

Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Fakultät für Soziale Arbeit

Geschichts- und Gesellschaftswissenschaftliche Fakultät

Der Einsatz von Frühmobilisationsrobotik
auf der Intensivstation: eine soziologische Analyse
mit mobilisierenden Fachpersonen

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Geschichts- und Gesellschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt

vorgelegt von

Amrei Christin Mehler-Klamt wohnhaft in München

Lingen (Ems)

(Geburtsort)

2025

Tag der mündlichen Prüfung: 11.06.2025

Name des Erstgutachters: Prof. Dr. Joost van Loon

Name der Zweitgutachterin: Prof. Dr. Ingeborg Eberl

Die Betreuung erfolgte kooperativ und gleichberechtigt zwischen Erst- und Zweitgutachter*in.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mich während der Erstellung meiner Dissertation unterstützt haben. Ein besonderer Dank gilt meinen Betreuungspersonen Professorin Dr. Inge Eberl und Professor Dr. Joost van Loon, die mich immer wieder fachlich und emotional unterstützt sowie durch konstruktives Feedback inspiriert haben.

Ich möchte meinen Kolleg*innen und Freund*innen für ihre moralische Unterstützung und die vielen ermutigenden Worte danken. Besonders erwähnen möchte ich meinen Kollegen und Mitpromovenden Christoph, der mich stets unterstützt hat und mir bei allen Herausforderungen mit klarem Kopf und konstruktiven Vorschlägen zur Seite stand.

Ein großer Dank gilt meinem Mann Dominik, der mir stets den Rücken frei gehalten, mich angetrieben und vor allem die ganze Bandbreite meiner Emotionen mit Geduld ertragen hat. Danke auch an meine Eltern, meinen Bruder Maximilian und Jeanne für die Unterstützung und Kinderbetreuung während meiner Schreibphasen.

Mein Dank gilt auch der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt für die finanzielle und ideelle Förderung im Rahmen des Mentoringprogramms und Stipendiums für Nachwuchswissenschaftlerinnen sowie die exzellenten Arbeitsbedingungen.

Diese Dissertation wäre ohne die Hilfe und Unterstützung all dieser und noch vieler weiterer Menschen nicht möglich gewesen.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Einführung von Pflegerobotik setzt ein umfassendes Verständnis für die Auswirkungen dieser Technologien auf die Pflegebeziehung und -praxis voraus. Der Fokus dieser Dissertation liegt auf dem Einsatz des robotischen Systems VEMOTION®, welches zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen genutzt werden kann. Die vorliegende Arbeit vereint die Disziplinen Pflegewissenschaft und Soziologie in einem interdisziplinären Ansatz und zielt darauf ab, soziale und organisatorische Dynamiken, die durch die Einführung von solchen Technologien entstehen, zu verstehen. Der Schwerpunkt des Forschungsprojekts liegt auf der Perspektive des mobilisierenden Fachpersonals hinsichtlich der Auswirkungen auf Pflegepraxis und -beziehungen. Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) wird hierfür als eine Art Meta-Methode mit der Absicht, die komplexen Interaktionen zwischen den Akteuren begreifen zu können, eingesetzt.

Methode: Im Rahmen der kumulativ verfassten Dissertation wurden vier Artikel zu der genannten Thematik veröffentlicht. Diese bedienen sich einer interdisziplinären Methodik, die ein Scoping Review mit den ethnografischen Ansätzen Beobachtungen, Interviews und Gruppendiskussionen kombiniert. Die Methoden wurden agnostisch motiviert ausgewählt, das heißt, dass die Methodenauswahl und -durchführung jeweils darauf ausgerichtet war, ein umfassendes Verständnis der untersuchten Themen zu erlangen und die Forschungsfragen ausführlich zu beantworten. Das Scoping Review bietet einen Überblick über die bestehende Literatur zum Einsatz von Frühmobilisationsrobotik. Die ethnografischen Methoden geben tiefere Einblicke in die Pflegepraxis und die Auswirkungen des Einsatzes des robotischen Systems auf das mobilisierende Fachpersonal.

Ergebnisse: Die Ergebnisse zeigen, dass das System VEMOTION® der Firma ReActive Robotics GmbH vor allem der physischen Entlastung des Fachpersonals dient. Es werden aber auch neue Herausforderungen identifiziert, die eine sorgfältige Anpassung der Arbeitsabläufe und eine starke interprofessionelle Zusammenarbeit voraussetzen. Die Forschung unterstreicht Veränderungen in der Pflegebeziehung die durch die Einführung von Frühmobilisationsrobotik entstehen und hebt die Bedeutung der ANT hervor, um die Einführung und Nutzung von Technologien in der Pflegepraxis kritisch zu reflektieren.

Fazit: Die vorliegende Arbeit verdeutlicht die Bedeutung einer interdisziplinären Herangehensweise, die pflegewissenschaftliche und techniksoziologische Perspektiven vereint, um die komplexen sozialen Wechselwirkungen zwischen den Akteuren und organisatorischen Prozessen bei der Einführung von Frühmobilisationsrobotik zu verstehen. Zukünftige Forschungen sollten die Patient*innenperspektive stärker einbeziehen und langfristige Effekte auf die Pflegebeziehungen sowie die Qualität der Gesundheitsversorgung untersuchen. Die Arbeit betont die Rolle der ANT als wertvolles Instrument zur Analyse der Wechselwirkungen innerhalb der Pflegebeziehung und zur Förderung einer umfassenden Integration technologischer Innovationen in die Pflegepraxis.

Abstract

Background: The introduction of robotic nursing necessitates a comprehensive understanding of the impacts of these technologies on nursing relationships and practices. The focus of this dissertation is on the deployment of the VEMOTION® robotic system, which is used for the early mobilisation of intensive care patients. This work combines the disciplines of nursing science and sociology within an interdisciplinary approach, aiming to understand the social and organisational dynamics that emerge from the introduction of such technologies. The research project primarily focuses on the perspective of the mobilising staff regarding the effects on nursing practice and relationships. Actor-Network Theory (ANT) is employed as a sort of meta-methodology intended to grasp the complex interactions among actors.

Method: In the context of this cumulatively composed dissertation, four articles on the stated topic were published. These utilise an interdisciplinary methodology that combines a scoping review with ethnographic approaches such as observations, interviews, and group discussions. The methods were selected with agnostic motivation, meaning that the choice and implementation of methods were each aimed at gaining a comprehensive understanding of the subjects studied and thoroughly answering the research questions. The scoping review provides an overview of the existing literature on the use of early mobilisation robotics. The ethnographic methods offer deeper insights into nursing practice and the impacts of the robotic system's deployment on the mobilising staff.

Results: The findings indicate that the VEMOTION® system by ReActive Robotics GmbH primarily serves to physically relieve the staff. However, new challenges are identified that require careful adjustment of workflows and robust interprofessional collaboration. The research underlines changes in the care relationship that result from the introduction of early mobilisation robotics and highlights the importance of ANT in order to critically reflect on the introduction and use of technologies in care practice.

Conclusion: This work highlights the significance of an interdisciplinary approach that integrates nursing science and technology sociology perspectives to understand the complex social interactions and organisational processes involved in the introduction of early mobilisation robotics. Future research should more strongly incorporate patient perspectives and examine long-term effects on nursing relationships and the quality of healthcare. The dissertation underscores the role of ANT as a valuable tool for analysing interactions within nursing relationships and for promoting the comprehensive integration of technological innovations into nursing practice.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Zusammenfassung	IV
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VI
I Abkürzungsverzeichnis	VIII
II Abbildungsverzeichnis	IX
III Tabellenverzeichnis	X
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Forschungslücke	1
1.2 Zielsetzung und Fragestellungen.....	6
1.3 Überblick über den Aufbau der Arbeit.....	6
2 Theoretische Fundierung	10
2.1 Relevante Konzepte und Theorien aus Soziologie und Technik	13
2.1.1 Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) anhand des robotischen Systems VEMOTION®	13
2.1.2 Die Technikakzeptanz anhand der ‚Unified Theory of Acceptance and Use of Technology‘ (UTAUT)	17
2.2 Charakteristika des Pflegeberufs mit Augenmerk auf die Intensivstation	20
2.2.1 Die Pflegebeziehung	22
2.2.2 Die Einführung von Pflegerobotik in die Pflege	24
2.3 Der Einsatz und die Einführung von Pflegerobotik aus soziologischer Perspektive	27
3 Forschungsdesign und Methodik	29
3.1 Scoping Review.....	31
3.2 Erläuterung der ethnografischen Methoden.....	33
3.2.1 Interviews.....	35
3.2.2 Gruppendiskussionen	37
3.2.3 Beobachtungen.....	38
4. Kumulativer Teil der Dissertation	41

4.1 Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. Ein Scoping Review	41
4.2 Frühmobilisation von Intensivpatient*innen – Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation	53
4.3 Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital	63
4.4 Can mobilising specialists be relieved by a robotic system for the early mobilisation of intensive-care patients? A quantitative longitudinal study at two data collection points at a German university hospital.....	78
5 Zusammenfassende Ergebnisse und Diskussion.....	95
5.1 Die wichtigsten Ergebnisse und ihre Einordnung.....	95
5.2 Theoretische Einordnung und Bewertung.....	101
5.3 Einordnung der verwendeten Theorien und Methoden	108
5.4 Bezug zu den Forschungsfragen.....	109
6 Integrativer Abschluss: Reflexion und Ausblick.....	111
6.1 Kritische Würdigung und Empfehlungen für die Zukunft	111
6.2 Fazit und Schlussgedanke	112
7 Literaturverzeichnis.....	114

I Abkürzungsverzeichnis

[] – bei Zitaten verwendet, um Kürzungen, Erweiterungen bzw. grammatikalisch notwendige Umformulierungen anzuzeigen

ANT – Akteur-Netzwerk-Theorie

BMG – Bundesministerium für Gesundheit

bspw. – beispielsweise

bzw. – beziehungsweise

DBFK – Deutscher Berufsverband für Pflegeberufe

DGAI – Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin

ggf. – gegebenenfalls

Hv. i.O. – Hervorhebung im Original

mind. – mindestens

o. J. – ohne Jahr

OPP – Obligatory Passage Point

sic – sic erat scriptum = Hinweis darauf, dass ein Zitat bzw. ein Titel korrekt aus dem Original zitiert wurde, auch wenn es Fehler aufweist

TAM – Technikakzeptanzmodell (englisch: Technology Acceptance Model)

u. a. – unter anderem

usw. – und so weiter

UTAUT – Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

v. a. – vor allem

z. B. – zum Beispiel

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das VEMOTION® System zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen von der Firma ReActive Robotics GmbH (ReActive Robotics GmbH, o. J.).....	3
Abbildung 2: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (aus dem Englischen übersetzt nach Venkatesh et al., 2003)	18

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorisierung von Pflegerobotik anhand von Einsatzfeldern und Funktionalitäten (Eigene Darstellung und Erweiterung in Anlehnung an Hülksen-Giesler & Daxberger, 2018)	5
Tabelle 2: Zusammenfassende Darstellung der thematischen Schwerpunkte in den einzelnen Artikeln der Dissertation (eigene Darstellung)	11
Tabelle 3: Methodischer Rahmen und ANT-Bezug der Einzelstudien im Dissertationsprojekt (eigene Darstellung)	30
Tabelle 4: Auflistung der Schlüsselergebnisse der vier kumulativen Artikel (eigene Darstellung).....	96

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Forschungslücke

Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass sich Immobilisierung negativ auf das Langzeitoutcome von Intensivpatient*innen auswirkt (Ding et al., 2019; Schweickert et al., 2009; Wittink et al., 2011). Eine vermehrte Inaktivität führt nicht nur sehr schnell, d. h. innerhalb von Tagen, zum Verlust der Muskelmasse, sondern auch zum Verlust der Leistungsfähigkeit und zum funktionellen Abbau physiologischer und kognitiver Konditionen (Eggmann & Nydahl, 2023). Deshalb sollte laut der deutschen S3-Leitlinie ‚Lagerungstherapie und Mobilisierung kritisch kranker Patienten auf der Intensivstation‘ innerhalb der ersten 72 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation mit der Frühmobilisierung der Patient*innen begonnen werden (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V (DGAI), 2023). In der Realität wird Frühmobilisation aber zu selten bei Intensivpatient*innen durchgeführt (Rai et al., 2020), obwohl ihr Nutzen und die Risiken der Nichtdurchführung gut bekannt sind (Ding et al., 2019; Mehler-Klamt et al., 2022; Zhang et al., 2019) und sie sogar einen Beitrag zu einer Senkung der Kosten im Gesundheitssystem leisten kann (Engel, Needham et al., 2013). Für die seltene Durchführung von Frühmobilisation gibt es eine Menge an Ursachen, wie z. B. strukturelle Gründe (Dubb et al., 2016). Hierunter fallen neben mangelnden Personalressourcen der Fachkräfte (Bundesministerium für Gesundheit (BMG), 2018; Mudge et al., 2020) auch, dass dem mobilisierenden Personal zu wenig Hilfsmittel zur Verfügung stehen (Dubb et al., 2016). Darüber hinaus gibt es organisatorische Barrieren, wie eine erhöhte Arbeitsbelastung, die Dienstplanung (z. B. wenig geschultes Personal in einer Schicht) oder individuelle Barrieren, zu denen auch das Wissen um die Schulung bzw. Weiterbildung im Bereich Frühmobilisation zählen (Popoola et al., 2022). Auch lassen sich patient*innenseitige Gründe anführen, wie Sedierung, mechanische Beatmung usw., die dazu führen, dass Intensivpatient*innen die meiste Zeit in liegender Position verbringen (Baldwin et al., 2020). Konventionelle Mobilisationen können zudem ein Sicherheitsrisiko für die Beteiligten darstellen. Oft müssen die Patient*innen auf ein Therapiegerät, wie z. B. einen Mobilisationsstuhl, transferiert werden. Die damit verbundenen Anstrengungen für die Durchführenden können je nach Krankheitsschwere der Patient*innen groß sein. So bringt eine konventionelle Mobilisation nicht nur körperliche Anstrengungen – sowohl für das Pflegepersonal als auch für die Patient*innen – mit sich, sondern muss auch sorgfältig geplant sein. Es muss beispielsweise auf die optimale Länge der Zu- und Ableitungen der Patient*innen geachtet werden, um das Risiko einer Diskonnektion zu minimieren. Aus diesem Grund sollte eine Frühmobilisation von min-

desten zwei Fachpersonen durchgeführt werden (DGAI, 2023). Der Arbeitsalltag auf Intensivstationen ist jedoch oft durch Zeitmangel geprägt, was in Verbindung mit einer Personalressourcenknappheit zu einer weiteren Barriere für die Durchführung der Frühmobilisation führt (Dubb et al., 2016). Pflegerobotik könnte daher „die Lücke zwischen der Zahl der zu Pflegenden und dem verfügbaren Pflegepersonal schließen, die der demographische Wandel zunehmend zu reißen droht“ (Lipp & Maasen, 2019, S. 207). Sie wird aber noch nicht flächendeckend eingesetzt und meist im Rahmen von Forschungsprojekten erprobt, ohne den Sprung in die tägliche Praxis zu schaffen (Hergesell et al., 2020). Robotische Systeme für die Frühmobilisation von Intensivpatient*innen werden erst seit 2021 in der Literatur beschrieben (Mehler-Klamt et al., 2023) und es wurde bisher nicht umfassend untersucht, ob diese Systeme den aufgeführten Hürden entgegenwirken können oder Pflegefachpersonen bei ihrer Arbeit entlasten.

