erfolgreich entwöhnt werden konnten (203). Diese Daten machen deutlich, dass eine frühe Verlegung intensivpflichtiger, noch beatmeter Patienten von akutmedizinischen Intensivstationen möglich ist, und dass im Rahmen der frührehabilitativen Therapie eine prolongierte Beatmungsentwöhnung in diesen Zentren erfolgreich sein kann. Gemäß § 39 (1) SGB V muss zwar mit frührehabilitativen Maßnahmen bereits im primär versorgenden Krankenhaus begonnen werden („zum frühestmöglichen Zeitpunkt einsetzende Leistungen zur Frührehabilitation“), die Ressourcen akutmedizinischer Intensivstationen sind diesbezüglich jedoch limitiert (200). Eine Studie zur frühen Verlegung von (allerdings nicht beatmeten) Schlaganfallpatienten legt nahe, dass schwer betroffene neurologische Patienten möglichst zügig in eine spezialisierte neurologische Rehabilitationseinrichtung gebracht werden sollten (162). In der Untersuchung mit 1716 Schlaganfallpatienten wurde gezeigt, dass ein früher Beginn der Rehabilitation innerhalb der ersten Woche zu einem signifikant besseren Outcome führte als ein Beginn zwischen zwei und vier Wochen nach dem Akutereignis (OR=2,11) (162). Ob Gleiches für beatmete Patienten gilt, ist Gegenstand derzeit laufender Studien.

Patienten der NNFR sind in der Regel schwer betroffen: In einer repräsentativen Studie waren 49,1% der Patienten bei Aufnahme intensivmedizinisch überwachungspflichtig, 15,2% waren beatmet, 40,2% hatten ein absaugpflichtiges Tracheostoma. Eine beaufsichtigungspflichtige Orientierungsstörung lag in 59,8%, eine Verhaltensstörung in 41,5% vor und 70% der NNFR-Patienten litten unter einem insuffizienten Speichelmanagement bzw. einer Dysphagie (103).

Beatmete Patienten der NNFR wurden vor Verlegung im Mittel bereits mehr als drei Wochen (36±31 Tage) im Akutkrankenhaus beatmet (172). Eine intensivmedizinische Behandlung dieser Dauer führt sowohl bei neurologischen als auch nicht-neurologischen Patienten zu einer muskulären Schwäche durch Inaktivität (im Rahmen einer Inaktivitätsatrophie) sowie einer Critical-Illness-Neuropathie bzw. –Myopathie (CIP/CIM) (häufig im Rahmen stattgehabter Infekte, insbesondere Pneumonien). Die „intensive care unit-acquired weakness“ (ICU-AW) als übergeordneter Begriff bezeichnet dabei ein Mischbild von CIP/CIM und Inaktivitätsatrophie unterschiedlicher Ausprägung, wobei Faktoren wie Alter, stattgehabte Infekte, inklusive Sepsis, Krankheits- und Beatmungsdauer sowie der Einsatz bestimmter Medikamente (z.B. Steroide, neuromuskuläre Blocker) eine wichtige Rolle spielen (86). Die körperlichen, kognitiven und psychischen Folgen einer intensivmedizinischen (Langzeit-)Behandlung werden unter dem Begriff „Post-Intensive-Care-Syndrom“ (PICS) zusammengefasst.

Nahezu alle Patienten der NNFR weisen gemäß des Modells der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) (Quelle: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42407/9241545429_ger.pdf) aufgrund einer neurologischen Schädigung erhebliche Körperfunktionsstörungen mit erheblichen Beeinträchtigungen der Aktivitäten im täglichen Leben und der daraus folgenden gravierenden Teilhabestörungen auf, die in hohem Maße eine Abhängigkeit von pflegerischer Hilfe nach sich ziehen.

Ebenfalls kann es während der NNFR zu neurologischen und neurochirurgischen Komplikationen kommen, z.B. einem Anstieg des Hirndrucks, epileptischen Anfällen etc., welche die permanente Einbindung des neurologisch-neurochirurgischen Sachverstands im Frührehabilitationsprozess erforderlich machen. Schließlich weisen die Patienten der NNFR ein hohes Lebensalter und eine erhebliche Morbiditätslast auf (172).

Zusammenfassend kann bei der Behandlung von Patienten der NNFR zwischen den folgenden Krankheitsgruppen (und den damit einhergehenden Störungen) unterschieden werden:

- Körperfunktions-, Aktivitäts- und Teilhabestörungen basierend auf der neurologischen/neurochirurgischen Grunderkrankung (z.B. Aphasie, Hemiparese nach Hirninfarkt etc.)
- Körperfunktions-, Aktivitäts- und Teilhabestörungen im Zusammenhang mit der vorangegangenen intensivmedizinischen Behandlung (z.B. Zwerchfellatrophie, Critical-Illness-Polyneuropathie (CIP), Critical-Illness-Myopathie (CIM), Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS) bei Zustand nach längerer Beatmung, Sepsis etc.)
- neurologische/neurochirurgische Komplikationen im Verlauf (z.B. epileptische Anfälle nach Hirninfarkt, intrakraniellen Blutungen, Hydrocephalus etc.)
- internistische Komplikationen im Verlauf (Harnwegsinfekte, Pneumonie etc.)

- Komorbiditäten im Rahmen einer vorhandenen, u.a. dem Alter geschuldeten, Multimorbidität (z.B. chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen (COPD), koronare Herzerkrankungen, Hypertonus etc.)

3.2 Krankheitsbilder in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Bei den nicht beatmeten NNFR-Patienten dominieren in Studien mit hohen Patientenzahlen Erkrankungen des zentralen Nervensystems (ZNS): in erster Linie der Hirninfarkt, das Schädel-Hirn-Trauma und die (nicht-traumatische) intrazerebrale Blutung (ICB) (103,205). Bei beatmeten Frührehabilitanden sind hingegen Erkrankungen des peripheren Nervensystems, insbesondere die CIP/CIM führend (172,203,213,215). Die CIP macht etwa ein Viertel bis zu einem Drittel der Fälle aus (Tabelle 2).

Neben den Erkrankungen, die zu der eigentlichen Beatmungsnotwendigkeit geführt haben, d.h. zu Störungen des Atemantriebs bzw. einer Insuffizienz der Atempumpe, gibt es eine Reihe an neurologischen Körperfunktionsstörungen/Symptomen, basierend auf der neurologischen Grunderkrankung, die zu teils erheblichen Erschwernissen des Rehabilitationsprozesses im Allgemeinen und der Beatmungsentwöhnung im Speziellen führen können. Darunter fallen die quantitativen und qualitativen Bewusstseinsstörungen, die Störungen der Raumwahrnehmung, Paresen, inklusive Kopf und -Rumpfinstabilität, ataktische Störungen sowie Sensibilitätsstörungen und Schmerzen. Auf einige dieser Erschwernisse soll im folgenden Kapitel eingegangen werden.

3.3 Neurologische Erschwernisse der Beatmungsentwöhnung

3.3.1 Quantitative Bewusstseinsstörungen

Im Rahmen schwerer Hirnschädigungen, insbesondere großer Hirninfarkte, ICBs, hypoxämischer Enzephalopathien und Enzephalitiden kann es zu quantitativen Bewusstseinsstörungen (bis hin zum Koma) kommen. Das „Aufwachen“ aus dem Koma entwickelt sich häufig entlang folgender Bewusstseinsstufen (21,83): Im Zustand reaktionsloser Wachheit („unresponsive wakefulness state, UWS“) sind Schlaf-Wach-Zyklen erkennbar, die Augen werden spontan geöffnet, ebenfalls kann es zu vegetativen Reaktionen auf Stimulation kommen. Vegetative Entgleisungen im Rahmen einer Stressreaktion stellen ein häufiges Problem dar. Es erfolgen (noch) keine gezielten Reaktionen auf Umweltreize, es zeigen sich weder eine Blickfixation oder Blickfolge noch (reproduzierbare) mimische Reaktionen. Die Patienten sind nicht kontaktfähig und führen keine gezielten Bewegungen aus. Im minimal responsiven Zustand („minimally conscious state, MCS“) sind dann erste gezielte / interaktive motorische Reaktionen auf Stimulation erkennbar. Blickfixation, Blickfolge, Schreckreaktionen, Mimik und gelegentliches Greifen oder Loslassen können beobachtet werden. Es besteht ein schwer

beeinträchtigt, aber nachweisbares Bewusstsein für die Umwelt und die eigene Person bei noch inkonstanter Reaktionsfähigkeit. Die letzte Stufe zu stabiler Bewusstseinslage wird als funktional interaktiver Zustand („functionally interactive state, FIS“) bezeichnet. Dieser Zustand im Übertritt vom MSC zur stabilen Bewusstseinslage ist gekennzeichnet durch eine Objekterkennung bzw. einen Objektgebrauch oder durch eine gelungene, wenn auch häufig nur basale Kommunikation mit dem Gegenüber. Patienten im FIS haben noch instabile Leistungen, reagieren aber eindeutig und reproduzierbar auf Aufforderungen. Sie zeigen phasenweise gezielte Reaktionen auf Objekte und emotionales Material, so dass situatives Verständnis und Interagieren mit dem Gegenüber möglich sind. Die Patienten weisen ein Ich-Bewusstsein auf und zeigen eine kommunikative Intention sowie erste selbstinitiierte Handlungen. Sie interagieren also, wenn auch noch auf basalem Niveau, sinnhaft mit ihrer Umwelt.

In den beschriebenen Zuständen ist eine Kooperation der Patienten, im Sinne einer zielgerichteten Mitarbeit entweder gar nicht (im UWS und im MCS) oder in nur eingeschränktem Maße (FIS) möglich. Die genannten Zustände bedürfen der interdisziplinären Therapie der beteiligten therapeutischen Berufsgruppen, um durch Stimulation und Mobilisierung (u.a. Vertikalisierung) die Wachheit und damit die Möglichkeit weiterer Maßnahmen, die auch der Beatmungsentwöhnung zuträglich sind (im Sinne einer kooperativen Atmungstherapie), zu fördern.

Eine besondere Herausforderung sind Patienten, z.B. nach einem therapierefraktären Status epilepticus, die iatrogen im Rahmen der Statusbehandlung so sediert sind, dass eine Beatmungsentwöhnung oder andere therapeutische Maßnahmen nicht möglich sind. Erst durch die vorsichtige und langsame Reduktion der antiepileptischen Medikation unter EEG-Kontrolle kann der komatöse Patient wieder wacher werden. Aussagekräftige Daten über Erfolg (und Outcome) der Beatmungsentwöhnung existieren nur für 7 Tage nach Durchbrechung des Status auf akutneurologischen Intensivstationen, nicht aber für die NNFR, die deutlich längere Zeiträume abdeckt (17).

3.3.2 Qualitative Bewusstseinsstörungen

Häufig zeigt sich im Anschluss an das Wiedererlangen eines stabilen Bewusstseins oder in den Wochen nach der frischen Hirnläsion (v.a. bei diffuser Schädigung von Netzwerkstrukturen) eine Übergangsphase mit qualitativen Einschränkungen der Bewusstseinslage. Es kommt dann zu Verkennungen der Situation, Konfabulationen, psychomotorischer Unruhe und Angstzuständen (mit teilweise wahnhaftem) Charakter. Hierbei können je nach Schwere der neurologischen Schädigung über mehrere Wochen hinweg deutliche Defizite von Aufmerksamkeit, Exekutivfunktionen, aber auch der Gedächtnisleistungen auftreten. Dieser Zustand geht über das klinische Bild einer anterograden Amnesie hinaus (266). Nach schwerer Hirnläsion kann dieser „post traumatic confusional state“ (PTCS) über mehrere Wochen bestehen und ist gekennzeichnet durch starke Schwankungen der kognitiven

Funktionen. Kernsymptome des PTCS sind Defizite von Semantik, Wortflüssigkeit, Reaktionstempo und Neulernen. Das Kurzzeitgedächtnis, die generelle Auffassung und das Altwissen sind unbeeinträchtigt, das Arbeitsgedächtnis und episodisches Gedächtnis aber stark reduziert (272). Diese Durchgangssyndrome erfordern eine neuropsychologische Therapie und eine gezielte Informationsweitergabe an das gesamte Behandlungsteam, da ein kompetenter Umgang mit den Patienten im PTCS sowohl die Dauer als auch die emotionale Belastung für Betroffene, Angehörige und Behandelnde reduzieren kann (145). Günstig sind hier externe Orientierungshilfen, Mobilisierung, kognitive Förderung, Verbesserung der Aufmerksamkeitsfunktionen und alltagsnahe Anforderungen, die in eine Tagesstruktur eingebunden sind.

Eine andere relevante Störung der qualitativen Bewusstseinslage tritt beim Delir auf, bei dem im Gegensatz zum PTCS die unmittelbare Kontaktfähigkeit und das Kurzzeitgedächtnis stark eingeschränkt sind ⁵. Hier kann es auch zu deutlichen Veränderungen des Aktivitätsniveaus, der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeitsfunktionen, und der Orientierung kommen. Die Patienten können die Umweltreize nicht adäquat verarbeiten, es kommt zu visuellen Halluzinationen, ängstlicher Agitiertheit, paranoiden Ideen und psychomotorischer Unruhe. Ebenso häufig, jedoch schwieriger zu diagnostizieren, ist das hypoaktive Delir mit fehlender Aktivität bis hin zum Sopor. Beide Zustände sind ebenfalls häufig assoziiert mit einer mangelnden Kooperationsfähigkeit und im Falle des Delirs mit vegetativen Entgleisungen, welche eine spezifische Therapie und, wichtiger noch, die Begleitung/Betreuung durch ein geschultes und mit diesen Krankheitsbildern erfahrenes Team notwendig machen. Zur Diagnostik und Therapie des Delirs wird u.a. auf die S3-Leitlinie *Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin* verwiesen (15).

3.3.3 Störungen der Raumwahrnehmung

In der frühen Phase nach stattgehabter ZNS-Schädigung sind visuelle Störungen bei neurologischen Patienten sehr häufig (277). Es kommt zu einem Verschwommensehen, zu Visusminderungen oder Doppelbildern. Läsionen der Sehrinde können neben Gesichtsfeldausfällen auch zu visuellen Reizerscheinungen führen (Charles-Bonnet-Syndrom), so dass die Patienten bizarre Seheindrücke und Nachbilder beschreiben und, bei kognitiv bedingt noch fehlender Realitätsprüfung, vermeintliche Personen im blinden Gesichtsfeld ansprechen oder dort nach nicht-vorhandenen Objekten greifen. Ein anfangs oft stark ausgeprägtes Syndrom ist der multimodale Neglect, bei dem die kontraläsionale Raum- und Körperhälfte (visuell, somatosensibel, auditorisch, motorisch) vernachlässigt oder nicht mehr wahrgenommen wird. Dadurch werden Personen und Objekte im Raum nicht gefunden (120). Neglect-Patienten können daher schriftliche Orientierungshilfen ggf. nur eingeschränkt oder nicht

⁵ Das Delir stellt wiederum einen Teilaspekt des Post-Intensive-Care-Syndroms dar, im Sinne eines kognitiven Symptoms/Syndroms in der akuten und postakuten Phase.

nutzen und den Raum um sich herum nicht adäquat explorieren. Häufig treten nach rechtshemisphärischen Läsionen visuell-räumliche und visuokonstruktive Defizite auf, die eine effiziente Bedienung von Hilfsmitteln wie Buchstabentafeln oder Schreibblöcken erschweren und die beatmeten NNFR-Patienten in ihren ohnehin stark reduzierten Kommunikationsmöglichkeiten weiter einschränken. Auch können Abstände falsch eingeschätzt werden, was gezielte Greifbewegungen verhindert und visuell-analoge Skalen (z.B. zur Schmerzmessung) verfälschen kann. Die visuell-räumlichen Defizite variieren im Schweregrad, je nach Wachheit und Konzentrationsfähigkeit (120). Speziell der Neglect ist den Patienten häufig nicht bewusst („unawareness“) und kann daher in dieser frühen Phase auch noch nicht willentlich kompensiert werden. Neglect-bedingt können externe Gedächtnishilfen nicht adäquat genutzt und elektronische Kommunikationshilfen (Tablet, Augensteuerung am Laptop) nicht bedient werden. Zur Diagnostik und Therapie des Neglects wird auch auf die S2k-Leitlinie *Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition* verwiesen (118).

3.3.4 Aphasien

Aphasien sind zentrale Störungen der automatisierten Sprachverarbeitung als Folge einer erworbenen Hirnschädigung, wie z.B. nach einem Hirninfarkt oder einer ICB. Sie sind bei 30-40% der Schlaganfallpatienten in der Initialphase (67) und bei ca. 20% der Schlaganfallpatienten nach einem Jahr nachweisbar (56). In der NNFR weisen 44,3% (190) bis 67,3% (189) der Patienten bei Aufnahme eine schwere Verständigungsstörung, in aller Regel im Rahmen von aphasischen Störungen, auf. Sie führen im Wesentlichen zu Auffälligkeiten im sprachlichen Ausdruck auf der einen Seite und zu Sprachverständnisstörungen auf der anderen Seite. Symptome einer Aphasie können Wortfindungsstörungen, Satzbildungsstörungen (z.B. Agrammatismus) sowie Wort- und Lautbildungsstörungen sein. Typischerweise unterscheidet man auf der Grundlage der Aachener Schule nach Poeck zwischen vier Standardsyndromen (typischerweise als Folge eines Schlaganfalls) wie der leichtesten Form einer amnestischen Aphasie, den mittelschwergradigen Formen einer Broca-Aphasie oder einer Wernicke-Aphasie und der schwersten Form einer globalen Aphasie. Seltener treten Mischformen wie Leitungsaphasie oder transkortikale Aphasie auf. International, vor allem in der englischen Sprache, unterscheidet man hingegen vorwiegend flüssige und nicht-flüssige Formen einer Aphasie. Die letztere Einteilung bietet sich für eine einfache und kurze Sprachregelung in der klinischen Arbeit in der Akutphase an (186).

Aphasien behindern grundsätzlich die Kommunikation eines Betroffenen mit seinen Kommunikationspartnern in der Form, dass die Übermittlung von Gedanken oder Botschaften erschwert und das Sprachverständnis in normalen alltäglichen Gesprächssituationen, vor allem mit mehreren Redepartnern, beeinträchtigt ist. Im klinischen Alltag ist eine funktionelle Sprachtherapie in der intensivmedizinischen Behandlungsphase nur bedingt sinnvoll (in Abhängigkeit von den

individuellen Begebenheiten), in jedem Fall ist es wichtig, dass alle Beteiligten bestimmte Sprachverhaltensgrundregeln beachten, wie sie an anderer Stelle ausführlich beschrieben worden sind. Zu berücksichtigen ist, dass die Sprache bei jeder Aphasie in allen sprachlichen Modalitäten, d.h. bei der Sprachproduktion, beim Sprachverständnis, beim Schreiben und beim Lesen in unterschiedlicher Ausprägung gestört sein kann. Im Umgang kann die Situation durch den Umstand erschwert werden, dass der Betroffene und seine sprachliche Umgebung die verwendete Alltagssprache nicht teilen, und es so zu zusätzlichen sprachlichen Barrieren kommt.

3.3.5 Insuffizientes Speichelmanagement und Dysphagie

Das insuffiziente Speichelmanagement und die Dysphagie befinden sich in unmittelbarer inhaltlicher und therapeutischer „Nachbarschaft“ zur Beatmungsentwöhnung und werden im Kapitel 5 ausführlich behandelt.

3.3.6 Paresen

Paresen entstehen durch die Unfähigkeit, einzelne Muskeln und/oder Muskelgruppen willkürlich anzusteuern, bzw. durch eine Funktionsstörung/Schwäche der Muskulatur selbst. Patienten der NNFR weisen zu einem sehr hohen Prozentsatz aus verschiedenen Gründen teilweise hochgradige Paresen auf (umschriebene oder generalisierte), welche den Rehabilitationsprozess und insbesondere die Beatmungsentwöhnung erschweren. Darüber hinaus ist die Immobilität selbst ein Risikofaktor für die Entwicklung einer Inaktivitätsatrophie der Muskulatur mit einer daraus resultierenden Schwäche, welche neben der Extremitätenmuskulatur auch das Zwerchfell und die autochthone Rücken- und Nackenmuskulatur betreffen kann, mit einer daraus resultierenden Rumpfinstabilität. Ein bettlägeriger Patient kann pro Tag ca. 1–1,5 % seiner Muskelkraft verlieren (95,105). Zusätzlich spielen während der Akutphase aufgetretene Neuro- und Myopathien, insbesondere die CIP/CIM eine wichtige Rolle. Letztere stellen für viele Patienten, die initial nicht neurologisch erkrankt waren, die rechtfertigende Aufnahmediagnose für die NNFR dar. Eine Schwäche bei Intensivpatienten ohne andere (erklärende) Ursache außer der kritischen Erkrankung (und deren Therapie), wird als eine „auf der Intensivstation erworbene Schwäche“ („ICU acquired weakness; ICU-AW“) bezeichnet (95), welche wiederum in einem wechselseitigen Zusammenhang mit der Beatmungszeit steht. Ca. 25% der Patienten, die eine Woche oder länger maschinell beatmet werden, leiden unter einer ICU-AW (95,226). Mit Blick auf die Beatmungsentwöhnung ist zu konstatieren, dass neben der Atemantriebsstörung insbesondere die im Verlauf erworbene Schwäche der Atemmuskulatur, insbesondere des Zwerchfells, der wichtigste Grund für eine längerfristige Beatmungspflichtigkeit ist.

3.4 Neurologische/neurochirurgische Komplikationen im Verlauf der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

In der NNFR können verschiedene neurologische/neurochirurgische Komplikationen auftreten: dazu gehören Re-Infarkte, Nachblutungen (z.B. erneute Subarachnoidalblutungen), die Entwicklung eines Hydrozephalus (mit und ohne Shunt Dysfunktion), und der Entwicklung eines Sinking-Skin-Flap-Syndroms (bei Patienten nach stattgehabter Kraniektomie) (22). Nicht außer Acht zu lassen ist die erforderliche Kranioplastie, die in bis zu 30% mit Komplikationen behaftet sind, die teilweise in der NNFR auftreten können (87). Bezüglich des Hirndruckmanagements sei dabei auf die aktuelle Leitlinie intrakranieller Druck (ICP) der DGN verwiesen (110). Außerdem kann es auch zu Meningitiden bzw. Enzephalitiden kommen, insbesondere bei Zustand nach vorheriger neurochirurgischer Intervention, so dass die Möglichkeit zur Liquordiagnostik vorgehalten werden muss (22). Eine weitere neurologische Komplikation sind strukturelle Epilepsien, die ebenfalls einer engmaschigen fachärztlichen Kontrolle inklusive neurophysiologischer Diagnostik (EEG) bedürfen.

3.5 Internistische Komplikationen im Verlauf der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Häufige medizinische Komplikationen bei Patienten der NNFR sind u.a. vegetative Entgleisungen, tachy- und bradykarde Herzrhythmusstörungen, hypertensive Krisen, nosokomiale Pneumonien, Harnwegsinfekte, gastrointestinale Blutungen, tracheotomieassoziierte Komplikationen (Kanülenobstruktion, Granulationen, Trachealstenosen), Elektrolytstörungen (v.a. Hyponatriämie) und thromboembolische Komplikationen, die aus der Immobilität resultieren (22,130,214). Zudem weisen die Patienten häufig Dekubitalulzera bzw. (chronische) Wunden auf. Etwa jeder vierte Patient der NNFR ist mit einem Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) oder einem multiresistenten gramnegativen Keim (MRGN) besiedelt (207), welche die rehabilitative Behandlung durch die notwendigen hygienischen Maßnahmen deutlich erschweren. Die typischen beatmungsassoziierten Komplikationen (Atelektasen, Pneumonien etc.) sind bei den langzeitbeatmeten Patienten der NNFR besonders häufig.

3.6 Multimorbidität und Komplikationsrisiken von Patienten der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Die Morbiditätslast bei den Patienten der NNFR ist hoch (103,189,190). Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitanden sind in über 90% der Fälle dem „Patient Clinical Complexity Level, PCCL“ von 3 oder 4 zuzuordnen und in einer repräsentativen Studie wurden im Mittel 15 Nebendiagnosen kodiert (205). Die Patienten leiden neben den neurologischen Krankheiten häufig

unter einer vorbestehenden chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung (COPD), einer koronaren Herzkrankheit und/oder wurden mitunter im unmittelbaren Vorfeld der NNFR im Rahmen von Operationen (an Lunge, Herz oder Darm) oder Transplantationen solider Organe (wie Lunge oder Herz) behandelt.

Die besondere Morbiditätslast frührehabitativer Patienten ist auch durch die hohe Zahl von medizinischen Zugängen/Ableitungen dokumentiert: 86% waren mit einem suprapubischen oder transurethralen Dauerkatheter versorgt, 31,8% mit einer PEG/PEJ (perkutane endoskopische Gastrostomie/Jejunostomie) und 30,9% mit einem zentralen Venenkatheter (103). Vergleichbare Daten finden sich in einer multizentrischen Erhebung aus dem Jahr 2014 (190). Intensivmedizinisch zu behandelnde Patienten der NNFR weisen eine noch höhere Morbiditätslast auf, was sich dann auch in einer hohen Mortalität widerspiegelt. In einer multizentrischen Erhebung lag diese bei 11% (203). Die Mortalität der bei Aufnahme (in der NNFR) beatmeten Patienten ist vergleichbar höher und lag in den monozentrischen Studien zwischen 6% (202) und 23% (174) und in den multizentrischen Studien zwischen 12,9% (103) und 23% (190).

3.7 Strukturelle Vorgabe der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Die inhaltlichen und strukturellen Vorgaben zur NNFR sind im DRG-System über den OPS 8-552 (Operationen- und Prozedurenschlüssel 8-552: „neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation“) (57) definiert (Tabelle 1). In der Prozedurendefinition finden sich sowohl Angaben zu Inhalten (zum therapeutischen Spektrum) als auch zur Dauer der Therapien (300min pro Tag), die erfüllt sein müssen, um den OPS 8-552 kodieren zu dürfen. Die BAR-Empfehlungen geben detaillierte Hinweise zu den Behandlungszielen, Leistungen und Aufgaben der Frührehabilitation (11,198). Rehabilitativ stellen sich in der BAR-Phase B folgende Aufgaben, deren Erfüllung explizit dokumentiert werden müssen:

- rehabilitatives Assessment
- Klärung des Rehabilitationspotenzials
- Sicherstellung von aktivierend-therapeutischer Pflege
- gezielte funktionelle Behandlung, inklusive Selbständigkeitstraining (auf basaler Ebene)
- Verhinderung von Sekundärschäden im Bereich der Bewegungsorgane (z.B. Kontrakturen oder Dekubitalgeschwüre),
- Beratung, Anleitung und Betreuung von Angehörigen
- Klärung der Notwendigkeit und Einleitung von weiterführenden Rehabilitationsleistungen (aufgrund systematischer Verlaufsbeobachtung)

Auch zur Therapiedichte werden Angaben gemacht: „Intensivpflege/-überwachung unter Einschluss von vier bis sechs Stunden Rehabilitationspflege (hier als aktivierende Pflege) täglich, (...) Funktionstherapie insgesamt mehrere Stunden am Tag, häufig durch mehrere Therapeuten gleichzeitig“ (11). Neben der Therapie ist die Beherrschung lebensbedrohlicher und eventuell bei der Mobilisierung auftretender Komplikationen zu gewährleisten (11). Darüber hinaus ist ein klinisches, neurophysiologisches und neuroradiologisches Monitoring zur Beurteilung, sowohl des neurologischen Krankheitsverlaufes als auch neurologischer Komplikationen zwingend erforderlich. Neben diesen strukturellen Anforderungen liegen die Besonderheiten der NNFR in einer Definition realistischer Teilhabeziele, der Therapieplanung und -modifikation im multiprofessionellen Team: Beispiele für Therapieziele sind das Erreichen/die Verbesserung von:

- Wachheit (bei Vigilanzstörungen)
- Interaktion mit der Umwelt und Orientierung (bei schwerer qualitativer Bewusstseinsstörung)
- Denken, Planen und Handeln (bei kognitiven Leistungsminderungen)
- Wahrnehmung (u.a. bei neurovisuellen Störungen)
- Kommunikations-/Interaktionsbehandlung und Sprachtherapie
- orofaziale Therapie (Kau-, Schluck- und Esstraining) und Sprechtherapie
- Nahrungsaufnahme (bei Schluckstörungen)
- Motorik und Sensorik
- Mobilität (bei Paresen, Störungen der Rumpfkontrolle, Koordinationsstörungen)
- Alltagskompetenzen (basale und erweiterte Verrichtungen des täglichen Lebens)
- emotionaler Gesundheit (bei Depressivität, Angst, Störung der Impulskontrolle).

Bedeutsam ist die Einbeziehung des Patienten (wenn möglich) und seiner Angehörigen in die Planung des Frührehabilitationsprozesses. Der Zusammenarbeit mit den Angehörigen bzw. Bevollmächtigten/Betreuern kommt auch deswegen besondere Bedeutung zu, weil bei schwer neurologisch geschädigten Patienten nicht selten eine häusliche Re-Integration angestrebt wird bzw. fallbezogen auch ein palliatives Vorgehen in Frage kommen kann (35,199). Palliativmedizinische Angebote werden heute flächendeckend in Akutkrankenhäusern vorgehalten und sind insbesondere für Einrichtungen zur Beatmungsentwöhnung zu empfehlen (35).

3.8 Multi- und Interdisziplinarität in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Die Behandlung von Patienten mit schweren neurologischen Ausfälle einhergehend mit Aktivitäts- und Teilhabestörungen, die häufig zusätzlich ein reduziertes Sprach- und Situationsverständnis sowie eine eingeschränkte Kooperationsfähigkeit aufweisen, erfordert multiprofessionelle und gleichzeitig

individualisierte Therapiekonzepte: Diese beinhalten die aktivierend-therapeutische Pflege, die Logopädie, die Physiotherapie (inklusive physikalische Therapie), die Ergotherapie und die Neuropsychologie. Weitere Therapiebereiche sind die Atmungstherapie und die Musiktherapie. Die beiden letzteren müssen zur Erfüllung des OPS 8-552 nicht zwingend vorgehalten werden, gerade aber die Atmungstherapie spielt im Kontext der Beatmungsentwöhnung eine zunehmend wichtige Rolle (105) ⁶.

Empfehlung 3	Bestätigt Stand (2024)
Einrichtungen für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation sollten über ein multiprofessionelles Behandlungsteam (Ärzte, Pflegefachpersonen, Atmungstherapeuten, Logopäden, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, (Neuro)Psychologen und ggf. Musiktherapeuten) mit neurorehabilitativer Erfahrung verfügen.	
Konsensstärke: 100 %	

3.8.1 Aktivierend-therapeutische Pflege

Neben den Maßnahmen der Grundpflege sieht die Pflege innerhalb der NNFR einen aktivierend-therapeutischen Anteil vor, welcher durch ein besonders geschultes Pflegepersonal vollzogen wird und auf die Wiedererlangung und Einübung von Aktivitäten des täglichen Lebens abzielt (204). Die aktivierend-therapeutische Pflege berücksichtigt als Grundprinzipien neben der Repetition und dem Shaping eine Motivation durch Alltagsrelevanz. Die aktivierend-therapeutische Pflege wird dabei definiert als „ein sektorenübergreifendes, altersunabhängiges, pflegerisches Angebot“ von dazu qualifizierten Pflegenden. Sie fördert ressourcenorientiert die Selbstständigkeit, die Selbstbestimmung und die Teilhabe einer Person, insbesondere durch die Förderung der Kommunikation, und ist an deren Lebenssituation und Lebensumfeld angepasst“ (55).

Der OPS 8-552 nennt folgende Aufgabenschwerpunkte: Waschtraining, Anziehtraining, Esstraining, Kontinenztraining, Orientierungstraining und Kommunikationstraining. Im Kontext der Beatmungsentwöhnung enthalten die Pflegemaßnahmen zusätzlich:

- Durchführung und Auswertung von Blutgasanalysen (in Abstimmung mit den Ärzten und Atmungstherapeuten)
- die Umsetzung von Beatmungsentwöhnungs-Protokollen (in Abstimmung mit den Ärzten und Atmungstherapeuten)

⁶ Abzugrenzen von der Atmungstherapie ist die Atemtherapie. Atemtherapeutische Maßnahmen werden sowohl von Atmungstherapeuten als auch in diesem Bereich weitergebildeten Physiotherapeuten durchgeführt (siehe auch 3.8.4).

- Tracheostomapflege und Trachealkanülenmanagement (in Abstimmung mit den Atmungstherapeuten und Logopäden)
- Schlucktraining (in Abstimmung mit den Logopäden)
- mobilisierende Maßnahmen (in Zusammenarbeit mit den Physio- und Ergotherapeuten)

Bei immobilen Patienten finden verschiedene pflegerische und therapeutische Maßnahmen statt (vgl. auch die S3-Leitlinie *Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen* (210)). Mit dem Ziel der Dekubitusprophylaxe werden an die Bedarfe angepasste zwei- bis dreistündigen Positionsveränderungen durchgeführt. Spezifische Positionierungen wie die angepasste Rückenlage (z.B. im Rahmen einer A-Lagerung mit Anti-Trendelenburg Position des Bettes) (24) , die Position auf der Seite (z.B. auf der mehr-betroffenen Seite) (25), der stabile oder der asymmetrische Sitz etc. bieten durch spezielle Stabilisierung des Körpers Voraussetzung für effektiveres Atmen, Abhusten und Schlucken. Darüber hinaus fördern sie die Wachheit, die Eigenbewegung und den Kraftaufbau. Die angepasste Rückenlage, führt dazu, dass das Zwerchfell eine günstigere Position für Atmung und Hustenstoß erhält. Es wird dabei einer ungünstigen Position in einer Hyperlordose entgegengewirkt (78), die Schultern liegen auf der Höhe des Brustkorbs und durch eine physiologische Stellung des Beckens werden Kraft und Mobilität verbessert. Die Positionierung in einer angepassten Lage in Neutralstellung führt zu nachweislichen besseren Ausgangsstellungen für die weiteren Bewegungsübergänge und die Möglichkeiten der Beweglichkeit (183). Eine weitere Position, insbesondere bei Vorliegen einer unilateralen Lungenschädigung (wie auch durch eine schlaffe Hemiparese in Kombination mit stiller Aspiration möglich), ist die 90-Grad-Positionierung mit der gesunden Seite nach unten („good lung down“) zur Prophylaxe und/oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen, insbesondere mit dem Ziel der Verbesserung des Gasaustausches (26). Für die sichere Durchführung der 90-Grad-Lagerung sollten explizite Anleitungen und Schulungen von Mitarbeitern zur Verfügung gestellt werden (210). Im Rahmen der Mobilisation und des Vertikalisiereins bieten sich bei fehlender Haltungskontrolle der stabile Sitz sowie der asymmetrische Sitz (an der Bettkante oder in der Folge der Querbettsitz, in der Variation aufrecht, nach vorne und nach hinten) an. Mobilisationsziele sind:

- Reduktion der Immobilisierungseffekte (generelle Dekonditionierung einhergehend mit Muskelatrophie, Schwäche und Ermüdbarkeit)
- Erhalt/Stärkung/Aufbau der Skelettmuskulatur, inklusive Atempumpe

Wie hoch der Anteil der aktivierend-therapeutischen Pflege in einem frührehabilitativen Setting sein sollte, ist Gegenstand der Diskussion. Eine grobe Orientierung kann eine empirische Untersuchung liefern: Von den im Tagesmittel geleisteten 205 Minuten Grund- und Behandlungspflege waren ca. 180 Minuten der aktivierend-therapeutischen Pflege zuzuordnen, mithin also über 85% der erbrachten

Pflege (204). Um die im OPS 8-552 geforderten 300min Therapie zu erfüllen, wären also noch (mindestens) 120min anderer therapeutischer Leistungen zu erbringen. Eine ausschließlich durch aktivierend-therapeutische Leistungen erfüllte Frührehabilitationsprozedur und damit der Verzicht auf wichtige Therapien wie Logo-, Physio oder Ergotherapie wird kritisch gesehen.

3.8.2 Atmungstherapie

Die atmungstherapeutische Expertise im Bereich der Frührehabilitation umfasst die Umsetzung von diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen (unter der fachlichen und organisatorischen Verantwortung des betreuenden Arztes). Darunter fallen die Beurteilung der Atemwege, die Beurteilung der Expektorationsfähigkeit, die Durchführung und Beurteilung transkutaner Kapnometrien, Spirometrien und Polygraphien sowie das Auslesen der in den Heimbeatmungsgeräten und mechanischen Insufflatoren-Exsufflatoren gespeicherten Behandlungsdaten. Letztere spielen u.a. bei Patienten der NNFR eine Rolle, die aus der außerklinischen Intensivpflege wiederaufgenommen worden sind, um das Beatmungsentwöhnungs- bzw. Dekanülierungspotential zu evaluieren. Es ergeben sich erste Hinweise darauf, dass die Atmungstherapie einen positiven Einfluss auf die Inzidenz von Aspirationspneumonien haben (214). Im Kontext der Beatmungsentwöhnung wirken Atmungstherapeuten mit bei (siehe auch Tabelle 3):

- der Durchführung und Auswertung von Blutgasanalysen
- der Überprüfung der Beatmungsindikation
- der Einstellung der Beatmungsparameter
- Tracheolaryngoskopien (in Abstimmung mit den Ärzten und Logopäden) zur Beurteilung des Tracheostomas, der oberen Atemwege, der Trachea der Hauptbronchien sowie der Lage der Trachealkanüle
- der Messung des transtrachealen Drucks (engl.: transtracheal pressure, TTP)

Zusätzlich haben verschiedene atemtherapeutische Techniken bei tracheotomierten Patienten der NNFR positive Effekte auf Atemfrequenz, den Sauerstoffpartialdruck, die Quantität und Qualität des Bronchialsekrets, die Schluckfrequenz und auf die Vigilanz (76). Dazu gehören u.a. das „Bagging“ und das „Air Stacking“⁷ zur Erhöhung des Tidalvolumens, die sowohl bei Atelektasen, Dysteletktasen als auch im Rahmen eines Hustentrainings zum Einsatz kommen (Übersicht zu Maßnahmen zum therapeutischen Sekretmanagement/Hustentraining siehe auch Tabelle 3). Schwere neurologische

⁷ „Bagging“ bezeichnet eine atemtherapeutische Maßnahme, bei der mit einem Beatmungsbeutel gezielte Atemhübe appliziert werden. Ziel ist es, die Lungen zu dehnen, Sekret zu mobilisieren und die Belüftung zu verbessern. Beim Air Stacking handelt es sich um eine Technik, bei der der Patient durch wiederholtes Einatmen, ggf. unterstützt durch ein Beatmungsgerät oder einen Beatmungsbeutel, Luft ansammelt, ohne zwischenzeitlich auszuatmen. Dadurch wird das Lungenvolumen vergrößert, was u.a. den Hustenstoß verbessert.

Erkrankungen gehen häufig mit Ängsten und Stress einher, welche durch Atemübungen mit tiefer Inspiration und langer Expiration reduziert werden können. Hierdurch wird Einfluss auf das allgemeine Wohlbefinden und die Genesung genommen (137).

Eine weitere Zielsetzung der Atmungstherapie ist es in Zusammenarbeit mit den behandelnden Logopäden auch bei beatmeten Patienten eine verbale Kommunikation zu ermöglichen. Dies kann im assistierten Beatmungsmodus mit Hilfe eines für den Einsatz im Beatmungsschlauchsystem geeigneten Sprechventils, z.B. eines Passy-Muir®-Sprechventils, erreicht werden (bei entblocktem Cuff) [Passy et al., 1993; Sutt et al., 2015]. Als weitere Vokalisierungsvarianten sind in dieser Phase der Beatmungsentwöhnung die „Above Cuff Vocalisation“ (ACV) (152) und Leckagevokalisation möglich. Der Einsatz von Atmungstherapeuten in der Beatmungsentwöhnung dient weiterhin der Einhaltung von Entwöhnungsprotokollen, dem frühzeitigen Erkennen respiratorischer Komplikationen, der Überwachung der Beatmungsparameter und der Steuerung der Inhalationstherapie (225). Atmungstherapeuten verfügen darüber hinaus über Expertise für Schulungen von Mitarbeitenden, Patienten und Angehörigen. Sie können durch Beratung, Praxisbegleitung und klassische Schulungen die Handlungskompetenzen fördern (61,108,169). Bei Betroffenen wird hierdurch Therapieadhärenz gefördert und der Therapieerfolg wahrscheinlicher gemacht (105).

3.8.3 Logopädie

Die logopädische Expertise im Bereich der Frührehabilitation umfasst das Trachealkanülen- (TK) und Dysphagiemanagement (siehe hierzu 6.4), den oralen Kostaufbau sowie die Behandlung von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen. Im Kontext der Beatmungsentwöhnung obliegt dem behandelnden Logopäden:

- die Auswahl und Verwendung geeigneter TKs; dies beinhaltet auch den TK-Wechsel und die Dekanülierung: sogenanntes TK-Management (38)
- die Erarbeitung von individuellen und stufenweise angepassten Entblockungsschemata
- die endoskopisch durchgeführte Evaluierung des trachealen und pharyngo-laryngealen Sekret- und Speichelmanagements
- die klinisch bzw. endoskopisch kontrollierte Gabe von peroralen Schluckproben
- die Etablierung der Möglichkeiten zur frühen Stimmgebung, z.B. via Sprechventil-Aufsatz, Above Cove Vocalisation (ACV, s.u.) oder Leckagevokalisation.

In einem multiprofessionellen Team ist hierbei insbesondere die Zusammenarbeit mit den Atmungstherapeuten bedeutsam: Diskonnektion vom Beatmungsgerät, atmungstherapeutische Interventionen, gemeinsame Evaluation von Sekret- und Speichelmanagement (durch den Patienten), therapeutisches Sekretmanagement, Erprobungen und Beurteilungen von Vokalisierungsvarianten

etc., sowie mit der Pflege, v.a. hinsichtlich der Delegierung von Entblockungsschemata, sekretions- und absaugspezifische Dokumentation, Varianten von Tandem-Therapie sowie gegenseitiger fachspezifisch ergänzender Assistenz, u.a. um die Behandlungskontinuität mittels Wochenend- und Feiertagsschichten sicherzustellen (29,77,150,154). Zwei wesentliche Therapieziele im Verlauf, deren Vorbereitung sich jedoch bereits in der Phase der Beatmungsentwöhnung vollzieht, sind die Dekanülierung und der Kostaufbau. Beide Aspekte werden im Kapitel 5 detailliert betrachtet.

In der NNFR sind darüber hinaus Verständigungsstörungen häufig und therapeutisch herausfordernd (122). Diese werden durch Aphasien, Dysarthrophonien oder eine koordinative Dysfunktion von Respiration, Phonation und Artikulation verursacht. Im Kontext der Beatmungsentwöhnung stellt insbesondere die geblockte Trachealkanüle (TK) ein kommunikatives Hindernis dar, was von wachen Patienten oft als belastend erlebt wird, da sie sich häufig nicht verstanden bzw. missverstanden und infolgedessen hilflos fühlen. Auch schriftsprachliche Kommunikationsmittel (elektronische Hilfen, Buchstabentafeln etc.) und andere Möglichkeiten der unterstützten Kommunikation können aufgrund von begleitenden Paresen oft nicht zufriedenstellend angewendet werden. Um doch eine verbale Kommunikation zu ermöglichen stehen verschiedene Möglichkeiten, wie das Passy-Muir-Sprechventil, die Above-Cuff-Vocalisation sowie die Leckage-Ventilation zur Verfügung. Diese werden häufig in enger Zusammenarbeit mit den Atmungstherapeuten geprüft und angewendet.

3.8.4 Physiotherapie

Die physiotherapeutische Intervention im Bereich der Frührehabilitation umfasst eine funktions- und strukturorientierte Behandlung. Die Physiotherapie orientiert sich bei der Behandlung inhaltlich an dem bio-psycho-sozialen Modell der ICF („International Classification of Functioning“), mit dem Ziel alle Ebenen des ICF-Modells innerhalb einer Behandlung abzudecken. Für die konkrete Zielsetzung im Rahmen des Clinical Reasoning der jeweiligen Behandlung sind behandlungsaktuelle Assessments durchzuführen. Der Schwerpunkt der Behandlung wird tagesaktuell und individuell auf die Patienten angepasst. Das übergeordnete Ziel der Behandlung besteht darin, die Patienten zu einer bestmöglichen eigenständigen Partizipation zu befähigen. Es werden bestimmte Bewegungsabläufe erarbeitet und unterstützt, mit der Zielsetzung elementare Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs) in den Alltag des Patienten zu integrieren: z.B. über die Verbesserung der Hand-Mund-Koordination, die Aktivitäten Essen (präorale Phase) und Zähneputzen zu fördern (4). Wesentliche Ziele der Physiotherapie im Rahmen der NNFR allgemein sind:

- Förderung der Vigilanz und Stabilisierung des vegetativen Nervensystems
- Förderung der Bewegungsfunktion auf fasziärer, muskulärer und skelettaler Strukturebene
- Verbesserung der Muskelfunktion, auch der deconditionierten Atemmuskulatur

- Fazilitation propriozeptiver Strukturen zur Beeinflussung der Bewegungskoordination und Körperwahrnehmung
- Vertikalisierung und Frühmobilisation im multiprofessionellen Team
- Delirprophylaxe

Physiotherapie mit dem Fokus auf Atmung und Atemtherapie (siehe auch Tabelle 3):

- Sekretolyse, mit dem Ziel der Unterstützung/Vergrößerung des Tidalvolumens/Atemlenkung ggfs. in Kombination mit Inhalation bzw. Inhalationstechniken
- Sekretmobilisation, mittels manueller Unterstützung, Lagerung (ggfs. mit autogener Drainage), sowie passiven/manuellen Atemtechniken (z.B. intercostale Ausstreichungen, Packegriffe etc.)
- Sekretelemination bzw. Stärkung des Hustenstoßes (ggfs. mit manueller Unterstützung und/oder endotrachealem Absaugen in Abstimmung mit der Pflege, den Atmungstherapeuten und den Logopäden)
- Verbesserung der Bewegungsfunktion des Thorax, inklusive des Schultergürtels
- Behandlung restriktiver Ventilationsstörungen bei Immobilität und/oder Minderbelüftung mit dem Ziel der Ventilationsverbesserung von minder belüfteten Arealen, der Verringerung der Atemarbeit sowie Vergrößerung des Tidalvolumens

Die Maßnahmen und Behandlungstechniken, die während der Physiotherapie zum Einsatz kommen, werden individuell bestimmt und können von passiven über assistive bis hin zu aktiven Maßnahmen reichen. Hierbei können unterschiedliche Geräte, wie beispielsweise Spiegel, diverse Atemtrainer oder Trainingsgeräte, sowie physikalische Maßnahmen unterstützend eingesetzt werden. Der Schwerpunkt der Behandlung liegt in diesem frühen Rehabilitationsstadium auf der Atemtherapie, insbesondere der Sekretolyse, sowie der Therapie von Muskel- und Bewegungsfunktionen, mit dem Ziel der frühen Mobilisation des Patienten (Vertikalisierung) (66). Die sicheren Transferabläufe mit und ohne Hilfsmittel gehören ebenfalls zum Therapieprozess, um die Eigenständigkeit des Patienten zu fördern. Diese Vorbereitung begünstigt und unterstützt die koordinativen Fähigkeiten, sowie das Gleichgewicht, um zunächst sicher und eigenständig den Transfer, dann aber auch den Stand und sogar das Gehen zu erarbeiten. Eine Kombination der Schwerpunkte ist je nach mentalen, kognitiven oder körperlichen Ressourcen der Patienten umsetzbar (220). Kontraindikationen und mögliche Komplikationen werden dabei berücksichtigt (112)

Eine tagesaktuelle und enge Abstimmung im multiprofessionellen Team mit den Atmungstherapeuten, den Logopäden und den Ergotherapeuten ist in diesem Setting unabdingbar. Zu den einzelnen Zielen

und Behandlungstechniken der Atemtherapie wird zusätzlich auf die *Empfehlungen zur Atemphysiotherapie, 3. erweiterte Auflage* verwiesen (267). Ein hauseigenes Stufenmodell für die einzelnen Mobilisationsschritte kann dabei hilfreich sein (160). In diesem Zusammenhang wird auch auf die S3-Leitlinie *Lagerungstherapie und Frühmobilisation* verwiesen (210).

3.8.5 Ergotherapie

Die ergotherapeutische Expertise im Bereich der NNFR umfasst die Umsetzung von diagnostischen und therapeutischen Interventionen mit dem überordneten Ziel, betroffene Personen bei der Ausführung von Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) zu unterstützen bzw. diese anzubahnen. Dabei werden entsprechend des bio-psycho-sozialen Modells der ICF (WHO 2001) die multiplen Wechselwirkungen zwischen den biomedizinischen Aspekten (Körperfunktionen und -strukturen), der Handlungsebene (Aktivitäten und Teilhabe) und der Lebenssituation (Kontextfaktoren) berücksichtigt. Der zentrale Fokus der Ergotherapie liegt, neben der Mobilität und der körperlichen Rehabilitation, auf der Teilhabe (Partizipation) der Patienten (53). Die Mobilisierung und auch das Training der ADLs wird dabei von passiven und unterstützten Aktivitäten bis hin zu aktiven Aufgaben progressiv ansteigend an die spezifische Situation des Patienten angepasst (39,109,115,189,226,228,234,258,275). Im Kontext der NNFR obliegt der Ergotherapie (53):

- Mobilisation/Transfer: passive Mobilisation, Durchführung assistiver und aktiver ROM-Übungen (Range of Motion) zur Verbesserung und zum Erhalt der Bewegungsfreiheit, des Bewegungsradius, des Bewegungsumfangs), inklusive Lagerungen, Bettmobilitätsübungen (Liegen-Sitz, Sitz-Sitz, Sitz-Stand Transfer), funktioneller Übungen, Mobilitätstrainings mit und ohne Hilfsmittel, Schienenversorgung (z.B. bei Patienten mit einer Spastik)
- Sensorische Stimulation und Förderung der Körperwahrnehmung, Durchführung von Gleichgewichtsübungen
- Umweltmodifikation/-anpassungen: Durchführung akustischer und visueller Umweltstimulationen
- Versorgung mit Hilfsmitteln (Beratung, Anpassung, Schulung und Training), Gestaltung des Umfeldes durch Gegenstände, Bilder, Geräusche oder Düfte, die dem Patienten bekannt sind
- Einübung und Training von ADLs, wie z.B. Haut- und Haarpflege, Waschen, Anziehen, Essen, Einleitung von Ruhe- und Schlafphasen, Unterstützung der Kommunikation (ergänzende und ersetzende), Anleitung zur Bedienung eines Rollstuhls, Bereitstellung und Unterstützung in der Nutzung von Medien, z.B. Handy, Telefon, TV, Radio, Zeitungen und Bücher

- Zusammenarbeit mit dem Patienten und dessen Angehörigen: Erarbeitung einer therapeutischen Haltung und Aufbau einer therapeutischen Beziehung, Beratung, Anleitung, Schulung, gemeinsame Entscheidungsfindungen, Zielsetzungen
- Behandlung von kognitiven Störungen und Unterstützung bei emotionalen Belastungen (in Abstimmung mit den (Neuro)Psychologen: Maßnahmen zur Delir-Prävention, Hilfe beim Führen eines Tagebuchs, Beurteilung und Intervention mit dem Fokus auf psychische Gesundheit, Bewältigung und kognitive Leistung, wie z.B. Aufmerksamkeit, Handlungsplanung sowie Entwicklung eines Störungsbewusstseins.

Die Zuteilung von Aufgaben, Zuständigkeiten, Rollen und der Methodeneinsatz in der NNFR ist stark von den organisationsspezifischen Gegebenheiten und den jeweiligen Fachkenntnissen vor Ort abhängig, was einrichtungsspezifische Organisationskonzepte notwendig macht.⁸ Es besteht ein Konsens darüber, dass Ergotherapie, eingebettet in einen multiprofessionellen Therapieansatz, zu einem möglichst frühen Zeitpunkt einsetzen sollte und die Funktionsfähigkeit, die Partizipation und die Lebensqualität verbessern kann (226). In Hinblick auf die Mobilität sind frühe Therapieaktivitäten, die zu positiven Ergebnissen geführt haben:

- das Sitzen am Bettrand ohne Rückenstütze
- der Transfer vom Bett auf einen Stuhl
- das Aufsetzen auf einem Stuhl
- Hinarbeiten auf die Gehfähigkeit (9,248).

Aus diesem Grund zielen physio- und ergotherapeutische Interventionen bereits in der Frühphase der Rehabilitation, entsprechend multidisziplinär getroffener Mobilisierungsentscheidungen, auf eine passive, assistive und aktive Mobilisierung/Vertikalisierung des Patienten ab. Die Vitalfunktionen werden dabei vor, während und nach den therapeutischen Einheiten stetig überwacht und dem Team über die Dokumentation und in Teambesprechungen mitgeteilt (102,170,261). Hinsichtlich der Behandlung von Paresen wird auch auf die Leitlinie *Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall* (185) und die Leitlinie *Rehabilitation von sensomotorischen Störungen* (164) verwiesen.

3.8.6 Neuropsychologie und Psychotherapie

Neurologische Schädigungen stellen besondere Anforderungen an das Behandlungsteam der NNFR, da veränderte Bewusstseinslagen, kognitive Teilleistungsstörungen (bei Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Exekutivfunktionen und Gedächtnis) sowie eine stark schwankende mentale

⁸ Es ist anzumerken, dass im Rahmen wissenschaftlicher Studien physio- und ergotherapeutische Interventionen oft in Kombination untersucht werden/wurden: z.B. Nutzung elektronischer Checklisten zur körperlichen Rehabilitation (5)(10), Mobilisationspraktiken (115), Umweltsca für Frühmobilisierungspraktiken, ohne dass dabei auf den jeweiligen professionsspezifischen Fokus eingegangen wurde (53).

Kapazität berücksichtigt werden müssen. Primäre Aufgaben der Neuropsychologie in der NNFR sind die Diagnostik und Therapie von kognitiven Störungen, die auch für die Beatmungsentwöhnung hinderlich sein können (173). Umgekehrt erhöht eine maschinelle Beatmung das Risiko für ein Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS), das sich bereits nach drei Tagen entwickeln kann und oft auch noch nach fünf Jahren nachgewiesen werden kann (197). Beim PICS bestehen neben den sensomotorischen Schäden häufig sowohl kognitive als auch psychische Folgeerkrankungen wie Depression, Ängste und posttraumatische Belastungsreaktionen (196). Übergeordnetes Ziel der neuropsychologischen Therapie ist die Verbesserung der Kooperationsfähigkeit der Patienten in der Phase der Beatmungsentwöhnung. In diesem Kontext obliegt dem behandelnden Psychologen/Psychiater bereits in der Phase der Beatmungsentwöhnung:

- Diagnostik und Therapie quantitativer und qualitativer Bewusstseinsstörungen
- Diagnostik und Therapie von affektiven Störungen, insbesondere Ängsten, die durch die Beatmung selbst oder durch die Entwöhnung (zunehmende Spontanatmungszeiten) verursacht werden und der Compliance abträglich sind.

In diesem Zusammenhang wird auch auf die S3-Leitlinie *Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin* (15) und die S2e-Leitlinie *Multimodale Neurorehabilitationskonzepte für das Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS)* (197) verwiesen.

Patienten ohne stabile Orientierung haben häufig eine eingeschränkte Compliance und sind durch ihre Gedächtnisprobleme und eine fehlende Informationsverarbeitung stark emotional belastet. Ein Bedside-Screening der kognitiven Funktionen ist nötig, um das Leistungsprofil der Patienten mit allen Ressourcen zumindest im Sinne eines Screenings zu erheben und die entsprechenden Therapieziele zu definieren (80). Hiernach erfolgen indikative Trainingsmaßnahmen (Orientierung, Exploration, Konzentration, Inhibition), um die gestörten Teilleistungen zu verbessern und den Patienten möglichst rasch einen geeigneten Kommunikationskanal und damit mehr Teilhabe zu ermöglichen. Hier können ein Training der Aufmerksamkeitsfunktionen und externe Orientierungshilfen die Mitarbeitsfähigkeit verbessern und die Stressbelastung bei den Betroffenen deutlich reduzieren (148). Wegen der meist stark reduzierten Sensomotorik werden computergestützte Aufmerksamkeitstrainings und Tablets mit leichter Bedienung empfohlen, um die kognitiven Leistungen auch bei nur geringer Kraft zu fördern und Schriftsprache oder andere Kommunikationshilfen zu nutzen (265).

Neben der kritischen Erkrankung, die oft mit Ängsten und Schmerzen verbunden ist, wird auch das Umfeld einer Intensivstation und/oder Station für Beatmungsentwöhnung meist als bedrohlich und angstauslösend wahrgenommen. Es können dementsprechend Ängste und Depressionen in klinisch relevanten Ausprägungen auftreten, die sich durch psychotherapeutische Interventionen verbessern lassen (96). Patienten, die bereits vor der kritischen Erkrankung unter Phobien, Panikstörungen oder generalisierten Ängsten gelitten haben, sind durch die körperlichen und psychischen Belastungen bei

der Beatmungsentwöhnung ungleich stärker betroffen. Schlimmstenfalls kommt es durch die Erlebnisse (Komplikationen, nötige Fixierung, Todesfall im Nachbarbett etc.) zu einer posttraumatischen Belastungsstörung, die sich wegen des dabei erhöhten Arousal negativ auf die Beatmungsentwöhnung auswirken kann. Vorbestehende oder sich im Verlauf entwickelnde psychische Erkrankungen verlängern den Prozess der Beatmungsentwöhnung signifikant und gehen mit einer höheren Mortalität einher (194). Maßnahmen wie kognitive Verhaltenstherapie, klientenzentrierte Gesprächsführung, Achtsamkeitsübungen und Übungen zur Stressbewältigung bewirken bei NNFR-Patienten häufig eine Verbesserung der Stimmung, eine Stressreduktion und den Aufbau von Kontrollüberzeugungen. Speziell bei Problemen der Beatmungsentwöhnung können zusätzlich Techniken zur Atementspannung, Ablenkung, kognitiven Defusion sowie Biofeedback und Autogenes Training hilfreich sein (181).

Ebenso wichtig ist die Betreuung der Angehörigen, die mit der Situation an sich und den an sie übertragenen Aufgaben häufig überfordert sind. Gerade bei neurologischen Patienten sind die Angehörigen ein grundlegender Faktor für ein positives Outcome (Delirprophylaxe, Informationsweitergabe, Therapieunterstützung, Motivation, Entspannung). Soziale Unterstützung ist grundlegend für die psychische Stabilität der Betroffenen und der Angehörigen gleichermaßen (257).

Empfehlung 4	Bestätigt Stand (2024)
Patienten der NNFR im Prozess der Beatmungsentwöhnung sollten systematisch auf das Vorhandensein eines Delirs und/oder emotionaler Störungen gescreent und ggf. von einem (Neuro)Psychologen und/oder Psychiater behandelt werden.	
Konsensstärke: 100 %	

4 Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Bei Patienten in der NNFR sind in der Regel multiple Funktionsbereiche betroffen und es müssen dementsprechend häufig mehrere Therapieziele definiert werden, um einen möglichst hohen Grad an Aktivität, Teilhabe und Lebensqualität zu erreichen. Die Beatmungsentwöhnung und die anschließende Dekanülierung sind bei den betroffenen Patienten vorrangige Therapieziele, welche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erreicht werden sollen, da sie Voraussetzungen sind für die Durchführung weiterer neurorehabitativer Maßnahmen außerhalb des Settings einer Intensiv- bzw. Weaningstation.

4.1 Definition der erfolgreichen Beatmungsentwöhnung

In der NNFR gilt die Beatmungsentwöhnung vom Respirator als vollzogen, wenn keine maschinelle Beatmung mehr notwendig ist (201). In der pneumologischen Literatur hingegen gilt das Weaning bereits häufig als beendet, wenn der Wechsel von einer invasiven auf eine nichtinvasive Beatmung vollzogen werden konnte (13,142,217,220), wobei nichtinvasive Beatmungsformen als vollwertige Beatmung im DRG-System anerkannt werden (113). Dies hatte zur Folge, dass die erfolgreiche Entwöhnung von der Beatmung mit der Entfernung des invasiven Beatmungszugangs (Endotrachealtubus/TK) gleichgesetzt wurde. Im Gegensatz zu pneumologisch erkrankten Patienten besteht die Indikation für den Beatmungstubus / die TK bei neurologischen Erkrankungen nicht nur aufgrund der (invasiven) Beatmung, sondern oftmals auch aufgrund des insuffizienten Sekret- und Speichelmanagements und der Dysphagie mit Aspirationsgefahr (s.u.). In der aktuellen S2k-Leitlinie *Prolongiertes Weaning* der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) von 2019 wurde der Problematik einer dauerhaften Notwendigkeit einer geblockten Trachealkanüle aus den oben genannten Gründen Rechnung getragen. Nach der neuen Definition gelten nun auch in der Leitlinie der DGP-Patienten als „geweant“, die weiterhin einer TK bedürfen. Unverändert gelten auch nach der neuen Leitlinie Patienten als „geweant“, die weiterhin nichtinvasive Beatmung (NIV)-pflichtig sind (219). Somit bestehen gewisse Unterschiede in den Definitionen für eine erfolgreiche Beatmungsentwöhnung zwischen den Leitlinien der DGP und DGNR fort. Es ist allerdings anzumerken, dass die NIV als Beatmungsform in der NNFR nur eine untergeordnete Rolle spielt (s. 5.2.). Sie wurde gemäß der Bestandsaufnahme der Arbeitsgemeinschaft neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation zur Beatmungsentwöhnung in neurologischen Zentren für Beatmungsentwöhnung bei nur 4,4 % aller Patienten als integraler Therapiebestandteil innerhalb der Beatmungsentwöhnung eingesetzt (172).

4.2 Invasive/nichtinvasive Beatmung und Tracheotomie

Bei Oehmichen und Mitarbeitern waren 96,7% der Patienten bei Aufnahme in die neurologischen Zentren für Beatmungsentwöhnung invasiv beatmet (172), wobei 99,9% der invasiv beatmeten Patienten über ein Tracheostoma beatmet wurden. Vergleichbare Daten finden sich in multizentrischen Studien zum Behandlungsverlauf in der NNFR. Im Jahr 2002 waren alle (n=193) zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten (103,189) invasiv beatmet (davon 94,8% über ein Tracheostoma), im Jahr 2014 waren es 186 der 192 (96,9%) zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten. Davon wurden 99,5% über eine im Tracheostoma einliegende TK beatmet (190). Dies bedeutet, dass die Patienten bei Aufnahme in der NNFR zum ganz überwiegenden Teil über eine absaugpflichtige, geblockte Trachealkanüle invasiv beatmet werden. Daraus folgt, dass

neurologische Zentren für Beatmungsentwöhnung ein strukturiertes Konzept zum Umgang mit Trachealkanülen und zur Dekanülierung benötigen (172,173).

Mittel- und langfristige Strategien zur Beatmungsentwöhnung orientieren sich am Verhältnis von O₂-Aufnahme und CO₂-Abgabe, da klinisch-neurologische Kriterien durch die zugrundeliegende neurologische Krankheit/Störung kaschiert werden können. Diese kann entweder über regelmäßige arterielle oder kapillare Blutgasanalysen oder über Messung der peripheren O₂-Sättigung und der endtidalen CO₂ (oder einer Kombination aus beiden) stattfinden. Aufgrund der oft langen Behandlungsdauer von den schwer betroffenen Patienten in der NNFR können längere Liegezeiten von intra-arteriellen Kathetern problematisch sein und die Mobilisation erschweren, während diese bei instabilen Patienten unerlässlich sind. In 2020 untersuchten Lee et al. prospektiv die Kinetik der Sauerstoffaufnahme während nicht-unterstützten Atmungsphasen bei 49 tracheotomierten Patienten mit prolongierter mechanischer Ventilation in der Weaningphase (134). Dabei wurde nicht-invasiv u.a. die Änderungen der peripheren O₂-Sättigung, des endtidalen CO₂, der inspiratorischen und expiratorischen Volumina, der Herzfrequenz und Atemfrequenz gemessen. Dabei unterschieden sich die Kinetik der medianen Sauerstoffaufnahme zwischen Patienten mit später erfolgreichen und nicht-erfolgreichen Beatmungsentwöhnung. Diese stieg innerhalb von 120 Minuten signifikant in der Gruppe der Weaning-Versager an, in der erfolgreichen Weaning Gruppe nicht (134). Ob eine ausschließlich nicht invasive Überwachung des Weaningverlaufs mittels O₂-Sättigung oder endtidalem CO₂ im Hinblick auf den Weaningerfolg gleichwertig zur klassischen Überwachung mittels arterieller BGA ist, verbleibt jedoch wissenschaftlich ungeklärt.

NIV-Verfahren können bei hyperkapnischer respiratorischer bzw. Globalinsuffizienz eingesetzt werden und haben den Vorteil, dass eine Tracheotomie vermeidbar ist und damit die körpereigene Filterung, Anfeuchtung und Erwärmung der Atemluft erhalten bleibt. Zur NIV-Beatmung wird sowohl die klassische Variante mit Druckunterstützung gezählt mit der Hauptindikation *hyperkapnisches Atempumpenversagen* (PaCO₂ über 45 mmHg) (33), als auch die nasale High-flow Sauerstofftherapie, die v.a. bei hypoxämischen Atemversagen indiziert ist (77,146,147,242). Allerdings fehlen Studien zum Einsatz von NIV mit Druckunterstützung (z.B. ASB/PSV) bei Patienten in der NNFR. Es liegen auch keine Daten für die High-flow Sauerstofftherapie bei diesem Patientenkollektiv vor.