Die dargestellten Herausforderungen betreffen aber nicht nur individuelle oder organisatorische Dimensionen, sondern spiegeln sich auch in gesellschaftlichen und sozialen Strukturen wider (Remmers, 2018). Die Herausforderungen, die sich bereits bei der Frühmobilisation zeigen, wie Personalmangel und Zeitknappheit, sind gesellschaftlich weitreichend diskutiert und beeinflussen nicht nur die Pflegepraxis, sondern auch die Interaktionen zwischen Pflegenden und Gepflegten (Hülsken-Giesler & Remmers, 2020). Im Kontext dieser Diskussionen führt die Einführung von Pflegerobotik zu einer fundamentalen Veränderung in der Interaktion zwischen Pflegenden und Gepflegten und deren Beziehung. Mit dem Einsatz von Robotik in die Pflegepraxis, bezieht sich die Beziehung nicht mehr nur auf den Pflegenden und den Pflegeempfänger, sondern findet „auch zwischen Pflege und Robotik, zwischen technischen Artefakten und Menschen [statt]“ (Lipp & Maasen, 2019, S. 208). Darüber hinaus scheint die Nutzung eines neuen technischen oder robotischen Systems eng verknüpft mit der Akzeptanz des Systems als neuem Akteur¹ in einem bestehenden Netzwerk zu sein.

Auf Grund dessen verfolgt diese Dissertation das Ziel, nicht nur die individuelle und organisatorische, sondern auch die soziologische Dimension, die die Einführung von Frühmobilisationsrobotik auf der Intensivstation mit sich bringt, näher zu beleuchten. Um die individuellen, organisatorischen und soziologischen Dimensionen bei der Einführung von Pflegerobotik zu untersuchen, wurden ethnographische Methoden mit einem Scoping Review gekoppelt und in einem interdisziplinären Team erarbeitet. Ziel dieses interdisziplinären Ansatzes ist es, ein tiefergreifendes Verständnis für die pflegewissenschaftli-

¹ In dieser Arbeit werden die Begriffe ‚Akteur‘ und ‚Aktant‘ verwendet ohne zu gendern, da die Begriffe so in den Originaltexten benutzt werden. Sie schließen selbstverständlich auch alle anderen Geschlechter mit ein.

chen und sozialen Dimensionen zu gewinnen, die Frühmobilisationsrobotik auf der Intensivstation mit sich bringt. Insbesondere wird das Erleben eines robotischen Systems zur Frühmobilisation aus Sicht von mobilisierendem Fachpersonal interdisziplinär aus Sicht der Disziplinen Pflegewissenschaft und Soziologie untersucht. Das im Rahmen dieser Dissertation eingesetzte robotische System ist das adaptive robotische Assistenzsystem VEMOTION®, welches von der Firma ReActive Robotics GmbH entwickelt wurde (s. Abbildung 1).



*Abbildung 1: Das VEMOTION® System zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen von der Firma ReActive Robotics GmbH (ReActive Robotics GmbH, o. J.)*

Das System besteht aus einem speziellen Intensivpflegebett mit einer Andockstelle am Fußende für das Robotersystem (siehe Abbildung 1). Über den zugehörigen Monitor (links im Bild der Abbildung 1) kann das System gesteuert werden und eine Gangbewegung erzeugen. Das Krankenhausbett mit angedocktem Robotersystem fungiert damit als Therapiegerät, ohne dass der*die Patient*in umgelagert werden muss. Der* Die Patient*in muss vor der eigentlichen Mobilisation zunächst mit speziellen Sicherungseinheiten in seinem Bett fixiert werden. Dazu wird ein Sitzadapter unter die Sitzbeinhöcker des*der Patient*in geschoben und mit einem Karabinersystem am Bett befestigt und gesichert. Außerdem werden Befestigungsgurte über Brust und Hüfte des*der Patient*in gelegt. Dann wird das Robotersystem entsprechend der Anweisungen auf dem Monitor angedockt. Die Füße werden durch eine Klettvorrichtung am System befestigt, während

die Oberschenkel mithilfe spezieller Manschetten, die einen Pin an der Oberseite aufweisen, in die sogenannten Arme des robotischen Systems eingeklickt werden. Die Arme sind dafür konzipiert, die Oberschenkel sicher zu fixieren und sie entsprechend einer Gangbewegung zu heben. Bei der Befestigung der Oberschenkel ist es wichtig, die individuellen anatomischen Voraussetzungen des*der Patient*in zu berücksichtigen, weil das robotische System nur dann in der Lage ist die Gangbewegungen physiologisch durchzuführen. Anschließend kann das Gangtraining im Bett erfolgen, wofür das Bett bis auf 70 Grad vertikalisiert werden kann. Über den Monitor lassen sich unter anderem die Schrittfrequenz und der Aktivitätsgrad des Roboters einstellen. Auf diese Weise kann das Robotersystem entweder passiv oder mit Unterstützung mobilisieren.

Das robotische System VEMOTION® kann zur Rehabilitations- oder Therapierobotik gezählt werden. Es gibt darüber hinaus noch andere Arten von Pflegerobotik, die sich laut Hülsken-Giesler & Daxberger (2018) im deutschsprachigen Raum anhand von Einsatzfeldern bzw. Funktionalität in drei Kategorien einteilen lassen, die in Tabelle 1 näher vorgestellt werden (Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018). Ergänzt wurde die vierte Kategorie Exoskelette, weil sich diese in keine der anderen Kategorien einbetten lässt, Exoskelette aber im Rahmen von Pilotprojekten immer weiter in den Fokus der Pflegepraxis rücken (Strube-Lahmann et al., 2023).

Tabelle 1: Kategorisierung von Pflegerobotik anhand von Einsatzfeldern und Funktionalitäten (Eigene Darstellung und Erweiterung in Anlehnung an Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018)

Kategorie	Erklärung	Beispiel
Sozio-assistive Systeme (einschließlich Emotionsrobotik)	<ul style="list-style-type: none"> Fokussieren sich auf sozial-kommunikative Aspekte in der Pflege Inkludiert sind humanoide Roboter und robotische Tiere 	Robbe Paro (Au, 2018)
Servicerobotik (für Pflegenden sowie für Menschen mit Hilfebedarf)	<ul style="list-style-type: none"> Robotische Unterstützung bei einfacheren Serviceleistungen Fokus liegt auf der Logistik in der Pflegepraxis 	Serviceroboter Care-O-bot® 4 (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, 2015)
Rehabilitationsrobotik	<ul style="list-style-type: none"> Entwickelt im Zusammenhang mit rehabilitativen Ansätzen bei verschiedenen neurorehabilitativen Herausforderungen begrenzter Erkenntnisstand im deutschsprachigen Raum 	Das VEMOTION®-System (ReActive Robotics GmbH, o. J.)
Exoskelette	<ul style="list-style-type: none"> Robotisches Assistenzsystem, welches die Belastung der Träger*innen reduzieren soll (bspw. beim Lagern, Heben oder Transferieren von Patient*innen) Fokus liegt auf der Entlastung von Pflegefachpersonal 	Exoskelett HAL (Miura et al., 2018)

Die Tabelle 1 zeigt, wie vielfältig robotische Systeme in der Pflege eingesetzt werden und an welchen unterschiedlichen Stellen sie zur Entlastung von Pflegenden beitragen können. Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist der Bereich der Rehabilitationsrobotik im deutschsprachigen Raum noch wenig beforscht. Das konnte der erste Artikel dieser kumulativen Disseration (Mehler-Klamt et al., 2023), ein Scoping Review, welches das Ziel verfolgte einen Überblick über den Einsatz robotischer Systeme zur Frühmobilisation auf Intensivstationen zu geben, bestätigen. Ergebnis des Scoping Reviews war, dass technische Systeme für den Einsatz von Frühmobilisation bei Intensivpatient*innen in der bisherigen Literatur vielfach beschrieben werden, während Frühmobilisationsrobotik in diesem Zusammenhang erst seit dem Jahr 2021 thematisiert wird. Die damit identifizierte Forschungslücke begründet, dass der Fokus dieser Arbeit auf der Untersuchung der Frühmobilisationsrobotik, einem Bereich der Rehabilitationsrobotik, liegt. Da die Untersuchung von Frühmobilisationsrobotik als Ganzes nicht möglich ist, wird das VEMOTION®-System exemplarisch als ein robotisches System, das der Frühmobilisationsrobotik zugeordnet werden kann, beforscht. Im Mittelpunkt der Untersuchung steht, wie

der Einsatz von Frühmobilisationsrobotik (genauer gesagt, dem VEMOTION®-System) auf der Intensivstation aus der Perspektive von mobilisierenden Fachpersonen hinsichtlich ihrer Be- und Entlastung wahrgenommen wird. Dabei werden sowohl die pflegewissenschaftliche als auch die soziologische Perspektive eingenommen, um den Sachverhalt interdisziplinär zu beforschen, weil u. a. auch soziale und organisatorische Prozesse in die Arbeit einfließen sollen.

1.2 Zielsetzung und Fragestellungen

In dem Forschungsvorhaben wurde das robotische Frühmobilisationssystem VEMOTION® auf zwei Intensivstationen erprobt. Ziel war es dabei herauszufinden, wie VEMOTION® zur Frühmobilisation von den an der Frühmobilisation beteiligten Fachpersonen erlebt wird und ob der Einsatz auf der Intensivstation zur physischen und psychischen Entlastung von mobilisierendem Personal beiträgt. Hierbei wurde der Fokus auf soziale und organisatorische Prozesse gelegt. Diese Prozesse umfassen bspw. die Interaktion und Beziehung zwischen den einzelnen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren in der Pflegepraxis und die Auswirkungen der Robotikeinführung auf die Arbeitsorganisation der Pflegenden.

Aus dem Ziel der Arbeit ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Wie wirkt sich ein robotisches System zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen auf die Be- und Entlastung mobilisierender Fachpersonen aus und welche Faktoren beeinflussen deren Akzeptanz?
- Wie verändert die Einführung des robotischen Systems soziale und organisatorische Prozesse auf Intensivstationen?

1.3 Überblick über den Aufbau der Arbeit

An die Einleitung, die bereits die Problemstellung, Forschungslücke und Zielsetzung der vorliegenden Dissertation behandelt hat, schließt sich die theoretische Fundierung an. Im Rahmen dieser werden Grundlagen geschaffen, die die weitere Thematik der vorliegenden Ausarbeitung verständlich machen. Hierzu wird der konzeptionelle Rahmen der empirischen Untersuchung vorgestellt. Die Akteur-Netzwerk-Theorie wird als erstes vorgestellt, weil sie die vorliegende Arbeit als Gesamtes in Form einer Art Metamethode rahmt. Hieran schließt sich die Vorstellung der ‚Unified Theory of Acceptance and Use of Technology‘ (UTAUT) an, die als Technikakzeptanz-Theorie Grundlagen für die Inter-

pretation der Gesamtergebnisse liefert. Um die Pflegebeziehung in den Fokus zu nehmen, werden dann Charakteristika des Pflegeberufs und theoretische Überlegungen zum Einsatz und zur Einführung von Pflegerobotik vorgenommen.

Der methodische Teil der vorliegenden Arbeit erläutert die im kumulativen Teil des Forschungsprojekts verwendeten Methoden detailliert, um die Herangehensweise an die einzelnen Forschungsgegenstände transparent zu machen. Die angewendeten Methoden sind mit Ausnahme des Scoping Reviews, das vor allem der Identifikation der Forschungslücke diente, überwiegend ethnografischen Forschungsmethoden zuzuordnen. Es wurden leitfadengestützte Interviews, Gruppendiskussionen und Beobachtungen durchgeführt.

Im kumulativen Teil werden die vier, in unterschiedlichen Journals angenommenen bzw. veröffentlichten Artikel in chronologischer Reihenfolge ihrer Annahme aufgeführt. Die Inhalte dieser Artikel werden im Anschluss daran zusammengefasst, synthetisiert und diskutiert. Hierbei werden Schlüsse gezogen, die als Grundlage für die Beantwortung der Forschungsfragen dienen.

Die Ausführungen schließen mit einem Fazit ab, welches eine kompakte Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus den Forschungsergebnissen bietet.

Um bereits vorab einen kurzen Überblick über die vier Artikel zu geben, die den Kern dieser Arbeit darstellen, werden diese im Folgenden skizziert:

1. Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. Ein Scoping Review
 - Journal: Pflege - Die wissenschaftliche Zeitschrift für Pflegeberufe
 - Methode: Scoping Review
 - Ziel:
 - a. Identifikation einer Forschungslücke
 - b. Überblick über den Einsatz von robotischen und technischen Hilfsmitteln, die zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen genutzt werden, schaffen
 - Inhaltlicher Kurzüberblick: Robotische Systeme zur Frühmobilisation wurden erst ab dem Jahr 2021 in Artikeln beschrieben, was den Schluss zulässt, dass diese noch nicht Teil der Regelversorgung sind, vor allem vor dem Hintergrund, dass deren Einsatz zumeist in Zusammenhang mit geförderten Projekten erprobt wurde. Das zeigt, dass hier eine Forschungslücke identifizierbar ist, die im Rahmen der weiteren Artikel beforscht wurde.
 - Einordnung: Ergebnisse der Vorstudie

- angenommen: 2022
2. Frühmobilisation von Intensivpatient*innen – Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation
- Journal: QuPuG - Journal für Qualitative Forschung in Pflege- und Gesundheitswissenschaft
 - Studiendesign und Methode: Qualitative Querschnittstudie mit leitfadengestützten Interviews und Gruppendiskussionen
 - Ziel:
 - a. Schaffen eines Überblicks darüber, wie die konventionelle Frühmobilisation in dem Krankenhaus gestaltet wird, in dem später auch das robotische System VEMOTION® erprobt wurde (Ermittlung des IST-Zustands)
 - b. Durch wissenschaftliche Überprüfung des IST-Zustandes der konventionellen Frühmobilisation wurden die Voraussetzungen, für die im weiteren Verlauf einsetzende Erprobung des robotischen Systems auf den Intensivstationen, evaluiert
 - Inhaltlicher Kurzüberblick: Frühmobilisation wird von verschiedenen Berufsgruppen unterschiedlich verstanden und durchgeführt. Ausreichend Personal, Hilfsmittel und genügend zeitliche Ressourcen werden als förderlich für die Durchführung von Frühmobilisation auf der Intensivstation verstanden; fehlendes Personal, Hilfsmittel und Zeitdruck wurden hingegen als hemmende Faktoren beschrieben.
 - Einordnung: Ergebnisse der Vorstudie
 - angenommen: 2022
3. Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital
- Journal: Discover Social Science and Health
 - Studiendesign und Methode: Qualitative Längsschnittstudie mit leitfadengestützten Interviews zu drei Erhebungszeitpunkten
 - Ziel: Untersuchung des Be- und Entlastungsempfinden von mobilisierendem Fachpersonal bei konventioneller und bei robotischer Frühmobilisation mit dem VEMOTION®-System
 - Inhaltlicher Kurzüberblick: Die Studie untersucht die Perspektiven des Pflegepersonals auf den Einsatz des robotischen Systems VEMOTION®

und identifizierte dabei Be- und Entlastungsfaktoren. Die Ergebnisse zeigen, dass das System körperlich entlastend empfunden wird, aber anfangs psychischen Stress verursacht, der durch strukturelle Anpassungen und eine routinierte Anwendung gemindert werden kann.