In Betracht kommen NIV-Verfahren mit Maskenbeatmung jedoch nur bei kooperativen Patienten (ohne quantitative und qualitative Bewusstseinsstörungen), bei Patienten mit erhaltenen Schutzreflexen sowie einem funktionell weitgehend erhaltenen Schluckakt. Entsprechend ist der Einsatz in der NNFR stark begrenzt. Sollte die nichtinvasive Beatmung dennoch zum Einsatz kommen, bedarf es einer speziellen Expertise sowie einer hohen Aufmerksamkeit und Überwachung.

Kontraindikationen gegen diese Beatmungsform sind:

- zentrale Atemantriebsstörungen
- mangelnde Kooperation
- fehlende Schutzreflexe
- unzureichendes Sekret- und Speichelmanagement mit und ohne unzureichendem Hustenstoß
- Dysphagie mit Aspirationsrisiko
- Störung der Magenmotilität mit häufigem Erbrechen

Empfehlung 5	Modifiziert Stand (2024)
Nichtinvasive Beatmungsformen sollten nicht eingesetzt werden bei Patienten mit quantitativen Bewusstseinsstörungen oder therapieresistenter tracheobronchialer Sekretretention.	
Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 6	Modifiziert Stand (2024)
Bei Patienten mit relevanter Speichelaspiration und konsekutiver tracheobronchialen Sekretretention sollte eine blockbare Trachealkanüle als Beatmungszugang zur Anwendung kommen.	
Konsensstärke: 100 %	

Auch NIV-Patienten gelten innerhalb der NNFR erst als erfolgreich von der Beatmung entwöhnt, wenn die Patienten mindestens 48 Stunden ohne jede maschinelle Beatmung ausgekommen sind (27). Aus medizinischen Gründen ist es aber nicht selten erforderlich, neurologisch- neurochirurgische Patienten vor allem nach prolongierter Beatmungsentwöhnung bei Atempumpenversagen auch nach der vollständigen Entwöhnung vom Respirator (über diesen Zeitraum von 48 Stunden hinaus) bezüglich der respiratorischen Stabilität auf der Beatmungsentwöhnungseinheit zu überwachen.

4.3 Invasive Beatmungsmodi und Entwöhnungsstrategien

In der Vergangenheit wurden Entwöhnungsstrategien mit einer Kombination aus synchronisierter intermittierender mandatorischer Ventilation (SIMV) und/oder druckunterstützter Beatmung (PSV) und/oder schrittweise ausgedehnten Spontanatmungsphasen angewendet (220). Allerdings tritt weder durch eine SIMV noch durch eine druckunterstützte Beatmung notwendigerweise eine Erholung der Atemmuskulatur ein, assistierte Spontanatmungsmodi können infolge eines effektiven Triggers sogar eine Belastung der Atempumpe darstellen (100,123,220,250). Deshalb werden vor allem bei Schwäche der Atempumpe Entwöhnungsstrategien mit intermittierender Spontanatmung im Wechsel

mit kontrollierter Beatmung bzw. kontrollierter Entlastung der Atemmuskulatur eingesetzt (3,8,23,123,219,221).

Nach wie vor ist die Frage unbeantwortet, ob ein Beatmungsmodus dem anderen bei der Beatmungsentwöhnung von Patienten in der NNFR überlegen ist. Es liegen hierzu keine Untersuchungen vor. Als Beispiele für in der Praxis gut etablierte Beatmungsmodi sind hier folgende Beatmungsformen zu nennen:

- Druckkontrollierte Beatmung in Kombination mit augmentierter Spontanatmung (PCV – „pressure control ventilation“ und Automode)
- Beatmung mit biphasischem positiven Beatmungsdruck (BiPAP/BiVENT/Duo-PAP/BiLevel - Hersteller abhängig)
- Assistierte kontrollierte Beatmung (A/C-Ventilation).

Auch bei nicht-neurologischen Patienten bzw. nicht-selektierten Patientengruppen wird diese Frage kontrovers diskutiert. Neben zum Teil kleinen Patientenkollektiven und mittlerweile nicht mehr zeitgemäßer technischer Ausstattung wurden in keiner der vorliegenden Untersuchungen die verwendeten Beatmungsmodi in einer Weise eingesetzt, die eine exakte Trennung zwischen assistierter Spontanatmung und kontrollierter Beatmung ermöglicht hätten. In den vorliegenden Untersuchungen wurden während der Phasen kontrollierter Beatmung Kombinationen aus assistierter Spontanatmung (ASB) und kontrollierter Beatmung eingesetzt. Es handelte sich um Assist-Control-Ventilation und BiPAP (23,34,70,116,174,218).⁹ Das Ziel der Entwöhnung von der Beatmung bei NNFR-

⁹ Zum Begriff der kontrollierten Beatmung: Bei der kontrollierten Beatmung im engeren Sinne, handelt es sich definitionsgemäß um eine Beatmungsform, bei welcher die Atemarbeit komplett vom Respirator übernommen wird und oftmals, mit Ausnahme tief komatöser Patienten, eine (tiefe) Analgosedierung und ggf. auch Relaxierung des Patienten erforderlich ist. Die kontrollierte Beatmung ist angezeigt beim schweren ARDS, beim Rechtsherzversagen, bei pathologisch erhöhtem intrakraniellen Druck (siehe auch S3-Leitlinie *Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz*) (72). Aufgrund der aus dieser Beatmungsform resultierenden Nachteile, insbesondere der Zwerchfellinsuffizienz/-atrophie, sollte der Einsatz dieser Beatmungsform prinzipiell den oben beschriebenen vital bedrohlichen Situationen vorbehalten bleiben. Der im Zusammenhang mit der Beatmungsentwöhnung neurologischer Patienten verwendete Begriff der kontrollierten Beatmung im Rahmen der dargestellten Weaningprotokolle (201) sollte durch den Begriff der kontrollierten Entlastung der Atemmuskulatur ersetzt werden. In nahezu allen publizierten Protokollen werden Kombinationen aus assistierter Spontanatmung und kontrollierter Beatmung eingesetzt. Dabei handelte es sich um Assist-Control-Ventilation und BiLevel. Der Vorteil dieser Beatmungsverfahren liegt im Gegensatz zur klassischen kontrollierten Beatmung darin, dass der Patient die Freiheit hat zu atmen und eine ggf. tiefe Analgosedierung mit allen negativen Folgen vermieden werden kann. Der muskulär erschöpfte Patient kann sich hierbei auch ohne Sedierung durch die Maschine beatmen lassen, ohne dabei selbst unangemessen hohe Atemarbeit leisten zu müssen. Dadurch kann er sich während der Phasen am Respirator erholen. Bei einsetzender Spontanatmung hat der Patient bei diesen Beatmungsmodi jederzeit die Möglichkeit, spontan an der Maschine zu atmen, ohne dabei zu tief sediert werden zu müssen. Dabei kann auch ein Atmen gegen die Maschine vermieden werden, was häufig eine erneute Sedierung zur Folge hätte. Entscheidend ist hierbei die Sensibilität bzw. die korrekte inspiratorische Triggerfunktion des Respirators einzustellen, um so eine ausreichende Synchronisierung zwischen Patient und Respirator sicherzustellen. Fehltriggerungen, d.h. frustrane

Patienten ist die selbstständige Atmung ohne Geräteunterstützung. Die nichtinvasive Beatmung kann dann als Deeskalationsmaßnahme ausschließlich bei guter Schluckfunktion und weiterhin bestehender Insuffizienz der Atempumpe genutzt werden (23).

Invasiv beatmete Patienten in der NNFR weisen zu einem hohen Prozentsatz einen gestörten Schluckakt einhergehend mit einem insuffizienten Speichelmanagement und einer schweren Dysphagie auf. In zwei multizentrischen Studien zum Verlauf der Behandlung in der NNFR hatten im Jahr 2002 188 der 193 zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten (97,4%) (103) und im Jahr 2014 167 der 192 zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten (87,0%) eine beaufsichtigungspflichtige Schluckstörung (190). Auf die Diagnostik und die Therapie des gestörten Schluckakts, insbesondere mit Blick auf die angestrebte Dekanülierung, wird in Kapitel 5 im Detail eingegangen (s.u.).

4.4 Diskontinuierliche Beatmungsentwöhnung

Bei der Entwöhnung langzeitbeatmeter Patienten wird der Einsatz von Weaningprotokollen allgemein empfohlen (141). Diese sollten eine stufenweise Verlängerung der Spontanatemphasen beinhalten (141,142). Ein Protokoll mit festgelegten, kontinuierlich ausgedehnten Spontanatemphasen wurde 1995 von Schönhofer et al. beschrieben (222). Während der Spontanatemphasen wird der Patient vom Beatmungsgerät diskonnektiert. Durch die zwischengeschaltete, passagere kontrollierte Beatmung soll eine Erholung der Atemmuskulatur mit Wiederauffüllung der Energiespeicher erreicht werden (23,127). Ursächlich für die Ermüdung der Atemmuskulatur und des damit verbundenen Atempumpversagens sind eine erhöhte Belastung (z.B. bei pulmonalen Erkrankungen) und/oder eine reduzierte Kapazität (z.B. neuromuskuläre Störungen). Durch den stetigen Wechsel zwischen Belastung und Entlastung soll ein Atemmuskeltraining erreicht werden (127,222,250). Auch bei einer (überwiegend) zentralnervösen Atemstörung wird die Anwendung von Spontanatmung in Phasen mit gutem Atemantrieb im Wechsel mit einem kontrollierten Beatmungsmodus empfohlen (23). Mit der Rückbildung der Störung können dann die Phasen der Beatmung unter entsprechender Überwachung sukzessive verkürzt werden (23).

Atembemühungen des Patienten, sind unbedingt zu vermeiden, da diese zu einer Zwerchfellermüdung und konsekutiv zu einem Weaningversagen führen können. Assistierte-kontrollierte Beatmungsverfahren (assist-control ventilation oder assist pressure control ventilation) können zu einer Entlastung der Atemmuskulatur führen, insbesondere wenn die Hintergrundfrequenz oberhalb der Atemfrequenz des Patienten liegt und dieser dann formal kontrolliert beatmet wird (siehe auch S3-Leitlinie *Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz*) (72).

Empfehlung 7	Modifiziert Stand (2024)
Unabhängig vom Beatmungsgerät, vom Beatmungsmodus und von der Entwöhnungsstrategie sollte die Beatmungsentwöhnung vom Respirator bei Patienten der NNFR durch einen schrittweisen Ausbau von Beatmungspausen im Wechsel mit Phasen der Beatmung (diskontinuierliche Beatmungsentwöhnung) durchgeführt werden.	
Konsensstärke: 100 %	

Diese Weaningprotokolle kommen überwiegend in neurologischen Einrichtungen zur Anwendung, unabhängig davon, ob bei den Patienten eine zentralnervöse Atem(antriebs)störung, eine neuromuskuläre Schwäche, eine Diffusionsstörung oder Mischformen bestehen. So erfolgte in der oben beschriebenen Studie (23) in den untersuchten neurologischen Zentren die Entwöhnung anhand von Protokollen, die Spontanatmungsphasen mit oder ohne Druckunterstützung beinhalteten. In den Beatmungsphasen kamen BiLevel-Beatmung, Assist Control-Ventilation sowie Druckunterstützungen in Kombination mit Automode (druckkontrollierte Beatmung als Backup-Modus) als Beatmungsmodi zur Anwendung. Eine druckunterstützte Beatmungsform kann durch eine Erhöhung des Tidalvolumens und damit auch des Atemminutenvolumens ggf. die Neigung zu Atempausen bei diesen Patienten sogar steigern und somit kontraproduktiv sein, es sei denn, es liegt lediglich eine Störung der Atemtiefe vor (23).

In einer Untersuchung von Oehmichen et al. (172) wurden kontrollierte Beatmungsverfahren favorisiert (über eine damit evtl. verbundene, erforderliche Analgosedierung der Patienten, wird allerdings keine Aussage getroffen). In einer aktuellen Untersuchung von Rollnik et al. im Rahmen der „Wenn Früh-Studie“ der DGNR (203), in welcher die Strukturmerkmale, Prozesse sowie die personelle und fachliche Ausstattung in 36 deutschen neurologischen Zentren für Beatmungsentwöhnung beschrieben werden, wird zu den eingesetzten Beatmungsverfahren ebenfalls keine Stellung bezogen (203). Nach wie vor bleibt dieser Punkt somit ungeklärt.

Wichtig ist, dass individuelle neurologische Schädigungsmuster (Atemantriebsstörung, Störung der motorischen Efferenz, Störungen der neuromuskulären Übertragung, Muskelatrophie und/oder Myopathie etc.) und die daraus resultierenden Atemstörungen beim Prozess der Beatmungsentwöhnung berücksichtigt werden, und Entwöhnungsstrategien ggf. kontinuierlich angepasst werden müssen. Ebenfalls zu berücksichtigen sind die zusätzlich vorhandenen neurologischen Erschwernisse/Fähigkeitsstörungen der Patienten, die teilweise mit erheblichen Einschränkungen der Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit sowie des Sekret- und Speichelmanagements (siehe Kapitel 3.3) einhergehen.

Empfehlung 8	Modifiziert Stand (2024)
Bei der Beatmungsentwöhnung sollen das zugrundeliegende Schädigungsmuster, die daraus resultierende Atemstörung sowie die zusätzlichen neurologischen Erschwernisse und nicht-neurologische Komorbiditäten berücksichtigt werden.	
Konsensstärke: 100 %	

4.5 Alternative Beatmungsmodi bei der Beatmungsentwöhnung neurologischer Patienten

Für eine kontinuierliche Entwöhnung in Modi wie SIMV oder BiLevel mit einer sukzessiven Verminderung der maschinellen zugunsten der spontanen Atmung mit abnehmender Druckunterstützung gibt es keine Belege der Überlegenheit zu dem oben beschriebenen diskontinuierlichen Entwöhnungskonzept (23,116). Die druckunterstützte Spontanatmung (inspiratorische Druckunterstützung der Spontanatmung; Synonyma: IPS („inspiratory pressure support“), ASB („assisted spontaneous breathing“), IFA („inspiratory flow assistance“), PSV („pressure support ventilation“) ist bei intaktem Atemantrieb eine weitere für die Beatmungsentwöhnung von Patienten in der NNFR geeignete Spontanatmungsform (z.B. bei Patienten mit schwerer Schädigung des peripheren Nervensystems z.B. mit dem Guillain Barré-Syndrom). Ohne Respiratordiskonnektion kann hierbei die muskuläre Atempumpe im Sinne eines Weaningprotokolls adaptierend trainiert werden: Durch eine schrittweise Reduktion des inspiratorischen Druckes erfolgt eine graduelle „Übertragung“ der Ventilation auf den Patienten (116).

Die „adaptive support ventilation“ (ASV) ist eine Weiterentwicklung der mandatorischen Minuten Beatmung (MMV) mit einer komplexen, adaptiven Steuerung unter Berücksichtigung des anatomischen Totraumes. In erfahrenen Händen erlaubt dieses Verfahren unter Einhaltung der Lungenschutzregeln, das Ziel-Atemminutenvolumen, ein optimales Atemmuster und eine sichere und patientenbezogene Entwöhnung zu erreichen. Ein Vorteil bei beatmeten, tracheotomierten Patienten gegenüber anderen Modi ist jedoch nicht belegt (23).

Die intermittierende Verwendung von CPAP in der späten Entwöhnungsphase kann womöglich durch ein besseres alveoläres Rekrutment bei der Atelektasenprophylaxe unterstützen und die Atemarbeit vermindern (23). Bei nicht unterstützter Spontanatmung am T-Stück kann auch durch eine automatische Tubus-Kompensation (ATC) die vermehrte Atemarbeit aufgrund des Tubuswiderstandes kompensiert werden (23). Ob die Anwendung dieser Verfahren bei beatmeten Patienten mit neuromuskulärer Schwäche und/oder Atemantriebsstörung allerdings die Weaningzeit verkürzt oder die Erfolgsrate der Beatmungsentwöhnung erhöht, ist nicht ausreichend untersucht (23). Allgemein sollten nicht unterstützte Spontanatmungsphasen am T-Stück unter enger atmungstherapeutischer bzw. pflegerischer Kontrolle und, aufgrund der aufzuwendenden Kraft durch einen möglichst großlumigen Tubus erfolgen (s. Hagen-Poiseuille-Gesetz).

Bei „neurally adjustet ventilatory assist“ (NAVA) handelt es sich um eine „neuronal“ gesteuerte Beatmungsform (158,163). Die Unterstützung erfolgt synchron und proportional zur Aktivität des Zwerchfells. Die Zwerchfellaktivität wird durch eine spezielle Elektrode gemessen, die mit einer Magensonde zusammen appliziert wird. Dadurch soll eine verbesserte Synchronisation zwischen Beatmungsträger und Atembedarf des Patienten erreicht werden, um auf diese Weise Fehltriggerungen und eine vermehrte Atemarbeit zu verringern. Auch bei diesem neuen Verfahren steht der Beleg durch vergleichende Untersuchungen aus, ob damit eine Verkürzung der Beatmungsentwöhnungszeit oder ein verbessertes Outcome erreicht werden können (158,163). Trapp et al. konnten 2016 zeigen, dass ein Monitoring der elektrischen Zwerchfellaktivität mittels NAVA bei nicht kommunikationsfähigen, neurologischen Patienten die Zwerchfellerermüdung im Rahmen von Spontanatemphasen über das Tracheostoma früher zeigt, als die herkömmlichen protokollbasierten Parameter (253). In Händen erfahrener Anwender stellt dieses Verfahren eine sichere Alternative in der Beatmungsentwöhnung dar. Allerdings muss erwähnt werden, dass das Verfahren bisher an einen einzigen Gerätehersteller gebunden ist. Zudem handelt es sich um ein invasives Verfahren, bei dem eine nasogastrale Sonde angelegt werden muss. Auch wenn bei diesem Verfahren in einem besonderen Maße nicht kommunikationsfähige, neurologische Patienten profitieren, kann es aus den oben genannten Gründen nicht generell zur Beatmungsentwöhnung neurologischer Patienten empfohlen werden.

4.6 Protokollbasierte Beatmungsentwöhnung

In dem von Oehmichen et al. ausführlich beschriebenen, standardisierten Beatmungsprotokoll werden ebenso die Spontanatmungsphasen standardisiert ausgebaut (174). Die Dokumentation der Einhaltung der Protokolle (also der einzelnen Schritte beim Ausbau der Spontanatmungsphasen) erfolgt über die Mitarbeiter der Pflege (174). Das ärztliche Team, ggf. der Atmungstherapeut, überwacht die Einhaltung des Protokolls (bei Dokumentation täglich) und legt abweichende Konzepte individuell fest (174). Bei dem von Oehmichen et al. beschriebenen Klientel wurde dieses Protokoll der Spontanatmungsphasen bei 86% der vom Respirator entwöhnten Patienten (77,3% von 644 Patienten) eingehalten. Die Autoren kommen somit zu dem Schluss, dass die Anwendung dieses Spontanatmungsprotokolls gut geeignet sei, neurologische Intensivpatienten im prolongierten Weaning erfolgreich zu entwöhnen (174). Zentraler Gedanke aller protokollbasierten Weaningstrategien ist es, die respiratorische Situation eines Patienten täglich zu überprüfen und die Entscheidung für die Entwöhnungsschritte fortwährend anzupassen (250). Ob ein solches Vorgehen Gegenstand eines formalen Behandlungsprotokolls ist, das vom Pflegepersonal geführt wird (unter ärztlicher Supervision), oder aber der Prozess durch eine strukturierte ärztliche Visite sichergestellt

wird, scheint hierbei von untergeordneter Bedeutung für das medizinische Ergebnis zu sein, sondern mehr von den jeweiligen Gegebenheiten der ITS bzw. Weaningeinheit abzuhängen (101,127,250). Prinzipiell sollte man in einem fest angeordneten Stufenschema sukzessive die Frequenz und Dauer der Spontanatmung am T-Stück erhöhen. Im Erfolgsfall wechselt man zur nächsten Stufe, im Versagensfall geht man auf die vorherige Stufe zurück oder wendet die gleiche Stufe noch einmal an (23,174). Wenn dieses Stufenschema (oder Weaningprotokoll) nicht eingehalten werden kann, bedarf es eines individuellen, ärztlich geleiteten Weaningkonzepts unter engmaschiger Patienten-Überwachung (23,174). Klassische Weaningprotokolle zielen auf die rasche Extubation von Patienten der ITS ab, welche länger als 24 Stunden beatmet werden. Eine wichtige Prämisse dieser Protokolle ist das Vorhandensein einer adäquaten Wachheit und neurologischen Beurteilbarkeit des Patienten. Daher werden Weaning- und Sedierungsprotokolle oftmals auch gekoppelt (85). Allerdings gibt es Hinweise, dass diese konventionellen Weaningparameter für die Patienten der NNFR nicht oder nur sehr eingeschränkt herangezogen werden können (126). Dies kann unter anderem damit begründet sein, dass in diesen Protokollen die typischen Spezifika der Patienten in der NNFR unberücksichtigt bleiben:

- Der Großteil der beatmeten Patienten ist bereits tracheotomiert (zwischen 91% und 96% (172,190). Es soll also nicht die dichotome Entscheidung für oder gegen eine Extubation getroffen werden, sondern es geht um ein graduelles Entwöhnen vom Respirator. Dies wird oftmals über tägliches Ausweiten der Zeit ohne Respirator beim tracheotomierten Patienten erzielt.
- Es dominieren oft Probleme der Atempumpe/Atemmuskulatur. Diese sind bspw. durch eine CIP/CIM verursacht. Eine hochgradige Diffusionsstörung und/oder ein erhöhter Atemwegswiderstand (wie beim klassischen pneumologischen Patienten) spielt hingegen nur eine untergeordnete Rolle oder stellt eine Komorbidität dar.
- Die Probleme der Vigilanzminderungen und des insuffizienten Sekret- und Speichelmanagements bzw. der neurogenen Dysphagie bleiben unberücksichtigt.

An ein Weaningprotokoll bei beatmeten Patienten in der NNFR müssen daher grundlegend andere Anforderungen gestellt werden als an herkömmliche Protokolle. Beispiele für in der NNFR verwendete Weaningprotokolle sind der Literatur zu entnehmen (174).

5 Dekanülierung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Die Entwöhnung vom Respirator stellt ein erstes, wichtiges und früh zu erreichendes Therapieziel in der NNFR dar. Die Entfernung der TK ist selbst ein eigenes Therapieziel (178,268,278), welches der

Beatmungsentwöhnung in den allermeisten Fällen zeitlich nachgeordnet ist, auf das aber bereits während der Beatmungsentwöhnung hingearbeitet wird. Eine Dekanülierung vor Beendigung der Beatmung, nach erfolgter Umstellung von invasiver auf nichtinvasive Beatmung, findet in der NNFR in nur ca. 3-4% der Fälle statt.

Invasiv beatmete Patienten in der NNFR weisen zu einem hohen Prozentsatz einen gestörten Schluckakt, einhergehend mit einem insuffizienten Speichelmanagement und einer schweren Dysphagie auf. In zwei multizentrischen Studien zum Verlauf der Behandlung in der NNFR hatten im Jahr 2002 188 der 193 zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten (97,4%) (103) und im Jahr 2014 167 der 192 zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten (87,0%) eine beaufsichtigungspflichtige Schluckstörung (190). Diese hat einen wesentlichen Einfluss auf den Dekanülierungsprozess, sowohl nach Beatmungsentwöhnung als auch bei einem Wechsel von invasiver zu nichtinvasiver Beatmung (23,189). Da die TK bei der überwiegenden Mehrheit der Patienten in der NNFR nicht nur den Zugangsweg für die Beatmung, sondern auch einen Aspirationsschutz bei insuffizientem Speichelmanagement bzw. bei Dysphagie darstellt, ist eine wesentliche Voraussetzung für die Dekanülierung eine (zumindest partielle) Wiederherstellung der Schluckfunktion¹⁰.

Bereits eine prolongierte endotracheale Intubation ≥ 48 h, unabhängig von der zugrundeliegenden kritischen Erkrankung, stellt einen eigenständigen Prädiktor für eine Schluckstörung dar (14,71,104,236). Verursachend sind unter anderem diverse laryngeale Schädigungen bei rund 80% der intubierten Patienten (36,37): So können Stimmlippenulzerationen, laryngeale Ödeme, Muskelatrophien und eine reduzierte Propriozeption die Schluckreflexauslösung verzögern und die Larynxhebung beeinträchtigen (133). Das Risiko für die Entwicklung eines insuffizienten Speichelmanagements bzw. einer Dysphagie verdoppelt sich dabei je 12h Intubation (237). Diese stellen wiederum bei kritisch Kranken einen entscheidenden Risikofaktor für ein Extubationsversagen, eine erforderliche Tracheotomie, eine längere Beatmungszeit, eine längere Krankenhausverweildauer

¹⁰ Der Begriff des Sekret- und Speichelmanagements (bzw. nur Speichelmanagements) wird innerhalb der vorliegenden Leitlinie für die suffiziente Wahrnehmung und das Abschlucken von Sekret, insbesondere Speichel verwendet, während mit dem Begriff „Dysphagie“ auf das insuffiziente Schlucken von Flüssigkeit und Nahrung unterschiedlicher Konsistenz (im Sinne von exogen zugeführten Substanzen) Bezug genommen wird. Die Frage, wann genau das Sekret- und Speichelmanagement als suffizient anzusehen ist, ist nicht leicht zu beantworten, da Faktoren wie Speichelwahrnehmung (Perzeption), Schlucktriggerung, Motorik des Schluckaktes (Kraft und Koordination der pharyngealen Muskulatur, Relaxation des oberen Ösophagussphinkters etc.) auf der einen Seite, aber auch der „Umgang“ des Bronchialsystems und der Lunge mit (Mikro-)Aspiraten (in Bezug auf die Ausbildung von Pneumonien) auf der anderen Seite zu einer relativen/integrativen Definition führen. Ferner können kompensatorische Strategien, wie das regelmäßige Ausspucken von Sekret und Speichel bei vorhandener Speichelperzeption (und gegebenen kognitiven Fähigkeiten), jedoch weiterhin eingeschränktem bzw. nicht gegebenem Schluckakt zu einem (kompensierten) Speichelmanagement führen. Operationalisiert werden kann die Suffizienz des Speichelmanagements z.B. durch das Ausbleiben von Aspirationspneumonien bei gleichzeitig nicht vorhandenem oralen und trachealen Absaugbedarf.

sowie ein generell schlechtes Outcome dar (75,279). Sowohl mit Blick auf die Beatmung als auch die Bronchialtoilette bietet die TK folgende Vorteile:

- Reduktion der Atemarbeit (um 25-50%) durch Reduktion des Atemwegswiderstands,
- Möglichkeit der trachealen Absaugung/Verbesserung der trachealen Hygiene,
- Möglichkeit der subglottischen Absaugung,
- Möglichkeit der Above Cuff Ventilation/Above Cuff Vocalisation (ACV).

Auf der anderen Seite finden sich auch negative Auswirkungen der TK (insbesondere der geblockten TK), welche im Laufe des Rehabilitationsprozesses therapiert werden müssen. Eine länger liegende geblockte TK vermehrt die Sekret- und Speichelproduktion und vermindert die natürliche Larynxhebung während des Schluckens, so dass Speichel und Nahrung leichter aspiriert werden. Darüber hinaus wird durch die TK der physiologische Luftstrom durch Larynx, Pharynx, Nase und Mundraum reduziert bzw. in Gänze unterbunden, so dass es zu einer mangelnden Stimulation von Chemo- und Druckrezeptoren in der Larynxschleimhaut kommt (131), mit der Folge, dass Schluck- und Hustenreflex abnehmen. Da dieser Luftstrom ebenfalls einen wichtigen Anreiz zur Auslösung des Spontanschluckens darstellt, sinkt bei Einlegen einer geblockten TK die spontane Schluckfrequenz. Durch eine fehlende Glottissprengung und einen unzureichenden intrathorakalen Druckaufbau kann aspiriertes Material zudem weniger effektiv abgehustet werden.

Die Dekanülierung stellt mit Blick auf die Erfolgsquoten eine größere Herausforderung dar als die Beatmungsentwöhnung: Während ca. 65-85% (99) der beatmeten NNFR-Patienten von der Beatmungsmaschine entwöhnt werden können, ist eine anschließende Dekanülierung nur bei 55-60% der zuvor beatmungsentwöhnten Patienten möglich (99). Patienten, die nicht von der Beatmung oder der TK entwöhnt werden können, bedürfen in ca. 50% im weiteren Verlauf einer außerklinischen stationären (Intensiv-)pflege (190).

5.1 Diagnostik und Assessment des insuffizienten Speichelmanagements und der Dysphagie

In Anbetracht der hohen Prävalenz von Schluckstörungen bei tracheotomierten Patienten spielen das Assessment und die Therapie des insuffizienten Speichelmanagements und der Dysphagien zu einem möglichst frühen Zeitraum eine wichtige Rolle (43,99,231). Eine retrospektive Studie an tracheotomierten Patienten (n=64) mit neurologischen und anderen Grunderkrankungen konnte zeigen, dass ein frühes Dysphagieassessment, eine sich daran anschließende Schlucktherapie und die Verbesserung der dysphagischen Symptomatik im Verlauf die entscheidenden Parameter für den Dekanülierungserfolg waren (69). Zum Zeitpunkt des ersten Assessments wies auch in dieser Studie ein hoher Prozentsatz der Patienten (93,7%) eine schwere Dysphagie auf.

Empfehlung 9	Neu/Stand (2024)
Bei Patienten in der NNFR sollen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt parallel zur Beatmungsentwöhnung die Diagnostik und Behandlung der Insuffizienz des Sekret- und Speichelmanagements sowie der Dysphagie erfolgen.	
Konsensstärke: 100 %	

5.2 Trachealkanülenmanagement

Die Auswahl und das Anpassen der TK ist unter Berücksichtigung der individuellen Anatomie sowie des in der jeweiligen Institution vorgehaltenen Materials zu treffen. Mithilfe einer frühen Lagekontrolle können mögliche Komplikationen frühzeitig behandelt bzw. vermieden werden.

Empfehlung 10	Neu/Stand (2024)
Zu einem möglichst frühen Zeitpunkt soll bei Patienten der NNFR mit einer TK eine Endoskopie durchgeführt werden, um die Lage der TK zu kontrollieren sowie tracheale Reizzustände bzw. Verletzungen auszuschließen.	
Konsensstärke: 100 %	

TKs sollten entsprechend der vom Hersteller empfohlenen Intervalle und bei Bedarf gewechselt werden. Auch ist die höchstmögliche Liegezeit pro Kanüle gemäß der Herstellerangaben zu beachten. Auswahl und Anpassung der TK sind unter Berücksichtigung der individuellen Anatomie sowie des in der jeweiligen Institution vorgehaltenen Materials zu treffen.

Empfehlung 11	Neu/Stand (2024)
TK-Wechsel sollten nach einem in der Abteilung etablierten Standard erfolgen. Der erstmalige Wechsel sollte nach perkutaner Dilatationstracheotomie frühestens nach 7-10 Tagen erfolgen, damit eine ausreichende Wundheilung stattfinden und der Stomakanal sich stabilisieren kann.	
Konsensstärke: 100 %	

5.3 Therapie des insuffizienten Speichelmanagements und der Dysphagie

Bereits bei intubierten Patienten zeigt eine intraorale Stimulation (thermal-taktile Reizapplikation, sensorische Stimulation, Massage etc.) von 15min/2x täglich eine Verkürzung der oropharyngealen Transitzeit (nach Extubation)(111). Zudem können Patienten mit oropharyngealer Post-Extubationsdysphagie (nach endotrachealer Intubation $\geq 48h$) durch eine unmittelbar einsetzende

funktionelle Schlucktherapie von 30min über 10 Tage rascher reoralisiert werden im Vergleich zu Patienten ohne spezifische Dysphagietherapie (254).

Im diskontinuierlichen Weaning mit Phasen der Spontanatmung ohne Beatmungsgerät kann und sollte der Patient grundsätzlich in Abhängigkeit von der aktuellen medizinisch-respiratorischen Situation frühzeitig entblockt werden. Im kontinuierlichen Weaning werden Patienten bis zur Beendigung der Beatmungsentwöhnung nur in Ausnahmefällen kurzzeitig vom Beatmungsgerät diskonnektiert, so dass ein herkömmliches Vorgehen im Rahmen der TK-Entwöhnung (Entblockung mit Sprechventilaufsatz oder Okklusionskappe) in dieser Phase noch nicht möglich ist. Es kann jedoch beim wachen und kooperativen Patienten unter Anpassung verschiedener Parameter und Alarめinstellungen am Beatmungsgerät begonnen werden, Schluckfunktionen durch Entblocken der Kanüle unter laufender Beatmung vorbereitend zu üben und die tracheo-laryngo-pharyngeale Sensibilität durch physiologische Luftstromlenkung zu verbessern, z.B. mit Hilfe eines Passy-Muir®-Sprechventils (im assistierten Beatmungsmodus) (179), der ACV oder der Leckagevokalisation. Die ACV kommt dabei nur für Patienten in Frage, die mit einer TK mit subglottischer Absaugung versorgt sind. Über den subglottischen Absaugkanal kann mittels Sauerstoff oder Druckluft bei laufender Beatmung ein retrograder Luftstrom erzeugt werden, durch den eine ACV, d.h. eine sensorische Stimulation oberhalb des Cuffs bzw. eine Stimmgebung erfolgen kann. Unter dieser Bedingung kann die Phonationsfähigkeit bereits frühzeitig beurteilt und auch bei solchen Patienten genutzt werden, die auch sehr kurzzeitige Entblockungen nicht tolerieren und/oder die den notwendigen Anblasdruck gegen ein Sprechventil nicht aufbringen können (152). In einer Fallserie von 10 beatmeten Patienten, die Entblockungen nicht tolerierten, erhielten diese dadurch eine Phonationsmöglichkeit und somit eine Kommunikationsoption, die über einen anderen Weg nicht erzielbar gewesen wäre. Gleichzeitig zeigten sich signifikante Verbesserungen im Speichelmanagement – gemessen an einer Erhöhung der Spontanschluckrate sowie die über eine FEES ermittelten Werte (auf der Sekretions-Schweregrad-Rating-Skala nach Murray (161)¹¹. Leckagevokalisation (speaking with cuff down) ist auch bei Trachealkanülen ohne subglottischen Absaugkanal möglich. Voraussetzung ist, dass der Patient das Entblocken toleriert. Dann besteht die Möglichkeit, in der Einatmungsphase zu sprechen, wobei ggf. Einstellungen am Beatmungsgerät optimiert werden müssen: z.B. Einstellung auf einen höheren PEEP und/oder eine längere Inspirationszeit. Am ehesten ist die Leckagevokalisation für die Erstentblockung

¹¹ Obwohl bereits 1967 ein subglottischer Zugang an Trachealkanülen entwickelt wurde, um ein Sprechen mit geblockter TK zu ermöglichen (269), wurde dieser erst 1977 so modifiziert, dass hiermit aspiriertes subglottisches Sekret entfernt werden konnte (229). Der Einsatz der subglottischen Absaugmöglichkeit zur ACV ist daher zwar nicht neu, wurde aber erst jüngst wieder als therapeutische Option beschrieben (153,229), so dass es über hausinterne Maßnahmen hinaus noch keine standardisierten Behandlungsprotokolle gibt. Die Evidenzlage zur Wirksamkeit ist derzeit noch heterogen (156).

geeignet. Bedacht werden sollte die höhere Wahrscheinlichkeit einer Sekretaspiration, die höhere Atemfrequenz und ein möglicher Abfall der O₂-Sättigung.

Das therapeutische Sekretmanagement umfasst Maßnahmen zur Senkung der Sekretlast, zur Sekretolyse und zur Sekretmobilisation aus den Atemwegen (225).¹² Die Sekretlast kann durch Reduktion der Speichelaspiration gesenkt werden. In diesem Zusammenhang kommen folgende Maßnahmen zum Tragen:

- funktionelle Dysphagietherapie
- systemische anticholinerge Therapie
- topische anticholinerge Therapie, u.a. Injektionen von Botulinumtoxin in die Speicheldrüsen
- Trachealkanülen mit subglottischer Absaugung – u.a. zum Einsatz der ACV.

Tab. 3 gibt einen Überblick über Maßnahmen zur Sekretolyse und Sekretmobilisation.

In vielen Fällen kann die Entwöhnung von der TK nur sehr kleinschrittig erfolgen, vor allem durch regelmäßige und im Verlauf zunehmend längere Entblockungszeiten mit Sprechventilaufsatz oder Okklusion der TK (Okklusionskappe) (224). Der hierdurch schrittweise wiederhergestellte physiologische Luftstrom führt dabei oft zu einer Restitution der pharyngo-laryngealen Sensibilität und in direkter Folge zu einem verbesserten Speichelmanagement (171). Die Verwendung eines Sprechventils oder einer Okklusionskappe bei entblockter TK muss dabei unter Beachtung der Kontraindikationen und falls erforderlich mit zusätzlicher Sauerstoffgabe über einen speziellen Adapter am Ventil oder via Sauerstoffbrille erfolgen. Da unter Entblockung eine erhöhte Aspirationsgefahr besteht, bedarf es eines engmaschigen Monitorings. Ist der Patient respiratorisch stabil und die Schluckfrequenz ausreichend hoch, können die Entblockungszeiten sukzessiv ausgedehnt werden. Gefensterte Kanülen bieten hierbei Vorteile für Sprechfunktionen, sind allerdings auch verbunden mit vermehrten Komplikationen wie Granulationen oder Problemen bei der physiologischen Atemumstellung (177).

Zusammenfassend erfolgt das Hinarbeiten auf die Dekanülierung orientierend nach folgendem Schema:

- Entblockung mit Sprechventilaufsatz (bereits in den Beatmungspausen möglich)
- Entblockung mit Okklusionsklappe (bereits in den Beatmungspausen möglich)

¹² Auf folgende begriffliche Differenzierung innerhalb der vorliegenden Leitlinie soll hingewiesen werden: Der Begriff „Sekret- und Speichelmanagement“ bzw. nur „Speichelmanagement“ wird innerhalb der vorliegenden Leitlinie für die suffiziente Wahrnehmung und das Abschlucken von Sekret, insbesondere Speichel, verwendet (eine vorhandene oder eben nur teilweise vorhandene Fähigkeit des Patienten selbst) und vom Begriff der Dysphagie unterschieden, welcher auf das insuffiziente Schlucken von Flüssigkeit und Nahrung unterschiedlicher Konsistenz Bezug nimmt (siehe auch Fußnote 6). Der Begriff des (therapeutischen) Sekretmanagements wiederum nimmt Bezug auf Maßnahmen der Pflege und/oder Therapeuten am Patienten (von außen), um die Sekret- und Speichellast zu senken.

- Downsizing der TK (TK mit kleinerem Durchmesser wird eingesetzt; optional nach erfolgter Beatmungsentwöhnung)
- Einsatz eines Platzhalters bei dilatativen Tracheostomata (optional bei Unsicherheit des Dekanülierungserfolges; ermöglicht eine Rekanülierung bei offen gehaltenem Tracheostoma).

Trotz des dargestellten Ablaufschemas ist anzumerken, dass es bislang kein einheitliches Protokoll für den Dekanülierungsprozess gibt (235).

Empfehlung 12	Neu Stand (2024)
Entblockungsversuche sowie Versuche einer (passageren) Versorgung mit Sprechventilaufsatz bzw. Okklusionskappe sollten frühzeitig erfolgen, d.h. bereits parallel zur Beatmungsentwöhnung.	
Konsensstärke: 100 %	

5.4 Dekanülierung

Eine Dekanülierung ist, wie bereits dargestellt, bei nur ca. 55-60% der initial beatmeten Patienten in der NNFR möglich. Klinische Prädiktoren einer erfolgreichen Dekanülierung sind dabei ein niedriges Alter, eine kurze Beatmungszeit sowie ein hoher Bewusstseinsgrad der Patienten (99). Darüber hinaus sind ein abgeschwächter Hustenstoß von <160 l/min sowie ein Sekretverhalt mit einer schlechteren Prognose bezüglich einer erfolgreichen Dekanülierung assoziiert (7,68).

Ähnlich, wie es kein einheitliches Protokoll für das Hinarbeiten auf die Dekanülierung gibt, gibt es auch keinen einheitlichen Kriterienkatalog für die konkrete Entscheidung zur Dekanülierung. Diese kann in aller Regel erst dann erfolgen, wenn der Patient keine (höhergradige) Schluckstörung mit Aspiration von Speichel und Sekret (mehr) aufweist. Weitere Kriterien, welche jedoch nicht einheitlich verwendet werden, sind:

- klinische Stabilität
- eine ausreichende Spontanatemkapazität
- eine ausreichende spontane Schluckfrequenz
- ein ausreichend starker Hustenstoß
- Strategien zum Entfernen des Sekrets
- freie obere Atemwege
- Ausschluss einer trachealen, subglottischen oder glottischen Obstruktion
- eine nachgewiesene Toleranz für eine Entblockung von mindestens 24-48h mit Okklusionskappe ohne respiratorische Komplikationen (sog. Cork Trial).

Als standardisiertes Assessment der Schluckfähigkeit kann bei Patienten der NNFR die SESETD (Standardized Endoscopic Swallowing Evaluation for Tracheostomy Decannulation) eingesetzt werden, welche schrittweise das Speichelmanagement, die Spontanschluckrate und die laryngeale Sensibilität während der FEES erfasst. Der hierdurch ermittelte Score ist ein geeignetes und objektives Maß zur Evaluierung der Dekanülierungsfähigkeit (159). Letztlich ist mittels endoskopischer Beurteilung im Vergleich zu einer rein klinischen Einschätzung eine schnellere und sicherere Dekanülierung möglich (262).

Bei Unsicherheiten bezüglich des Dekanülierungserfolges kann eine ungeblockte TK oder ein Platzhalter eingesetzt werden, um eine (wenn erforderlich) rasche Rekanülierung zu ermöglichen (64). Zahlreiche Studien und einzelne Meta-Analysen legen nahe, dass die therapeutische Versorgung tracheotomierter Patienten in einem multiprofessionellen Team erfolgen sollte, da dies die Voraussetzungen für eine rasche und sichere Dekanülierung verbessert (19,129,143,178,239,268,278).

5.5 Protokolle

Obwohl noch keine einheitliche Vorgehensweise für die Dekanülierung existiert, besteht Konsens darüber, dass durch ein etabliertes abteilungsinternes Standardprotokoll die Dekanülierungsraten erhöht, die Zeit bis zur Dekanülierung sowie das Auftreten von Komplikationen und Rekanülierungen gesenkt, und damit auch die Behandlungskosten insgesamt reduziert werden können (32,149,151). Solche Protokolle bilden die Grundlage interdisziplinärer Trachealkanülenvisiten und dienen u.a.

- der objektiven Dokumentation des Dekanülierungsprozesses,
- der Implementierung von Sekretionsskalierungen (52)
- der frühzeitigen Identifikation von Dekanülierungshindernissen.

Die Implementierung solcher Protokolle ziehen eine regelmäßige Schulung des multidisziplinären NNFR-Teams, die Etablierung eines multiprofessionellen Trachealkanülen-Teams (Arzt, Intensivpflege, Atmungstherapeut, Logopäde), die Durchführung regelmäßiger TK-Visiten, die Einführung von Audits für das TK-Management und den fachlichen Austausch zu Verfahrensweisen zwischen Zentren von Beatmungsentwöhnungen nach sich.

Empfehlung 13	Bestätigt Stand (2024)
Konzepte zum TK-Management, zur standardisierten TK-Entwöhnung, zum Sekret- und Speichelmanagement sowie zum Dysphagiemanagement sollen in Einrichtungen der NNFR standardmäßig implementiert sein und kontinuierlich (re)evaluiert werden.	
Konsensstärke: 100 %	

5.6 Kostaufbau

Während für die Dekanülierung v.a. das Sekret- und Speichelmanagement von entscheidender Bedeutung ist, d.h. die Vermeidung von Aspiration und Penetration, geht es beim Kostaufbau um das sichere Schlucken von exogen zugeführten Substanzen unterschiedlicher Konsistenz. Vor einer oralen Nahrungsgabe sollte eine Überprüfung der Schluckfähigkeit erfolgen (236). Die S1-Leitlinie „Neurogene Dysphagien“ (64) (AWMF-Registernummer 030-111) empfiehlt grundsätzlich drei diagnostische Verfahren:

- Klinische Schluckuntersuchung (KSU) nach Entblockung der TK mit Sprechventil: Hierbei zeigte sich allerdings in verschiedenen Studien eine geringe Zuverlässigkeit hinsichtlich der Detektion von Penetration/Aspiration (93).
- Evans-Blue-Test (EBT) und modifizierter Evans-Blue-Test (mEBT) (182): Zur Testdurchführung wird die TK entblockt und mit einem Sprechventil versehen, anschließend erhält der Patient einige Tropfen blaue Lebensmittelfarbe direkt auf die Zunge, kleine Mengen blau angefärbte Flüssigkeit (EBT) oder angefärbte Nahrung verschiedener Konsistenzen (mEBT). Nach Auslösung des Schluckreflexes wird überprüft, ob sich als Aspirationszeichen transstomatal blau gefärbter Speichel oder Nahrung absaugen lassen, zudem können Stimmqualität und Effektivität des Hustenstoßes beurteilt werden. Da auch ein geblockter Cuff nicht zu 100% abdichtend ist, ist eine Aspiration des Farbstoffs häufig auch bei geblocktem Cuff sichtbar (18,31,60,73). In jedem Fall können mit diesen Verfahren Penetrationen nicht sicher erkannt und somit der Schweregrad der Dysphagie nicht bestimmt werden.
- Fiberoptic Evaluation of Swallowing (FEES): Diese kann am Krankenbett auch bei motorisch und kognitiv beeinträchtigten Patienten durchgeführt werden und der Ableitung der Kostform dienen (63). Zur Schweregradeinteilung von Penetration/Aspiration hat sich die Penetrations-Aspirationskala (PAS) von Rosenbek et al. (1996) etabliert (209). Zur skalierenden Beurteilung des Sekretmanagements und der Befüllung der pharyngealen Kammern können die deutsche Version der Functional Oral Intake Scale (FOIS-G). (94), die Secretion Severity Rating Scale (SSRS) (161) sowie die Yale Pharyngeal Residue Severity Rating Scale (165) angewendet werden. Insgesamt sollte bei der Durchführung der endoskopischen Evaluierung auf das Risiko der eingeschränkten Aussagekraft und der mangelhaften Ableitung des diätetischen Vorgehens infolge auftretender Artefakte in der Bildgebung geachtet werden. In der FEES kann aus Gründen der Nahrungsmittelsicherheit die Verabreichung von IDDSI-klassifizierten Schluckproben und die darauf basierende Ableitung von IDDSI-klassifizierten Schluckdiäten empfohlen werden (47).

Generell ist eine Oralisierung mit entblocktem Cuff und Sprechventilaufsatz oder Okklusionskappe in den Beatmungspausen oder nach erfolgter Beatmungsentwöhnung anzustreben – zum einen, da der

subglottische Druck eine Schlüsselkomponente der Schluckeffektivität ist, und Patienten mit Sprechventil deutlich weniger aspirieren (244), zum anderen, da bei geblockter TK aspirierte Nahrung nicht abgehustet werden kann, selbst wenn die Sensibilität ausreichend ist. Eine dauergeblockte TK ist jedoch prinzipiell keine absolute Kontraindikation gegen eine orale Nahrungsaufnahme: Kann ein Patient aufgrund respiratorischer Probleme nicht vom Beatmungsgerät diskonnektiert und/oder entblockt werden, ist jedoch wach, kognitiv unbeeinträchtigt und aspiriert nicht, kann er in aller Regel oralisiert werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein unauffälliger Schluckbefund, der zuvor mittels KSU (245), EBT/mEBT oder FEES ermittelt werden sollte.

Empfehlung 14	Neu Stand (2024)
Bei Patienten mit einer TK soll vor einer oralen Nahrungsgabe die Schluckfähigkeit mittels klinischer Schluckuntersuchung (KSU), Evans-Blue-Test (EBT)/modifiziertem Evans-Blue-Test (mEBT) oder einer fiberendoskopischen Untersuchung des Schluckens (FEES) erfolgen.	
Konsensstärke: 100 %	

Für die Therapie von Schluckstörungen sei auf die Leitlinie *Neurogene Dysphagien* (64) verwiesen. Auch hier konnten in einigen Studien positive Effekte von Schlucktherapie nachgewiesen werden (254), z.B. eine Senkung der Pneumonierate (62).

5.7 Neue Behandlungsmethoden

Eine interessante neue Option zur Behandlung von Dysphagien ist die pharyngeale Elektrostimulation (PES), bei welcher elektrische Impulse durch eine spezielle Nasensonde appliziert werden. In den letzten Jahren gab es hierzu bereits einige Wirksamkeitsstudien, deren Ergebnisse aber bislang widersprüchlich sind. So konnten Patienten mit unilateralem Schlaganfall nach einer dreitägigen PES zu 75% dekanüliert werden im Vergleich zu nur 20% in der Placebogruppe, was für einen deutlichen Rückgang der Dysphagie sprach (247). Keinen Effekt zeigte PES hingegen in einer Studie von Bath et al. (2018), ebenfalls an Schlaganfallpatienten (ohne TK). Eine dreitägige PES verbesserte hier gegenüber einer Placebostimulation weder die Schlucksicherheit noch den Dysphagieschweregrad nach zwei, sechs und zwölf Wochen (16).

Im Rahmen einer prospektiven, einfach verblindeten randomisiert kontrollierten Studie konnten Dziewas et al. (65) zeigen, dass bei 49% der mittels PES behandelten tracheotomierten Schlaganfallpatienten die Dekanülierungskriterien erreicht werden konnten im Vergleich zu nur 9% in der Vergleichsgruppe ohne PES. In einer Fallserie mit tracheotomierten Intensivpatienten, die verschiedene kritische Erkrankungen hatten (6) zeigte sich unter PES-Behandlung eine verkürzte mittlere Verweildauer auf der Intensivstation (47 vs. 58 Tage) und auf der Normalstation (109 vs. 125

Tage). 15 der behandelten 19 Patienten konnten erfolgreich dekanüliert werden, von denen 11 zudem erfolgreich reoralisiert werden konnten. Die aktuell verfügbare Evidenz zeigt demnach Wirksamkeitseffekte der PES hinsichtlich einer verbesserten Dekanülierungsrate, einer Verkürzung der mittleren Verweildauer und einer Verbesserung von Schluckfunktionen. Zwar sind weitere Studien erforderlich, um die Effektivität der Methode bezüglich der TK-Entwöhnung nachzuweisen, eine Kann-Empfehlung kann aber zu diesem Zeitpunkt gegeben werden, auch wenn das Verfahren sehr kostenintensiv ist.

Empfehlung 15	Neu Stand (2024)
Bei Patienten mit einer hochgradigen neurogenen Dysphagie kann die Therapie mit einer pharyngealen Elektrostimulation erwogen werden.	
Konsensstärke: 100 %	

5.8 Komplikationen

Das Auftreten von Trachealstenosen ist die häufigste Spätkomplikation beider Tracheotomieverfahren. Dabei variieren die Inzidenzen in der Literatur zum Teil erheblich mit einer Häufigkeit von bis zu 20% und mehr bei einem Anteil von ca. 3-6% symptomatischer Stenosen und einer zudem vermutlich hohen Dunkelziffer (54,82,124,168). Die zugrundeliegenden Pathomechanismen sind komplex und gehen vermutlich über suboptimal oder sogar fehlerhaft angewandte Techniken (fehlerhafte perkutane Dilatationstracheotomie (PDT) mit Verletzung des Krikoids oder von Knorpelspannen) hinaus (114). Hier ist die Detailanalyse fibroinflammatorischer Prozesse als Antwort auf den physikalischen Stimulus der Tracheotomie ebenso Gegenstand aktueller Forschung wie der Einsatz immunmodulatorischer Substanzen in der Therapie, die diesem Prozess entgegenwirken (144). In einer retrospektiven Datenanalyse von 401 Patienten mit chirurgisch angelegtem Tracheostoma fanden Lopez-Pastorini et al., dass der nach Dekanülierung gewünschte Spontanverschluss des Tracheostomas selbst häufig zu einer benignen Trachealstenose führt und favorisieren deshalb nach Risiko-Nutzen-Abwägung gegebenenfalls den chirurgischen Stomaverschluss (139).

Zu beachten ist, dass mit der Einführung der PDT in den intensivmedizinischen Alltag eine Lokalisationsänderung der Trachealstenosen einhergegangen ist. Verglichen mit den in den Arbeiten der 1960er Jahre (51) beschriebenen Stenosemustern nach Intubation und offener Tracheotomie auf Stomahöhe und kaudal davon, finden sich die PDT-assoziierten Stenosen meist weiter kranial/proximal lokalisiert (121,124). Das erwähnte SESETD-Protokoll sieht dementsprechend einen transstomatalen Blick nach kaudal und kranial vor, um strukturelle Abnormitäten der Atemwege auszuschließen (262). Eine solche endoskopische Evaluation in Kombination mit dem digitalen Verschluss des Tracheostomas

nach Entfernung der TK mit Beurteilung der Atemmechanik (z.B. im Hinblick auf einen Stridor als Indexbefund) erzielt sicherlich beim Erkennen von Trachealstenosen eine hohe Trefferquote. Die klinische Erfahrung zeigt allerdings, dass zum einen selbst eine höhergradige Lumeneinengung nicht zwangsläufig eine auffällige Klinik bedingen muss und dass zum anderen die transstomatale Tracheoskopie technisch bedingt (gerade zur Beurteilung des laryngo-trachealen Übergangs) einer translaryngealen Untersuchung unterlegen ist. Vor diesem Hintergrund sollte zur Detektion von Stenosen der translaryngeale Zugangsweg bei der Tracheo(broncho)skopie bevorzugt werden, wenngleich dieses Vorgehen in Ermangelung einer entsprechenden Datenlage ebenso kontrovers diskutiert wird wie die standardisierte Durchführung einer Tracheobronchoskopie im Zuge jeder geplanten Dekanülierung. Aus Sicherheitsgründen empfiehlt auch die S2k-Leitlinie *Prolongiertes Weaning* der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. pragmatisch den routinemäßigen endoskopischen Ausschluss einer Trachealstenose im Dekanülierungsprozess (219). Expertenkonsens herrscht im Hinblick auf das Erkennen von Trachealstenosen auch dahingehend, dass im Falle eines ausbleibenden Spontanverschlusses oder Schrumpfungsprozesses nach Dekanülierung binnen etwa 14 Tagen eine Tracheobronchoskopie zur Ursachenforschung erfolgen sollte. Hier kann eine oberhalb der Stomaöffnung (kranial/proximal) gelegene Stenose kausal sein, die über eine Druckerhöhung in den distalen Atemwegen zu einem Luftentweichen über das Tracheostoma führt und dadurch den Schrumpfungsprozess verhindert. Da dieser selbst möglicherweise im Zuge des Spontanverschlusses nach Dekanülierung bei chirurgisch angelegten Tracheostomata das Entstehen einer Trachealstenose begünstigen kann, kann hier stets in Risiko-Nutzen-Abwägung ein chirurgischer Tracheostomaverschluss erwogen werden (139). Grundsätzlich sollten Diagnostik, Beurteilung und unterschiedliche Therapieoptionen (auch Kontrollintervalle bei akut nicht gegebener Behandlungspflichtigkeit) von Trachealstenosen in einem interdisziplinären Team erfolgen.

Empfehlung 16	Neu Stand (2024)
Bei Patienten mit einer TK kann zum Ausschluss von Komplikationen (z.B. einer Stenose, einer Tracheomalazie etc.) eine standardisierte translaryngeale Tracheoskopie erwogen werden.	
Konsensstärke: 92 %	

6 Besondere neurologische Krankheitsbilder

6.1 Querschnittlähmung

Die weltweite Inzidenz der Querschnittlähmung wird mit 23,8/1 Millionen (Mio) Menschen beziffert, wobei die traumatische Genese mit 26,5/1 Mio Menschen und die nicht traumatische Genese mit

17,93/1 Mio Menschen angegeben wird (140). In diesem systematischen Review mit Berücksichtigung des Zeitraums 2000-2021 zeigt sich, dass die traumatische Querschnittlähmung weltweit konstant hoch zwischen 20-45/1 Mio Menschen liegt, die nicht traumatische Querschnittlähmung seit dem Jahr 2007 einen stetigen Anstieg aufweist mit einer Rate zwischen 25-35/1 Mio Menschen. In einer Datenanalyse zur Inzidenz der Querschnittlähmung in Deutschland auf der Datenbasis der Jahre 2013-2020 fand sich eine Inzidenz von 15,73/1 Mio Menschen, wobei die Inzidenz der männlichen Bevölkerung mit 23,88/1 Mio Menschen signifikant höher lag (195). Nach Alter unterteilt fand sich eine Häufung der neu aufgetretenen Querschnittlähmungen im Alter von 20-30 Jahren sowie über 70 Jahren. Bei der Unterteilung in die Altersgruppe unter 60 Jahren fand sich eine Inzidenz von 10,31/1 Mio Menschen mit einer geringen Schwankungsbreite in den analysierten Jahren, wohingegen in der Altersgruppe über 60 Jahre die Inzidenz seit 2014 stetig gesunken ist (27,34/1 Mio Menschen im Jahr 2014 zu 25,7/1 Mio Menschen im Jahr 2020). Die mittlere Inzidenz in der Altersklasse über 60 Jahren lag mit 29,77/1 Mio Menschen signifikant höher als in der Population unter 60 Jahren.

Akute Querschnittlähmungen (QSL) gehen oftmals mit einer initialen Beatmungspflicht einher. Eine retrospektive Kohortenstudie mit insgesamt 423 Querschnittgelähmten mit initialer Beatmungsnotwendigkeit, deren spinale Schädigungshöhe dokumentiert war, wies bei 285 Patienten (67,4%) ein zervikales, bei 90 Patienten (21,3%) ein thorakales und 48 (11,3%) Patienten ein lumbales Läsionsniveau auf. Eine erfolgreiche Beatmungsentwöhnung konnte bei den zervikalen Querschnittpatienten in 67,7% der Fälle erfolgen: in 10,5% der Patienten mit einer Läsion oberhalb HWK 3, 81,1% der Patienten mit einem thorakalen Querschnitt und 87,5% der Patienten mit einem lumbalen Querschnitt (223).

Pathophysiologisch vermindern sich durch die Abnahme der Kraft der inspiratorischen Muskulatur die Vitalkapazität, das Tidalvolumen, die Ein-Sekunden-Kapazität sowie die inspiratorische Kapazität. Kompensatorisch wird dann das Atemminutenvolumen oft durch eine Erhöhung der Atemfrequenz aufrechterhalten. Die Abnahme der Kraft der expiratorischen Muskulatur vermindert die Vitalkapazität zusätzlich, da die Verminderung des expiratorischen Reservevolumens zu einer Erhöhung des Residualvolumens führt (2,58). Darüber hinaus ist die Kraft des Hustenstoßes in der Regel beeinträchtigt, bei Läsionen oberhalb TH6 bedingt die fehlende sympathische Aktivität eine Verengung der Bronchien, eine vermehrte Sekretproduktion und eine bronchiale Hyperreagibilität (89,212).

Bedingt durch die fehlende oder schwache muskuläre Kompetenz unterhalb des Lähmungsniveaus können unter Beatmung höhere Tidalvolumina als üblich toleriert werden (der Patient muss sich subjektiv ausreichend beatmet fühlen). Dies kann im Rahmen der Beatmungsentwöhnung zu einer Verkürzung der Beatmungsdauer führen (138), birgt aber das Risiko einer höheren ventilator-assoziierten Pneumonierate (97). Baro- oder Volumentraumata oder negative Effekte auf die

Organfunktionen durch Hypokapnie waren in Langzeitstudien nicht nachzuweisen (264). Ein weiterer, die Beatmungsentwöhnung beeinflussender Faktor stellt die fehlende Interaktion zwischen Abdomen und Thorax dar, die letztlich dazu führt, dass hierdurch ein vermindertes Atemzugvolumen in sitzender gegenüber der liegenden Position verursacht wird (2).

Die Beatmungsentwöhnung der zervikalen Querschnittspatienten (sub C0 bis sub C7) erfordert aus den genannten Gründen eine besondere Expertise. Neben speziellen Weaningstrategien gehören hierzu ein Kommunikationsmanagement („Sprechen unter Beatmung“), ein gezieltes Sekretmanagement (medikamentöse Sekrethemmung und Inhalationstherapie), ein Trachealkanülenmanagement mit dem Ziel des raschen Entblockens, ein Dysphagiemanagement (anzustreben ist ein rascher Kostaufbau unter Entblockung), ein Hustenassistenten-Programm sowie die interdisziplinäre motorische Therapie. Die Kenntnis der autonomen Dysreflexie (bei Schädigungen oberhalb Th6) sowie die Behandlung einer einschießenden, die Atmung kompromittierenden Rumpfpastik, sind ebenso wesentlicher Bestandteil der Behandlung (138).

Durch die spinale Denervation der Atem(hilfs)muskulatur und der Abdominalmuskulatur kommt dem Zwerchfell eine besondere funktionelle Bedeutung bei der Atmung zu. Diskontinuierliche Weaningstrategien bei querschnittsgelähmten Patienten setzen deswegen ein behutsames Training mit häufigen Pausen (jede Stunde) voraus, um eine Überforderung der restinnervierten Atemmuskulatur zu vermeiden (79). Die ersten Spontanatemversuche werden in horizontaler Lagerung durchgeführt, erst nach einem erfolgreichen muskulären Training mit einer Spontanatemzeit von >20min ist die Spontanatmung in sitzender Position weiter zu trainieren (2).

Der Einsatz einer transkutanen elektrischen Zwerchfellstimulation im Rahmen der Beatmungsentwöhnung kann die Beatmungsdauer verkürzen (42,255). Liegt das Lähmungsniveau oberhalb C4, kann zusätzlich eine spinale Zwerchfelllähmung bestehen und den Entwöhnungserfolg begrenzen. Verbleibt eine Abhängigkeit von der mechanischen Atemunterstützung kann – bei intakter peripherer Innervation – eine N. phrenicus-Stimulation (intrathorakal oder intradiaphragmal) zum Einsatz kommen, und damit die invasive Beatmungsnötigkeit entweder verkürzen oder vollständig ersetzen (88,271).

Die begrenzte neuromuskuläre Fähigkeit für einen Hustenstoß bedarf besonderer Aufmerksamkeit und stellt ggf. eine Indikation für eine Trachealkanüle (oder Platzhalter) dar. Maschinelles Abhusten (In- und Exsufflationsgerät, „cough assist“) sollte bei Patienten erwogen werden, bei denen trotz manuell unterstütztem Husten in Kombination mit vorherigem Blähen der Hustenstoß >270 l/min nicht erreicht werden kann (208). Einige Studien zeigen, dass der Einsatz von nicht-invasiver Beatmung bei hohen zervikalen Querschnittslähmungen mit invasiver Beatmungsabhängigkeit für die Patienten einen Vorteil und eine Erhöhung der Lebensqualität mit sich bringen kann (252). Dies sollte im Einzelfall in enger Absprache mit dem Betroffenen erfolgen.

Neben einem adäquaten Management dieser spezifischen, die Beatmungsentwöhnung beeinflussenden Faktoren ist die querschnittsspezifische Frührehabilitation einschließlich neuro-urologischer Betreuung und das Management der querschnittsspezifischen Komplikationen (u.a. Dekubitalulcera, Spastik, neuropathischer Schmerz) zu gewährleisten (136). Die Integration von Beatmungsentwöhnung und Frührehabilitation sind für den Entwöhnungserfolg, die Vermeidung von Sekundärkomplikationen und das Erreichen einer bestmöglichen Teilhabe erforderlich (2). Weitere Empfehlungen finden sich in der S2k-Leitlinie *Atmung, Atemunterstützung und Beatmung bei akuter und chronischer Querschnittslähmung* (2).

6.2 Motoneuronerkrankungen

Die degenerativen Erkrankungen des ersten und zweiten Motoneurons sind seltene Erkrankungen. Zu den Motoneuronerkrankungen zählen die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS), die spinale Muskelatrophie, die spinobulbäre Muskelatrophie und die hereditären spastischen Spinalparalysen. Für die Beatmungsentwöhnung in der NNFR ist insbesondere die ALS aufgrund ihres progredienten und schwerwiegenden klinischen Verlaufs sowie der vergleichsweise hohen Prävalenz von 80/1 Mio Einwohner bedeutsam. Ein weiterer Anstieg der Prävalenz ist zu erwarten (92). Bei der Amyotrophen Lateralsklerose handelt es sich um eine Multisystemdegeneration mit hauptsächlich motorischen Symptomen, die auf einer Schädigung des ersten und zweiten Motoneurons beruhen. Bei 5% der Patienten tritt eine frontotemporale Demenz auf. Im Erkrankungsverlauf kann es zudem zu Störungen in den Bereichen der Okulomotorik, der Sphincteren, der Sensibilität und des Vegetativums kommen (251).

Die Indikation zur nichtinvasiven Beatmung besteht bei Patienten mit ALS bei Vorliegen von Symptomen der chronischen ventilatorischen Insuffizienz (z.B. Kurzatmigkeit, Orthopnoe, Tagesschläfrigkeit oder morgendlichen Kopfschmerzen) sowie einer blutgasanalytisch nachgewiesenen Hyperkapnie $\geq 45\text{mmHg}$, einer transkutan-kapnometrisch nachgewiesenen nächtlichen Hyperkapnie $\geq 50\text{mmHg}$, einem schlafbezogenen Anstieg des tcCO_2 um $\geq 10\text{mmHg}$ gegenüber dem Ausgangswert im Wachzustand. Eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität und des Überlebens durch NIV konnte in einer randomisiert-kontrollierten Studie für Patienten mit ALS ohne schwere bulbäre Beteiligung nachgewiesen werden, bei schwerer bulbärer Beteiligung können durch NIV nur schlafbezogene Symptome verbessert werden (30).