- Einordnung: Ergebnisse der Hauptstudie
- angenommen: 2024

4. Can mobilising specialists be relieved by a robotic system for the early mobilisation of intensive-care patients? A quantitative longitudinal study at two data collection points at a German university hospital

- Journal: International Journal of Social Robotics
- Studiendesign und Methode: Quantitative Längsschnittstudie mit standardisierten Beobachtungen zu zwei Erhebungszeitpunkten
- Ziel:
 - a. Untersuchung der Anwendungserfahrung und Akzeptanz von VEMOTION®
 - b. Untersuchung der Unterschiede in Be- und Entlastung bei Einführung des VEMOTION®-Systems im Vergleich zur konventionellen Mobilisation
 - c. Identifikation der Auswirkungen vom VEMOTION®-System auf die organisatorischen Prozesse
- Inhaltlicher Kurzüberblick: Die Studie untersucht die Auswirkungen konventioneller und robotergestützter Mobilisation auf das Pflegepersonal und auf organisatorische Prozesse. Die Ergebnisse zeigen, dass die robotergestützte Mobilisation längere Prozesszeiten erfordert, jedoch das subjektive Empfinden der Machbarkeit und der damit verbundene psychische Stress durch zunehmende Routine mit dem eingesetzten System VEMOTION® verringert werden können.
- Einordnung: Ergebnisse der Hauptstudie
- angenommen: 2024

2 Theoretische Fundierung

Die vorliegende Arbeit integriert als interdisziplinäre Forschungsarbeit Schwerpunkte und Denkweisen der soziologischen Disziplin in die Pflegewissenschaft. Dies erweitert die Perspektive auf die komplexen Dynamiken in der Pflegepraxis und zielt darauf ab, die Beziehung zwischen Mensch und Technik zu verstehen. Die Arbeit bedient sich vor allem techniksoziologischer Methoden und Theorien zur Analyse des Einsatzes vom VEMOTION® als nicht-menschlicher Akteur in das Akteur-Netzwerk der Intensivstation, da so wertvolle Einblicke in die Bedeutung von Werten, Einstellungen und Handlungsorientierungen der Pflege und die Mensch-Technik-Beziehung ermöglicht werden (Häußling, 2019). „Die Techniksoziologie befasst sich mit den Wechselbezügen zwischen Realtechniken, Prozesstechniken und Technologien einerseits und Gesellschaft und Sozialem andererseits“ (Häußling, 2019, S. 14). Im Rahmen dieser Arbeit spielen dabei insbesondere zwei Denkweisen eine Rolle: die methodologisch-individualistische und die assoziative Denkweise. Die methodologisch-individualistische Denkweise geht davon aus, dass soziale Phänomene durch das Handeln und die Entscheidungen einzelner Individuen erklärt werden können (Neck, 2019). Die assoziative Denkweise stellt das Netzwerk von Beziehungen zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren und deren Einfluss auf soziale Prozesse in den Mittelpunkt (Belliger & Krieger, 2006). Um die komplexen Interaktionen an der Schnittstelle zwischen Pflege, Robotik und Gesellschaft zu verstehen, sind beide Denkweisen in Form von verschiedenen Perspektiven Teil dieser Arbeit. Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), die der assoziativen Denkweise zuzuordnen ist, dient als eine Art Meta-Methode, die es ermöglicht, die vielschichtigen Beziehungsgeflechte und die wechselseitige Konstitution von Gesellschaft und Technologie zu analysieren. Durch die ANT wird eine Perspektive eingenommen, die über die Grenzen traditioneller soziologischer Ansätze hinausgeht und die Interaktionen zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren in einem umfassenden Netzwerk in den Mittelpunkt stellt. Durch die Einbettung der techniksoziologischen Perspektive wird es möglich, die pflegewissenschaftliche Perspektive zu erweitern und eine umfassende Analyse von sozialen und institutionellen Wechselwirkungen durchzuführen.

Im Rahmen der theoretischen Fundierung wird zunächst in die ANT als Meta-Methode eingeführt. Anschließend wird die ‚Unified Theory of Acceptance and Use of Technology‘ (UTAUT), die auf methodologisch-individualistischen Denkweisen aufbaut und eine Technikakzeptanztheorie inkl. Modell darstellt, erläutert. Weitere theoretische Erläuterungen, die auf die Beantwortung der Forschungsfragen zugespißt sind, schließen sich an. Der Fokus liegt dabei sowohl auf den Charakteristika des Pflegeberufs als auch auf der theoretischen Perspektive des Einsatzes von Pflegerobotik, insbesondere der Einfluss auf die Pflegebeziehung steht im Mittelpunkt des Interesses. Dieser Abschnitt bietet

einen Einblick in berufssoziologische Aspekte der Pflege mit einem besonderen Augenmerk auf die Intensivpflege und integriert auch Überlegungen zur Interaktion zwischen Pflegefachpersonen und Technologien bzw. Robotik. Aufgrund des breiten Themenspektrums der Untersuchung können nicht alle Themen der Berufssoziologie vertieft werden, da der Fokus primär auf der Rolle von Technik bzw. Robotik in der Pflegepraxis und den spezifischen Herausforderungen für die Intensivpflege liegt.

In Tabelle 2 werden die thematischen Schwerpunkte anhand ihres Auftretens in den vier Artikeln, die den Kumulus dieser Arbeit darstellen, sichtbar. Die Tabelle zeigt, welche thematischen Schwerpunkte sich in den einzelnen Artikeln des kumulativen Teils dieser Dissertation wiederfinden lassen.

Tabelle 2: Zusammenfassende Darstellung der thematischen Schwerpunkte in den einzelnen Artikeln der Dissertation (eigene Darstellung)

Artikel	ANT	UTAUT	Die Pflegebeziehung
Artikel 1 (Scoping Review)	X		
Artikel 2 (Qualitative Querschnittstudie)	X		X
Artikel 3 (Qualitative Längsschnittstudie)	X	X	X
Artikel 4 (Quantitative Längsschnittstudie)	X	X	X

Die Tabelle zeigt, dass die Akteur-Netzwerk-Theorie² allen vier Artikeln zu Grunde liegt. Die ANT bildet somit die Grundlage für die gesamte Forschungsarbeit. Im Scoping Review (Artikel 1) ist die ANT eher implizit erkennbar, indem hier u. a. untersucht wird, welche nicht-menschlichen Akteure bereits auf Intensivstationen implementiert wurden und welche Auswirkungen ihre Implementierung auf die menschlichen Akteure (insbesondere den Akteur Patient*in) und dessen Outcome aufweist. In Artikel 2, der qualitativen Querschnittstudie, ist die ANT ebenfalls eher implizit aufweisbar, indem der Artikel aus Sicht der menschlichen Akteure Pflegefachpersonen, Physiotherapeut*innen und

² Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) wird in Kapitel 2.1.1 genauer erklärt. S. hierzu auch Tabelle 3.

Ärzt*innen beschreibt, wie u. a. (technische) Hilfsmittel (also nicht-menschliche Akteure) bei der Durchführung von Frühmobilisation auf der Intensivstation behilflich sein können. Die Interaktion der menschlichen und nicht-menschlichen Akteure, die auch in Zusammenhang von Barrieren und Förderfaktoren dargestellt werden, spiegeln die Prinzipien der ANT wider. So wird bspw. als Förderfaktor aufgeführt, wenn genügend Personal und Equipment (also Hilfsmittel) vorhanden sind was die Rolle von nicht-menschlichen und menschlichen Akteuren im Netzwerk verdeutlicht. Artikel 3 und 4 (qualitative und quantitative Längsschnittstudie) verdeutlichen ganz explizit die Rolle der ANT, weil sowohl menschliche als auch nicht-menschliche Akteure in ihrem Netzwerk auf der Intensivstation untersucht werden. In beiden Artikeln wird explizit untersucht in wie weit der neu hinzukommende nicht-menschliche Akteur VEMOTION® das bestehende Netzwerk beeinflusst.

In den Artikeln 3 und 4 (qualitative und quantitative Querschnittstudie) ist darüber hinaus die UTAUT zu finden³, die als Technikakzeptanzmodell bzw. -theorie beleuchtet, welche Aspekte zur Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz bei der Einführung eines neuen technischen Systems führen. Diese Theorie wurde hierfür auf die Einführung des robotischen Systems VEMOTION® übertragen. Die UTAUT stellt verschiedene Schlüsselkonzepte vor, die sich auf die Akzeptanz eines neuen Systems bei dessen Einführung auswirken. Diese Schlüsselkonzepte dienen dieser Arbeit als Grundlage zur Analyse der Akzeptanz bzw. Nicht-Akzeptanz des robotischen Systems VEMOTION®.

Die Beziehung, die durch Pflegearbeit zwischen Patient*in und Pflegefachperson entsteht⁴, lässt sich in den Artikeln 2, 3 und 4 wiederfinden (qualitative Quer- und Längsschnittstudie und quantitative Längsschnittstudie). In Artikel 2 beschreiben die Befragten, wie die Pflegearbeit, vor allem in Bezug auf die Frühmobilisation, gestaltet wird. Hierbei wird implizit auch auf die Beziehung die bei der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen und mobilisierendem Fachpersonal entsteht, eingegangen. In Artikel 3 und 4, wird implizit herausgearbeitet, wie das neu hinzugekommene robotische System die Pflegepraxis und -beziehung bei der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen beeinflusst.

³ Die ‚Unified Theory of Acceptance and Use of Technology‘ (UTAUT) wird in Kapitel 2.1.2 genauer erklärt.

⁴ Die Pflegebeziehung wird in Kapitel 2.2 genauer erläutert

2.1 Relevante Konzepte und Theorien aus Soziologie und Technik

Um das Verständnis für die in dieser Arbeit verwendeten Konzepte, Modelle und Theorien aus den Disziplinen Soziologie, Technik und Pflegewissenschaft herzustellen, werden diese im Folgenden genauer ausgeführt. Die ANT, die UTAUT sowie die Charakteristika des Pflegeberufs, insbesondere in Bezug auf die Pflegebeziehung beim Einsatz und der Einführung von robotischen Systemen in die Pflege, sind entscheidend für die Beantwortung der Forschungsfragen. Diese Grundlagen bilden die Basis für die Synthesierung der Ergebnisse der vier Fachartikel und die darauf aufbauende übergeordnete Analyse.

2.1.1 Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) anhand des robotischen Systems VEMOTION®

Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), wurde in den 1980er Jahren in Zusammenarbeit von Wissenschaftler*innen wie Bruno Latour, Michele Callon und John Law entwickelt. Sie ist dem Bereich der Wissenschafts- und Technikforschung zuzuordnen (Schubert, 2019). Grundprinzip der ANT ist eine assoziative Denkweise, die Beziehung und Interaktion zwischen Akteuren als Netzwerk betrachtet. In diesem Netzwerk sind sowohl ‚menschliche‘ als auch ‚nicht-menschliche Akteure‘ (z. B. Technologien oder Robotik) eingeschlossen, die miteinander interagieren und Wechselwirkungen erzeugen. Latour (2000) bezeichnet das Netzwerk auch als ‚Kollektiv‘, welches „aus der Gesamtheit an Verbindungen und Abhängigkeiten zwischen sozialen und nichtsozialen Akteuren [besteht]“ (Peuker, 2010, S. 326). Die Vertreter*innen der ANT unterscheiden teilweise in die Begriffe ‚Aktant und ‚Akteur‘. Diesen Begriffen soll sich anhand einer Definition annähern werden. Laut Akrich und Latour (2006, S. 399 f.) werden ‚Aktant‘ und ‚Akteur‘ folgendermaßen definiert und voneinander abgegrenzt:

„[Ein Aktant ist] was immer agiert oder Handlungen verlagert, wobei Handlung selbst definiert wird als eine Reihe von Performanzen gegenüber Herausforderungen und Prüfungen. Von diesen Performanzen wird eine Reihe von Kompetenzen abgeleitet, mit denen der Aktant ausgestattet ist; der Fusionspunkt eines Metalls ist eine Prüfung, durch die die Stärke einer Legierung definiert wird [...]; ein Akteur ist ein Aktant, der mit einem Charakter ausgestattet ist (normalerweise anthropomorph).“

Ein ‚Aktant‘ kann also sowohl menschlich als auch nicht-menschlich, also ein Objekt, eine Technik, ein Tier oder sonstige Entität (z. B. auch ein Konzept) sein. Wichtig ist, dass ein ‚Aktant‘ aktiv handelt bzw. agiert. Die Handlungsfähigkeit eines ‚Aktanten‘ – auch ‚Agency‘ (Latour, 2007) genannt – wird durch seine Reaktionen auf verschiedene Situationen oder Herausforderungen definiert. Im Unterschied dazu ist ein ‚Akteur‘ auf

eine spezifische Entität bezogen, die in einem Netzwerk handelt und mit einem Charakter ausgestattet ist und in der Regel menschenähnlich ist. Hierbei ist aber hervorzuheben, dass auch ‚nicht-menschliche Akteure‘ mit einer Art Charakter ausgestattet sein können, sofern sie handlungsfähig sind. Ein autonomisches robotisches System, das eigenständig Arbeiten ausführen kann, würde im Sinne der ANT auch als ‚nicht-menschlicher Akteur‘ gelten. Somit kann der Begriff ‚Aktant‘ als breiterer Begriff verstanden werden. In der Praxis werden diese Begriffe in der ANT jedoch oft synonym verwendet, um die Vielfalt der handelnden Entitäten ihren Netzwerken oder Kollektiven zu betonen (Latour, 2019).

Um sich der ANT mit einem Beispiel praktisch zu nähern, wird im Folgenden die Studie von Heitmann-Möller und Remmers (2017) skizziert. Diese untersucht die „Aspekte einer sogenannten Agency [...] am Beispiel des mittlerweile in der Regel elektronisch motorisierten Pflegebetts im Rückgriff auf Latours ANT“ (Heitmann-Möller & Remmers, 2017, S. 135). Im Anschluss an die Vorstellung der Studie wird eine Übertragung der ANT auf das VEMOTION®-System erfolgen. Ziel dieser Übertragung ist, sich anhand des theoriegeleiteten analytischen Ansatzes der Frage zu nähern, wie das berufliche Handeln durch das VEMOTION®-System beeinflusst werden kann.

Heitmann-Möller und Remmers (2017) schließen in ihrer Untersuchung elektrisch und nichtelektrische Pflegebetten ein, die allesamt höhenverstellbar sind (manuell oder elektrisch). Untersucht wird, welche ‚Agency‘ diesem ‚nicht-menschlichen Akteur‘ zugeschrieben werden kann und wie er im Rahmen eines ‚Akteur-Netzwerks‘ interagiert. Das Pflegeobjekt wird wie folgt beschrieben:

„Das Pflegebett bestand aus einem auf vier Rollen (Rädern) aufgesetztem [sic] Metallgestell, das in drei Segmente aufgeteilt war (Gatch-Bett). Auf diesem Metallgestell befanden sich eine mit weißfarbiger Bettwäsche bezogene Matratze, eine Decke sowie ein Kissen. Jeweils am Kopf- und Fußende des Betts war zwischen den seitlichen Metallstangen ein Holzbrett montiert, wodurch ein Gegenhalt gegen nichtbeabsichtigte längsseitige Bewegungen des Körpers eines / -r Patienten / -in geschaffen ist. Am Kopfende befand sich ein sogenannter ›Bettgalgen‹, ausgestattet mit einem durch Riemen verbundenen Griff in Form eines Triangels aus Kunststoff mit Griffleisten. Bei diesem Bett handelte es sich um ein mit einem Elektromotor ausgestattetes Pflegebett, dessen Segmente dadurch ohne menschliche Kraftanstrengung verstellt werden konnten. Die Steuerung erfolgte entweder über eine an eine Fernbedienung elektronischer Geräte erinnernde Handsteuerung, die sowohl von der Patientin als auch der Pflegerin bedient werden konnte. Am Fußende befand sich unterhalb der Auflagefläche des Bettgestells eine hervorziehbare ›Schublade‹, in die ebenso eine elektronische Bettsteuerung eingelassen war.“ (Heitmann-Möller & Remmers, 2017, S. 146)

Laut Heitmann-Möller und Remmers (2017) kann dem Objekt des Pflegebettes Handlungsfähigkeit in vielen pflegerischen Dimensionen zugeschrieben werden. Durch die

Höhenverstellbarkeit des Kopfteils beeinflusst es bspw. die Pflegearbeit, indem die Pflegefachperson die Patient*innen nicht mit eigener Muskelkraft aufrichten muss. Auch die Patient*innen müssen keine eigene Muskelkraft aufbringen, um sich aufzurichten. Somit übernimmt das Pflegebett im Rahmen einer Unterstützung der Atemfunktion eine wichtige Aufgabe/Handlung im Rahmen des ‚Akteur-Netzwerks‘. Darüber hinaus kann es Patient*innen stabilisieren, so dass die Lagerung ohne weitere Objekte bzw. ‚Aktanten‘ erfolgen kann.