Mittels NIV wird eine Normokapnie angestrebt. Für eine ausreichende Entlastung der Atempumpe ist ein effektiver Beatmungsdruck von mindestens $10\text{cmH}_2\text{O}$ erforderlich (7). Die Überlegenheit eines speziellen Beatmungsmodus konnte bisher nicht nachgewiesen werden, bspw. volumen- vs. druckgesteuert. Die NIV sollte sowohl während des Nachtschlafs als auch während des Tagschlafs eingesetzt werden. Mittels Polygraphie oder Polysomnographie können Obstruktionen der oberen

Atemwege unter NIV identifiziert werden, welche sogar durch die NIV getriggert werden können (211). Im Erkrankungsverlauf können die Beatmungszeiten dann bis zur 24h-NIV ausgeweitet werden (7).

Bei einem Peak Cough Flow <270l/min oder wenn der Peak Cough Flow nicht messbar ist, bei klinisch schwachem Hustenstoß (insbesondere in Kombination mit tracheobronchialer Sekretretention), sind assistierte Hustentechniken oder die mechanische Insufflation-Exsufflation für das Sekretmanagement indiziert. Wenn bei ALS-Patienten mit NIV trotz zusätzlichem nichtinvasivem Sekretmanagement mittels mechanischer Insufflation-Exsufflation die Sättigung unter Raumluft über 24h <95% bleibt, ist die Tracheotomie indiziert. Nach Tracheotomie können einige Patienten mit ALS mehrere Jahrzehnte mit akzeptabler Lebensqualität leben (240,256)

Eine Beatmungsentwöhnung ist bei Patienten mit ALS aufgrund des fortschreitenden Charakters der Erkrankung in der Regel nicht möglich oder der Lebensqualität sogar abträglich. In der NNFR von Patienten mit ALS muss die Versorgung mit Hilfsmitteln zur unterstützten Kommunikation und zur Mobilität thematisiert, die fachgerechte Überleitung geplant werden und eine Integration von Palliative Care erfolgen.

6.3 Guillain-Barré-Syndrom

Das Guillain-Barré-Syndrom (GBS) ist die weltweit häufigste Ursache akuter schlaffer Paresen (228). In Deutschland betrug seine Inzidenz im Jahre 2005 18,9 pro 1 Mio Einwohner. Bei Männern ist die Inzidenzrate 40% höher als bei Frauen, und sie nimmt mit dem Alter zu (233). Bei ca. 75% der Patienten kann ein vorangehendes Ereignis identifiziert werden, zumeist ein Infekt der oberen Atemwege oder eine Gastroenteritis (59). Beim klassischen GBS kommt es zu aufsteigenden, schlaffen Paresen mit Hypo- oder Areflexie sowie nicht längenabhängigen sensiblen Syndromen (167,228). Eine autonome Dysfunktion tritt bei bis zu 67% der Patienten mit GBS auf (44,276) und geht wiederum mit einer dreifach höheren Mortalität einher. Der Verlauf des GBS ist meist monophasisch und erreicht die maximale Ausprägung bei 80% der Patienten nach 2 Wochen und bei allen Patienten nach 6 Wochen (74). Ursächlich handelt es sich beim GBS um eine akute immunvermittelte Polyradikuloneuropathie, bei der bei 60% der Patienten Antiglykolipidantikörper nachgewiesen werden können (117). Beschrieben als Varianten des GBS sind die – mit ca. 80% häufigste – akute inflammatorische demyelinisierende Polyneuroradikulopathie (AIDP), die akute motorische und sensible axonale Neuropathie (AMSAN), die akute motorische axonale Neuropathie (AMAN) und das Miller-Fisher-Syndrom (MFS). Das MFS ist charakterisiert durch eine akut einsetzende externe Ophthalmoplegie, Areflexie und Gangataxie. Selten sind der rein sensible Subtyp, die Polyneuritis cranialis (259) und die Bickerstaff-Enzephalitis, bei der zusätzlich zu für das MFS-typischen Symptome eine ZNS-Beteiligung (in der Regel eine Bewusstseinsstörung) auftritt (28,107,135).

In der Diagnostik des GBS sind die Neurographie, die Liquordiagnostik und Antikörperdiagnostik von Bedeutung. Die Neurographie zeigt typischerweise eine sensomotorische Polyradikuloneuropathie oder Polyneuropathie und dient auch der Abgrenzung zwischen den Subtypen AIDP, AMSAN und AMAN, kann aber in der ersten Woche nach Symptombeginn noch normal sein. Mittels Liquordiagnostik werden konkurrierende Ursachen ausgeschlossen. Typischerweise liegt eine zytoalbuminäre Dissoziation mit erhöhtem Liquoreiweiß bei normaler Liquorzellzahl vor. Eine erhöhte Liquorzellzahl weist besonders bei einer Pleozytose $>50/\mu\text{g}$ auf eine alternative Ursache hin (135). Die Therapie des GBS mit intravenösen Immunglobulinen oder Plasmapherese ist hinsichtlich der Beschleunigung der Erholung gleichwertig (siehe auch S2e-Leitlinie *Therapie akuter und chronischer immunvermittelter Neuropathien und Neuritiden*) (238). Trotz adäquater Therapie leiden 14% der Patienten nach einem Jahr an schwerer Behinderung und bei 40% verbleibt ein Kraftverlust, 4% der Patienten sterben innerhalb des ersten Jahres. Selbst 6 Jahre nach Krankheitsbeginn zeigen einzelne Patienten noch eine Erholung (193).

Ca. 30% der Patienten mit GBS benötigen eine Beatmungstherapie (193). Die führende Todesursache beatmeter GBS-Patienten ist die Pneumonie (132). Klinische Prädiktoren für ein respiratorisches Versagen mit Notwendigkeit der Intubation und Beatmung sind eine rasche Progredienz motorischer Defizite, eine Husteninsuffizienz, eine bulbäre Symptomatik, der Verlust der Stehfähigkeit, die fehlende Fähigkeit, die Ellenbogen oder den Kopf anzuheben, das gemeinsame Auftreten von Schwäche der peripheren und der axialen Muskulatur, der rasche Abfall der Vitalkapazität und eine Vitalkapazität $<60\%$ der Norm (175,180,232,249). Die NIV spielt in der Akutphase eine untergeordnete Rolle beim GBS, zumal eine Notfallintubation angesichts möglicher autonomer Beteiligung mit erhöhtem Risiko einhergeht (191), kann allerdings in der Beatmungsentwöhnung im Anschluss an die invasive Beatmung bis zur definitiven Stabilisierung der Atmung eingesetzt werden (45). Invasiv beatmete GBS-Patienten sollten früh tracheotomiert werden (230). Bei Patienten mit GBS und erfolgreicher prolongierter Beatmungsentwöhnung wurde eine mediane Dauer von 193 Tagen bis zur Dekanülierung berichtet (45).

Aufgrund des Risikos autonomer Störungen, zu denen Ileus, arterielle Hypertonie, arterielle Hypotonie, Fieber, Harnverhalt, Tachykardie, Bradykardie oder Asystolie (1,44) gehören können, ist das kardiale Monitoring bei beatmeten GBS-Patienten obligat. Zentrale Aspekte der NNFR bei diesen Patienten sind das Management von neuropathischen Schmerzen, Delir, die Prophylaxe von Dekubiti, Pneumonien und Kontrakturen (45,155). Angesichts der bei beatmeten GBS-Patienten bestehenden Husteninsuffizienz kommt dem Sekretmanagement eine besondere Bedeutung zu. Die zur Verbesserung der Sekretelimination eingesetzte mechanische Insufflation-Exsufflation kann beim GBS allerdings in Einzelfällen Arrhythmien triggern (128).

6.4 Störungen der neuromuskulären Übertragung

Die Myasthenia gravis (MG) ist eine Autoimmunerkrankung, die durch Antikörper gegen Acetylcholinrezeptoren, die muskelspezifische Kinase und andere mit Acetylcholinrezeptoren assoziierte Proteine ausgelöst wird (84,263). Die Inzidenz der MG wird mit 2,5–30 und die Prävalenz mit 100-360 pro 1 Mio Einwohner angegeben, wobei die Inzidenz mit steigendem Alter zunimmt (270). Klinisch besteht eine belastungsabhängige Muskelschwäche, die initial häufig die äußeren Augenmuskeln und den Lidhebermuskel betrifft, bei 70-80% der Patienten generalisiert und grundsätzlich alle quergestreiften Muskeln betreffen kann (270). Die Diagnose der MG beruht neben der Anamnese und körperlichen Untersuchung auf dem Nachweis der entsprechenden Antikörper (AChR-, MuSK- und LRP4-Ak), auf elektrophysiologischen Untersuchungen (mit dem Nachweis eines Dekrements) und der pharmakologischen Diagnostik (Edrophonium-Test). Eine seronegative MG liegt bei 15% der Patienten vor. Da bei ca. 15% der Patienten die MG das paraneoplastische Symptom eines Thymoms ist, ist zudem eine thorakale Schnittbildung indiziert (270).

Bei 15-20% der Patienten mit MG treten – in der Regel in den ersten 2-3 Erkrankungsjahren – myasthene Krisen auf. Die myasthene Krise ist definiert als respiratorische Insuffizienz, die eine nichtinvasive oder invasive Beatmung notwendig macht (50). Ursächlich ist eine Schwäche der bulbären und/oder respiratorischen Muskulatur. Eine Obstruktion der oberen Atemwege, eine Dysphagie und eine Husteninsuffizienz können ebenfalls auftreten (243). Risikofaktoren für eine myasthene Krise sind bereits stattgehabte myasthene Krisen, ein schwerer Erkrankungsverlauf, eine oropharyngeale Schwäche sowie das Vorliegen von MuSK-Antikörpern oder eines Thymoms. Auslöser einer Krise finden sich bei ca. 65% der Patienten, meist sind dies respiratorische Infekte. Die Mortalität der myasthenen Krise liegt bei <5%.

Die symptomatische und die verlaufsmodifizierende Therapie der MG sowie die Therapie der myasthenen Krise sind in der S2k-Leitlinie *Diagnostik und Therapie Myasthener Syndrome* beschrieben (270). Die Überwachung und Behandlung einer drohenden oder manifesten myasthenen Krise soll auf einer Überwachungs- oder Intensivstation mit neuromuskulärer Expertise erfolgen. Die symptomatische Therapie erfolgt mittels kontinuierlicher Gabe eines Acetylcholinesteraseinhibitors i.v.. Zur spezifischen Therapie kommen IVIGs, Plasmapheresen und Immunabsorptionen zum Einsatz. Aufgrund der Gleichwertigkeit dieser Therapien werden Verfügbarkeit der Verfahren sowie patientenindividuelle Faktoren als Entscheidungskriterien herangezogen. Bei beatmeten Patienten sind zudem die hochdosierte Steroidtherapie und ggf. weitere verlaufsmodifizierende Therapien (270) indiziert. In einer multizentrischen Studie mit 250 Patienten, die eine Beatmung benötigten, zeigte sich, dass 37% einen NIV-Versuch erhalten hatten, der in 38% der Fälle erfolgreich war. Für einen Teil der Patienten stellt die NIV also eine Möglichkeit dar, eine invasive Beatmung zu vermeiden (157,166,191) und damit das Komplikationsrisiko zu senken. Eine bei NIV-Beginn bereits bestehende

Hyperkapnie ist ein Prädiktor für ein NIV-Versagen, also für die Notwendigkeit der Intubation trotz NIV (176,227).

6.5 Myopathien

Bei der Duchenne-Muskeldystrophie (DMD) handelt es sich um eine X-chromosomal-rezessiv vererbte Erkrankung, von der nur männliche Patienten betroffen sind. Die Prävalenz beim männlichen Geschlecht beträgt weniger als 100/1 Mio. Die Lebenserwartung hat im Laufe der letzten Jahrzehnte stark zugenommen und beträgt nun im Mittel >40 Jahre. Eine Mutation im Dystrophin-Gen führt dazu, dass zu wenig funktionsfähiges Dystrophin gebildet wird. Dystrophin ist Teil des Dystrophin-Glykoprotein-Komplexes, der Aktin mit der extrazellulären Matrix verbindet und für die strukturelle Integrität der Muskelzelle sowie die Stabilität neuromuskulären Endplatte bedeutsam ist (20). Der Becker-Muskeldystrophie liegt ebenfalls eine Mutation im Dystrophin-Gen zugrunde, sie verläuft allerdings weniger schwerwiegend als die DMD.

Bei der DMD führt die fortschreitende Degeneration der Muskulatur dazu, dass Patienten im durchschnittlichen Alter von 14 Jahren eine Skoliose entwickeln, bis zu 90% der Patienten im Alter von 15 Jahren die Gehfähigkeit verlieren, bis zu 50% der Patienten mit 20 Jahren eine Beatmung benötigen und nahezu alle Patienten im Alter von 20 Jahren an einer Kardiomyopathie leiden. Die Schwäche der Atemmuskulatur geht regelhaft auch mit einer Husteninsuffizienz einher (40). 36% bis 71% der Patienten mit DMD leiden an einer Dysphagie, der Anteil dysphagischer Patienten nimmt mit dem Alter zu. Die Dysphagie kann die orale (im Sinne einer Kaustörung) sowie die pharyngeale Phase betreffen und ist typischerweise in Bezug auf feste Nahrung stärker ausgeprägt als in Bezug auf Flüssigkeiten (119). Eine ebenfalls berichtete Störung der gastrointestinalen Motorik ist ein bisher unterschätzter Aspekt der DMD (41). Die medikamentöse Therapie der DMD erfolgt mit Glukokortikoiden sowie bei den ca. 13% der Patienten, bei denen ein vorzeitiges Stopp-Codon der mRNA vorliegt, auch mit Ataluren, auch nach Verlust der Gehfähigkeit. Idebenon Off-Label stellt für nicht mehr gehfähige Patienten eine Alternative dar, wenn Glukokortikoide nicht gegeben werden können.

Die Indikationen zur Beatmung sind in der S2k-Leitlinie: *Nichtinvasive und invasive Beatmung zur Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz* der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin aufgeführt und entsprechen denen bei der Amyotrophen Lateralsklerose. NIV ist gegenüber der invasiven Beatmung zu bevorzugen, und bei manifester Husteninsuffizienz mit einem Peak Cough Flow <270 l/min ist ebenfalls wie bei der ALS ein spezifisches Sekretmanagement wie zum Beispiel die Initiierung einer mechanischen Insufflation-Exsufflation indiziert (241). Während eine Beatmungsentwöhnung in der Regel nicht möglich oder mit einer Verschlechterung der Lebensqualität für den Patienten verbunden ist, kann unter speziellen Voraussetzungen die Dekanülierung mit anschließender 24h-NIV selbst bei nicht mehr spontanatmungsfähigen DMD-

Patienten gelingen. Wichtige Aspekte der NNFR sind die Versorgung mit Mobilitätshilfsmitteln, wobei hier komplexen Elektrorollstühlen mit Stehfunktion eine wichtige Bedeutung zukommt (216).

Es gibt viele weitere hereditäre Muskelerkrankungen, die mit einer Beatmungsindikation einhergehen können und bei denen es sich sämtlich um seltene Erkrankungen handelt. Die grundsätzlichen Prinzipien der Beatmungstherapie, des Sekretmanagements, der Rehabilitation und der Hilfsmittelversorgung entsprechen denen bei der DMD.

Einige der hereditären Erkrankungen können allerdings von Patient zu Patient einen sehr unterschiedlichen Schweregrad aufweisen, wie z.B. die fazioscapulothorale Muskeldystrophie, der Morbus Pompe und die Myotone Dystrophie Typ 1. Letztere wiederum kann eine Vielfalt an möglichen Atmungsstörungen aufweisen: obstruktives und zentrales Schlafapnoesyndrom, Atemmuskelparesen, Störung des hyperkapnischen und möglicherweise auch hypoxischen Atemantriebs hervorrufen (246).

7 Palliativmedizinische Versorgung

Patienten, die beatmet in die NNFR aufgenommen werden, weisen eine hohe Morbiditätslast auf („Clinical Complexity Level“ von 3 oder 4) und haben eine hohe Mortalität, die in verschiedenen Studien unterschiedlich hoch angegeben wird mit einer Spanne von 6,1% bis 25% (98,190,213). Angesichts der lebensbedrohlichen Gesamtkonstellation ist die Implementierung einer palliativmedizinischen Versorgung für beatmete Patienten der NNFR unabdingbar¹³. So ist die Implementierung von palliativmedizinischer Versorgung (Palliative Care) auch ein Zertifizierungskriterium für „Zentren für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation“ (91). Konzeptionell sollte die Palliative Care beinhalten:

- evidenzbasierte Instrumente zur Integration von Palliative Care in die Intensivmedizin
- Protokolle für das Symptommanagement am Lebensende
- strukturierte Gesprächsprotokolle
- frühzeitige Familienkonferenzen
- einen palliativmedizinischen Konsiliardienst

¹³ Die WHO definiert Palliativversorgung wie folgt: „Palliativversorgung ist ein Ansatz, der die Lebensqualität von Patienten und deren Familien verbessert, die mit den Problemen im Zusammenhang einer lebensbedrohenden Erkrankung konfrontiert sind, dies mittels Prävention und Linderung von Leiden durch frühzeitiges Erkennen und umfassende Erfassung sowie durch die Behandlung von Schmerz und anderen Problemen auf körperlichen, psychosozialen und spirituellen Ebenen.“ Palliative Care respektiert die Wünsche der Patienten und hilft ihren Familien, mit Verlust und Trauer während der Erkrankung und im Fall des Todes umzugehen. Im Fokus der palliativen Therapie stehen somit der Patient und seine Angehörigen. Wenig belastende, symptomkontrollierende Therapien z.B. von Schmerzen, Dyspnoe sowie Übelkeit und Erbrechen treten in den Vordergrund.

- die Möglichkeit für eine klinische Ethikberatung
- palliativmedizinische Schulungen (90).

Bereits zu Behandlungsbeginn in der NNFR sollten erreichbare Therapieziele festgelegt werden: Der Patient bzw. seine Angehörigen sollten umfassend über zu erwartenden Erkrankungsfolgen, mögliche Komplikationen, die Erfolgchancen der Beatmungs- und TK-Entwöhnung sowie die Teilhabeperspektive aufgeklärt werden. Außerdem sollte der mündlich oder schriftlich geäußerte bzw. mutmaßliche Patientenwille so präzise wie möglich erfasst, und die Therapieziele auf diesen bezogen werden.

Empfehlung 17	Neu Stand (2024)
Bereits zu Behandlungsbeginn in der NNFR sollen erreichbare Therapieziele festgelegt werden: Der Patient bzw. seine Angehörigen sollen umfassend über zu erwartende Erkrankungsfolgen, mögliche Komplikationen, die Erfolgchancen der Beatmungs- und TK-Entwöhnung sowie die Teilhabeperspektive aufgeklärt werden. Hierbei soll der geäußerte oder mutmaßliche Patientenwille berücksichtigt werden.	
Konsensstärke: 100 %	

Die Kommunikation mit beatmeten und tracheotomierten neurologischen Patienten bedarf besonderer Sensibilität und Geduld sowie der Schulung auf Seiten der Ärzte, der Pflegenden und der Therapeuten. Die Bedürfnisse neurologischer Patienten und ihrer Angehörigen sollten aktiv und empathisch erfragt werden. Die emotionale Situation der Betroffenen kann bei schwierigen Gesprächsinhalten, wie der Mitteilung einer eingeschränkten Prognose und/oder Themen des Lebensendes, besser berücksichtigt werden, wenn die Akteure besonders geschult sind (48,49). Bezüglich weiterführender palliativmedizinischer Aspekte wird auf die S2k-Leitlinie *Palliativmedizinische Versorgung neurologischer Erkrankungen* (188) und die S3-Leitlinie *Palliativmedizin für Patienten mit einer nicht heilbaren Krebserkrankung* (192) verwiesen.

Empfehlung 18	Modifiziert Stand (2024)
Einrichtungen, die Beatmungsentwöhnungen in der NNFR durchführen, sollen Palliative Care gewährleisten können, zum Beispiel über einen Palliativdienst, ein Palliativteam oder eine Palliativstation.	
Konsensstärke: 100 %	

8 Außerklinische Intensivpflege

Nur etwa 7% der Patienten, die zur Beatmungsentwöhnung in der NNFR aufgenommen werden, müssen auch beatmet entlassen werden und sind in der Folge außerklinisch beatmete Patienten („Heimbeatmung“) (172). Allerdings haben ca. 45% der zur Beatmungsentwöhnung in der NNFR aufgenommenen Patienten bei Entlassung aus der NNFR noch eine Trachealkanüle (206).

Nach § 37c, SGB 5 haben "Versicherte mit einem besonders hohen Bedarf an medizinischer Behandlungspflege Anspruch auf außerklinische Intensivpflege. Ein besonders hoher Bedarf an medizinischer Behandlungspflege liegt vor, wenn die ständige Anwesenheit einer geeigneten Pflegefachkraft zur individuellen Kontrolle und Einsatzbereitschaft oder ein vergleichbar intensiver Einsatz einer Pflegefachkraft erforderlich ist." Tracheotomierte, invasiv beatmete, nichtinvasiv, jedoch lebenserhaltend beatmete und auch nichtinvasiv beatmete, aber auf Hilfestellung angewiesene Patienten, die aus der NNFR entlassen werden, haben somit in der Regel Anspruch auf außerklinische Intensivpflege (AKI). Diese findet unter anderem zu Hause, in Intensivpflege-Wohngemeinschaften, in Phase-F-Einrichtungen und anderen vollstationären Pflegeeinrichtungen statt.

In Deutschland werden ca. 23.000 Patienten im Rahmen der AKI versorgt (106). Neurologische Patienten bilden dabei mit ca. 80% (ca. 55% mit Erkrankungen des Gehirns, ca. 20% mit neuromuskulären Erkrankungen und ca. 5% mit Querschnittslähmungen) das größte Patientenklientel innerhalb der AKI. Weitere ca. 15% leiden an Lungenerkrankungen und ca. 5% an anderen Erkrankungen. Häufigste Komorbiditäten sind die arterielle Hypertonie (ca. 20%), kardiale Erkrankungen (ca. 20%), pulmonale Erkrankungen (ca. 15%) und der Diabetes mellitus (15%). Bei 80% der Patienten der AKI liegt eine Dysphagie vor, bei ca. 25% eine Epilepsie und bei ca. 20% ein Syndrom der reaktionslosen Wachheit. Ca. 30% der Patienten sind beatmet (ca. 25% invasiv und ca. 5% nichtinvasiv) (2). Die nicht beatmeten Patienten sind wahrscheinlich zum größten Teil tracheotomiert und absaugpflichtig.

§ 37c des SGB 5 definiert Voraussetzungen für die Verordnung von AKI: „Bei Versicherten, die beatmet werden oder tracheotomiert sind, sind mit jeder Verordnung einer außerklinischen Intensivpflege das Potenzial zur Reduzierung der Beatmungszeit bis hin zur vollständigen Beatmungsentwöhnung und Dekanülierung sowie die zu deren Umsetzung notwendigen Maßnahmen zu erheben, zu dokumentieren und auf deren Umsetzung hinzuwirken.“ Diese gesetzlichen Anforderungen wurden in der „Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von außerklinischer Intensivpflege (Außerklinische Intensivpflege-Richtlinie/AKI-RL)“ konkretisiert, die am 18. März 2022 in Kraft trat: (81) Eine Erhebung und Dokumentation des Potenzials zur Entwöhnung von der Beatmung bzw. der TK ist grundsätzlich alle sechs Monate durch speziell qualifizierte Ärzte durchzuführen. Mindestens einmal jährlich erfolgt die Erhebung unmittelbar persönlich, vorrangig am Leistungsort,

weitere Erhebungen können telemedizinisch durchgeführt werden. Wenn kein Potenzial zur Entwöhnung von Beatmung oder TK vorliegt, wird die Erhebung mindestens alle 12 Monate durchgeführt. Bei Feststellung eines fehlenden Potenzials zur Entwöhnung von Beatmung und TK zweimal in Folge innerhalb eines Zeitraums von mindestens zwei Jahren auf Grundlage einer unmittelbar persönlichen Untersuchung ist die Verordnung von AKI auch ohne erneute Erhebung zulässig. Wenn aber ein Potenzial zur Entwöhnung von Beatmung oder Trachealkanüle besteht, soll durch den verordnenden Vertragsarzt in Abstimmung mit dem Versicherten unverzüglich eine Einleitung weiterer Maßnahmen erfolgen, insbesondere die Einweisung in eine auf die Beatmungsentwöhnung oder Dekanülierung spezialisierte stationäre Einrichtung.

Allerdings ist bekannt, dass die Kapazitäten der NNFR-Einrichtungen zumindest in einigen Regionen nicht ausreichen, um die angemeldeten Patienten aufzunehmen (198). Nach einer im Jahre 2019 publizierten Untersuchung im Land Niedersachsen-Bremen erhielten nur 45% aller für die NNFR angemeldeten und lediglich 37% der beatmeten Patienten einen Behandlungsplatz in ihrem eigenen Bundesland (198). Dementsprechend gaben in einer Erhebung aus dem Jahre 2023 die Einrichtungen verschiedener Fachbereiche (NNFR, Pneumologie, Anästhesiologie, Pädiatrie und Paraplegiologie) nur in 41,2% an, ausreichende Kapazitäten für die Aufnahme von Patienten aus der AKI zur Beatmungsentwöhnung und nur 29,4% regional ausreichende Kapazitäten für die Aufnahme von Patienten aus der AKI zur Dekanülierung vorhalten zu können (106).

Die AKI-Richtlinie schafft also Regelungen, anhand derer Einrichtungen, die die Beatmungsentwöhnung in der NNFR durchführen, ein Continuum of Care für schwer betroffene neurologisch-neurochirurgische Patienten ganz oder teilweise etablieren können/sollten: von der Erstbehandlung über die ambulante ärztliche Behandlung bis hin zur Wiederaufnahme der Patienten. Allerdings ist davon auszugehen, dass die stationären Behandlungskapazitäten hierfür nicht flächendeckend sind.

9 Qualitätssicherung

Qualitätssicherung in der Medizin wird in Deutschland durch das SGB V geregelt und hat das Ziel, durch geeignete Maßnahmen die Qualität der medizinischen Versorgung sicherzustellen und transparent zu machen. Qualitätssicherung im Kontext der Beatmungsentwöhnung in der NNFR findet statt in Form von:

- Leitlinien (erstellt und konsentiert durch die DGNR),
- Zertifizierungen (erstellt und konsentiert durch die DGNR),
- Standard Operating Procedures (SOPs, in den jeweiligen Einrichtungen),
- Strukturprüfungen (durchgeführt durch die Medizinischen Dienste der Länder).

9.1 Leitlinien

Leitlinien sind systematisch entwickelte Aussagen, die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergeben, um die Entscheidungsfindung von Ärzten sowie Angehörigen von weiteren Gesundheitsberufen und Patient*innen/Bürger*innen für eine angemessene Versorgung bei spezifischen Gesundheitsproblemen zu unterstützen (<https://www.awmf.org/leitlinien>). Im Jahr 2017 wurde von der DGNR eine erste Leitlinie zur prolongierten Beatmungsentwöhnung (Weaning) in der NNFR publiziert (201), bei dieser handelt es sich um eine konsensbasierte Leitlinie mit repräsentativem Gremium (S2k). Bei der vorliegenden Version handelt es sich um die erste Überarbeitung, welche ebenfalls eine S2k-Leitlinie darstellt. Diese soll, wie auch die 1. Version, die DGP-Leitlinie zum prolongierten Weaning (219) ergänzen und die Besonderheiten der NNFR herausarbeiten. Der NNFR wiederum wurde erfreulicherweise mit einem eigenen Kapitel in der zitierten DGP-Leitlinie zumindest im Überblick Rechnung getragen (219). Die wesentlichen Empfehlungen bezüglich der Beatmungsentwöhnung in der NNFR spielen in der neuen Version weiterhin eine zentrale Rolle. Darüber hinaus wird ein zusätzlicher Fokus auf die Dekanülierung gelegt, welche ein eigenes, der Beatmungsentwöhnung zeitlich zwar meistens nachgeordnetes Therapieziel darstellt (178,268,278), auf das aber bereits während der Beatmungsentwöhnung gezielt hingearbeitet wird.

9.2 Zertifizierungen von Zentren für Beatmungsentwöhnung

Die Einrichtungen der NNFR verfügen über insgesamt ca. 1100 Beatmungsbetten (184). Alleinstellungsmerkmal dieser Zentren ist, dass grundsätzlich nach Abschluss der Beatmungsentwöhnung die NNFR weitergeführt wird, und dass in vielen Einrichtungen darüber hinaus auch die weiterführenden Rehabilitationsphasen C und D vorgehalten werden. Beatmungsentwöhnung findet in Deutschland in mittlerweile ca. 30 Zentren statt, die von der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR) als *Zentrum für Beatmungsentwöhnung in der Neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation* zertifiziert wurden (91). Der Standard wurde 2021 erstellt. Ein entsprechendes Antragsformular kann von der Homepage der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation heruntergeladen werden (<https://www.dgnr.de/zertifizierung/zertifizierung-info>). Mit dem Antrag einzureichen sind:

- Entlassungsstatistik der zur Beatmungsentwöhnung aufgenommenen Patienten des Zentrums für Beatmungsentwöhnung (nach SGB-§301-Datensatz)
- eine Mindestanzahl (n=40;) an begonnenen/versuchten Beatmungsentwöhnungen (Knock-out-Kriterium)
- Ausstattungsmerkmale der Bettplätze für beatmete Patienten (inkl. Knock-out-Kriterien)

- für jedes Beatmungsbett wird in der Einrichtung oder in einer Kooperationseinrichtung mindestens ein Bett der NNFR für nicht (mehr) beatmete Patienten vorgehalten (Knock-out-Kriterium).

Ferner werden gefordert (Selektion):

- eine Einbettung in den konzeptuellen Rahmen der NNFR
- ärztliche Leitung mit entsprechender Expertise sowohl in der NNFR als auch der prolongierten Beatmungsentwöhnung (Knock-out-Kriterien)
- ein Arzt/Logopäde mit einem FEES-Zertifikat (Knock-out-Kriterium)
- Anstellung einer/s Atmungstherapeuten (Knock-out-Kriterium)
- Anstellung einer/s Logopäden (Knock-out-Kriterium)
- Qualifikationsnachweise für ein Palliativteam
- Konzepte zum/zur Atemwegsmanagement, Beatmungsentwöhnung, TK-Management, Dysphagiemanagement (Knock-out-Kriterium)
- Möglichkeit der bildgebenden und neurophysiologischen Diagnostik (EEG, Ultraschall, CT oder MRT) (Knock-out-Kriterien).

Die von der DGNR als *Zentrum für Beatmungsentwöhnung in der Neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation* zertifizierten Einrichtungen haben nachweislich eine hohe Struktur- und Prozessqualität (187). Dies spricht dafür, dass Zertifizierungen und die damit verbundenen Standards ein Versorgungsqualität-förderndes Instrument sind, die für spezifische Versorgungssegmente wie die prolongierte Beatmungsentwöhnung in der NNFR empfohlen werden können.

Seit 2010 führt die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) Zertifizierungen durch. Die DGP-zertifizierten Einrichtungen verfügen als Alleinstellungsmerkmal über eine Station für nichtinvasive Beatmung und nehmen verpflichtend an einem Weaningregister teil, welches die Behandlungsergebnisse publiziert (273). Hinzu kommen die von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) mit dem Zertifikat *Entwöhnung von der Beatmung* versehenen Einrichtungen. Weiterhin ist die Beatmungsentwöhnung Teil des Behandlungsangebots der von der deutschsprachigen Medizinischen Gesellschaft für Paraplegiologie (DMGP) zertifizierten Querschnittgelähmtenzentren. Weitere Einrichtungen, die innerhalb ihres medizinischen Schwerpunkts auch beatmete Patienten betreuen, sind die durch die Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke (DGM) zertifizierten Neuromuskulären Zentren sowie die durch die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) akkreditierten Schlaflabore (91). Für pädiatrischen Zentren ist ebenso wenig eine Zertifizierung etabliert wie für Zentren für Außerklinische Beatmung, deren Rolle in der (mittlerweile abgelaufenen) S2k-Leitlinie *Nichtinvasive*

und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz beschrieben wurde (274): „Die außerklinische Beatmung soll um ein Zentrum für außerklinische Beatmung organisiert sein. Der außerklinisch beatmete Patient benötigt dieses Zentrum für Einstellung, Kontrollen und Optimierung der Beatmungstherapie, sowie zur Notaufnahme im Falle einer Verschlechterung und als Ansprechpartner für das außerklinische Pflorgeteam und den behandelnden niedergelassenen Arzt.“ Die vorgenannte Leitlinie wurde mittlerweile aktualisiert und als S3-Leitlinie *Nichtinvasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz* publiziert, in der die Begriffe „Zentrum für Außerklinische Beatmung“, „Zentrum für Langzeitbeatmung im Kindesalter“ und – am häufigsten - „Beatmungszentrum“ verwendet werden. Die Begriffe werden nicht definiert, allerdings wird dem „Beatmungszentrum“ eine intersektorale Arbeitsweise zugeordnet (241). Einen Überblick über die Versorgung prolongiert und chronisch kritisch kranker Menschen mit und ohne Beatmung in Deutschland sowie zertifizierende/akkreditierende Fachgesellschaften gibt Abbildung 1.

9.3 Standard Operating Procedures

Standard Operating Procedures (SOPs) beschreiben ein Standardvorgehen bei bestimmten Vorgängen und Handlungsabläufen, im Sinne einer (verbindlichen) Beschreibung der Vorbereitung, Durchführung und Prüfung der Ergebnisse (einschließlich deren Dokumentation). SOPs finden häufig Anwendung bei Prozeduren, die entweder kritisch sind (mit einem Gefahrenpotenzial assoziiert) und/oder unter Zeitdruck erfolgen. Ziel ist es, einen theoretischen Kontext für das am Prozess beteiligte Team zu schaffen, welcher eine Optimierung der Kommunikation sowie eine (theoretische) Simulation und damit Einübung der jeweiligen Prozedur erlaubt. Im Rahmen der Zertifizierung von Zentren für Beatmungsentwöhnung in der NNFR werden folgende SOPs bzw. Konzepte begutachtet:

- Atemwegsmanagement
- Beatmungsentwöhnung
- TK-Management
- Dysphagiemanagement.

Zusätzlich werden durch die vorliegende Leitlinie ein schriftliches Konzept zur Dekanülierung sowohl bezüglich des Hinarbeitens auf, als auch bezüglich der konkreten Entscheidung zur Dekanülierung sowie auch ein Palliativkonzept empfohlen.

9.4 Strukturprüfungen

Der Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) ist die amtliche Klassifikation zum Verschlüsseln von Operationen, Prozeduren und allgemein medizinischen Maßnahmen mit dem Ziel der einheitlichen

Verschlüsselung von medizinischen Eingriffen/Prozeduren/Behandlungen, um eine strukturierte Abrechnung mit den Kostenträgern, wie den Krankenkassen, zu ermöglichen. Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte BfArM gibt den OPS im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit heraus. Die Anwendung erfolgt im stationären Bereich gemäß § 301 SGB V. Der OPS regelt sowohl Prozess- als auch Strukturmerkmale, die als Mindestanforderungen sowohl für die NNFR wie auch für die prolongierte Beatmungsentwöhnung (jeweils spezifisch geregelt) von den leitungserbringenden Einrichtungen zu erfüllen sind.

Das MDK-Reformgesetz sieht mit der Prüfung von Strukturmerkmalen eine regelmäßige Überprüfung der diversen OPS-Komplexcodes durch die Medizinischen Dienste vor. Das genaue Vorgehen wurde zum 28.02.2021 in einer Richtlinie geregelt: Krankenhäuser, welche die geforderte Struktur- und Prozessvoraussetzungen nicht nachweisbar bis zum 31.12.2021 erfüllen, dürfen diese Leistungen ab dem Jahr 2022 weder vereinbaren noch abrechnen. Seit Januar 2019 muss jedes deutsche Krankenhaus für die Beatmungsentwöhnung (Weaning) bei maschineller Beatmung eines vorher beatmeten Patienten den neuen OPS-Code 8-718 verwenden: Beatmungsentwöhnung (Weaning) bei maschineller Beatmung. Im Jahr 2020 erfolgte eine weitere Differenzierung des OPS 8-718 in:

- OPS 8-718.7 Beatmungsentwöhnung nicht auf Beatmungsentwöhnungs-Einheit
- OPS 8-718.8 prolongierte Beatmungsentwöhnung auf spezialisierter intensivmedizinischer Beatmungsentwöhnungseinheit
- OPS 8-718.9 prolongierte Beatmungsentwöhnung auf spezialisierter nicht-intensivmedizinischer Beatmungsentwöhnungseinheit.

Strukturmerkmale sind:

- Möglichkeit der Verneblung von Medikamenten
- Mechanische Insufflatoren/Exsufflatoren
- 24h Möglichkeit der Bronchoskopie
- Möglichkeit zum ethischen Fallgespräch.

Weitere Strukturvoraussetzungen werden durch das Gesetz zur Verbesserung der Versorgungsqualität im Krankenhaus und zur Reform der Vergütungsstrukturen (Krankenhausversorgungsverbesserungsgesetz – KHVVG) und mitgeltende Unterlagen gemacht.

10 Literatur

1. Abbas Z, Sardar Z. Use of pacemaker in GBS dysautonomia. *BMJ Case Rep.* 2021;14(10):e242464.
2. Abel R, Koller M, Schöneboom J, Ewers A, et al. Atmung, Atemunterstützung und Beatmung bei akuter und chronischer Querschnittlähmung. Langfassung S2k-Leitlinie, Version 01.08.2022. AWMF-Register Nr. 179-011. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/179-011.html>
3. Ackermann H. Neurogene Sprech- und Stimmstörungen (Dysarthrie/Dysarthrophonie). Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie - Herausgegeben von der Kommission "Leitlinien" der Deutschen Gesellschaft für Neurologie. 2012;
4. Albrecht S, Dassel A, Fiemel A, Heber J, Hockenholz F, Holtmeier L, et al. N.A.P. – Neuroorthopädische Therapie. 2022;
5. Ali R, Cornelius PJ, Herasevich V, Gajic O, Kashyap R. Effect of daily use of electronic checklist on physical rehabilitation consultations in critically ill patients. *J Crit Care.* 2017;38:357–61.
6. Austria D with ID and TM Klinik Favoriten, MT T, W H, H K, M S, E F, et al. Pharyngeal Electrical Stimulation Treatment of Critically Ill Intensive Care Tracheostomized Patients Presenting with Severe Neurogenic Dysphagia: A Case Series. *Austin J Pulm Respir Med.* 2022;9(1).
7. Bach JR. Noninvasive Respiratory Management of Patients With Neuromuscular Disease. *Ann Rehabilitation Med.* 2017;41(4):519–38.
8. Bagley PH, Cooney E. A community-based regional ventilator weaning unit: development and outcomes. *Chest.* 1997;111(4):1024–9.
9. Bailey P, Thomsen GE, Spuhler VJ, Blair R, Jewkes J, Bezdjian L, et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients*. *Crit Care Med.* 2007;35(1):139–45.
10. Bakhru RN, Wiebe DJ, McWilliams DJ, Spuhler VJ, Schweickert WD. An Environmental Scan for Early Mobilization Practices in U.S. ICUs. *Crit Care Med.* 2015;43(11):2360–9.
11. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Empfehlungen zur Neurologischen Rehabilitation von Patienten mit schweren und schwersten Hirnschädigungen in den Phasen B und C. 1995.
12. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Empfehlungen zur stationären Langzeitpflege und Behandlung von Menschen mit schweren und schwersten Schädigungen des Nervensystems in der Phase F. 2003.
13. Barchfeld T, Dellweg D, Böckling S, Conze S, Kloske K, Schürholz G, et al. [Weaning from long-term mechanical ventilation: data of a single weaning center from 2007 to 2011]. *Dtsch Med Wochenschr (1946).* 2013;139(11):527–33.

14. Barker J, Martino R, Reichardt B, Hickey EJ, Ralph-Edwards A. Incidence and impact of dysphagia in patients receiving prolonged endotracheal intubation after cardiac surgery. *Can J Surg.* 2009;52(2):119–24.
15. Baron R, Binder A, Biniek R, Braune S, Buerkle H, Dall P, et al. S3-Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI); 2021. AWMF-Register Nr. 001-012. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/001-012.html>
16. Bath PM, Scutt P, Love J, Clavé P, Cohen D, Dziewas R, et al. Pharyngeal Electrical Stimulation for Treatment of Dysphagia in Subacute Stroke. *Stroke.* 2018;47(6):1562–70.
17. Baumann SM, Semmlack S, Rybitschka A, Kliem PSC, Marchis GMD, Rüegg S, et al. Prolonged mechanical ventilation in patients with terminated status epilepticus and outcome: An observational cohort study. *Epilepsia.* 2021;62(12):3042–57.
18. Béchet S, Hill F, Gilheaney Ó, Walshe M. Diagnostic Accuracy of the Modified Evan’s Blue Dye Test in Detecting Aspiration in Patients with Tracheostomy: A Systematic Review of the Evidence. *Dysphagia.* 2016;31(6):721–9.
19. Bedwell JR, Pandian V, Roberson DW, McGrath BA, Cameron TS, Brenner MJ. Multidisciplinary Tracheostomy Care How Collaboratives Drive Quality Improvement. *Otolaryngol Clin North Am.* 2019;52(1):135–47.
20. Belhasan DC, Akaaboune M. The role of the dystrophin glycoprotein complex on the neuromuscular system. *Neurosci Lett.* 2020;722:134833.
21. Bender A, Eifert B, Rubi-Fessen I, Jox RJ, Maurer-Karattup P, Müller F. The neurological rehabilitation of adults with coma and disorders of consciousness. *Dtsch Ärzteblatt Int.* 2023;120(37):605–12.
22. Bertram M, Brandt T. Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation: Eine aktuelle Bestandsaufnahme. *Nervenarzt.* 2007;78(10):1160–74.
23. Bertram M, Brandt T. Neurologische Frührehabilitation bei beatmeten Patienten mit ZNS-Störungen. *Intensiv up2date.* 2013;09(01):53–71.
24. Bobath Initiative für Kranken- und Altenpflege (BIKA®). Leitlinie: Position angepasste Rückenlage [Internet]. Dezember 2022. Verfügbar unter: https://www.bika.de/fileadmin/user_upload/Dateien_Instruktoren/user_upload/Leitlinie_-_Position_angepasste_Rueckenlage.pdf
25. Bobath Initiative für Kranken- und Altenpflege (BIKA®). Leitlinie: Position auf der mehr betroffenen Seite [Internet]. Dezember 2022. Verfügbar unter: https://www.bika.de/fileadmin/user_upload/Dateien_Instruktoren/user_upload/Leitlinie_-_Position_auf_der_mehr_betroffenen_Seite.pdf
26. Bobath Initiative für Kranken- und Altenpflege (BIKA®). Leitlinien und Empfehlungen [Internet]. Verfügbar unter: <https://www.bika.de/leitlinien.html>
27. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29(5):1033–56.

28. Bölükbaşı F, Ersen G, Gündüz A, Karaali-Savrun F, Yazici S, Uzun N, et al. Guillain-Barré Syndrome and Its Variants: Clinical Course and Prognostic Factors. *Noro Psikiyatrisi*. 2016;56(1):71–4.
29. Bonvento B, Wallace S, Lynch J, Coe B, McGrath BA. Role of the multidisciplinary team in the care of the tracheostomy patient. *J Multidiscip Healthc*. 2017;10:391–8.
30. Bourke SC, Tomlinson M, Williams TL, Bullock RE, Shaw PJ, Gibson GJ. Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2006;5(2):140–7.
31. Brady SL, Hildner CD, Hutchins BF. Simultaneous Videofluoroscopic Swallow Study and Modified Evans Blue Dye Procedure: An Evaluation of Blue Dye Visualization in Cases of Known Aspiration. *Dysphagia*. 1999;14(3):146–9.
32. Brenner MJ, Pandian V, Milliren CE, Graham DA, Zaga C, Morris LL, et al. Global Tracheostomy Collaborative: data-driven improvements in patient safety through multidisciplinary teamwork, standardisation, education, and patient partnership. *Br J Anaesth*. 2020;125(1):e104–18.
33. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 1995;333(13):817–22.
34. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;150(4):896–903.
35. Brocke J, Hartwich M. Therapiezieländerung und Palliativmedizin in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation . *Neurologie & Rehabilitation*. 2016;3:255–60.
36. Brodsky MB, Akst LM, Jedlanek E, Pandian V, Blackford B, Price C, et al. Laryngeal Injury and Upper Airway Symptoms After Endotracheal Intubation During Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesia Analg*. 2020;132(4):1023–32.
37. Brodsky MB, Levy MJ, Jedlanek E, Pandian V, Blackford B, Price C, et al. Laryngeal Injury and Upper Airway Symptoms After Oral Endotracheal Intubation With Mechanical Ventilation During Critical Care. *Crit Care Med*. 2018;46(12):2010–7.
38. Brodsky MB, Mayfield EB, Gross RD. Clinical Decision Making in the ICU: Dysphagia Screening, Assessment, and Treatment. *Semin Speech Lang*. 2019;40(03):170–87.
39. Brummel NE, Girard TD, Ely EW, Pandharipande PP, Morandi A, Hughes CG, et al. Feasibility and safety of early combined cognitive and physical therapy for critically ill medical and surgical patients: the Activity and Cognitive Therapy in ICU (ACT-ICU) trial. *Intensiv Care Med*. 2014;40(3):370–9.
40. Camela F, Gallucci M, Ricci G. Cough and airway clearance in Duchenne muscular dystrophy. *Paediatr Respir Rev*. 2019;31:35–9.
41. Cascio CML, Goetze O, Latshang TD, Bluemel S, Frauenfelder T, Bloch KE. Gastrointestinal Dysfunction in Patients with Duchenne Muscular Dystrophy. *PLoS ONE*. 2016;11(10):e0163779.
42. Cavka K, Fuller DD, Tonuzi G, Fox EJ. Diaphragm Pacing and a Model for Respiratory Rehabilitation After Spinal Cord Injury. *J Neurol Phys Ther*. 2021;45(3):235–42.

43. Ceriana P, Carlucci A, Schreiber A, Fracchia C, Cazzani C, Dichiarante M, et al. Changes of swallowing function after tracheostomy: a videofluoroscopy study. *Minerva Anesthesiol.* 2014;81(4):389–97.
44. Chakraborty T, Kramer CL, Wijdicks EFM, Rabinstein AA. Dysautonomia in Guillain–Barré Syndrome: Prevalence, Clinical Spectrum, and Outcomes. *Neurocritical Care.* 2020;32(1):113–20.
45. Cheng MCF, Murphy PB, Hart N, Evans MRB, Spillane JE, Howard RS. Prolonged Ventilatory Support for Patients Recovering From Guillain-Barré Syndrome. *Neurol Clin Pr.* 2019;11(1):18–24.
46. Chia JY, Clay AS. Effects of Respiratory-Therapist Driven Protocols on House-Staff Knowledge and Education of Mechanical Ventilation. *Clin Chest Med.* 2008;29(2):313–21.
47. Cichero JAY, Lam P, Steele CM, Hanson B, Chen J, Dantas RO, et al. Development of International Terminology and Definitions for Texture-Modified Foods and Thickened Fluids Used in Dysphagia Management: The IDDSI Framework. *Dysphagia.* 2017;32(2):293–314.
48. Clayton JM, Butow PN, Tattersall MH. When and how to initiate discussion about prognosis and end-of-life issues with terminally ill patients. *J Pain Symptom Manage.* 2005;30(2):132–44.
49. Clayton JM, Hancock K, Parker S, Butow PN, Walder S, Carrick S, et al. Sustaining hope when communicating with terminally ill patients and their families: a systematic review. *Psychooncology.* 2008;17(7):641–59.
50. Claytor B, Cho S, Li Y. Myasthenic crisis. *Muscle Nerve.* 2023;68(1):8–19.
51. Cooper JD, Grillo HC. The Evolution of Tracheal Injury Due to Ventilatory Assistance Through Cuffed Tubes. *Ann Surg.* 1969;169(3):334–48.
52. Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubenfeld GD. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(5):1530–6.
53. Costigan FA, Duffett M, Harris JE, Baptiste S, Kho ME. Occupational Therapy in the ICU: A Scoping Review of 221 Documents. *Crit care Med.* 2019;47(12):e1014–21.
54. Dempsey GA, Morton B, Hammell C, Williams LT, Smith CT, Jones T. Long-Term Outcome Following Tracheostomy in Critical Care. *Crit Care Med.* 2016;44(3):617–28.
55. Deutsche Fachgesellschaft Aktivierend-therapeutische Pflege (DGATP) e.V. Definition der aktivierend-therapeutischen Pflege (ATP). 2018. Verfügbar unter: <https://www.dgatp.info/definition-atp>.
56. Dijkerman HC, Wood VA, Hewer RL. Long-term outcome after discharge from a stroke rehabilitation unit. *J R Coll Physicians Lond.* 1996;30(6):538–46.
57. Deutsches Institut für Medizinische Information und Dokumentation (DIMDI). Pflegekomplexmaßnahmen-Scores. OPS-Version 2024. Frührehabilitative und physikalische Therapie (8-55...8-60). 2024.
58. Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP). Atmung, Atemunterstützung und Beatmung bei akuter und chronischer Querschnittlähmung. S2k-Leitlinie,

Version 01.08.2022. AWMF-Register Nr: 179-011. Verfügbar unter:
https://register.awmf.org/assets/guidelines/179-011l_S2k_Atmung-Atemunterstuetzung-Beatmung-bei-akuter-und-chronischer-Querschnittlaehmung_2022-11.pdf.

59. Doets AY, Verboon C, Berg B van den, Harbo T, Cornblath DR, Willison HJ, et al. Regional variation of Guillain-Barré syndrome. *Brain*. 2018;141(10):2866–77.

60. Donzelli J, Brady S, Wesling M, Craney M. Simultaneous modified Evans blue dye procedure and video nasal endoscopic evaluation of the swallow. *Laryngoscope*. 2001;111(10):1746–50.

61. Dubois R, Sorensen R, Buell B, Telenko T, West A. The Respiratory Therapy Practice-Based Outcomes Initiative (RT-PBOI): Developing a framework to explore the value added by respiratory therapists to health care in Alberta. *Can J Respir Ther: CJRT Rev Can Thérapie Respir : RCTR*. 2021;57:99–104.

62. Duncan S, McAuley DF, Walshe M, McGaughey J, Anand R, Fallis R, et al. Interventions for oropharyngeal dysphagia in acute and critical care: a systematic review and meta-analysis. *Intensiv Care Med*. 2020;46(7):1326–38.

63. Dzierwas R, Brinke M auf dem, Birkmann U, Bräuer G, Busch K, Cerra F, et al. Safety and clinical impact of FEES – results of the FEES-registry. *Neurol Res Pr*. 2019;1(1):16.

64. Dzierwas R, Pflug C, et al. Neurogene Dysphagie. S1-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Neurologie. 2020. Verfügbar unter: https://www.dgn.org/leitlinien/030-111l_neurogene-dysphagie_2020-05.pdf

65. Dzierwas R, Stellato R, Tweel I van der, Walther E, Werner CJ, Braun T, et al. Pharyngeal electrical stimulation for early decannulation in tracheotomised patients with neurogenic dysphagia after stroke (PHAST-TRAC): a prospective, single-blinded, randomised trial. *Lancet Neurol*. 2018;17(10):849–59.

66. Eggers D, Hermes C, Esteve H, Nickoleit M, Filipovic S, König V, et al.; Sektion Pflege der Deutschen Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin (DGIIN). Interprofessionelles Curriculum Frühmobilisierung. *Med Klin Intensivmed Notfmed [Internet]*. 2023;118:487–91. doi:10.1007/s00063-023-01035-6.

67. Engelter ST, Gostynski M, Papa S, Frei M, Born C, Ajdacic-Gross V, et al. Epidemiology of Aphasia Attributable to First Ischemic Stroke. *Stroke*. 2006;37(6):1379–84.

68. Epstein SK, Ciubotaru RL. Independent Effects of Etiology of Failure and Time to Reintubation on Outcome for Patients Failing Extubation. *Am J Respir Crit care Med*. 1998;158(2):489–93.

69. Escudero C, Sassi FC, Medeiros GC de, Lima MS de, Cardoso PFG, Andrade CRF de. Decannulation: a retrospective cohort study of clinical and swallowing indicators of success. *Clinics*. 2022;77:100071.

70. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alia I, Solsona JF, Valverdu I, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med*. 1995;332(6):345–50.

71. Ferraris VA, Ferraris SP, Moritz DM, Welch S. Oropharyngeal dysphagia after cardiac operations. *Ann Thorac Surg*. 2001;71(6):1792–5; discussion 1796.

72. Fichtner F, Mörer O, Laudi S, Weber-Carstens S, et al. S3-Leitlinie: Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz. AWMF Leitlinien-Register Nr. 001/021. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-021>
73. Filho TAL, Arcanjo FPN, Zanin LH, Portela HA, Braga JM, Pereira V da L. The accuracy of the modified Evan's blue dye test in detecting aspiration in tracheostomised patients. *J Laryngol Otol.* 2019;133(4):329–32.
74. Fokke C, Berg B van den, Drenthen J, Walgaard C, Doorn PA van, Jacobs BC. Diagnosis of Guillain-Barré syndrome and validation of Brighton criteria. *Brain.* 2014;137(1):33–43.
75. Frajkova Z, Tedla M, Tedlova E, Suchankova M, Geneid A. Postintubation Dysphagia During COVID-19 Outbreak-Contemporary Review. *Dysphagia.* 2020;35(4):549–57.
76. Frank U, Frank K, Zimmermann H. Effects of Respiratory Therapy (bagging) on Respiratory Function, Swallowing Frequency and Vigilance in Tracheotomized Patients in Early Neurorehabilitation*. *Pneumologie.* 2015;69(07):394–9.
77. Freeman-Sanderson A, Ward EC, Miles A, Netto I de P, Duncan S, Inamoto Y, et al. A Consensus Statement for the Management and Rehabilitation of Communication and Swallowing Function in the ICU: A Global Response to COVID-19. *Arch Phys Med Rehabilitation.* 2021;102(5):835–42.
78. Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzeptes. Grundlagen -- Handling -- Fallbeispiele. 2014;
79. Füssenich W, Araujo SH, Kowald B, Hosman A, Auerswald M, Thietje R. Discontinuous ventilator weaning of patients with acute SCI. *Spinal Cord.* 2018;56(5):461–8.
80. Gauggel S, Sturm W. Leitlinien der Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP) für neuropsychologische Diagnostik und Therapie. *Z für Neuropsychol.* 2005;16(4):175–99.
81. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA). Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von außerklinischer Intensivpflege (Außerklinische Intensivpflege-Richtlinie/AKI-RL). In der Fassung vom 19. November 2021 veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz AT 17. März 2022 B2), in Kraft getreten am 18. März 2022. https://www.g-ba.de/downloads/62-492-2772/AKI-RL_2021-11-19_iK-2022-03-18.pdf.
82. Ghiani A, Tsitouras K, Paderewska J, Munker D, Walcher S, Neurohr C, et al. Tracheal stenosis in prolonged mechanically ventilated patients: prevalence, risk factors, and bronchoscopic management. *BMC Pulm Med.* 2022;22(1):24.
83. Giacino JT, Ashwal S, Childs N, Cranford R, Jennett B, Katz DI, et al. The minimally conscious state: Definition and diagnostic criteria. *Neurology.* 2002;58(3):349–53.
84. Gilhus NE, Tzartos S, Evoli A, Palace J, Burns TM, Verschuuren JJGM. Myasthenia gravis. *Nat Rev Dis Prim.* 2019;5(1):30.
85. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008;371(9607):126–34.

86. Godoy DA, Mello LV de, Masotti L, Napoli MD. Intensive Care Unit Acquired Weakness (ICU-AW): a brief and practical review. *Rev Heal Care*. 2015;6(1):9–35.
87. Goedemans T, Verbaan D, Veer O van der, Bot M, Post R, Hoogmoed J, et al. Complications in cranioplasty after decompressive craniectomy: timing of the intervention. *J Neurol*. 2020;267(5):1312–20.
88. Gonzalez-Bermejo J, LLontop C, Similowski T, Morélot-Panzini C. Respiratory neuromodulation in patients with neurological pathologies: For whom and how? *Ann Phys Rehabilitation Med*. 2015;58(4):238–44.
89. Grimm DR, Chandy D, Almenoff PL, Schilero G, Lesser M. Airway Hyperreactivity in Subjects With Tetraplegia Is Associated With Reduced Baseline Airway Caliber. *Chest*. 2000;118(5):1397–404.
90. Groß M, Demmer T, Hrsg. *Interdisziplinäre Palliativmedizin*. Springer; 2021. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-62011-3>
91. Groß M, Pohl M, Platz T, Schmidt-Wilcke T. Die Zertifizierung von Zentren für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation durch die Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation. *Nervenarzt*. 2021;93(8):828–34.
92. Group TARS, Rosenbohm A, Peter RS, Erhardt S, Lulé D, Rothenbacher D, et al. Epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis in Southern Germany. *J Neurol*. 2017;264(4):749–57.
93. Hales PA, Drinnan MJ, Wilson JA. The added value of fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing in tracheostomy weaning. *Clin Otolaryngol*. 2008;33(4):319–24.
94. Hamzic S, Braun T, Juenemann M, Butz M, Voswinckel R, Belly M, et al. Validation of the German Version of Functional Oral Intake Scale (FOIS-G) for Flexible Endoscopic Evaluation of Swallowing (FEES). *Dysphagia*. 2021;36(1):130–9.
95. Hashem MD, Nelliot A, Needham DM. Early Mobilization and Rehabilitation in the ICU: Moving Back to the Future. *Respir Care*. 2016;61(7):971–9.
96. Hatch R, Young D, Barber V, Griffiths J, Harrison DA, Watkinson P. Anxiety, Depression and Post Traumatic Stress Disorder after critical illness: a UK-wide prospective cohort study. *Crit Care*. 2018;22(1):310.
97. Hatton GE, Mollett PJ, Du RE, Wei S, Korupolu R, Wade CE, et al. High tidal volume ventilation is associated with ventilator-associated pneumonia in acute cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2021;44(5):775–81.
98. Heidler MD, Bidu L, Völler H, Salzwedel A. Prädiktoren des kognitiven Outcomes beatmeter Frührehabilitationspatienten. *Nervenarzt*. 2017;88(8):905–10.
99. Heidler MD, Salzwedel A, Jöbges M, Lück O, Dohle C, Seifert M, et al. Decannulation of tracheotomized patients after long-term mechanical ventilation – results of a prospective multicentric study in German neurological early rehabilitation hospitals. *BMC Anesthesiol*. 2018;18(1):65.
100. Hess D. Ventilator modes used in weaning. *Chest*. 2001;120(6 Suppl):474S–6S.

101. Hochhausen N, Kuhlen R. Protokollbasierte Entwöhnungsstrategie oder individuelle, ärztliche Entscheidung? *Anaesthesist*. 2005;54:816–818.
102. Hodgson CL, Stiller K, Needham DM, Tipping CJ, Harrold M, Baldwin CE, et al. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. *Crit Care*. 2014;18(6):658.
103. Hoffmann B, Karbe H, Krusch C, Müller B, Pause M, Prosiegel M, et al. Patientencharakteristika in der neurologisch/neurochirurgischen Frührehabilitation (Phase B): Eine multizentrische Erfassung im Jahr 2002 in Deutschland. *Aktuelle Neurol*. 2006;33(5):287–96.
104. Hogue CW, Lappas GD, Creswell LL, B. JrF T, Sample M, Pugh D, et al. Swallowing dysfunction after cardiac operations. Associated adverse outcomes and risk factors including intraoperative transesophageal echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1995;110(2):517–22.
105. Hornemann D, Marquardt C, Sugg J, Haack C, Rameil P, Fülöpp Z, et al. Der Atmungstherapeut in der Neurologie – Ein Blick auf das Berufsbild und ein Ausblick in die Zukunft. *Fortschritte Neurol Psychiatr*. 2022;91(01/02):45–51.
106. Hornemann D, Schucher B, Bayarassou H, Jaschke C, Fabritius G, Platz T, et al. [Physician-led healthcare structures for patients in out-of-hospital intensive care nursing: a cross-sectional survey by the German Society for Out-of-Hospital Ventilation]. *Fortschritte Neurol-Psychiatr*. 2024;
107. Horton E, Krishnamoorthy S, Reynolds L. Bickerstaff’s encephalitis. *BMJ Case Rep*. 2014;2014(jul30 1):bcr2014205336.
108. Hosseini HM, Pai DR, Ofak DR. COPD: Does Inpatient Education Impact Hospital Costs and Length of Stay? *Hosp Top*. 2019;97(4):165–75.
109. Hsu SH, Campbell C, Weeks AK, Herklotz M, Kostecky N, Pastores SM, et al. A pilot survey of ventilated cancer patients’ perspectives and recollections of early mobility in the intensive care unit. *Support Care Cancer*. 2020;28(2):747–53.
110. Huttner H. Intrakranieller Druck (ICP). Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie Online: www.dgn.org/leitlinien [Internet]. 2023; Available from: <https://dgn.org/leitlinie/intrakranieller-druck-icp>
111. Hwang CH, Choi KH, Ko YS, Leem CM. Pre-emptive swallowing stimulation in long-term intubated patients. *Clin Rehabilitation*. 2007;21(1):41–6.
112. Indredavik B, Rohweder G, Naalsund E, Lydersen S. Medical Complications in a Comprehensive Stroke Unit and an Early Supported Discharge Service. *Stroke*. 2008;39(2):414–20.
113. Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK GmbH). Deutsche Kodierrichtlinien - Allgemein und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. 2015.
114. Jacobs JV, Hill DA, Petersen SR, Bremner RM, Sue RD, Smith MA. “Corkscrew stenosis”: Defining and preventing a complication of percutaneous dilatational tracheostomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145(3):716–20.

115. Jolley SE, Moss M, Needham DM, Caldwell E, Morris PE, Miller RR, et al. Point Prevalence Study of Mobilization Practices for Acute Respiratory Failure Patients in the United States. *Crit Care Med*. 2017;45(2):205–15.
116. Jubran A, Grant BJ, Duffner LA, Collins EG, Lanuza DM, Hoffman LA, et al. Effect of pressure support vs unassisted breathing through a tracheostomy collar on weaning duration in patients requiring prolonged mechanical ventilation: a randomized trial. *Jama*. 2013;309(7):671–7.
117. Kaida K. Guillain-Barré Syndrome. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1190:323–31.
118. Karnath HO, Schenk T, Benke T, Brinkmann S, Brötz D, Engel A, et al. Kurzfassung der S2k-Leitlinie „Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition“ (AWMF-030/126). *Z für Neuropsychol*. 2023;34(3):119–28.
119. Keller J, Durwen HF, Herausgeber. *Dysphagietherapie*. 1. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer Verlag; 2023 Sep. Verfügbar unter: <https://shop.kohlhammer.de/dysphagietherapie-41776.html#147=22>
120. Kerkhoff G, Schmidt L. *Neglect und assoziierte Störungen*. 2018;
121. Kim SS, Khalpey Z, Hsu C, Little AG. Changes in Tracheostomy- and Intubation-Related Tracheal Stenosis: Implications for Surgery. *Ann Thorac Surg*. 2017;104(3):964–70.
122. Klarmann S, Fischer P, Weiß C: Kommunikation mit beatmeten Patient:innen. *DIVI* 2024; 15: 025–030 DOI 10.53180/DIVI.2024.0025-0030
123. Köhler D, Schönhofer B. “Weaning” nach Langzeitbeatmung bei Patienten mit erschöpfter Atempumpe - ein neues Behandlungskonzept. *Med Klinik*. 1994;89:11–5.
124. Koitschev A, Simon C, Blumenstock G, Mach H, Graumüller S. Suprastomal tracheal stenosis after dilational and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Anaesthesia*. 2006;61(9):832–7.
125. Kollef MH, Shapiro SD, Clinkscale D, Cracchiolo L, Clayton D, Wilner R, et al. The Effect of Respiratory Therapist-Initiated Treatment Protocols on Patient Outcomes and Resource Utilization. *Chest*. 2000;117(2):467–75.
126. Ko R, Ramos L, Chalela JA. Conventional weaning parameters do not predict extubation failure in neurocritical care patients. *Neurocrit Care*. 2009;10(3):269–73.
127. Krishnan JA, Moore DM, Robeson C, Rand CS, Fessler HE. A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;169:673–678.
128. Kuroiwa R, Tateishi Y, Oshima T, Shibuya K, Inagaki T, Murata A, et al. Cardiovascular autonomic dysfunction induced by mechanical insufflation-exsufflation in Guillain–Barré syndrome. *Respirol Case Rep*. 2023;11(5):e01135.
129. Kutsukutsa J, Kuupiel D, Monori-Kiss A, Rey-Puech P del, Mashamba-Thompson TP. Tracheostomy decannulation methods and procedures for assessing readiness for decannulation in adults: a systematic scoping review. *Int J Evid-Based Healthc*. 2019;17(2):74–91.
130. Lang A, Kienitz C, Wetzel P, Rollnik JD. Prolonged thromboprophylaxis with enoxaparin in early neurological rehabilitation. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2011;17(5):470–5.