„In diesem unterschiedliche (menschliche, nichtmenschliche) Akteure einbindenden Netzwerk verfügte allein die Pflegerin über ein komplettes, durch vielfältige, hochgradig variante Erfahrungen differenziertes Handlungsprogramm, das es ihr erlaubte, intuitiv zu entscheiden, weitere dingliche Akteure beizuziehen. Insofern kann – in Übereinstimmung mit Latour – von einer »Agency des Pflegebetts« nur als Teil der Agency eines umfassenden Arrangements von Dingen und Menschen gesprochen werden.“ (Heitmann-Möller & Remmers, 2017, S. 155)

In einer solchen Sichtweise muss auch die ‚Agency‘ der Patient*innen in den Blick genommen werden. In dem vorliegenden Beispiel ist die Patientin⁵ nicht mehr in der Lage, Handlungen zu übernehmen, die sie ohne die gegenwärtige Krankheitssituation selbstständig durchführen könnte. Es wird diskutiert, inwieweit die ‚Agency‘ der Patientin eingeschränkt ist und ob die ‚Agency‘ der Patientin sogar als passiv bezeichnet werden muss. Einschränkungen in der eigenen Handlungsfähigkeit von ‚Akteuren‘ wirken sich also durchaus auf die Beziehungen und die Handlungen anderer ‚Akteure‘ oder ‚Aktanten‘ im ‚Akteur-Netzwerk‘ aus. Der von Callon (2006) definierte ‚Obligatory Passage Point‘ (kurz: OPP) spielt hier eine zentrale Rolle: Callon untersuchte in einer Studie anhand der ANT wie ‚menschliche‘ (Fischer*innen und Wissenschaftler*innen) und ‚nicht-menschliche Akteure‘ (hier vor allem Kammuscheln der St. Brieuc-Bucht) in einem Netzwerk interagieren. Er beschreibt, wie diese verschiedenen ‚Akteure‘ in das Netzwerk eingebunden sind und wie ihre Beziehungen die Entwicklung und das Ergebnis der Studie beeinflussen. Erst durch die Vernetzung aller ‚Akteure‘ wird eine Handlungsfähigkeit erschaffen. Der OPP kann als eine Art Knotenpunkt gesehen werden, der von allen Akteuren durchlaufen (passiert) werden muss, um die gemeinsamen Ziele zu erreichen (van Loon, 2014).

Wenn das VEMOTION®-System fest in die Strukturen der Stationen eingebunden ist, könnte der OPP durch seine Integration in das klinische Netzwerk festgesetzt werden. VEMOTION® wäre dann der Goldstandard für die Frühmobilisation von Intensivpatient*innen und einer der ‚Hauptakteure‘ im ‚Mobilisations-Akteur-Netzwerk‘. Alle weiteren Behandlungsmethoden und Therapiepläne müssten dann um das VEMOTION®-System

⁵ In dem Beispiel wird konkret von einer weiblichen Person gesprochen, weshalb hier die Bezeichnung ‚Patientin‘ übernommen wurde.

herum organisiert werden. ‚Akteure‘ des ‚Akteur-Netzwerks‘ im Rahmen des Einsatzes des VEMOTION®-Systems wären neben dem System selbst das mobilisierende Fachpersonal, die Entwickler*innen des Systems, Patient*innen sowie An- und Zugehörige als ‚menschliche Akteure‘.

Möchte man die Haupthandlungsfähigkeit bzw. die ‚Agency‘ des VEMOTION®-Systems festlegen, wäre es vermutlich in der eigenständigen Erzeugung von Gangbewegungen anzusiedeln. Es übernimmt eigenständig Mobilisationstätigkeiten und beeinflusst die Pflegearbeit dadurch maßgeblich. Die Mobilisationsdurchführung obliegt nämlich in der Regel sonst den ‚menschlichen Akteuren‘ der Pflege oder Physiotherapie (Mehler-Klamt et al., 2022; Nydahl et al., 2016). Darüber hinaus beeinflusst das System die bestehenden Pflege- bzw. Mobilisationsroutinen in dem es bspw. neue Standards bei der Mobilisation von Intensivpatient*innen festsetzt und bestehende Routinen erweitert oder vielleicht sogar ersetzt. Wie im Beispiel von Heitmann-Möller und Remmers (2017) muss auch hier in Zusammenhang mit dem ‚Akteur‘ Patient*in diskutiert und geklärt werden, inwieweit deren*dessen ‚Agency‘ als passiv eingeordnet werden muss. Intensivpatient*innen befinden sich in der Regel in einem veränderten Bewusstseinszustand (Ammann, 2015) und sind in ihrer Handlungsfähigkeit somit zumindest eingeschränkt. Das VEMOTION®-System ist jedoch in der Lage, auf Aktivitäten wie das Gegenarbeiten der Patient*innen zu reagieren und kann auch (in neuesten Versionen) berechnen, wie viel Aktivität der/die gerade behandelte Patient*in leistet und wie viel Unterstützung es hinzugeben muss, um die Gangbewegungen auszuüben. Die mobilisierende Fachperson muss während der Mobilisation vor Ort sein, auch um auf mögliche Notfallsituationen reagieren zu können. Das System kann ggf. auch als Übermittler von patient*innenbezogenen Faktoren dienen, wie z. B. der Kraft in den Beinen der Patient*innen. Die Entwickler*innen sind in der Optimierung des Systems in das Netzwerk und ggf. auch bei der Schulung des mobilisierenden Personals involviert. Ob die Optimierungswünsche, die sich aus der praktischen Anwendung ergeben, umsetzbar sind, bestimmt der ‚nicht-menschliche Akteur‘ mit. Somit ist hier von einer Wechselwirkung und Dynamik aller ‚Akteure‘ bei der Mobilisation mit dem VEMOTION®-System zu sprechen. Das System ist gleichermaßen an dieser Wechselwirkung beteiligt wie die ‚menschlichen Akteure‘.

Bei der Implementierung des robotischen Systems VEMOTION® in die Intensivpflege wird anhand der ANT deutlich, dass kein ‚Akteur‘ in der Lage ist, alleine zu handeln. Eine Handlung entsteht erst durch das Zusammenspiel aller ‚Akteure‘. Ob das System für den Einsatz auf der Intensivstation geeignet ist und ob es zu einer Entlastung der mobilisierenden Pflegefachpersonen führen kann, ist eine zentrale Frage dieser Arbeit. Diese ist eng gekoppelt an die technischen Grenzen und Möglichkeiten der Anpassung an die Bedürfnisse der ‚Akteure‘ – mobilisierendes Personal und Patient*in – in Verbindung mit

einer Interaktion zwischen den ‚menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren‘ im Pflgenetzwerk. Die Kontroverse um die technologische Eignung und die Grenzen des VEMOTION®-Systems spiegelt sich in der Notwendigkeit wider, ein Gleichgewicht zwischen der Verbesserung der Pflegequalität und der Bewältigung von technischen und finanziellen Herausforderungen herzustellen⁶.

2.1.2 Die Technikakzeptanz anhand der ‚Unified Theory of Acceptance and Use of Technology‘ (UTAUT)

Die Theorie der ‚User Acceptance of Information Technology‘ wurde 2003 von Venkatesh et al. entwickelt. Ziel der Theorie ist die Vorhersage bzw. Erklärung der Akzeptanz der Anwender*innen von neu eingeführten bzw. einzuführenden Technologien in verschiedene Settings. Grundlage für die UTAUT waren neben weiteren Theorien und Modellen das ‚Technology Acceptance Model‘ (deutsch: Technologieakzeptanzmodell I oder kurz TAM I) von Davis (1989) und dessen Erweiterung ‚Technology Acceptance Model II‘ (deutsch: Technologieakzeptanzmodell II oder kurz TAM II) von Venkatesh und Davis (2000). Um einen vollständigen Überblick und ein umfassendes Verständnis für die UTAUT zu ermöglichen, werden die beiden TAM I und TAM II kurz skizziert.

Im Technikakzeptanzmodell I wird angenommen, dass sich zwei Dinge entscheidend auf die Technikakzeptanz der Anwender*innen auswirken. Zum einen die ‚wahrgenommene Nützlichkeit‘ (englisch: Perceived Usefulness) und zum anderen die ‚wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit‘ (englisch: Perceived Ease of Use) des neuen Systems (Davis, 1989). Diese beiden Dimensionen können durch ‚externe Variablen‘ (englisch: external variables), wie die Persönlichkeit, die Schulung oder das Training der Anwender*innen sowie die Unterstützung durch einen technischen Support beeinflusst werden (Davis et al., 1989). Die ‚wahrgenommene Nützlichkeit‘ und ‚Benutzerfreundlichkeit‘ sollen sich weiterhin auf die ‚Einstellung der Anwender*innen gegenüber der Nutzung der Technologie‘ (englisch: Attitude Toward Using) auswirken.

Als Reaktion auf die Kritik, TAM I sei unvollständig in Bezug auf die Faktoren, die die Akzeptanz einer neuen Technologie beeinflussen, wurde das bestehende Modell durch Venkatesh und Davis im Jahr 2000 um soziale und kognitiv-instrumentelle Einflussfaktoren erweitert und als Technikakzeptanzmodell II veröffentlicht (Jockisch, 2010). Die in TAM I benannten externen Variablen werden in TAM II spezifiziert. In TAM II werden die

⁶ Diese Kontroverse ist eine von vielen Kontroversen, die im Rahmen der Einführung des robotischen Systems VEMOTION® in das Setting Intensivstation geführt werden. Eine abschließende Klärung dieser spezifischen Kontroverse geht über den Rahmen dieser Arbeit hinaus.

Variablen ‚subjektive Norm‘ (englisch: Subjective Norm), ‚Image‘, ‚Jobrelevanz‘ (englisch: Job Relevance), ‚Outputqualität‘ (englisch: Output Quality) und ‚Ergebnisklarheit‘ (englisch: Result Demonstrability) hinzugefügt, um zu erklären, wie diese die ‚wahrgenommene Nützlichkeit‘ und die tatsächliche ‚Nutzungsabsicht‘ von neuer Technik beeinflussen (Venkatesh & Davis, 2000).

Die ‚Unified Theory of Acceptance and Use of Technology‘ (kurz: UTAUT) erweitert nicht nur die beiden Technikakzeptanzmodelle, sondern schließt weitere Modelle mit ein und entwickelt sie weiter zu einer Theorie. Ziel der Theorie ist es, dem Bedarf an einer Überprüfung und Synthese der bestehenden Modelle und Theorien gerecht zu werden, um eine einheitliche Sichtweise der Benutzer*innenakzeptanz herstellen zu können (Venkatesh et al., 2003). Grafisch wurde die UTAUT in einem Modell dargestellt (s. Abbildung 2), welches folgend am Beispiel der Frühmobilisationsrobotik auf der Intensivstation erklärt werden soll.

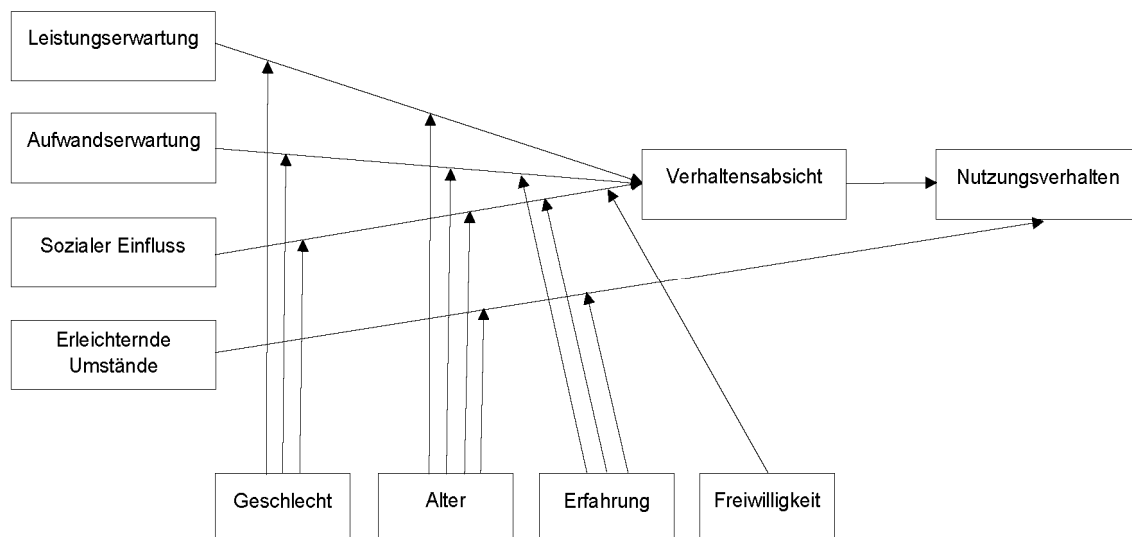


Abbildung 2: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (aus dem Englischen übersetzt nach Venkatesh et al., 2003)

Generell besteht das UTAUT-Modell aus den Schlüsselkonzepten ‚Leistungserwartung‘ (englisch: Performance Expectancy), ‚Anstrengungserwartung‘ (englisch: Effort Expectancy), ‚sozialer Einfluss‘ (englisch: Social Influence) und ‚erleichternde Umstände‘ (englisch: Facilitating Conditions). Diese bestimmen die ‚Verhaltensabsicht‘ (englisch: Behavioral Intention) in Bezug auf das technologische System und das tatsächliche ‚Nutzungsverhalten‘ (englisch: Use Behavior). Die vier Schlüsselkonzepte sollen von ‚Geschlecht‘ (englisch: Gender), ‚Alter‘ (englisch: Age) und ‚Erfahrung‘ (englisch: Experience) der Anwender*innen sowie der ‚Freiwilligkeit der Nutzung‘ (Englisch: Voluntari-

ness of Use) beeinflusst werden. ‚Geschlecht‘, ‚Alter‘, ‚Erfahrung‘ und ‚Freiwilligkeit‘ können steuern, wie stark die ‚Verhaltensabsicht‘ und das tatsächliche ‚Nutzungsverhalten‘ von den Schlüsselkonzepten beeinflusst werden (Venkatesh et al., 2003).

Übertragen auf die Pflegerobotik bzw. das robotische System VEMOTION® könnte das UTAUT-Modell in Bezug auf die vier Schlüsselkonzepte folgende Interpretation zulassen.