131. Larminat VM de, Montravers PM, Dureuil BM, Desmots JMM. Alteration in swallowing reflex after extubation in intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 1995;23(3):486-490.
132. Lawn ND, Wijdicks EFM. Fatal Guillain-Barré syndrome. *Neurology*. 1999;52(3):635–8.
133. Leder SB, Cohn SM, Moller BA. Fiberoptic endoscopic documentation of the high incidence of aspiration following extubation in critically ill trauma patients. *Dysphagia*. 1998;13(4):208–12.
134. Lee IH, Kuo YW, Lin FC, Wu CW, Jerng JS, Kuo PH, et al. Kinetics of oxygen uptake during unassisted breathing trials in prolonged mechanical ventilation: a prospective pilot study. *Sci Rep*. 2020;10(1):14301.
135. Leonhard SE, Mandarakas MR, Gondim FAA, Bateman K, Ferreira MLB, Cornblath DR, et al. Diagnosis and management of Guillain–Barré syndrome in ten steps. *Nat Rev Neurol*. 2019;15(11):671–83.
136. Leyk G, Hirschfeld S, Böthig R, Willenbrock U, Thietje R, Lönnecker S, et al. [Spinal cord injury (SCI) - Aspects of intensive medical care]. *Anesthesiologie, Intensiv, Notfallmedizin, Schmerzther : AINS*. 2014;49(9):506–12; quiz 513.
137. Leyro TM, Versella MV, Yang MJ, Brinkman HR, Hoyt DL, Lehrer P. Respiratory therapy for the treatment of anxiety: Meta-analytic review and regression. *Clin Psychol Rev*. 2021;84:101980.
138. Lippi L, D’Abrosca F, Folli A, Turco A, Curci C, Ammendolia A, et al. Rehabilitation interventions for weaning from mechanical ventilation in patients with spinal cord injury: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabilitation*. 2023;36(3):577–93.
139. Lopez A, Kraja O, Kosse N, Storre J, Stoelben E. Reduktion Tracheostoma-assoziiierter Trachealstenosen durch chirurgischen Stomaverschluss. Eine retrospektive Analyse von 401 Tracheotomien. *Pneumologie*. 2015;69(S 01).
140. Lu Y, Shang Z, Zhang W, Pang M, Hu X, Dai Y, et al. Global incidence and characteristics of spinal cord injury since 2000–2021: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2024;22(1):285.
141. MacIntyre NR, Cook DJ, W. JrE E, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*. 2001;120(6 Suppl):375S-95S.
142. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRC consensus conference. *Chest*. 2005;128(6):3937–54.
143. Mah JW, Staff II, Fisher SR, Butler KL. Improving Decannulation and Swallowing Function: A Comprehensive, Multidisciplinary Approach to Post-Tracheostomy Care. *Respir Care*. 2017;62(2):137–43.
144. Marchioni A, Tonelli R, Andreani A, Cappiello GF, Fermi M, Trentacosti F, et al. Molecular Mechanisms and Physiological Changes behind Benign Tracheal and Subglottic Stenosis in Adults. *Int J Mol Sci*. 2022;23(5):2421.

145. Marshman LAG, Jakabek D, Hennessy M, Quirk F, Guazzo EP. Post-traumatic amnesia. *J Clin Neurosci*. 2013;20(11):1475–81.
146. Masip J, Mebazaa A, Filippatos GS. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med*. 2008;359(19):2068–9; author reply 2069.
147. Masip J, Roque M, Sanchez B, Fernandez R, Subirana M, Exposito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2005;294(24):3124–30.
148. Maurer-Karattup P, Rost L. The Importance of Neuropsychology in the Early Rehabilitation of Patients with Critical Illness after Acute COVID Infection. *Z für Neuropsychol*. 2023;34(2):85–97.
149. McGrath BA, Lynch J, Bonvento B, Wallace S, Poole V, Farrell A, et al. Evaluating the quality improvement impact of the Global Tracheostomy Collaborative in four diverse NHS hospitals. *BMJ Qual Improv Rep*. 2017;6(1):bmjqr.u220636.w7996.
150. McGrath BA, Wallace S. The UK National Tracheostomy Safety Project and the role of speech and language therapists. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;22(3):181–7.
151. McGrath BA, Wallace S, Lynch J, Bonvento B, Coe B, Owen A, et al. Improving tracheostomy care in the United Kingdom: results of a guided quality improvement programme in 20 diverse hospitals. *Br J Anaesth*. 2020;125(1):e119–29.
152. McGrath BA, Wallace S, Wilson M, Nicholson L, Felton T, Bowyer C, et al. Safety and feasibility of above cuff vocalisation for ventilator-dependant patients with tracheostomies. *J Intensiv Care Soc*. 2019;20(1):59–65.
153. McGrath B, Lynch J, Wilson M, Nicholson L, Wallace S. Above cuff vocalisation: A novel technique for communication in the ventilator-dependent tracheostomy patient. *J Intensiv Care Soc*. 2016;17(1):19–26.
154. McRae J, Montgomery E, Garstang Z, Cleary E. The role of speech and language therapists in the intensive care unit. *J Intensiv Care Soc*. 2020;21(4):344–8.
155. Meythaler JM. Rehabilitation of Guillain-Barré syndrome. *Arch Phys Med Rehabilitation*. 1997;78(8):872–9.
156. Mills CS, Michou E, King N, Bellamy MC, Siddle HJ, Brennan CA, et al. Evidence for Above Cuff Vocalization in Patients With a Tracheostomy: A Systematic Review. *Laryngoscope*. 2022;132(3):600–11.
157. Misra U, Kumar S, Singh V, Dubey D, Kalita J. Noninvasive Ventilation in Myasthenia Gravis. *Neurol India*. 2020;68(3):648.
158. Moerer O, Barwing J, Quintel M. Neurally adjusted ventilatory assist: ein neuartiges Beatmungsverfahren. *Anästhesist*. 2008;57:998–1005.
159. Muhle P, Suntrup-Krueger S, Burkardt K, Lapa S, Ogawa M, Claus I, et al. Standardized Endoscopic Swallowing Evaluation for Tracheostomy Decannulation in Critically Ill Neurologic Patients - a prospective evaluation. *Neurol Res Pr*. 2021;3(1):26.

160. Müller S: Die Rolle der Physiotherapie beim Weaningprozess. *DIVI* 2010; 1: 82–86
161. Murray J, Langmore SE, Ginsberg S, Dostie A. The significance of accumulated oropharyngeal secretions and swallowing frequency in predicting aspiration. *Dysphagia*. 1996;11(2):99–103.
162. Musicco M, Emberti L, Nappi G, Caltagirone C. 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(4):551–8.
163. Navalesi P, Longhini F. Neurally adjusted ventilatory assist. *Curr Opin Crit Care*. 2015;21:58–64.
164. Nelles G, et al. Rehabilitation von sensomotorischen Störungen. S2k-Leitlinie, AWMF-Registernummer: 030-123. 2023.
Verfügbar unter: https://register.awmf.org/assets/guidelines/030-123l_S2k_Rehabilitation-von-sensomotorischen-_Stoerungen_2023-05.pdf
165. Neubauer PD, Rademaker AW, Leder SB. The Yale Pharyngeal Residue Severity Rating Scale: An Anatomically Defined and Image-Based Tool. *Dysphagia*. 2015;30(5):521–8.
166. Neumann B, Angstwurm K, Mergenthaler P, Kohler S, Schönenberger S, Bösel J, et al. Myasthenic crisis demanding mechanical ventilation: A multicenter analysis of 250 cases. *Neurology*. 2019;94(3):e299–313.
167. Nguyen TP, Taylor RS. Guillain-Barre Syndrome. [Updated 2023 Feb 7]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532254/>
168. Norwood S, Vallina VL, Short K, Saigusa M, Fernandez LG, McLarty JW. Incidence of Tracheal Stenosis and Other Late Complications After Percutaneous Tracheostomy. *Ann Surg*. 2000;232(2):233–41.
169. Nydahl P, Miethbauer K, Baillie H, Bergmann T, Miethbauer T, Ochs S, et al. Atmungstherapie an einem Universitätsklinikum: eine Evaluation des Tätigkeitsprofils. *Med Klin - Intensiv Notfallmedizin*. 2022;118(5):341–50.
170. Nydahl P, Sricharoenchai T, Chandra S, Kundt FS, Huang M, Fischill M, et al. Safety of Patient Mobilization and Rehabilitation in the Intensive Care Unit. Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14(5):766–77.
171. O'Connor LR, Morris NR, Paratz J. Physiological and clinical outcomes associated with use of one-way speaking valves on tracheostomised patients: A systematic review. *Hear Lung*. 2019;48(4):356–64.
172. Oehmichen F, Ketter G, Mertl-Rötzer M, Platz T, Puschendorf W, Rollnik JD, et al. Beatmungsentwöhnung in neurologischen Weaningzentren. *Nervenarzt*. 2012;83(10):1300–7.
173. Oehmichen F, Ragaller M. Beatmungsentwöhnung bei chronisch-kritisch Kranken. *Intensiv- und Notfallbehandl*. 2012;37:118–126.

174. Oehmichen F, Zäumer K, Ragaller M, Mehrholz J, Pohl M. Anwendung eines standardisierten Spontanatmungsprotokolls - Erfahrungen in einem Weaning-Zentrum mit neurologischem Schwerpunkt. *Nervenarzt*. 2013;84(8):962–72.
175. Orlikowski D, Prigent H, Sharshar T, Lofaso F, Raphael JC. Respiratory dysfunction in guillain-barré syndrome. *Neurocritical Care*. 2004;1(4):415–22.
176. Otaka H, Imai S, Tani T, Fushimi K. Influence of inpatient rehabilitation after crisis in patients with myasthenia gravis: A retrospective cohort study using a nationwide administrative database in Japan. *J Neurol Sci*. 2022;438:120280.
177. Pandian V, Boisen S, Mathews S, Brenner MJ. Speech and Safety in Tracheostomy Patients Receiving Mechanical Ventilation: A Systematic Review. *Am J Crit care: Off Publ, Am Assoc Crit-Care Nurses*. 2019;28(6):441–50.
178. Pandian V, Miller CR, Schiavi AJ, Yarmus L, Contractor A, Haut ER, et al. Utilization of a standardized tracheostomy capping and decannulation protocol to improve patient safety. *Laryngoscope*. 2014;124(8):1794–800.
179. Passy V, Baydur A, Prentice W, Darnell-Neal R. Passy-Muir tracheostomy speaking valve on ventilator-dependent patients. *Laryngoscope*. 1993;103(6):653–8.
180. Paul BS, Bhatia R, Prasad K, Padma MV, Tripathi M, Singh MB. Clinical predictors of mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome. *Neurol India*. 2012;60(2):150–3.
181. Peris A, Bonizzoli M, Iozzelli D, Migliaccio ML, Zagli G, Bacchereti A, et al. Early intra-intensive care unit psychological intervention promotes recovery from post traumatic stress disorders, anxiety and depression symptoms in critically ill patients. *Crit Care*. 2011;15(1):R41–R41.
182. Peruzzi WT, Logemann JA, Currie D, Moen SG. Assessment of aspiration in patients with tracheostomies: comparison of the bedside colored dye assessment with videofluoroscopic examination. *Respir care*. 2001;46(3):243–7.
183. Pickenbrock H, Ludwig VU, Zapf A, Dressler D. Conventional Versus Neutral Positioning in Central Neurological Disease. *Dtsch Ärzteblatt Int*. 2015;112(3):35–42.
184. Platz T, Bender A, Dohle C, Gorsler A, Knecht S, Liepert J, et al. German hospital capacities for prolonged mechanical ventilator weaning in neurorehabilitation – results of a representative survey. *Neurol Res Pr*. 2020;2(1):18.
185. Platz T, et al. Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall. S3-Leitlinie, AWMF-Registernummer: 080-001. 2020. Verfügbar unter: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/080-001l_S3_Rehabilitative_Therapie_bei_Armparese_nach_Schlaganfall_2020-07.pdf
186. Platz T, Rubi-Fessen I, Breitenstein C. Update Neurorehabilitation 2024. 2024. 173–200 p.
187. Platz T, Schmidt-Wilcke T, Groß M, Friederich C, Pohl M. Zertifizierung der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V., DGNR. *Nervenarzt*. 2024;95(2):152–8.
188. Ploner CJ, Rolke R, Bausewein C, Borasio GD, Dodel R, Feddersen B, et al. S2k-Leitlinie: Palliativmedizinische Versorgung neurologischer Erkrankungen [Internet]. 2023 Apr. Verfügbar unter:

https://register.awmf.org/assets/guidelines/030-145l_S2k_Palliativmedizinische-Versorgung-neurologischer-Erkrankungen_2023-04.pdf

189. Pohl M, Berger K, Ketter G, Krusch C, Pause M, Puschendorf W, et al. Langzeitverlauf von Patienten der neurologischen Rehabilitation Phase B: Ergebnisse der 6-Jahres-Nachuntersuchung einer Multizenterstudie. *Nervenarzt*. 2011;82:753–763.
190. Pohl M, Bertram M, Bucka C, Hartwich M, Jobges M, Ketter G, et al. Rehabilitationsverlauf von Patienten in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation: Ergebnisse einer multizentrischen Erfassung im Jahr 2014 in Deutschland. *Nervenarzt*. 2016;87(6):634–44.
191. Rabinstein AA. Noninvasive ventilation for neuromuscular respiratory failure: when to use and when to avoid. *Curr Opin Crit care*. 2016;22(2):94–9.
192. Radbruch L, Nauck F, Elsner F, Ostgathe C, Bausewein C, Simon ST, et al. S3-Leitlinie: Palliativmedizin für Patienten mit einer nicht heilbaren Krebserkrankung [Internet]. 2020 Sep. Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF). Verfügbar unter: https://register.awmf.org/assets/guidelines/128-001OLI_S3_Palliativmedizin_2020-09_02.pdf
193. Rajabally YA, Uncini A. Outcome and its predictors in Guillain-Barre syndrome. *J Neurol, Neurosurg, psychiatry*. 2012;83(7):711–8.
194. Ramnarain D, Aupers E, Oudsten B den, Oldenbeuving A, Vries J de, Pouwels S. Post Intensive Care Syndrome (PICS): an overview of the definition, etiology, risk factors, and possible counseling and treatment strategies. *Expert Rev Neurother*. 2021;21(10):1159–77.
195. Rau Y, Schulz AP, Thietje R, Matrisch L, Frese J, Hirschfeld S. Incidence of spinal cord injuries in Germany. *Eur Spine J*. 2023;32(2):601–7.
196. Rawal G, Yadav S, Kumar R. Post-intensive care syndrome: An overview. *J Transl Intern Med*. 2017;5(2):90–2.
197. Renner C, Albert M, Brinkmann S. S2e-Leitlinie: Multimodale Neurorehabilitationskonzepte für das Post-Intensive-Care-Syndrom (PICS). Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR); 2023. AWMF-Register Nr. 080-007. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/080-007.html>
198. Roesner M, Beyer J, Dohm CP, Elsner M, Groß M, Meyer A, et al. Neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation in den Bundesländern Niedersachsen und Bremen. *Fortschritte Neurol Psychiatr*. 2019;87(04):246–54.
199. Rollnik JD. Palliativmedizin und Prognosestellung. Die neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation. 2013;366–71.
200. Rollnik JD. Neurologische Frührehabilitation. In: Marx G, Muhl E, Zacharowski K, Zeuzem S, editors. *Die Intensivmedizin*. 12th ed. Heidelberg: Springer Verlag; 2015. p. 635-645.
201. Rollnik JD, Adolphsen J, Bauer J, Bertram M, Brocke J, Dohmen C, et al. [Prolonged weaning during early neurological and neurosurgical rehabilitation: S2k guideline published by the Weaning Committee of the German Neurorehabilitation Society (DGNR)]. *Nervenarzt*. 2017;88(6):652–74.

202. Rollnik JD, Berlinghof K, Lenz O, Bertomeu AM. Beatmung in der neurologischen Frührehabilitation. *Akt Neurol.* 2010;37:316–8.
203. Rollnik JD, Brocke J, Gorsler A, Groß M, Hartwich M, Pohl M, et al. Weaning in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation – Ergebnisse der „WennFrüh“-Studie der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation. *Nervenarzt.* 2020;91(12):1122–9.
204. Rollnik J, Deichsel H. Dokumentation von Leistungen der therapeutisch-aktivierenden Pflege in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation mit Hilfe des Katalogs der niedersächsischen „Arbeitsgemeinschaft neurologische Frührehabilitationspflege“ (AGnFP). *Die Rehabilitation.* 2014;53(06):396–401.
205. Rollnik JD, Janosch U. Verweildauerentwicklung in der neurologischen Frührehabilitation. *Dtsch Arztebl Int.* 2010;107(16):286–92.
206. Rollnik JD, Krauss JK, Gutenbrunner C, Wallesch C, Münte T, Stangel M. Weaning of neurological early rehabilitation patients from mechanical ventilation: a retrospective observational study. *Eur J Phys Rehabilitation Med.* 2017;53(3):441–6.
207. Rollnik JD, Samady AM, Gruter L. Multiresistente Erreger in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation (2004-2013). *Rehabilitation (Stuttg).* 2014;53(5):346–50.
208. Rose L, Adhikari NK, Leasa D, Fergusson DA, McKim D. Cough augmentation techniques for extubation or weaning critically ill patients from mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2019(1):CD011833.
209. Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. *Dysphagia.* 1996;11(2):93–8.
210. Schaller SJ, Coldewey SM, Bein T, Blobner M, Grunow J, Lewald H, et al. S3-Leitlinie: Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen. AWMF-Register Nr. 001/015 [Internet]. 2023. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-015>
211. Schellhas V, Glatz C, Beecken I, Okegwo A, Heidbreder A, Young P, et al. Upper airway obstruction induced by non-invasive ventilation using an oronasal interface. *Sleep Breath.* 2018;22(3):781–8.
212. Schilero GJ, Grimm DR, Bauman WA, Lenner R, Lesser M. Assessment of airway caliber and bronchodilator responsiveness in subjects with spinal cord injury. *Chest.* 2005;127(1):149–55.
213. Schmidt SB, Boltzmann M, Bertram M, Bucka C, Hartwich M, Jöbges M, et al. Factors influencing weaning from mechanical ventilation in neurological and neurosurgical early rehabilitation patients. *Eur J Phys Rehabilitation Med.* 2019;54(6):939–46.
214. Schmidt SB, Boltzmann M, Rollnik JD. Einfluss der Atmungstherapie auf die Inzidenz von nosokomialen Pneumonien in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation: Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Analyse. *Die Rehabilitation.* 2018;58(04):260–8.
215. Schmidt SB, Rollnik JD. Critical illness polyneuropathy (CIP) in neurological early rehabilitation: clinical and neurophysiological features. *BMC Neurol.* 2016;16(1):256.

216. Schofield C, Evans K, Young H, Paguinto SG, Carroll K, Townsend E, et al. The development of a consensus statement for the prescription of powered wheelchair standing devices in Duchenne muscular dystrophy. *Disabil rehabilitation*. 2020;44(10):1889–97.
217. Schönhofer B, Berndt C, Achtzehn U, Barchfeld T, Geiseler J, Heinemann F, et al. Entwöhnung von der Beatmungstherapie - Eine Erhebung zur Situation pneumologischer Beatmungszentren in Deutschland. *Dtsch Med Wochenschr*. 2008;133(14):700–4.
218. Schönhofer B, Euteneuer S, Nava S, Suchi S, Kohler D. Survival of mechanically ventilated patients admitted to a specialised weaning centre. *Intensive Care Med*. 2002;28(7):908–16.
219. Schönhofer B, Geiseler J, Dellweg D, Fuchs H, Moerer O, Weber-Carstens S, et al. Prolongiertes Weaning*. *Pneumologie*. 2019;73(12):723–814.
220. Schönhofer B, Geiseler J, Dellweg D, Fuchs HH, Köhler D, Sitter H, et al. S2k-Leitlinie: Prolongiertes Weaning. Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. AWMF-Register Nr. 020/015. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/020-015>
221. Schönhofer B, Haidl P, Kemper P, Kohler D. Entwöhnung vom Respirator (“Weaning”) bei Langzeitbeatmung - Ergebnisse bei Patienten in einem Entwöhnungszentrum. *Dtsch Med Wochenschr*. 1999;124(36):1022–8.
222. Schönhofer B, Mang H, Köhler D. Entwöhnung vom Respirator nach Langzeitbeatmung - Das Konzept eines regionalen Weaningzentrums. *AINS*. 1995;30:403–11.
223. Schreiber AF, Garlasco J, Urner M, McFarlan A, Baker A, Rigamonti A, et al. Mechanical Ventilation after Traumatic Spinal Cord Injury – A Multicentric Cohort Study-based Prediction Model for Weaning Success: The BICYCLE Score. *Ann Am Thorac Soc*. 2023;
224. Schröter-Morasch H. Schluckstörungen. 2018;215–60.
225. Schwabbauer N. [The respiratory therapist in the intensive care unit team]. *Med Klin, Intensiv Notfallmedizin*. 2014;109(3):191–5.
226. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;373(9678):1874–82.
227. Seneviratne J, Mandrekar J, Wijedicks EFM, Rabinstein AA. Noninvasive Ventilation in Myasthenic Crisis. *Arch Neurol*. 2008;65(1):54–8.
228. Shahrizaila N, Lehmann HC, Kuwabara S. Guillain-Barré syndrome. *Lancet*. 2021;397(10280):1214–28.
229. Shahvari MB, Kigin CM, Zimmerman JE. Speaking tracheostomy tube modified for swallowing dysfunction and chronic aspiration. *Anesthesiology*. 1977;46(4):290–1.
230. Shang P, Zhu M, Baker M, Feng J, Zhou C, Zhang HL. Mechanical ventilation in Guillain–Barré syndrome. *Expert Rev Clin Immunol*. 2020;16(11):1053–64.
231. Sharma OP, Oswanski MF, Singer D, Buckley B, Courtright B, Raj SS, et al. Swallowing disorders in trauma patients: impact of tracheostomy. *Am Surg*. 2007;73(11):1117–21.

232. Sharshar T, Chevret S, Bourdain F, Raphaël JC, Syndrome FCG on PE in GB. Early predictors of mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome. *Crit Care Med*. 2003;31(1):278–83.
233. Shui IM, Rett MD, Weintraub E, Marcy M, Amato AA, Sheikh SI, et al. Guillain-Barré syndrome incidence in a large United States cohort (2000-2009). *Neuroepidemiology*. 2011;39(2):109–15.
234. Sigler M, Nugent K, Alalawi R, Selvan K, Tseng J, Edriss H, et al. Making of a Successful Early Mobilization Program for a Medical Intensive Care Unit. *South Méd J*. 2016;109(6):342–5.
235. Singh RK, Saran S, Baronia AK. The practice of tracheostomy decannulation—a systematic review. *J Intensiv Care*. 2017;5(1):38.
236. Skoretz SA, Riopelle SJ, Wellman L, Dawson C. Investigating Swallowing and Tracheostomy Following Critical Illness: A Scoping Review. *Crit Care Med*. 2020;48(2):e141–51.
237. Skoretz SA, Yau TM, Ivanov J, Granton JT, Martino R. Dysphagia and Associated Risk Factors Following Extubation in Cardiovascular Surgical Patients. *Dysphagia*. 2014;29(6):647–54.
238. Sommer C, et al. S2e-Leitlinie: Therapie akuter und chronischer immunvermittelter Neuropathien und Neuritiden. Deutsche Gesellschaft für Neurologie. AWMF-Leitlinien-Register Nr. 030-130, Version 2024. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-130> [gültig bis zum 31.03.2024].
239. Speed L, Harding KE. Tracheostomy teams reduce total tracheostomy time and increase speaking valve use: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*. 2013;28(2):216.e1-216.e10.
240. Spittel S, Maier A, Kettemann D, Walter B, Koch B, Krause K, et al. Non-invasive and tracheostomy invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: Utilization and survival rates in a cohort study over 12 years in Germany. *Eur J Neurol*. 2021;28(4):1160–71.
241. Stanzel SB, Spiesshoefer J, Trudzinski F, Cornelissen C, et al. S3-Leitlinie: Nichtinvasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. Version V1.3; 17.07.2024. Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. 2024. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/020-008>
242. Stephan F, Barrucand B, Petit P, Rezaiguia-Delclaux S, Medard A, Delannoy B, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015;313(23):2331–9.
243. Stetefeld H, Schroeter M. SOP myasthenic crisis. *Neurol Res Pr*. 2019;1(1):19.
244. Suiter DM, McCullough GH, Powell PW. Effects of cuff deflation and one-way tracheostomy speaking valve placement on swallow physiology. *Dysphagia*. 2003;18(4):284–92.
245. Suiter DM, Sloggy J, Leder SB. Validation of the Yale Swallow Protocol: A prospective double-blinded videofluoroscopic study. *Dysphagia*. 2014;29(2):199–203.
246. Summ O, Mathys C, Grimm T, Groß M. Central bradypnea and ataxic breathing in myotonic dystrophy Type 1 – A clinical case report. *J Neuromuscul Dis*. 2023;10(3):465–71.

247. Suntrup S, Marian T, Schröder JB, Suttrup I, Muhle P, Oelenberg S, et al. Electrical pharyngeal stimulation for dysphagia treatment in tracheotomized stroke patients: a randomized controlled trial. *Intensiv Care Med.* 2015;41(9):1629–37.
248. Thomsen GE, Snow GL, Rodriguez L, Hopkins RO. Patients with respiratory failure increase ambulation after transfer to an intensive care unit where early activity is a priority. *Crit Care Med.* 2008;36(4):1119–24.
249. Toamad U, Kongkamol C, Setthawatcharawanich S, Limapichat K, Phabphal K, Sathirapanya P. Clinical presentations as predictors of prolonged mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome in an institution with limited medical resources. *Singap Méd J.* 2015;56(10):558–61.
250. Tobin MJ. Of principles and protocols and weaning. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169:661–7.
251. Toepfer M, Folwaczny C, Klauser A, Riepl RL, Müller-Felber W, Pongratz D. Gastrointestinal dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler Other Mot Neuron Disord.* 2000;1(1):15–9.
252. Toki A, Nakamura T, Nishimura Y, Sumida M, Tajima F. Clinical introduction and benefits of non-invasive ventilation for above C3 cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2021;44(1):70–6.
253. Trapp O, Fiedler M, Hartwich M, Schorl M, Kalenka A. Monitoring of electrical activity of the diaphragm shows failure of T-piece trial earlier than protocol-based parameters in prolonged weaning in non-communicative neurological patients. *Neurocritical Care.* 2017;27(1):35–43.
254. Turra GS, Schwartz IVD, Almeida ST de, Martinez CC, Bridi M, Barreto SSM. Efficacy of speech therapy in post-intubation patients with oropharyngeal dysphagia: a randomized controlled trial. *CoDAS.* 2021;33(2):e20190246.
255. Vashisht R, Chowdhury YS. Diaphragmatic Pacing. 2023 May 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 32491725.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532254/>
PMID: 32491725
256. Vianello A, Arcaro G, Palmieri A, Ermani M, Braccioni F, Gallan F, et al. Survival and quality of life after tracheostomy for acute respiratory failure in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *J Crit Care.* 2011;26(3):329.e7-329.e14.
257. Vranceanu AM, Bannon S, Mace R, Lester E, Meyers E, Gates M, et al. Feasibility and Efficacy of a Resiliency Intervention for the Prevention of Chronic Emotional Distress Among Survivor-Caregiver Dyads Admitted to the Neuroscience Intensive Care Unit. *JAMA Netw Open.* 2020;3(10):e2020807.
258. Wahab R, Yip NH, Chandra S, Nguyen M, Pavlovich KH, Benson T, et al. The implementation of an early rehabilitation program is associated with reduced length of stay: A multi-ICU study. *J Intensiv Care Soc.* 2016;17(1):2–11.
259. Wakerley BR, Yuki N. Polyneuritis cranialis: oculopharyngeal subtype of Guillain-Barré syndrome. *J Neurol.* 2015;262(9):2001–12.
260. Wallesch C-W. Sekundäre Fehlbelegung und B → C Lücke. *Neurol Rehabil.* 2020;26(2):104-106.

261. Walsh S, Brisson AR, Flaherty R, Geller D, Tokash J, Kim G. Application of the ICF and OTPF-4 to Conceptualize the Dual Diagnosis of COVID-19 and Stroke: Implications for Occupational Therapy Practice in Acute and Inpatient Rehabilitation. *Occup Ther Heal Care*. 2023;37(4):576–94.
262. Warnecke T, Suntrup S, Teismann IK, Hamacher C, Oelenberg S, Dziewas R. Standardized Endoscopic Swallowing Evaluation for Tracheostomy Decannulation in Critically Ill Neurologic Patients. *Crit Care Med*. 2013;41(7):1728–32.
263. Wartmann H, Hoffmann S, Ruck T, Nelke C, Deiters B, Volmer T. Incidence, Prevalence, Hospitalization Rates, and Treatment Patterns in Myasthenia Gravis: A 10-Year Real-World Data Analysis of German Claims Data. *Neuroepidemiology*. 2023;57(2):121–8.
264. WATT JWH, DEVINE A. Does dead space ventilation always alleviate hypocapnia? *Anaesthesia*. 1995;50(8):688–91.
265. Wedel-Parlow FK von, Lück M. *Neuropsychologie in der neurologischen Frührehabilitation (Fortschritte der Neuropsychologie)*. Hogrefe Verlag; 2023.
266. Weir N, Doig EJ, Fleming JM, Wiemers A, Zemljic C. Objective and behavioural assessment of the emergence from post-traumatic amnesia (PTA). *Brain Inj*. 2006;20(9):927–35.
267. Weise S, Kardos P. *Empfehlungen zur Atemphysiotherapie. 3. erweiterte Auflage*. Oberhaching, Bad Lippspringe: Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle; Deutsche Atemwegsliga e.V.; 2019. Verfügbar unter: <https://www.dustri.com/nc/de/deutschsprachige-buecher/category/pneumologie/b/empfehlungen-zur-atemphysiotherapie-3-erweiterte-aufl.html>
268. Welton C, Morrison M, Catalig M, Chris J, Pataki J. Can an interprofessional tracheostomy team improve weaning to decannulation times? A quality improvement evaluation. *Can J Respir Ther : CJRT Rev Can Ther Respir : RCTR*. 2016;52(1):7–11.
269. Whitlock RM. A means of speaking for patients with cuffed tracheostomy tubes. *Br Méd J*. 1967;3(5564):547.
270. Wiendl H., Meisel A. et al., S2k-Leitlinie: Diagnostik und Therapie myasthener Syndrome. Deutsche Gesellschaft für Neurologie. AWMF-Register Nr. 030/087. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-087>
271. Wijkstra PJ, Aa H van der, Hofker HS, Curto F, Giacomini M, Stagni G, et al. Diaphragm Pacing in Patients with Spinal Cord Injury: A European Experience. *Respiration*. 2022;101(1):18–24.
272. Wilson BA, Evans JJ, Gracey F. *Neuropsychological Rehabilitation*. 2009;37–46.
273. Windisch W, Dellweg D, Geiseler J, Westhoff M, Pfeifer M, Suchi S, et al. Prolonged Weaning from Mechanical Ventilation. *Dtsch Arzteblatt Int*. 2019;117(12):197–204.
274. Windisch W, Dreher M, Geiseler J, Siemon K, Brambring J, Dellweg D, et al. [Guidelines for Non-Invasive and Invasive Home Mechanical Ventilation for Treatment of Chronic Respiratory Failure - Update 2017]. *Pneumol (Stuttg, Ger)*. 2017;71(11):722–95.
275. Witcher R, Stoerger L, Dzierba AL, Silverstein A, Rosengart A, Brodie D, et al. Effect of early mobilization on sedation practices in the neurosciences intensive care unit: A preimplementation and postimplementation evaluation. *J Crit Care*. 2015;30(2):344–7.

276. Zaeem Z, Siddiqi ZA, Zochodne DW. Autonomic involvement in Guillain–Barré syndrome: an update. *Clin Auton Res*. 2019;29(3):289–99.

277. Zihl J. Rehabilitation of Visual Disorders after Brain Injury. 2021;11–90.

278. Zivi I, Valsecchi R, Maestri R, Maffia S, Zarucchi A, Molatore K, et al. Early Rehabilitation Reduces Time to Decannulation in Patients With Severe Acquired Brain Injury: A Retrospective Study. *Front Neurol*. 2018;9:559.

279. Zuercher P, Moret CS, Dziewas R, Schefold JC. Dysphagia in the intensive care unit: epidemiology, mechanisms, and clinical management. *Crit Care*. 2019;23(1):103.

11 Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Mindestmerkmale OPS 8-552 „neurologisch-neurochirurgische Frührehabilitation“, OPS-Version 2023 (113)

Bereich	Merkmale
Ärztliche Leitung	Frühreheatem unter Leitung eines Facharztes für Neurologie, Neurochirurgie, Physikalische und rehabilitative Medizin oder Kinder- und Jugendmedizin mit der Zusatzbezeichnung Neuropädiatrie, der über eine mindestens 3-jährige Erfahrung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation verfügt. Im Frühreheatem muss der neurologische oder neurochirurgische Sachverstand kontinuierlich eingebunden sein
Frühreha-Assessment	Standardisiertes Frührehabilitations-Assessment zur Erfassung und Wertung der funktionellen Defizite in mindestens 5 Bereichen (Bewusstseinslage, Kommunikation, Kognition, Mobilität, Selbsthilfefähigkeit, Verhalten, Emotion) zu Beginn der Behandlung. Der Patient hat einen Frührehabilitations-Barthel-Index nach Schönle bis maximal 30 Punkte zu Beginn der Behandlung. (...)
Teambesprechung	Wöchentliche Teambesprechung mit wochenbezogener Dokumentation bisheriger Behandlungsergebnisse und weiterer Behandlungsziele
Therapeutische Pflege	Aktivierend-therapeutische Pflege durch besonders geschultes Pflegepersonal auf dem Gebiet der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation
Therapeutische Disziplinen	Vorhandensein und Einsatz von folgenden Therapiebereichen: Physiotherapie/Krankengymnastik, Physikalische Therapie, Ergotherapie, Neuropsychologie, Logopädie/faziorale Therapie und/oder therapeutische Pflege (Waschtraining, Anziehtraining, Esstraining, Kontinenztraining, Orientierungstraining, Schlucktraining, Tracheostomamanagement, isolierungspflichtige Maßnahmen u.a.) patientenbezogen in unterschiedlichen Kombinationen von mindestens 300 Minuten täglich (bei simultanem Einsatz von zwei oder mehr Mitarbeitern dürfen die Mitarbeiterminuten aufsummiert werden) im Durchschnitt der Behandlungsdauer der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

Tabelle 2: Aufnahmehauptdiagnosen in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation

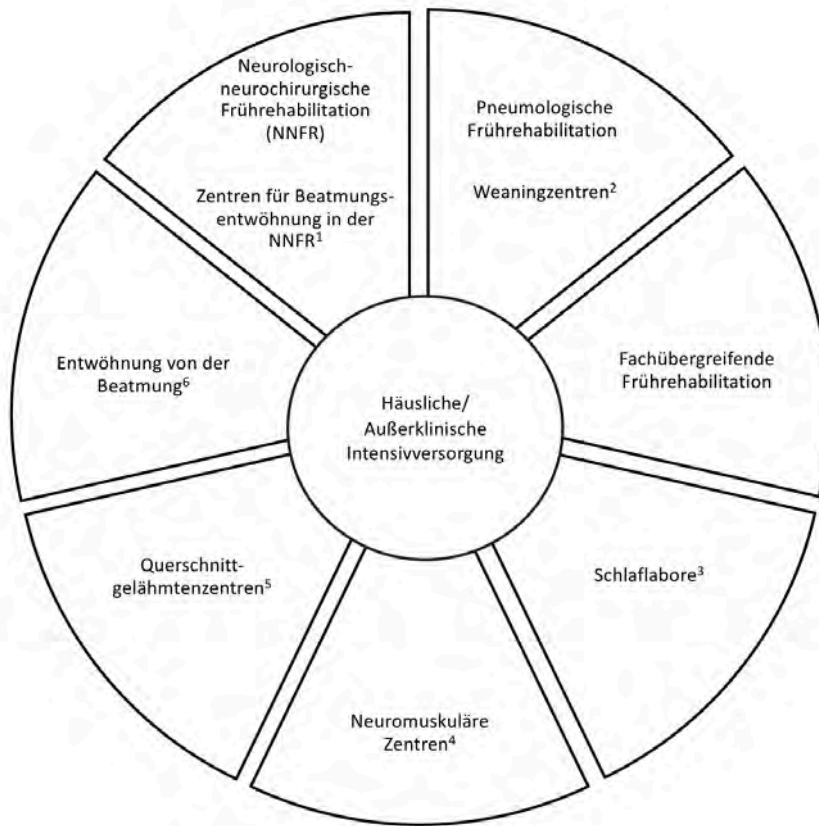
Studie	Hoffmann et al. 2006 (103)	Rollnik & Janosch 2010 (205)	Oehmichen et al. 2012 (172)	Schmidt et al. 2019 (213)	Rollnik et al. 2020 (203)
Anzahl	1280	2060	1133	192	2700
Patienten-klientel	Allg. Frührehabilit.	Allg. Frührehabilit.	Beatmete Frührehabilit.	Beatmete Frührehabilit.	Beatmete Frührehabilit.
Ischämischer Schlaganfall	30,2%	40,0%	17,2%	18,8%	21,0%
SHT	16,1%	20,7%	9,5%	9,4%	9,1%
ICB/SAB	23,4%	22,3%	14,2%	15,1%	17,7%
Hypoxischer Hirnschaden	9,9%	3,2%	11,1%	10,4%	11,6%
CIP/PNP	4,0%	1,4%	37,7%	37,0%	23,3%
Sonstige	16,4%	12,4%	10,3%	9,3%	17,3%

Die ersten beiden Spalten basieren auf (historischen) Daten nicht beatmeter, die drei rechten Spalten auf Daten von beatmeten Frührehabilitanden.

Tabelle 3: Maßnahmen zum therapeutischen Sekretmanagement/Hustentraining - weiterentwickelt aus der Leitlinie zum prolongierten Weaning (219)

Lagerungstherapie	Inhalationstherapie und Atemgasklimatisierung	Vibrations- und Oszillations-therapie	Förderung der Sensibilität	Vergrößerung des inspiratorischen Volumens	Erhöhung der max. expiratorischen Flussgeschwindigkeit	Erhöhung des expiratorischen Volumens	Sekret-elimination
Zur Drainage (z.B. Kopf-Tief-Lagerung)	Sekretolytisch	High Frequency Chest Wall Oscillation (HFCWO)	Pharyngeale Elektrostimulation (PES)	manuelle Techniken (reflektorische Atemtherapie, Atemstimulierende Einreibung (ASE) etc.)	manuelle Techniken/manuelle Unterstützung (z.B. durch expiratorische Thoraxkompressionen)	PEP-Systeme	Maschinelle Insufflation-Exsufflation (MIE)
Zur Verbesserung der Ventilation (z.B. Bauchlage, Seitlage, Sitz)	Bronchodilatatorisch, zur Erleichterung der Sekretmobilisation aus den Atemwegen	oszillierende (PEP-) Systeme	Chemisch z.B. mit Capsaicin	unterstützte Techniken wie Air Stacking, Bagging	Bauchmuskel und Rumpftraining	CPAP	Endotracheales und bronchiales Absaugen
	aktive/passive Befeuchtung	Oszillations-therapie unter maschineller Insufflation-Exsufflation	thermische Stimulation (z.B. Eisgabe)	Intermittierende positive Überdruckbeatmung (IPPB)	Mobilisation		
		Intrapulmonale Perkussions-therapie (IPV)		Mobilisation und Förderung der Eigenaktivität			
		manuelle Vibrations-techniken und Perkussionen		Anpassung der Beatmungsparameter			
				Anwendung von Atemtrainern/ Incentive Spirometrie			

Abbildung 1: Versorgung prolongiert und chronisch kritisch kranker Menschen mit und ohne Beatmung in Deutschland sowie zertifizierende/akkreditierende Fachgesellschaften



Betreuende Fachgesellschaft: 1 Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR), 2 Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP), 3 Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin, 4 Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke (DGM), 5 Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie (DMGP). 6. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA)

12 Leitlinienreport

Schlüsselwörter: Beatmungsentwöhnung, *Weaning*, prolongiertes *Weaning*, Tracheotomie, Trachealkanüle, Schluckstörung, Sekret- und Speichelmanagement, Dysphagie, psychologische Intervention, pflegerische Techniken

Key-Words: Weaning, prolonged weaning, tracheostomy, tracheal canula, swallowing disorders, secretion and saliva management, dysphagia, psychological techniques, care techniques

12.1 Geltungsbereich und Zweck

12.1.1 Zielpopulation (z.B. Patient*innen, Bevölkerung)

Diese Leitlinie behandelt die Beatmungsentwöhnung von Patienten, die sich in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation (NNFR) befinden: es handelt sich dabei um neurologisch bzw. neurochirurgisch schwer betroffene Patienten, bei denen in aller Regel mehrere neuronale Funktionssysteme betroffen sind, und welche darüber hinaus eine beträchtliche Morbiditätslast aufweist.

12.1.2 Versorgungsbereich

Die Leitlinie richtet sich an alle Versorgungsbereiche, in denen neurologisch oder neurochirurgisch Erkrankte von der Beatmung entwöhnt werden. Das sind Fachabteilungen und -bereiche in Einrichtungen der primärversorgenden Krankenhäuser, Fachabteilungen oder -kliniken der NNFR und neurologisch-neurochirurgische Weaningzentren, einschließlich zertifizierten Zentren für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation.

12.1.3 Anwenderzielgruppe

Die Empfehlungen der Leitlinie richten sich an Neurologen, Neurochirurgen, Anästhesisten, Palliativmediziner, Logopäden, (Intensiv-)Pflegerkräfte, Ergotherapeuten, Physiotherapeuten und (Neuro-)Psychologen. Weiterhin gilt diese Leitlinie zur Information für Fachärzte für Physikalische Medizin und Rehabilitation (PMR), Pneumologen, Internisten, Atmungstherapeuten und den Medizinischen Dienst (MD).

12.2 Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen

12.2.1 Repräsentativität der Leitliniengruppe: Beteiligte Berufsgruppen

Die Erstellung der Leitlinie erfolgte im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR) in Kooperation mit folgenden medizinischen Fachgesellschaften bzw. Verbänden (alphabetische Reihenfolge):

- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
- Deutsche Gesellschaft für Atmungstherapie e.V. (DGA)
- Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF)
- Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)
- Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin e.V. (DGNI)
- Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)
- Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V. (DGP)
- Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für außerklinische Beatmung und Intensivversorgung e.V. (DIGAB)
- Deutscher Bundesverband für Logopädie e.V. (DBL)
- Deutscher Verband Ergotherapie e.V. (DVE)
- Deutscher Verband für Physiotherapie e.V. (ZVK)
- Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP)
- Gesellschaft für Neuropsychologie e.V. (GNP)

Damit vertreten die o.g. Fachgesellschaften alle relevanten Berufsgruppen, die an der Beatmungsentwöhnung der Patienten in der NNFR mitwirken.

Vom Leitliniensekretariat wurden im Auftrag der federführenden Fachgesellschaft DGNR die Vorstände aller o. g. Fachgesellschaften über das Vorhaben informiert und gebeten, Vertreter zu benennen. Es wurden die im Folgenden aufgeführten Personen als Vertreter der Fachgesellschaften mit jeweils einem Stimmrecht pro Fachgesellschaft (inklusive der DGNR) benannt (Sortierung alphabetisch nach Fachgesellschaft):

- Hüge V für die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
- Haack C für die Deutsche Gesellschaft für Atmungstherapie e.V. (DGA)
- Zergiebel D für die Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF)
- Terpolilli NA für die Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)
- Schlachetzki F für die Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin e.V. (DGNI)
- Bender A für die Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)

- Lorenz S für die Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V. (DGP)
- Groß M für die Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für außerklinische Beatmung und Intensivversorgung e.V. (DIGAB)
- Heidler MD für den Deutschen Bundesverband für Logopädie e.V. (DBL)
- Brinkmann S für den Deutschen Verband Ergotherapie e.V. (DVE)
- Fischer PK und Klarmann S für den Deutschen Verband für Physiotherapie e.V. (ZVK)
- Ketter G für die Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP)
- Lück M für die Gesellschaft für Neuropsychologie e.V. (GNP)
- Brocke J, Hartwich M, Otto B, Platz T, Pohl M, Rollnik JD und Schmidt-Wilcke T vertreten die Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR)

12.2.2 Repräsentativität der Leitliniengruppe: Berücksichtigung der Ansichten und Präferenzen der Zielpopulation (z.B. Patienten/Bevölkerung)

An der Leitlinie wirkte ein Patientenvertreter des BDH Bundesverband Rehabilitation e.V. (BDH) mit (Abel U). Der BDH ist ein Sozialverband der die rehabilitativen Belange von Personen mit neurologisch bedingten Behinderungen vertritt; zudem unterhält der BDH mehrere Fachkliniken der NNFR mit Beatmungsentwöhnung, womit dem Verband auch fachliche Expertise zur Verfügung steht. Im Redaktionskomitee der Leitlinie vertritt der BDH die Interessen der Betroffenen.

12.3 Genauigkeit der Leitlinienentwicklung

12.3.1 Recherche, Auswahl und Bewertung wissenschaftlicher Belege (Evidenzbasierung)

Die Literaturrecherche erfolgte von Dezember 2022 bis Mai 2024 durch den federführenden Redakteur (Leitliniensekretariat) und den Sprecher der Weaning-Kommission und Ko-Redakteur nach spezifischen Suchwörtern (Key Words) in der Datenbank Medline (National Library of Medicine, 8600 Rockville Pike, Bethesda, MD 20894, U.S.A.; https://www.nlm.nih.gov/medline/medline_home.html) sowie in der Leitlinien-Datenbank der AWMF.

Hinsichtlich der Evidenzbewertung der Literatur ist festzustellen, dass es insbesondere zur Frage der Beatmungsentwöhnung bei neurologisch-neurochirurgischen Patienten keine randomisierten, kontrollierten Studien (RCT) gibt. Auch im Hinblick auf den Einsatz rehabilitativer Therapien in der Intensivmedizin bzw. zur Unterstützung des Beatmungsentwöhnungs-Prozesses ist die Evidenzlage gering. Die vorliegende Evidenz, die im wesentlichen Beobachtungsstudien betrifft, wurde der Leitlinie zugrunde gelegt. Im Sinne der fachgesellschaftsübergreifenden konsensusbasierten Leitlinie wurden die Empfehlungen vom Redaktionskomitee entwickelt und konsentiert. Hierin folgt die Leitlinie der bereits publizierten S2k-Leitlinie der DGP zum prolongierten Weaning.

12.3.2 Formulierung von klinisch relevanten Fragestellungen, Priorisierung von Endpunkten

Die Ziele der vorliegenden Leitlinie wurden beim ersten Treffen der Weaning-Kommission in Singen am 05.12.14 festgelegt und beim aktuellen Treffen der Leitliniengruppe am 24.09.24 angepasst.

12.3.3 Formulierung und Graduierung von Empfehlungen und strukturierte Konsensfindung

Die strukturierte Konsensusfindung erfolgte in einer Konsensuskonferenz im NIH-Typ am 24.09.2024. Die Empfehlungen wurden unter neutraler Moderation (Frauke Schwier, AWMF-zertifizierte LL-Beraterin) wie folgt abgestimmt:

Präsentation der abzustimmenden Empfehlungen im Plenum durch die AG, Gelegenheit zu Rückfragen und Einbringung von begründeten Änderungsanträgen, Abstimmung der Empfehlungen und Änderungsanträge. Bei Bedarf: Diskussion, Erarbeitung von Alternativvorschlägen und endgültige Abstimmung.

Die Festlegung der Konsensstärke erfolgte nach dem AWMF-Regelwerk: >75% Konsens, > 95% starker Konsens/Mehrheitliche Zustimmung > 50%, keine mehrheitliche Zustimmung <50%).

Es erfolgte ein dreistufiges Schema zur Graduierung der Empfehlungen nach folgendem Schema:

Beschreibung	Ausdrucksweise	Symbol (fakultativ)
Starke Empfehlung	Soll /Soll nicht	↑↑ / ↓↓
Empfehlung	Sollte /sollte nicht	↑ / ↓
Empfehlung offen	Kann erwogen/verzichtet werden	↔

12.4 Verabschiedung

Der von der Leitlinienkonferenz verabschiedete Leitlinientext wurde den Vorständen der federführenden und beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen zur Genehmigung übersandt, alle beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen haben der Leitlinie zugestimmt.

12.5 Redaktionelle Unabhängigkeit

12.5.1 Finanzierung der Leitlinie

Die angefallenen Kosten (Leitlinienkonferenzen) wurden von der DGNR übernommen. Die Kosten der Vertreter der anderen beteiligten Gesellschaften wurden jeweils von diesen Gesellschaften übernommen. Die finanzierenden Organisationen haben keinen direkten Einfluss auf die Leitlinienerstellung genommen.

12.5.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Die Interessenerklärungen aller an der Leitlinie Beteiligten wurden im Interessensportal der AWMF online abgefragt und dokumentiert und sind im Anhang des Leitlinienreports tabellarisch, nach Maßgabe des AWMF-Regelwerks, vollständig dargestellt. Der Umgang mit Interessenkonflikten wurde wie folgt festgelegt:

Interessenkonfliktmanagement Konkretisierung lt. AWMF Kommission Leitlinien

Ausprägung Interessenkonflikt	Umstände für diese Kategorie	Konsequenz
Kein	-	-
gering	Einzelne Vorträge finanziert von der Industrie	Limitierung von Leitungsfunktion (Koordination/AG Leitung)
moderat	Tätigkeit in einem industriefinanzierten Advisory Board/Wiss. Beirat/als Gutachter Managementverantwortung industriefinanzierte Studie Aktienbesitz einzelner Firmen	Keine Abstimmung für die thematisch relevanten Empfehlungen oder Doppelabstimmung
hoch	Eigentumsinteresse Arbeitsverhältnis bei der Industrie Hoher Aktienbesitz einzelner Firmen	Keine Teilnahme an Beratungen und keine Abstimmung

Und ggf. weitere themenspezifische Festlegungen



25

Die Interessenkonflikte wurden zunächst auf thematischen Bezug zur Leitlinie gesichtet und gemäß der AWMF-Kriterien als keine, gering, moderat oder hoch bezüglich der individuellen Empfehlung eingestuft. Die daraus abgeleitete Konsequenz ist der o.g. Tabelle zu entnehmen. Die dargelegten Interessen wurden zunächst von Tobias Schmidt-Wilcke, Thomas Platz und Marcus Pohl bewertet und anschließend vom Redaktionskomitee beschlossen. Eine Eigenbewertung fand nicht statt.

12.6 Verbreitung und Implementierung

12.6.1 Konzept zur Verbreitung und Implementierung

Die S2k-Leitlinie „Prolongierte Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation“ wird als Langversion einschließlich Leitlinienreport publiziert. Diese ist auf der Internetseite der AWMF sowie auf der Homepage der DGNR verfügbar. Außerdem wird die Leitlinie auf dem jährlichen Kongress der DGNR präsentiert.

12.6.2 Unterstützende Materialien für die Anwendung der Leitlinie

Sind aktuell nicht vorgesehen.

12.6.3 Diskussion möglicher förderlicher und hinderlicher Faktoren für die Anwendung der Leitlinie

Ein förderlicher Faktor ist insbesondere das Zertifizierungsverfahren von Zentren für Beatmungsentwöhnung in der neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation der DGNR ([Info zur Zertifizierung - Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. \(dgnr.de\)](#)). Dabei kann die Implementierung und Umsetzung der Leitlinie überprüft werden. Hinderliche Faktoren bestehen nur in der Tatsache, dass einzelne neurologisch-neurochirurgische Patienten auch in Krankenhäusern ohne Weaning-Einheit behandelt werden. Hier könnte die Implementierung der Leitlinie schwierig sein.

12.6.4 Messkriterien für die Bewertung der Prozess - und / oder Ergebnisqualität der Leitlinie: Qualitätsziele, Qualitätsindikatoren

Sind aktuell nicht vorgesehen.

12.7 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

12.7.1 Datum der letzten inhaltlichen Überarbeitung und Status

Die letzte inhaltliche Überarbeitung fand am 11.11.24 statt. Die Leitlinie gilt bis zur nächsten Aktualisierung. Die Gültigkeitsdauer der Leitlinie beträgt 5 Jahre für den Zeitraum von 15.01.2025 bis 14.01.2029.

12.7.2 Aktualisierungsverfahren

Verantwortlich für die Initiierung des Aktualisierungsverfahrens ist der Vorstand der DGNR. Ansprechpartner ist Prof. Thomas Platz (t.platz@bdh-klinik-greifswald.de).

12.8 Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Die Interessenerklärungen werden als tabellarische Zusammenfassung im Kapitel „Tabellen und Abbildungen“ dargestellt sowie die Ergebnisse der Interessenkonfliktbewertung und Maßnahmen, die nach Diskussion der Sachverhalte von der der LL-Gruppe beschlossen und im Rahmen der Konsensuskonferenz umgesetzt wurden.

Tabelle 5: Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
Abel, Ulrike	Nein	Nein	Orbisana Healthcare GmbH Troisdorf, Strehlow GmbH Magdeburg	Nein	Nein	Nein	Mitglied: BDH Bundesverband Rehabilitation e.V.	COI: keine: keine
Prof. Dr. med. Bender, Andreas	Nein	Nein	Bristol-Myers Squibb	Deutsches Ärzteblatt	BMBF, EU/FP7, gBA-Innovationsfonds	Nein	Mitglied: Mitglied des Vorstandes Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation; Koordinator Leitlinie Rehabilitation bei schwerer Bewusstseinsstörung, Mitglied: Mitglied Deutsche Gesellschaft für Neurologie Koordinator Leitlinie Hypoxische Ischämische Enzephalopathie, Wissenschaftliche Tätigkeit: Diagnostik und Prognose bei schwerer Bewusstseinsstörung, Klinische Tätigkeit: Neurologische Rehabilitation Neurologische Intensivmedizin	COI: keine: keine
Brinkmann, Sabine	nein	nein	keine ausserhalb der beruflichen Tätigkeit als Lehrkraft an der Hochschule Osnabrück und damit verbundenen Kongresstätigkeiten und Vorträgen	nein	nein	nein	Mitglied: DVE Deutscher Verband Ergotherapie e.V. , Mitglied: DGEW Deutsche Gesellschaft für Ergotherapiewissenschaft e.V., Wissenschaftliche Tätigkeit: Themenstellung und Betreuung von ergotherapeutischen wissenschaftlichen Bachelor- und Masterprojekten im Rahmen der beruflichen Tätigkeit an der Hochschule Osnabrück , Klinische Tätigkeit: nein, Persönliche Beziehung:	COI: keine: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*innen-interessen (Patent, Urheber*innen-recht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							nein	
Dr. Brocke, Jan	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGNR, Mitglied: DGNI, Mitglied: DGN, Mitglied: DSG, Wissenschaftliche Tätigkeit: Weaning Frührehabilitation Neurologie Neurologische Rehabilitation, Klinische Tätigkeit: Neurologische Frührehabilitation Weaning Intensivmedizin Neurologie , Beteiligung an Fort-/Ausbildung: als Berater*in und/oder Gutachter*in für TÜV Rheinland: Zertifizierung von Zentren für Beatmungsentwöhnung in der NNFR, Honorar für Audit (600EUR pro Audit)	COI: keine: keine
Fischer, Pia-Katarina	Nein	Nein	Akademie für Bildung und Karriere, Kollastrasse 67-69, 22529 Hamburg	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Gruppensprecherin der Physiotherapeut:innen in der Sektion Therapeutische Gesundheitsfachberufe in der DIVI	Atemphysiotherapie bei beatmeten Patient:innen COI: gering: Limitierung Leitungsfunktion
Dr. Gross, Martin	TÜV Rheinland	Nein	Deutsche Gesellschaft für pflegerische Weiterbildung (DGpW), Dozent an der Universität Oldenburg für das Medizinstudium,	Nein, Dr. Thomas Demmer, Stefan Kappel, Birgit Hennig, Frank Wallhoff, Christine Keller, Nathalie Scheer-Pfeifer,	Philips, Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke	Nein	Mitglied: Mitglied des Zertifizierungsausschusses der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation (DGNR), Mitglied: Präsident-elect der Deutschen Gesellschaft für außerklinische Beatmung (DIGAB), Wissenschaftliche Tätigkeit: Beatmung neurologischer Patienten aus der Perspektive der	QM Beatmungsentwöhnung (moderat) Sekretmanagement (gering) COI: moderat: Stimmenthaltung bei QM Beatmungsentwöhnung Limitierung Leitungsfunktion

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*innen-interessen (Patent, Urheber*innen-recht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
			Dozent an der Jade Hochschule Oldenburg, Fa. Merz Therapeutics, Fa. Proveca, Fa. Löwenstein Medical, Fa. Aerogen, Kongress Außerklinische Intensivpflege, Braunschweiger Studieninstitut	Nein			Versorgungsforschung und der Perspektive der Atemregulation, Klinische Tätigkeit: Neurointensivmedizin, Beatmungsentwöhnung, Frührehabilitation, außerklinische Beatmung, Behindertenmedizin, Palliativmedizin	
Haack, Christiane	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	COI: keine: keine
Dr. Hartwich, Michael	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) Deutsche Gesellschaft für neurologische Notfall-und Intensivmedizin (DGNII) Deutsche Gesellschaft für Neurologische Rehabilitation(DGNER), Wissenschaftliche Tätigkeit: Coautor mehrerer Publikationen zum Themaneurologische/neurochirurgische Frührehabilitation, Weaning in der neurologischen/neurochirurgischen Frührehabilitation, Coautor der bisherigen Leitlinie zu diesem Thema, Klinische Tätigkeit: Chefarzt/ärztlicher Direktor der Asklepios Schlossberg Klinik Bad König	COI: keine: keine
Dr. phil. Heidler, Maria-Dorothea	Nein	dbl-Mandatsträgerin Leitlinien	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: dbl-Mandatsträgerin Leitlinien, Wissenschaftliche Tätigkeit: Kognitive	COI: keine: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*innen-interessen (Patent, Urheber*innen-recht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Dysphasien, demenzielle Syndrome, Dysphagie, Trachealkanülenmanagement, Klinische Tätigkeit: Sprachtherapeutin auf einer Phase-B-Weaningstation; TKM-Ausbildungs-Zertifikat der DGD erhalten am 29.06.2024	
Hornemann, Donatha	Nein	Nein, Nein	WK Fortbildungen	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Mitgliedschaft ohne Amt bei der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie , Wissenschaftliche Tätigkeit: Der Atmungstherapeut in der Neurologie, Klinische Tätigkeit: Atmungstherapie	COI: keine: keine
PD Dr. Hüge, Volker	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Mitglied in DGAI und DIVI keine Funktion in Gremien , Wissenschaftliche Tätigkeit: Klinische Studien in der Intensivmedizin , AB-Pharmakokinetik, Einsatz von Inhalationsanaesthesie in der ICU , Klinische Tätigkeit: Chefarzt einer großen Intensivmedizinischen Einheit mit klinischem Schwerpunkt Weaning und Einleitung einer neurologischen Frührehabilitation in einer großen neurologischen Fachklinik	COI: keine: keine
Dr. Ketter, Guido	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DMGP Mitautorenschaft der AWMF-Leitlinie 179-011	COI: keine: keine
Klarmann, Silke	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	COI: keine: keine
Prof. Dr. Lorenzl, Stefan	Nein	Nein	STADA	Nein	Bayerisches Staatsministerium, Erzdiözese München	Nein	Wissenschaftliche Tätigkeit: Palliative Care für Menschen mit neurologischen Erkrankungen, Klinische Tätigkeit:	COI: keine: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
					Freising, H2020 EU		Neurologie und Palliative Care, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: wissenschaftlicher Leiter ULG Palliative Care der PMU Salzburg	
Dipl.-Psych. Lück, Martina	Gesellschaft für Neuropsychologie GNP	Nein	Neuroraum, Neuropsy, Schön Kliniken Fortbildungen, Pain Academy Augsburg	Borgmann Verlag, Hogrefe Verlag	Nein	Nein	Klinische Tätigkeit: Frührehabilitation Phase B	COI: keine: keine
Dr. Otto, Bettina	Nein	Nein	Plato Academy	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGD (Mitglied) DGN (Mitglied) DGNI (Mitglied), Klinische Tätigkeit: Akutfrührehabilitation Trachealkanülen- / Dekanülierungsmanagement FEES / Tracheobronchoskopie, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: FEES-Basiskurs - Ärztliche Leitung Plato Academy BN	COI: keine: keine
Prof. Dr. Platz, Thomas	Nein	Nein	1. DEGEMED 2. ÄK Nordrhein 3. Ever Pharma 4. CON.THERA	Verschiedene Medizinverlage (u.a. Springer, DÄV)	1. E-BRAiN-Forschungsverbundvorhaben M-V; 2. OptiNIV-Forschungsverbundvorhaben	Nein	Mitglied: Mitglied: DGNR (Past-Präsident), DGN (Institution Leitlinien), DSG, DGNKN, WFNR (Regional Vice President Central Western Europe, Chair Education Committee SIG Clinical Pathways) , Wissenschaftliche Tätigkeit: Forschungsschwerpunkt: Neurorehabilitation, Klinische Tätigkeit: Tätig in der (stationären und ambulanten) Rehabilitation, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Schwerpunkt: Neurorehabilitation;	COI: keine: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*innen-interessen (Patent, Urheber*innen-recht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Studentenunterricht Universität Greifswald, Initiierung und Organisation der Summer School Neurorehabilitation (alle 2 Jahre) sowie des Zertifikatskurs Stroke Rehabilitation (WFNR)	
Prof. Dr. Pohl, Marcus	TÜV Rheinland	Bundesverband Deutsche GBS-Vereinigung	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGNR, Mitglied: DGNKN, Wissenschaftliche Tätigkeit: Motorische Rehabilitation nach Schlaganfall, Klinische Tätigkeit: im gesamten Gebiet der Neuroreha, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: keine, Persönliche Beziehung: keine	QM Beatmungsentwöhnung (moderat) COI: moderat: Stimmenthaltung bei QM Beatmungsentwöhnung Limitierung Leitungsfunktion
Prof. Dr. med. Rollnik, Jens	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	COI: keine: keine
Prof. Dr. Schlachetzki, Felix	Nein	Daiichi-Sankyo	Bayer, Daiichi-Sankyo, Pfizer, BMS	Nein	LMU München	Nein	Mitglied: DEGUM (Arbeitskreis vaskulärer Ultraschall), Vorstand, Klinische Tätigkeit: Chefarzt einer Weaningstation	COI: keine: keine
Prof. Dr. Schmidt-Wilcke, Tobias	TÜV Rheinland	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Mitglied der Weaningkommission der DGNR; Auditor des Zertifizierungsverfahren "Beatmungsentwöhnung in der Neurologisch-neurochirurgischen Frührehabilitation"	QM Beatmungsentwöhnung (moderat) COI: moderat: Stimmenthaltung bei QM Beatmungsentwöhnung, Koordinationsaufgabe in Abstimmung mit LL-Gruppe übernommen
AWMF Moderation Schwier, Frauke	keine	keine	DGKIM e.V.	Institut für Sozialarbeit und Sozialpädagogi	DGKIM e.V., German Cancer Aid Foundation, German Federal Joint Committee independent	keine	Mitglied: DGKIM e.V. DGfPI e.V. DGKCH e.V.	COI: keine: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
				k e.V.	Funding Programme for Clinical Practice Guidelines developed under the auspices of AWMF member societies, German Ministry for Education and Research (BMBF), Innovationsfonds			
Stanschus, Sönke	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Member of European Society of Swallowing Disorders (ESSD)	COI: keine: keine
Prof. Dr. Terpolilli, Nicole	Nein	Nein	Medical Park, Astra Zeneca	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie Mitglied, Sprecherin der Sektion Neurotrauma und Neurointensivmedizin Mandatsträger für andere Leitlinien, Mitglied: Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin Mitglied, Mitglied: Bund Deutscher Neurochirurgen BDNC Mitglied, Mitglied: European Association of Neurosurgical Societies Mitglied, Wissenschaftliche Tätigkeit: Pathomechanismen der akuten Hirnschädigung nach Subarachnoidalblutung und Schädel-Hirn-Trauma Störungen der Mikrozirkulation nach o.g. Erkrankungen Mechanismen der chronischen Hirnschädigung nach SAB und SHT, Klinische Tätigkeit: Neurochirurgische Intensivmedizin Hydrocephaluschirurgie pädiatrische Neurochirurgie	COI: keine: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*innen-interessen (Patent, Urheber*innen-recht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Epilepsiechirurgie, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Neurochirurgische Intensivmedizin Facharztausbildung Neurochirurgie	
Zergiebel, Dominik	Nein	Nein	SRH Hochschule für Gesundheit	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGF e. V.- Landesbeauftragter NRW, Mitglied: DIVI e. V. , Mitglied: DGATP e. V., Mitglied: BLGS , Wissenschaftliche Tätigkeit: Pflege und Politik Intensivpflege und Mobilisation Therapeutisch aktivierende Pflege , Klinische Tätigkeit: Intensivpflege Bewegung und Mobilisation, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Leitung Aus-, Fort- und Weiterbildung Pflege OP Bildungsinstitut für Pflege und Gesundheit (BiPG) (z.B. Fachweiterbildung Intensivpflege und Anästhesie)	COI: keine: keine

Versionsnummer: 2.1

Erstveröffentlichung: 10/2016

Überarbeitung von: 01/2025

Nächste Überprüfung geplant: 01/2029

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online