- ‚Leistungserwartung‘: Erwartet eine Pflegefachperson auf der Intensivstation, dass das neu eingeführte robotische System sich bspw. positiv auf die Qualität der Frühmobilisation auswirkt und am Ende Aufgaben übernimmt, die zu einer Erleichterung der Arbeit führen, wird die Pflegefachperson dem System gegenüber vermutlich positiver eingestellt sein als eine Pflegefachperson, die das Gegenteil erwartet. Ferner spielt im Setting Intensivstation auch eine Rolle, dass das robotische System bei der Behandlung der schwerstkranken Patient*innen zuverlässig arbeitet und sich die Pflegenden auf das System verlassen können.
- ‚Anstrengungserwartung‘: Da dieses Schlüsselkonzept laut Venkatesh et al. (2003) eng mit der Benutzerfreundlichkeit verknüpft ist, ist anzunehmen, dass sich eine leichte Bedienbarkeit des robotischen Systems positiv auf dessen Akzeptanz auswirkt. Erwarten die Pflegefachpersonen, dass die Bedienung komplex und schwer verständlich ist, könnte das negative Auswirkungen auf die Nutzung des Systems haben.
- ‚Sozialer Einfluss‘: Wenn Bezugspersonen, Vorgesetzte oder die Klinik als Institution dem System positiv gegenüber eingestellt sind und den Einsatz des Systems fördern, hat dies vermutlich auch einen positiven Effekt auf das Nutzungsverhalten des Systems. Druck vonseiten des Managements, das System nutzen zu müssen, bspw. weil das System mit hohen Anschaffungskosten verbunden war, könnte sich dahingegen negativ auf das Nutzungsverhalten auswirken.
- ‚Erleichternde Umstände‘: Dieses Schlüsselkonzept bezieht sich laut Venkatesh et al. (2003) auf die organisatorischen und technischen Gegebenheiten, die die Nutzung des Systems unterstützen. Wenn eine betreuende Pflegefachperson bei Einführung des robotischen Systems nur eine*n Patient*in betreuen muss und somit nicht immer im Hinterkopf hat weiteren Patient*innen zusätzlich gerecht werden zu müssen, wären das bspw. organisatorisch gegebene Umstände, die die Nutzung erleichtern würden. Auch die baulichen Gegebenheiten auf der Intensivstation könnten sich erleichternd auf die Anwendung des Systems auswirken, etwa weil das System sehr zentral gelagert werden kann und für die Nutzung keine weiten Laufwege in Kauf genommen werden müssen. Laut UTAUT könnte

sich also eine zentrale Lagerung des Systems und eine gute Organisation der zugeteilten Patient*innen positiv auf das Nutzungsverhalten auswirken.

Die Einflussgrößen ‚Alter‘, ‚Geschlecht‘, ‚Erfahrung‘ und ‚Freiwilligkeit‘ können die Schlüsselkonzepte hinsichtlich des ‚Nutzungsverhaltens‘ steuern. Ist die Nutzung bspw. nicht freiwillig, weil das System im Rahmen eines Studiensettings erprobt wird oder hat das Management viel Geld für die Anschaffung des Systems gezahlt, kann ein großer sozialer Druck auf den Anwender*innen lasten, der sich negativ auf die Akzeptanz und auf das ‚Nutzungsverhalten‘ auswirken kann. Venkatesh et al. (2003), die sich auf eine meta-analytische Untersuchung von Rhodes (1983) beziehen, führen aus, dass ältere Arbeitnehmer*innen sozialen Einflüssen mehr Bedeutung beimessen, jedoch zunehmende (Berufs-)Erfahrung diesen Effekt schmälert. Das zeigt, dass die Einflüsse auf die Schlüsselkonzepte durchaus komplex zu verstehen und individuell betrachtet werden müssen, um Aussagen zu Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz treffen zu können.

2.2 Charakteristika des Pflegeberufs mit Augenmerk auf die Intensivstation

„Professionelle Pflege ist die berufsmäßige pflegerische Unterstützung von Menschen in allen Lebensphasen durch dafür ausgebildete Personen [...]. Allgemeine Ziele der professionellen Pflege sind, die Gesundheit zu fördern und zu schützen sowie im Umgang mit Beeinträchtigungen und Therapien zu unterstützen. Grundlage der professionellen Pflege sind wissenschaftliche Erkenntnisse, ethische Prinzipien und rechtliche Regelungen.“ (Havers et al., 2023)

Zu den Aufgaben der Pflege gehören sämtliche Ausprägungen der präventiven, rehabilitativen, kurativen, palliativen und kompensatorischen Versorgung von Menschen, die aktuell oder künftig auf Hilfe angewiesen sind (Ströbel & Weidner, 2003). Die Intensivpflege stellt eine besondere Art der Pflege dar, weil von Intensivpflegenden Patient*innen behandelt werden, die an akuten schweren oder lebensbedrohlichen Erkrankungen leiden und in der Regel vital überwacht oder stabilisiert werden müssen (Abdulla, 2007; Müller-Wolff & Larsen, 2021). Insbesondere auf der Intensivstation spielt die interprofessionelle Zusammenarbeit, die sich auf die Versorgungsqualität der Patient*innen auswirkt, eine entscheidende Rolle. Unterschiedliche Therapeut*innen (z. B. Physiotherapeut*innen, Psychotherapeut*innen, Atemtherapeut*innen, Logopäd*innen und Ergotherapeut*innen) arbeiten eng mit Pflegefachpersonen und Ärzt*innen zusammen und lassen ihre jeweilige Expertise in die ganzheitliche Versorgung der Patient*innen einfließen. Hierbei ist klar geregelt, wer welche Aufgaben übernimmt: Die Ärzt*innen ordnen sämtliche medizinische Maßnahmen an und übernehmen die Gesamtverantwortung für die Behandlung der Patient*innen (Müller-Wolff & Larsen, 2021). Pflegefachpersonen führen angeordnete Maßnahmen selbstständig durch. Ferner erheben sie im Sinne des Pflegeprozesses den Pflegebedarf und erstellen auf Grundlage dessen eine individuelle

Pflegeplanung für die zu pflegenden Person. In die Pflegeplanung fließen auch vorher festgelegte Pflegeziele, deren Erreichung bei der Durchführung der geplanten Pflegemaßnahmen angestrebt wird, mit ein. Der Pflegeprozess schließt mit der Evaluation der Wirkung und Qualität der durchgeführten Pflegeintervention ab (WHO, 1979 zitiert nach Schmidt & Meißner, 2009).

Um Intensivpatient*innen betreuen zu können, benötigen Pflegefachpersonen auch eine ausgeprägte Notfallkompetenz, die mit der Einschätzung von lebensbedrohlichen Akutsituationen beginnt. Darüber hinaus sollten Pflegende auf der Intensivstation auch in der Lage sein, Maßnahmen zur Behandlung von lebensbedrohlichen Akutsituationen einzuleiten bzw. durchzuführen. Zu den Aufgaben von Pflegenden auf der Intensivstation gehört auch die Durchführung einer möglichst frühen Mobilisation von Intensivpatient*innen.

„Fachpflegende oder Physiotherapeut:innen sollen die Mobilisierungsmaßnahmen nach individueller Nutzen-Risiko-Abwägung und basierend auf lokalen Protokollen eigenständig einleiten und koordinieren, sofern keine Anordnung für eine Immobilisierung vorliegt, während die Immobilisation einer expliziten Anordnung und Begründung bedarf“ (DGA, 2023, S. 63).

Somit bedarf es laut der gerade zitierten und in Deutschland gültigen S3-Leitlinie ‚Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen‘ keine explizite Anordnung für die Durchführung der Mobilisation, weil sie Teil der Regelversorgung ist. Die Frühmobilisation von Intensivpatient*innen trägt maßgeblich zur Wiederherstellung der Gesundheit bei und kann sogar den Aufenthalt auf der Intensivstation verkürzen und somit die immensen Kosten, die ein Intensivaufenthalt mit sich bringt, reduzieren (Engel, Tatebe et al., 2013). Zudem wirkt sich die Mobilisation positiv auf den Heilungsverlauf und die Rehabilitation von Schwerstbetroffenen aus (Beyer & Seidel, 2017) und sollte deshalb möglichst früh im Krankheitsverlauf der Patient*innen eingesetzt werden (Brahmbhatt et al., 2010).

In der Pflegepraxis gewinnt die Digitalisierung immer mehr an Bedeutung. Der Pflegeprozess wird in digitalen Pflegedokumentationssystemen erfasst und dokumentiert, die Personalplanung wird auf Grundlage von EDV-gestützten Betriebssystemen vorgenommen (Manzei, 2009) und im Falle der Intensivpflege erfolgt die digitale Überwachung von Intensivpatient*innen bspw. anhand von hochtechnisierten Monitoranlagen. Technik bzw. Technisierung gehört in der Intensivpflege zum Alltag. Nicht nur die Überwachung der Intensivpatient*innen erfolgt über Technik, sondern auch sehr viele therapeutisch-pflegerische Interventionen nutzen digitale oder technische Systeme. „Intensivpflege auf einer Intensivstation bewegt sich in einem Spannungsverhältnis zwischen hoher Tech-

nisierung und menschlicher Begegnung mit engem körperlichem Kontakt und persönlicher Nähe“ (Stolecki, 2011, S. 28). Die technischen Geräte werden von den Pflegenden im Alltag bedient. Die Bedienung verlangt neben der fachlichen Kompetenz des reinen Bedienens auch das „Bewusstsein, dass der Mensch im Mittelpunkt der Versorgung steht. Der Grat zwischen Patientenignorierung und -orientierung ist sehr schmal“ (Stolecki, 2011, S. 28).

Pflegende, insbesondere Intensivpflegende, kennen den Umgang mit Technik also durchaus aus ihrem beruflichen Alltag. Die in der Pflege eingesetzte Technik entwickelt sich immer weiter. Eine dieser Weiterentwicklungen ist in der Pflegerobotik zu finden, die neue Möglichkeiten für die Unterstützung und Entlastung des Pflegepersonals bietet (Hülksen-Giesler & Daxberger, 2018; Mehler-Klamt et al., 2024). Pflegerobotik wird jedoch noch nicht flächendeckend eingesetzt und wird gerade intensiv beforscht (Mehler-Klamt et al., 2023). Die Forschung zu diesem Thema hat in den letzten Jahren sehr zugenommen, insbesondere mit dem Ziel, innovative Lösungen zur Unterstützung in der Pflege zu entwickeln (Hülksen-Giesler & Remmers, 2020). Auf Intensivstationen können beispielsweise robotische Systeme zur Frühmobilisation eingesetzt werden. Ein solches System wurde auch im Rahmen dieser Studie eingesetzt: das robotische System VEMOTION®.

2.2.1 Die Pflegebeziehung

„Pflege umfasst die eigenverantwortliche Versorgung und Betreuung – allein oder in Kooperation mit anderen Berufsangehörigen – von Menschen aller Altersgruppen, von Familien oder Lebensgemeinschaften, sowie von Gruppen und sozialen Gemeinschaften, ob krank oder gesund, in allen Lebenssituationen (Settings). Pflege schließt die Förderung der Gesundheit, die Verhütung von Krankheiten und die Versorgung und Betreuung kranker, behinderter und sterbender Menschen ein. Weitere Schlüsselaufgaben der Pflege sind Wahrnehmung der Interessen und Bedürfnisse (Advocacy), Förderung einer sicheren Umgebung, Forschung, Mitwirkung in der Gestaltung der Gesundheitspolitik sowie im Management des Gesundheitswesens und in der Bildung“ (Deutscher Berufsverband für Pflegeberufe (DBFK), 2016)

Wird man sich klar darüber, was ‚professionelle Pflege‘ überhaupt bedeutet, wird deutlich, dass Pflegende die Aufgaben übernehmen sollen, die die Pflegebedürftigen (aktuell) nicht/nicht mehr selbst übernehmen können. Diese Annahme beruht auf der bedürfnisorientierten Theorie von Virginia Henderson, die davon ausgeht, dass es vierzehn menschliche Grundbedürfnisse gibt:

1. Normale Atmung
2. Angemessene Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme

3. Ausscheidung mittels aller Ausscheidungsorgane
4. Bewegung und Einhaltung der gewünschten Lage
5. Ruhe und Schlaf
6. Auswahl passender Kleidung, An- und Ausziehen
7. Aufrechterhaltung normaler Körpertemperatur
8. Sauberkeit und Körperpflege, Schutz des Äußeren
9. Vermeidung von Gefahren in ihrer Umgebung und einer Gefährdung anderer
10. Zum Ausdruck bringen von Empfindungen, Nöten, Furcht oder Gefühlen im Umgang mit Anderen
11. Ihrer religiösen Überzeugung nachgehen
12. Befriedigende Beschäftigung
13. Spiel oder Teilnahme an verschiedenen Unterhaltungsformen
14. Lernen, entdecken oder befriedigen der Wissbegier, die zu einer normalen Entwicklung und Gesundheit führen

Henderson sieht die professionelle Pflege für die Erfüllung dieser Bedürfnisse verantwortlich, wenn die zu pflegende Person diese nicht oder nicht mehr erfüllen kann. Das übergeordnete Ziel ist dabei immer, die Selbstständigkeit der pflegebedürftigen Person wiederherzustellen (Henderson, 1991; Kirkevold & Pleyer, 1997).

Die pflegewissenschaftlich anerkannte Theorie weist Ähnlichkeiten zu Abraham Maslow (1943) Bedürfnispyramide auf. Hendersons Theorie unterscheidet sich von der Bedürfnishierarchie Maslows aber vor allem durch ihren direkten Bezug zur Pflegepraxis und die Struktur, die sich nicht der Form einer Hierarchie bedient. Kern von Hendersons Theorie ist die menschliche Zuwendung, die zwischen Gepflegtem und Pflegendem besteht und der darin enthaltende Fürsorgeprozess. Geprägt ist diese menschliche Zuwendung durch eine Beziehung zwischen den beiden Akteuren, die neben emotionaler Unterstützung und Kooperationsarbeit auch eine aktive und einfühlsame Kommunikation beinhaltet (Hülsken-Giesler, 2020; Kollwe et al., 2017). Im Mittelpunkt steht dabei die Interaktion, die sich durch Empathie, gegenseitiges Verständnis und die Anerkennung der individuellen Bedürfnisse der zu pflegenden Person auszeichnet. „Der Fokus der beruflichen Pflege liegt damit auf kontextspezifischen Transferleistungen an der Schnittstelle von System und Lebenswelt, die geeignet sind, medizinisch-pflegerisch Versorgungsleistungen mit einer sozialpflegerisch orientierten Teilhabe- und Sorgearbeit zu vermitteln“ (Hülsken-Giesler, 2020, S. 149).

Das bedeutet, dass im Rahmen der Pflegearbeit nicht nur die reine Krankheitsversorgung im Vordergrund steht, sondern dass auch die psychosozialen und emotionalen As-

pekte in der Pflegebeziehung eine entscheidende Rolle spielen. Nur so kann eine ganzheitliche Versorgung des zu Pflegenden, bei der Würde und Autonomie im Mittelpunkt stehen, erfolgen.

2.2.2 Die Einführung von Pflegerobotik in die Pflege

Einführend wird sich der Definition von Pflegrobotik angenähert, da es im wissenschaftlichen Diskurs bisher keine einheitliche Definition von Robotik gibt. Was allen Definitionen gemein ist, ist, dass (Pflege-)Robotik soziale Handlungen übernehmen soll, indem sie menschliche Tätigkeiten nachahmt und menschliche Pflegefachpersonen unterstützt (Deutscher Ethikrat, 2020; Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018; Kreis, 2018). Dieser Aspekt unterscheidet Robotik von reiner Technik. In dieser Arbeit soll die Definition von Butter et al. (2008, S. 4) zugrunde gelegt werden:

„Robotics for Medicine and Healthcare is considered the domain of systems able to perform coordinated mechatronic actions (force or movement exertions) on the basis of processing of information acquired through sensor technology, with the aim to support the functioning of impaired individuals, medical interventions, care and rehabilitation of patients and also to support individuals in prevention programmes.“

Die Einführung von Pflegerobotik kann signifikante Auswirkungen auf die Interaktionen zwischen Pflegefachpersonen und Patient*innen haben. In positiver Hinsicht könnte der Einsatz von Robotern dazu führen, dass bestimmte repetitive Aufgaben automatisiert werden, was den Pflegefachpersonen mehr Zeit für direkte zwischenmenschliche Interaktion mit den Patient*innen ermöglicht (Nagel, 2021). In negativer Hinsicht könnten sich für Pflegefachpersonen mit der Einführung von Robotik auch neue Herausforderungen in der Interaktion mit den Patient*innen stellen, da das robotische System möglicherweise die direkte Kommunikation zwischen Pflegendem und Gepflegtem verhindert, da es in der Beziehung dazwischen geschaltet ist (Hülsken-Giesler, 2020). So wird befürchtet, dass sich Robotik negativ auf die Beziehungsarbeit in der professionellen Pflege auswirken kann, weil „das Feingefühl, die Empathiefähigkeit, das Engagement und die persönliche Entwicklung der Pflegekräfte unter dem Einsatz der künstlichen Systeme [leiden]“ (Misselhorn, 2018, S. 153). Misselhorn warnt davor, dass robotische Systeme möglicherweise den Wunsch der Pflegebedürftigen nach Autonomie und Selbstbestimmung nicht akzeptieren könnten, da die Systeme nicht in der Lage sind, diese Aspekte zu bewerten und in ihre Tätigkeit einzubeziehen (Misselhorn, 2018). ‚Soziale‘ oder ‚Sozio-assistive‘ Roboter, also Roboter, „die dezidiert für die Kommunikation und Interaktion mit Menschen entwickelt werden“ (Pfadenhauer, 2021, S. 371), sollen genau an der Beziehungsarbeit ansetzen. Es geht dabei

„nicht nur um virtuelle Agenten und Avatare, sondern um medien- und kommunikationstechnologisch avancierte Artefakte in mensch- oder tierähnlicher Gestalt, die mit Gesichts-, Sprach- und Gestenerkennung und emotionalem Ausdrucksvermögen ausgestattet sind und sich eigengesteuert bewegen“ (Pfadenhauer, 2021, S. 371).

Diese können durch ihre Kommunikation mit den Nutzer*innen „ähnlich wie Interaktionspartner wahrgenommen und behandelt werden“ (Hepp, 2021, S. 474), weil diese autonomen Systeme teils in der Lage sind, menschlich zu kommunizieren, auch wenn es sich nicht um Systeme mit lernender Intelligenz handelt. Vor dem Hintergrund, dass Beziehungsarbeit von Pflegenden durchaus als überfordernd wahrgenommen werden kann (Höwler, 2018), ist anzunehmen, dass ‚soziale‘ bzw. ‚sozio-assistive‘ Roboter entlastend auf Pflegende wirken. Aber auch bei anderen Formen der Pflegerobotik ist die Kommunikation zwischen Pflegenden und zu Pflegendem sehr wichtig. „Die sozio-emotive Seite besteht [beim Einsatz eines Heberoboters, der eine Person mit Pflegebedarf vom Bett in einen Rollstuhl heben kann,] etwa darin, verbal sowie gestisch informativ und gegebenermaßen auch beruhigend zu kommunizieren“ (Deutscher Ethikrat, 2020, S. 26).

Die Einführung von Pflegerobotik kann auch zu Veränderungen in den Teamstrukturen der Pflegepraxis führen (Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018). Pflegefachpersonen eines Teams arbeiten sehr eng zusammen, um eine umfassende Pflege zu gewährleisten. Beispielsweise wird bei Lagerungs- und Mobilisationstätigkeiten auf der Intensivstation in der Regel eine zweite Pflegefachperson neben der Bezugspflegefachperson dazu geholt (Mehler-Klamt et al., 2022; Nydahl et al., 2016). Die Implementierung von Robotik – beispielsweise robotische Systeme zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen – könnte sich somit auch auf die Teamdynamik auswirken, da nun nicht nur Menschen, sondern auch Maschinen in die direkte Pflege involviert sind. Die damit einhergehenden neuen Aufgabenverteilungen, Schulungsanforderungen und Zusammenarbeitsformen ziehen eine Anpassung der organisatorischen Strukturen nach sich. Dies ist nötig, um sicherzustellen, dass Teammitglieder, einschließlich der Pflegefachpersonen, über die notwendigen Fähigkeiten und Ressourcen verfügen, um effektiv mit der Technologie zusammenzuarbeiten.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die soziologische Perspektive auf den Einsatz von Pflegerobotik die komplexe Wechselwirkung zwischen sozialen und technischen Faktoren betont. Die Integration der Endnutzer*innen spielt dabei eine entscheidende Rolle für die Akzeptanz neuer Technologien. Die Wechselwirkung zwischen sozialen und technischen Elementen eines robotischen Systems definiert nicht nur den Erfolg der Integration (Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018), sondern prägt auch die Dynamik des entstehenden Netzwerks.

Die Einführung von Pflegerobotik kann dazu beitragen, Pflegefachpersonen zu entlasten, wobei hier differenziert werden muss, welchem Bereich bzw. welcher Kategorie das jeweilige System zuzuordnen ist. So kann ein System welches eher sozial-kommunikative Aspekte abdeckt und sich z.B. mit Bewohner*innen eines Pflegeheims unterhalten kann, eher auf der Ebene der Beziehungsarbeit angesiedelt werden und primär psychisch entlastend auf Pflegefachpersonen wirken. Ein System, welches der Servicerobotik zuzuordnen ist, und z. B. Hol- und Bringtätigkeiten durchführen kann, kann sich primär auf Laufwege und somit auf die körperliche Entlastung von Pflegefachpersonen auswirken (Ohneberg et al., 2023).

Das System VEMOTION®, welches der Therapie- bzw. Rehabilitationsrobotik zuzuordnen ist, kann eher auf Ebene der Physis entlasten (Mehler-Klamt et al., 2024; Mehler-Klamt et al., 2025). Diese Systeme

„können unter Umständen auch Mittel dazu sein, Veränderungs- und Anpassungspotenzial (Plastizität) zu fördern und verloren gegangene Fähigkeiten und Fertigkeiten wieder neu aufzubauen [...]. In dem Maße, in dem diese Techniken tatsächlich aktivierend wirken, tragen sie möglicherweise sogar zur signifikanten Erweiterung des Fähigkeiten- und Fertigkeitenspektrums [der zu behandelnden Patient*innen] bei“ (Deutscher Ethikrat, 2020, S. 25).

Die Teamstrukturen in der Pflegepraxis, können sich durch die Implementierung von Robotik verändern, erfordern jedoch eine differenzierte Betrachtung je nach Kategorie des robotischen Systems. Aus diesem Grund hat der Deutsche Ethikrat 2019 auch eine Stellungnahme mit dem Titel ‚Robotik für gute Pflege‘ publiziert (Deutscher Ethikrat, 2020). In dieser Stellungnahme wird klar zwischen Robotik und Pflegefachperson unterschieden und hervorgehoben, dass Robotik in der Pflege lediglich den Anspruch erheben sollte, die Pflegenden zu unterstützen und nicht zu ersetzen, weil das menschliche Handeln in Bezug auf die Pflegearbeit eine Schlüsselaufgabe darstellt (Deutscher Ethikrat, 2020). Die soziologische Perspektive hebt die Notwendigkeit einer ausgewogenen und umfassenden Betrachtung vor dem Hintergrund des technologischen Determinismus (Ellul et al., 1964) hervor, der besagt, dass technologische Entwicklungen gesellschaftliche Anpassungen bzw. Veränderungen hervorrufen⁷. Nur so kann die Einführung von Pflegerobotik in Einklang mit den Bedürfnissen der Pflegepraxis erfolgen und als entlastende Technologie für Pflegefachpersonen konzipiert werden. Unter Zuhilfenahme der Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) wird die Perspektive der Betrachtung erweitert, indem die Aufmerksamkeit auf das Netzwerk von Beziehungen gelenkt wird. Die Frage der Akzeptanz von Pflegerobotik wird in der ANT als eine Frage der Gestaltung und Aushandlung von Kontroversen verstanden, wobei der Obligatory Passage Point (OPP) eine zentrale Rolle spielt. Die erfolgreiche Integration von Pflegerobotik hängt von der Fähigkeit

⁷ Der technologische Determinismus wird in Punkt 2.3 genauer erklärt.

ab, einen Konsens über den Wert und die Rolle dieser Technologie in der Pflegepraxis zu erreichen.

2.3 Der Einsatz und die Einführung von Pflegerobotik aus soziologischer Perspektive

Bei der Einführung und Integration von Robotik in die Pflegepraxis spielen viele soziale Dynamiken eine Rolle, die durch komplexe Beziehungen zwischen Technik, Gesellschaft und Pflegepraxis beeinflusst werden. Wenn eine neue Technologie in bestehende Abläufe eingeführt wird, kann das Auswirkungen auf die organisatorischen Prozesse, Kontextfaktoren (z. B. Anpassung von räumlichen Gegebenheiten) und sozialen Strukturen haben. In Bezug auf die sozialen Strukturen spielt laut Akrich (1992) die Integration der Endnutzer*innen (im Fall der Pflegerobotik sind das in der Regel die Pflegefachpersonen oder auch Patient*innen oder An- und Zugehörige) bei der Einführung und Implementierung von neuer Technik eine entscheidende Rolle, da sie über Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz einer neuen Technik entscheiden kann. Darüber hinaus, trägt die Einbindung der Anwender*innen dazu bei, dass Bindungen zwischen Technik und Anwender*innen entstehen, was wiederum zu einer synergetischen Verknüpfung von sozialen und technischen Elementen führt (Akrich, 1992). Die Wechselwirkung zwischen sozialen und technischen Faktoren definiert somit nicht nur den Erfolg der Integration, sondern auch die Dynamik und den Charakter des entstehenden Netzwerks. Es wird sichtbar, dass eine umfassende Betrachtung sowohl der technologischen als auch der sozialen Aspekte entscheidend ist, um eine ganzheitliche und systemische Perspektive auf die Einführung neuer Technologien in bestehende Abläufe zu gewährleisten (Akrich, 1992). Der sogenannte technologische Determinismus spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Der französische Soziologe und Rechtsphilosoph Jacques Ellul vertritt die Auffassung, dass die technische Entwicklung die Richtung der Gesellschaft bestimmt und dass technologische Innovationen nicht nur die Art und Weise, wie wir Dinge tun, beeinflussen, sondern auch unsere Werte und sozialen Strukturen (Ellul et al., 1964). „External necessities no longer determine technique. Technique's own internal necessities are determinative. Technique has become a reality in itself, self sufficient, with its special laws and its own determinations“ (Ellul et al., 1964, S. 134). Bezieht man dieses Zitat Elluls auf die Pflegerobotik, könnte geschlussfolgert werden, dass sich nicht nur äußere bzw. gesellschaftliche Faktoren (z. B. Personalnot in der Pflege) auf die Entwicklung und Implementierung von Pflegerobotik auswirken, sondern dass Pflegerobotik auch unabhängig davon entwickelt werden kann. Sie kann als eigenständige Realität betrachtet wer-

den, da sie eigene technologische Logiken und Möglichkeiten schafft. Pflegerobotik entwickelt sich unabhängig von äußeren Faktoren und beeinflusst gleichzeitig die Art und Weise, wie Pflege geleistet wird, und damit auch die sozialen Strukturen in denen Pflegerobotik eingesetzt wird. Aus diesen Gründen ist es wichtig, sich kritisch mit der Entwicklung, Implementierung von Technik bzw. Robotik und der damit verbundenen Einbindung in die Praxis, auseinanderzusetzen. Nur so können Auswirkungen der technologischen Entwicklung auf die Gesellschaft bewertet und gesteuert werden, um sie in Einklang mit den Bedürfnissen und Anforderungen in der Pflegepraxis zu bringen. Bei der praktischen Implementierung ist es wichtig sicherzustellen, dass die Robotik tatsächliche Vorteile für die Akteure (Pflegefachpersonen, Patient*innen und Angehörige) bringt.

In Kapitel 2 wurden die theoretischen Grundlagen und relevanten Konzepte aus den Disziplinen Soziologie, Technik und Pflegewissenschaft herausgearbeitet, weil sie als Fundierung dienen, um die Forschungsfragen dieser Arbeit in Zusammenhang mit den Ergebnissen beantworten zu können. Im nächsten Schritt werden nun das Forschungsdesign und die Methodik erläutert, um aufzuzeigen, wie die theoretischen Überlegungen praktisch untersucht und die Forschungsfragen systematisch bearbeitet werden.

3 Forschungsdesign und Methodik

Im Rahmen des Methodenteils dieser Arbeit werden die im Kumulus verwendeten Methoden beschrieben und in ihrer Auswahl begründet. Die vorliegende Dissertation folgt einer explorativen methodologischen Ausrichtung, um fundierte Einblicke in die Phänomene im Rahmen der roboter-assistierte Frühmobilisation auf Intensivstationen zu erhalten. In den vier Artikeln, die im Rahmen der vorliegenden Forschung verfasst wurden, kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Hierbei wurde weder streng qualitativ noch streng quantitativ gearbeitet, sondern vielmehr die Methode ausgewählt, die zur Beantwortung der Forschungsfragen und der Herausarbeitung der verschiedenen Aspekte und Schwerpunkte am besten geeignet war. Diese Herangehensweise betont den agnostischen Ansatz, der sich aus der eigenen Anforderung ergibt, flexibel auf die jeweiligen Gegenstände der Einzelstudien zu reagieren. Die Methodenauswahl und -durchführung war jeweils darauf ausgerichtet, ein umfassendes Verständnis der untersuchten Themen zu erlangen und die Forschungsfragen ausführlich zu beantworten. Die ANT wird im Rahmen des Kumulus als Meta-Methode verwendet, weil sie durch ihre assoziative Denkweise ermöglicht, die Einsichten der verschiedenen Datengenerierungen der vier Artikel mit ihren methodologisch-individualistischen Gestaltungen miteinander zu verknüpfen. In Tabelle 3 wird die ANT in Bezug auf die vier Artikel als Meta-Methode dargestellt. Die Freigaben der zuständigen Gremien (Ethikkommission, Datenschutzbeauftragter und Personalrat des LMU Klinikums München zur Durchführung der Teilstudien wurden eingeholt und liegen der Autorin vor.

Tabelle 3: Methodischer Rahmen und ANT-Bezug der Einzelstudien im Dissertationsprojekt (eigene Darstellung)

Artikel	Methodik Design	bzw. ANT-Bezug	Einsichten/ Ziele
1. Überblick über robotische Systeme zur Frühmobilisation auf Intensivstationen	Scoping Review	Eher schwach. Identifiziert eingesetzte Technologien und diskutiert ihre Rollen und das Potenzial v. a. in Bezug auf den Akteur Patient*in.	Zeigt u. a. auf, welche verschiedenen robotischen bzw. technischen Systeme zur Frühmobilisation in Anwendung sind. Primäres Ziel: Forschungslücke identifizieren
2. Qualitative Querschnittstudie zur IST-Analyse der konventionellen Frühmobilisation	Qualitative Querschnittstudie mit problemzentrierten Interviews und Gruppendiskussionen	Erfasst die Meinungen und Perspektiven mobilisierender Fachpersonen, reflektiert die Netzwerkbeziehungen zwischen Pflegefachpersonen, Patient*innen und vorhandenen (technischen) Hilfsmitteln bei der konventionellen Mobilisation.	Beleuchtet u. a., wie menschliche Akteure Mobilisationsprozesse interpretieren und in ihren Arbeitsalltag integrieren.
3. Qualitative Längsschnittstudie zum Be- und Entlastungsempfinden des Pflegepersonals durch das robotische System VEMOTION®	Qualitative Längsschnittstudie mit Interviews zu drei Erhebungszeitpunkten	Untersucht die Dynamik und Veränderungen in der Wahrnehmung des mobilisierenden Pflegepersonals die durch die Einführung eines robotischen Systems entstehen und wie sich das System auf die Pflegepraxis auswirkt.	Erlaubt u. a. ein tieferes Verständnis der kontinuierlichen Anpassungsprozesse innerhalb der Pflegepraxis, die durch die Einführung eines robotischen Systems zur Frühmobilisation entstehen und wie diese das Empfinden von Be- und Entlastung beeinflussen.
4. Quantitative Längsschnittstudie zu Be- und Entlastung sowie Auswirkungen der Einführung des robotischen Systems VEMOTION®	Quantitative Längsschnittstudie mit Beobachtungen zu zwei Erhebungszeitpunkten	Liefert quantifizierbare Daten zur Interaktion zwischen Pflegefachpersonal und dem robotischen System und deren Einfluss auf Prozesse und Empfindungen.	Erhebt quantitative Daten, um die Auswirkungen des robotischen Systems auf die Pflegepraxis zu analysieren.

Die vier Artikel der kumulativen Dissertation wurden in enger Zusammenarbeit mit einem Forschungsteam erstellt, was die Bedeutung von Interdisziplinarität und ihrem Diskurs in der wissenschaftlichen Forschung hervorhebt. Die Entscheidung für eine kooperative Forschung im Team wurde getroffen, weil die Bearbeitung der komplexen Fragestellungen durch die Kombination verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen, angeführt von der Pflegewissenschaft und der Soziologie, als vorteilhaft eingeschätzt wurde. Der interdisziplinäre Ansatz ermöglichte es, verschiedene Perspektiven zu vereinen, um zu einer tieferen und umfassenderen Analyse der Forschungsthemen zu gelangen. Dieses Vorgehen förderte nicht nur eine erweiterte Perspektive, sondern trug auch dazu bei, innovative Lösungsansätze und Erkenntnisse zu entwickeln, die in einer monodisziplinären Forschung möglicherweise unerkannt geblieben wären.

Für die Erhebung der Daten zu den Artikeln drei und vier dienten zwei anästhesiologisch geführte Intensivstationen als Kontext für Fallstudien, weil eine so detaillierte Untersuchung der Implementierung und Wirkung des VEMOTION®-Systems nur im realen klinischen Umfeld möglich war. So konnte ein tiefergehendes Verständnis der komplexen Prozesse in der Pflegepraxis in dem spezifischen Setting (anästhesiologisch geführte Intensivstation) erfasst werden. Die damit einhergehende Flexibilität, verschiedene Datentypen zu integrieren, wurde ebenfalls als Vorteil für die Wahl der beiden Intensivstationen im Kontext für Fallstudien gewertet. Dass die Ergebnisse der Erhebungen durch die Beschränkung auf zwei Intensivstationen nicht generalisiert werden können, muss als Schwäche von Fallstudien, mit der sich auch die Erhebungen im Rahmen dieser Dissertation konfrontiert sahen, hervorgehoben werden (Häder, 2010).

Im Rahmen der durchgeführten Beobachtungen, eine der zentralen Forschungsmethoden dieses Forschungsvorhabens, wurden die Forschenden direkt in die Dynamiken und Interaktionen des Akteur-Netzwerks eingebunden. So konnte durch die Zusammenarbeit ein weiterführender Erkenntnisgewinn in Bezug auf die Forschungsschwerpunkte erzielt werden.

3.1 Scoping Review

Die Methode des Scoping Reviews wurde gewählt, weil es ein geeignetes Instrument ist, um sich einer Forschungslücke anzunähern bzw. eine Forschungslücke zu definieren (Elm et al., 2019). Ein Scoping Review bietet die Möglichkeit, einen umfassenden Überblick über die vorhandene Evidenz zu einem Thema (in diesem Fall zum Einsatz von technischen und robotischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen) zu bekommen. Dabei können alle relevanten Artikel eingeschlossen werden, ohne aufgrund von Qualitätsbewertungen Einschränkung in den Artikeln vornehmen zu müssen.

Ziel war es, einen breiten Erkenntnisstand über den gegenwärtigen Einsatz und die Möglichkeiten von Pflegerobotik auf der Intensivstation zu erlangen. Eines der Schlüsselergebnisse des Scoping Reviews (Mehler-Klamt et al., 2023) war beispielsweise, dass technische Systeme zum Zeitpunkt der Erstellung des Reviews in der bisherigen Literatur vielfach beschrieben, während Frühmobilisationsrobotik erst seit dem Jahr 2021 thematisiert wird.

In Verbindung mit den ethnografischen Methoden, die Einblicke in spezifische soziale Kontexte, Praktiken und Erfahrungen (Breidenstein et al., 2020) des mobilisierenden Fachpersonals in Bezug auf die Verwendung von Pflegerobotik geben, werden die Forschungsfragen dieser Arbeit umfassend bearbeitet. Das ermöglicht die Untermauerung und Kontextualisierung der theoretischen Erkenntnisse aus dem Scoping Review in Bezug auf die realen Lebenswelten und Praktiken der mobilisierenden Fachpersonen.

Das Scoping Review, welches als Ausgangspunkt für die Untersuchung breiter Themenfelder dient (Elm et al., 2019), kann durch ethnografische Feldforschung mit realen Beispielen und tiefgreifenden Einsichten angereichert und kontextualisiert werden, was das Ziel im Rahmen dieser Arbeit war. Der Einsatz dieser verschiedenen methodischen Ansätze stärkt darüber hinaus die Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit der vorliegenden Forschung. Durch die Kombination von Scoping Review und Ethnografie kann sowohl die Breite als auch die Tiefe des Untersuchungsgegenstands erfasst werden. „Eine offene und flexible, theoretische und methodologische Orientierung kann [...] hilfreich sein, weil sie mit großer Wahrscheinlichkeit zu differenzierteren theoretischen und praktischen Erkenntnissen gelangen kann als apodiktische methodologische Ausschließlichkeitsansprüche“ (Lamnek & Krell, 2016, S. 264). So wird der Einsatz von Frühmobilisationsrobotik auf der Intensivstation aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet, die sowohl die Perspektive von vorhandener wissenschaftlicher Literatur und Forschung als auch die unmittelbaren Erfahrungen des mobilisierenden Fachpersonals einschließen. An der Schnittstelle von Pflegewissenschaft und Soziologie unterstreicht dies die interdisziplinäre Herangehensweise an den Forschungsgegenstand der vorliegenden Arbeit, da die Kombination von Methoden einen interdisziplinären Ansatz reflektiert, der besonders in komplexen Forschungsfeldern wie der Pflegewissenschaft und Soziologie wertvoll ist. Eine interdisziplinäre Betrachtung ermöglicht, verschiedene wissenschaftliche Perspektiven und Herangehensweisen zu integrieren, um ein ganzheitliches Verständnis für den Einsatz von Pflegerobotik auf der Intensivstation zu entwickeln.

3.2 Erläuterung der ethnografischen Methoden

Der Einsatz von ethnografischen Methoden in der Untersuchung des Einsatzes eines robotischen Systems zur Frühmobilisation auf der Intensivstation bietet eine gute Forschungsgrundlage, um die komplexen sozialen Dynamiken und Interaktionen in diesem sehr speziellen pflegerischen Umfeld zu untersuchen. Die ethnografischen Methoden wurden gewählt, weil sie über die „*Feldforschung*, [also] das persönliche Aufsuchen von Lebensräumen“ (Breidenstein et al., 2020, S. 37; Hv. i.O.) ermöglicht, die sozialen Wirklichkeiten in Form von empirischem Wissen zu generieren. Bezogen auf das soziale Feld der Intensivstation bedeutet das, dass durch den ethnografischen Zugang das Feld der Intensivstation in seiner lebendigen Dynamik erschlossen werden kann, indem es die Interaktionen zwischen Pflegefachpersonen, Patient*innen und robotischem System detailliert und in seiner täglichen Praxis empirisch untersucht. Das Feld der Intensivstation ist gekennzeichnet durch eine hohe Dynamik und Komplexität der Arbeitsabläufe. Es kann mit psychischen und physischen Herausforderungen für die darin Arbeitenden verbunden sein, weil schwerstkranke Patient*innen in teils lebensbedrohlichen Zuständen dort medizinisch-pflegerisch betreut werden (Abdulla, 2007; Müller-Wolff & Larsen, 2021). Patient*innen, die auf der Intensivstation behandelt werden, werden durch ein multiprofessionelles Team betreut, welches sich aus Ärzt*innen, Pflegefachpersonen, Physiotherapeut*innen, Logopäd*innen, Ergotherapeut*innen und weiteren Berufsgruppen zusammensetzt (Waydhas et al., 2022). Alle Mitarbeitenden in diesem Team, insbesondere die Berufsgruppen, die dauerhaft vor Ort sind (v. a. Pflegefachpersonen und Ärzt*innen) sind speziell geschult, um die schwerstkranken Patient*innen zu betreuen und die komplex technisierten Geräte, die zur Überwachung und Therapie an die Patient*innen angeschlossen sind, zu bedienen. Die Versorgung dieser Patient*innen, die auf deren individuelle Bedürfnisse zugeschnitten ist, bedarf einer kontinuierlichen Absprache und Teamarbeit der verschiedenen Mitarbeitenden (Martin et al., 2011).

Bei der Erforschung dieses Feldes spielt die persönliche Erfahrung der Forscherin als Pflegefachperson mit langjähriger Erfahrung auf der Intensivstation eine entscheidende Rolle, weil die ethnografischen Methoden aus der Praxiserfahrung heraus ausgewählt wurden. Die fundierten Kenntnisse über die alltäglichen Abläufe, Herausforderungen und Besonderheiten der Intensivpflege ermöglichten es, eine informierte und praxisnahe Perspektive in die Auswertungen der ethnografischen Einzelstudien mit einfließen zu lassen. Durch diese Expertise war es möglich, tiefe und kontextsensitive Einblicke in die Interaktion zwischen Pflegefachpersonen, Patient*innen und robotischem System zu erlangen. Sie ermöglichte eine differenzierte und erweiterte Wahrnehmung und Interpretation der Handlungen, Einstellungen und sozialen Dynamiken, die für Außenstehende

ohne Expertise im Setting Intensivstation möglicherweise unentdeckt bleiben. Im Rahmen dieser erfahrungsbasierten Forschung wurde stets auf die Offenheit des Forschungsprozesses geachtet, indem im Sinne einer Reaktivität systematisch zugelassen wurde, empirische Irritation und Verunsicherung zu akzeptieren (Breidenstein et al., 2020). Es wurde darauf geachtet, immer wieder eine kritische Selbstreflexion im Forschungsteam durchzuführen und die eigene Rolle sowie Erfahrungen in den Kontext von Nähe und Distanz zu bringen, um authentische und glaubwürdige Ergebnisse der Forschung zu sichern (Hirschauer, 2002). Dies wurde vor allem vor dem Hintergrund des Going Native Phänomens (Hirschauer, 2002), welches eine Situation beschreibt, in der ein Forscher zu stark in das untersuchte Feld involviert ist, sodass er die notwendige objektive Distanz zu seinem Forschungsgegenstand verliert, immer wieder im Forschungsteam thematisiert und erörtert.

Insgesamt wurde die Einbindung von umfassender beruflicher Expertise im Setting Intensivstation aber als positiv für die Tiefe und Relevanz der Anwendung von Ethnografie empfunden. Sie trug dazu bei, ein umfassendes Verständnis des Einsatzes von Frühmobilisationsrobotik unter Einbezug der sozialen Strukturen einer Intensivstation hervorzubringen.

In den folgenden Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.3 wird detailliert auf die ethnografischen Methoden eingegangen, die in dieser Studie angewendet wurden. Kapitel 3.2.1 beschäftigt sich mit den durchgeführten Interviews, um individuelle Perspektiven und Erfahrungen der Pflegefachpersonen zu erfassen. Diese Methode findet sich im Artikel 2, der qualitativen Querschnittstudie zur IST-Analyse der konventionellen Frühmobilisation und im Artikel 3, der qualitativen Längsschnittstudie zum Be- und Entlastungsempfinden des Pflegepersonals durch das robotische System VEMOTION®. In Kapitel 3.2.2 werden die Gruppendiskussionen erläutert, die dazu dienen, kollektive Ansichten und interprofessionelle Dynamiken zu verstehen und ebenfalls in Artikel 2, der qualitativen Querschnittstudie zur IST-Analyse der konventionellen Frühmobilisation, zur Anwendung gekommen sind. Schließlich wird in Kapitel 3.2.3 die Methode der Beobachtungen beschrieben, um die alltäglichen Interaktionen und Prozesse auf der Intensivstation direkt zu untersuchen. Beobachtungen wurden im 4. Artikel, der quantitativen Längsschnittstudie zu Be- und Entlastung sowie Auswirkungen der Einführung des robotischen Systems VEMOTION® durchgeführt. Die Kombination dieser unterschiedlichen ethnografischen Methoden, ermöglichten dieser Arbeit eine umfassende Analyse der sozialen und organisatorischen Auswirkungen des Einsatzes von Frühmobilisationsrobotik.

3.2.1 Interviews

Qualitative Interviews bieten im Rahmen des Forschungsthemas eine gute Gelegenheit die menschlichen und zwischenmenschlichen Perspektiven zu erfassen, die bei der Durchführung von Frühmobilisation und bei der Einführung und Nutzung des robotischen Systems zur Frühmobilisation entstehen. Vor allem vor dem Hintergrund, dass die Intensivstation durchaus als Ort der Technik angesehen werden kann, weil hier viele technische Geräte (zur Überwachung und Therapie der Patient*innen) zum Einsatz kommen (Waydhas et al., 2022), sind qualitative Interviews gut geeignet, um die vielschichtigen Realitäten, die die Anwender*innen mit der Einführung und Nutzung von Technik verbinden, zu verstehen und zu interpretieren. Wichtig ist dabei aber, die Aussagen der Befragten kritisch zu betrachten. Die Äußerungen der Interviewten sind persönliche Wahrnehmungen, Erfahrungen und Meinungen, die nicht notwendigerweise eine direkte oder allgemeingültige Veranschaulichung der tatsächlichen Praxis darstellen. Die Ergebnisse der Interviews müssen deshalb sorgfältig und kritisch analysiert und reflektiert werden. Die Übertragung von Ergebnissen auf einen breiteren Kontext, wie bspw. die gesamte Pflegepraxis, muss deshalb unter Berücksichtigung der beeinflussenden Faktoren erfolgen (Lamnek & Krell, 2016).

In der ethnografischen Forschung muss der/die Forschende Teil der Welt der Akteure werden bzw. sich die Welt der Akteure aneignen. Dies kann neben Gesprächen oder Beobachtungen auch über qualitative Interviews geschehen. Der Bezugspunkt liegt hier auf der zwischenmenschlichen Perspektive (Grimmer, 2018). Bei dem Einsatz von Frühmobilisationsrobotik sollte der/die Forschende darüber hinaus auch die spezifischen technologischen Gegebenheiten verstehen und mit dem robotischen System vertraut sein. So kann er/sie/es gewährleisten, dass die getätigten Aussagen in den richtigen Kontext gebracht und in der Analyse berücksichtigt werden. In der empirischen Forschung „spielt das qualitative Interview, also die sprachliche Erfassung von Bedeutungsmustern, eine große Rolle [...]. Gerade im qualitativen Interview hat der Befragte die Möglichkeit, seine Wirklichkeitsdefinitionen dem Forscher mitzuteilen“ (Lamnek & Krell, 2016, S. 331). Im Rahmen des speziellen Settings der Intensivstation ermöglichen die Interviews den Befragten, ihr Verständnis für Frühmobilisation zu erklären und dabei Faktoren, die die Durchführung von Frühmobilisation beeinflussen, genau zu beschreiben. Hierbei können die Interviewteilnehmenden auch ihre Perspektive von sozialen Phänomenen, wie z. B. der Einfluss von Robotik auf die Pflegebeziehung, die bei der Frühmobilisation wahrgenommen werden, zum Ausdruck bringen. Ziel der Interviews, die für dieses Forschungsprojekt geführt wurden, war auch, den Befragten die Möglichkeit zu geben, die eigenen Ansichten und Erlebnisse im Umgang mit der Frühmobilisationsrobotik darlegen zu können und dabei zu erklären, wie bzw. ob die Technologie die

Arbeitsabläufe, die Interaktion zwischen den verschiedenen Akteure und auch das Be- und Entlastungsempfinden beeinflusst.

„Interviewstudien, Gesprächsanalysen und Diskursanalysen können sich bei aller Unterschiedlichkeit darauf stützen, dass soziale Wirklichkeit zu einem großen Teil bereits in sprachlicher Form verfügbar ist, nämlich als Auskünfte, Gespräche oder Textdokumente. Ein großer Teil sozialer Wirklichkeit existiert aber unterhalb der Schwelle der Sprache. Viele soziale Phänomene sind nicht nur unaussprechlich, sondern stimmlos, sprachlos und stumm. Das aber heißt, sie müssen erst sozialwissenschaftlich zur Sprache gebracht werden.“ (Breidenstein et al., 2020, S. 40)

Die Nähe zum Feld ist dabei entscheidend, weil der/die Forschende eine aktive Rolle einnimmt und die entstehenden Inhalte steuert, er/sie generiert sie also mit. „Die Tatsache, dass der Forscher in die Erhebungssituation eingebunden ist, führt dazu, dass er zu einem konstitutiven Bestandteil des Forschungsprozesses und damit des Forschungsergebnisses wird“ (Lamnek & Krell, 2016, S. 332). Diese Teilnahme ermöglicht nicht nur ein tieferes Verständnis für die Pflegepraxis im Bereich der Frühmobilisation und die Herausforderungen in der Nutzung von Frühmobilisationsrobotik, sondern trägt auch dazu bei, Vertrauen und eine offene Kommunikation mit den Akteure aufzubauen. Hierbei muss aber vor allem vor dem Hintergrund von Nähe und Distanz die Rolle der Forschenden immer wieder reflektiert werden. Dass die Forscherin dieser Arbeit selbst einen intensivpflegerischen Hintergrund hat, muss hierbei differenziert betrachtet werden. Auf der einen Seite bietet diese Art Insider-Perspektive die Möglichkeit, die kleinsten Dimensionen, die von den Befragten formuliert werden und die sowohl bei der konventionellen Frühmobilisation als auch in der Interaktion mit dem robotischen System zum Tragen kommen, wahrzunehmen. Die Erfahrungen und Sichtweisen der Befragten können so noch expliziter erfasst werden. Dies ist vor allem in Bezug auf die erwähnte Subjektivität durch die Äußerung von Wahrnehmungen und Meinungen durch die Befragten, die die Methode der Interviews mit sich bringt, von Bedeutung. Auf der anderen Seite ist es auch wichtig, die generierten Daten kritisch zu analysieren und zu interpretieren, um eine reflektierte Distanz zu wahren und die Daten so objektiv wie möglich analysieren zu können. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Forschungsergebnisse nicht durch persönliche Vorkenntnisse und beruflich bedingte Annahmen verzerrt werden.

3.2.2 Gruppendiskussionen

Gruppendiskussionen verfolgen das Ziel, Sichtweisen und Meinungen einer Gruppe in einem Diskurs zu erfassen. Die Diskussionsteilnehmenden werden dazu als reale soziale Gruppe zu einem bestimmten Thema befragt (Lamnek & Krell, 2016).

Im Rahmen dieser Forschung wurden die Gruppendiskussionen dazu genutzt, eine Analyse der Frühmobilisationssituation auf den verschiedenen Intensivstationen des Klinikums, in dem das robotische System später erprobt wurde, durchzuführen. Durch die Gruppendiskussionen war es möglich, detaillierte Einblicke in die bestehende Anwendung, Herausforderungen und auch Einstellung der Pflegenden zur Frühmobilisation zu bekommen. Im Rahmen der Gruppendiskussionen konnten eigene Erfahrungen geteilt und auch kritisch diskutiert werden, was zu aussagekräftigen Ergebnissen in Bezug auf die erhobenen Fragestellungen führte. Aussagekräftige Ergebnisse konnten vor allem durch Passagen, die eine hohe metaphorische Dichte aufwiesen, identifiziert werden (Loos & Schäffer, 2001).

Neben den Teilnehmenden selbst gibt es bei einer Gruppendiskussion eine*n Diskussionsleitenden, der/die die Diskussion moderiert und die Teilnehmenden zur Teilnahme an der Diskussion ermutigt und sicherstellt, dass die vorher bestimmten Themenbereiche des Diskussionsleitfadens abgedeckt sind (Lamnek & Krell, 2016). Darüber hinaus gibt es eine protokollierende Person, die die „grobe Züge [...] [des] Diskussionsverlaufs [, die] Decknamen bzw. die Nummern der Sprechenden und [...] ergänzend zur Audioaufnahme die mimischen und gestischen Aussagen der Diskussionsteilnehmer fest[hält]“ (Lamnek & Krell, 2016, S. 430). Dieses Protokoll dient dazu, die getätigten Aussagen den jeweiligen Personen zuordnen zu können und auch implizite Beobachtungen (z. B. in Bezug auf nonverbale Äußerungen zwischen den Teilnehmenden) in die Analyse mit einfließen zu lassen.

Die Rolle des/der Forschenden, der/die in der Regel entweder Diskussionsleitung innehat oder das Protokoll führt, ist entscheidend für die Ergebnisse der Diskussion. Besonders als diskussionsleitende Person kann der/die Forschende die diskutierten Themen steuern, in dem er/sie bei Themenabweichungen eine konkrete Steuerungsfrage stellt oder durch einen Einwand versucht, die Diskussion wieder in Richtung der angepeilten Themen zu lenken (Lamnek & Krell, 2016). Die Person sollte aber nur eingreifen, wenn es wirklich erforderlich ist, um die gruppendynamischen Prozesse nicht zu stören. Dies ist besonders wichtig, wenn die forschende Person selbst aus dem Setting kommt, in dem auch die Diskussionsteilnehmenden arbeiten und somit selbst ggf. Meinungen zu den Themen haben, die in der Diskussion besprochen werden. In diesem Fall ist mit dem

Setting die Intensivstation gemeint. Die eigenen Meinungen und Wahrnehmungen sollten die Diskussion bzw. den Diskussionsverlauf nicht beeinflussen, kontrollieren oder manipulieren, um eine möglichst natürliche und authentische Situation abbilden zu können (Lamnek & Krell, 2016). Laut Bohnsack (2002, S. 311) gehen die „sozialwissenschaftlichen Interpret(inn)en [...] nicht davon aus, dass sie mehr wissen als die Akteure oder Akteurinnen, sondern davon, dass diese selbst nicht wissen, was sie da eigentlich alles wissen“. Die Kenntnis über das verwendete Fachvokabular und auch das intuitive Verstehen der beschriebenen Abläufe und Herausforderungen, die bei der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen auftreten können, kann aber auch als Vorteil gesehen werden. Die bewusste Auseinandersetzung mit der Rolle als Forschende erfordert eine immer wiederkehrende Reflexion im Sinne der Balance von Nähe und Distanz.

Im Rahmen der vorliegenden Forschung wurde das Angebot der Diskussion von den Teilnehmenden gerne angenommen. Es bildete sich schnell eine Eigendynamik im Diskursverlauf und das Eingreifen der Diskussionsleitung war nur sehr sporadisch nötig. Die Eigendynamik bzw. interaktive und metaphorische Dichte der Diskussionen zeigen die Relevanz des Themas (Bohnsack, 2021).

Generell bietet die Nutzung von Gruppendiskussionen im Kontext der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen eine gute Basis, um in Verbindung mit den anderen angewendeten Methoden ein umfassendes Bild über die Durchführung und Gestaltung zu erhalten. Dies ist entscheidend für die Einführung des robotischen Systems zur Frühmobilisation.

3.2.3 Beobachtungen

Die Beobachtung als zentrale Methode der Ethnografie versteht die Datengewinnung bzw. -generierung so, dass die beobachtende Person an

„der alltäglichen Lebenspraxis im Feld aktiv [...] [teilnimmt], die Menschen im Feld als Expertinnen ihrer eigenen Lebenspraxis in informellen Gesprächen [...] [befragt], die räumlich-dinglichen Konstellationen des Feldes [...] [analysiert] und alle Arten von Dokumenten aus dem Feld [...] [sammelt].“ (Strübing, 2018, S. 59)

Insbesondere im Setting Intensivstation ermöglicht die Methode der Beobachtung die komplexen sozialen Interaktionen zwischen den unterschiedlichen Akteuren zu erfassen. Die Beobachtung gehört zu einer der Schlüsselkompetenzen des Pflegeberufs, weil die Beurteilung des Patient*innenzustands sowie die Ableitung von Patient*innenressourcen und Pflegeproblemen maßgeblich durch die Beobachtung der Patient*innen gesteuert wird. Angesichts dieser zentralen Bedeutung der Beobachtung für den Pflegeberuf wurde die Methode der Beobachtung gezielt für diese Studie ausgewählt. Das kom-

plexe Feld der Intensivstation zu beforschen, kann mit einigen Herausforderungen verbunden sein, v. a. wenn die Forschenden bisher keine Berührungspunkte mit einem solch hochdynamischen Feld hatten. Aus diesem Grund ist es ein Vorteil, dass die Forscherin auf ein tiefes Verständnis der Praxis zurückgreifen kann. So sind die beobachteten Aspekte verbunden mit der eigenen Expertise von hoher Authentizität geprägt. Ferner bietet diese Konstellation die Möglichkeit, empathisch auf die Akteure im Forschungsfeld einzugehen und die Handlungen und Emotionen aus diesem Kontext heraus zu interpretieren. Dies sollte allerdings unter der Wahrung einer kritischen Reflexivität getan werden, um eine objektive Analyse zu sichern. Die Perspektivendifferenz, die sich aus der Doppelrolle der Forscherin ergibt, birgt sowohl Risiken als auch Chancen: Während es möglich ist, dass Schlüsse auf die Motive der Akteure fehlgehen können, bietet die Rolle der beobachtenden Person, die keine Handlungen ausführen muss, die Möglichkeit, die interaktive Entfaltung unter den Teilnehmenden aufzuklären (Strübing, 2018). Generell ist die Interpretation von Beobachtungsdaten naturgemäß subjektiv, weshalb die Durchführung von Beobachtungen laut Breidenstein et al. (2020) auch daran geknüpft ist, sich als Beobachtende*r immer wieder von den beobachteten Situationen zu distanzieren. Hierzu sollten folgende Distanzierungsmaßnahmen beachtet werden:

- „eine disziplinäre Sozialisation [...] [also] eine gefestigte professionelle Identität, erlaubt einen kühlen sozialwissenschaftlichen Relativismus aufrechtzuerhalten“ (Breidenstein et al., 2020, S. 48),
- „die Etablierung einer für das Feld akzeptablen Beobachterrolle, die von Handlungszwängen entlastet und dadurch freistellt für Beobachtungen, Selbstbeobachtung und Aufzeichnung“ (Breidenstein et al., 2020, S. 48 f.),
- „die permanente Verschriftlichung von Erfahrungen“ (Breidenstein et al., 2020, S. 49) und
- „die rhythmische Unterbrechung der Präsenz im Forschungsfeld durch Phasen des Rückzugs zum universitären Arbeitsplatz und Kollegenkreis: Dem *going native* ist ein *coming home* entgegen zu setzen“ (Breidenstein et al., 2020, S. 49 f.).

Um die erforderlichen Distanzierungsmaßnahmen zu wahren, übernahm die Forscherin als beobachtende Person im Rahmen dieser Forschung allerdings keine aktive Rolle, wodurch sie in Bezug auf die Mobilisationssituation eine nicht-teilnehmende Haltung einnahm. Diese Form der Beobachtung wurde gewählt, um eine „für das Feld akzeptable Beobachterrolle“ (Breidenstein et al., 2020, S. 48) für die Forscherin zu sichern, die ansonsten aufgrund ihrer engen Verbundenheit mit dem Feld nicht klar definiert wäre. Das strukturierte Vorgehen bei den Beobachtungen diente dem gleichen Zweck, auch weil

die „Forsche[rin] [im Vorhinein] bereits einen Überblick über die zu beobachtende Situation und über die verschiedenen sozialen Zusammenhänge [besaß]“ (Lamnek & Krell, 2016, S. 527). Die angefertigten Feldnotizen dienten der fortwährenden Selbstreflexion, um dieser Beobachterrolle gerecht zu werden und die Nähe und Distanz zum Feld immer wieder zu eruieren.

In diesem Kontext ist auch die Zusammenarbeit in einem interdisziplinären Forschungsteam besonders wertvoll, weil sie unterschiedliche Perspektiven und Expertisen in die Analyse integrieren und so eine ganzheitliche Sicht auf das Forschungsfeld geben kann. Vor dem Hintergrund der Doppelrolle als Forscherin und gelernerte Pflegefachperson ermöglicht die Zusammenarbeit eine kollektive Reflexion, bei der die eigene Perspektive immer wieder hinterfragt und geschärft werden kann, um dem komplexen Feld der Intensivstation gerecht zu werden. So wird die Qualität der Analyse der Forschungsergebnisse gewahrt.

Insgesamt trägt die Beobachtung im Rahmen der Erforschung eines robotischen Systems zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen in Verbindung mit einem interprofessionellen Forscherteam dazu bei, ein fundiertes Verständnis für dieses System im Setting Intensivstation zu entwickeln. Besonders vor dem Hintergrund der sehr komplexen Interaktionen und Strukturen des Feldes ‚Intensivstation‘ ist dies von großer Bedeutung, um sich den Forschungsgegenständen dieser Arbeit zu nähern.

4. Kumulativer Teil der Dissertation

4.1 Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. Ein Scoping Review





156

Originalarbeit



Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen

Ein Scoping Review

Amrei C. Mehler-Klamt¹ , Jana Huber¹, Lena Schmidbauer¹ , Angelika Warmbein² ,
Ivanka Rathgeber², Uli Fischer² , Inge Eberl¹

¹Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Eichstätt, Deutschland

²LMU Klinikum München, München, Deutschland

Zusammenfassung: *Hintergrund:* Intensivpatient_innen sind oft einer langen Immobilität ausgesetzt. Wenn sie aber frühzeitig mobilisiert werden, lassen sich positive Effekte auf ihr Outcome, wie z. B. eine Verbesserung der körperlichen Funktion, nachweisen. Einer der Gründe für die späte Mobilisation ist, dass zu wenig Hilfsmittel zur Verfügung stehen. *Fragestellungen/Ziel:* Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den Einsatz von robotischen oder technischen Systemen als Hilfsmittel für die Frühmobilisation. Welche robotischen und technischen Hilfsmittel werden in Studien zur Frühmobilisation von erwachsenen Intensivpatient_innen durch Pflegefachpersonen oder Physiotherapeut_innen untersucht? Über welche Effekte von Frühmobilisation mittels robotischem und technischem System auf die Patientenoutcomes wird in den Studien berichtet? *Methoden:* Die Datenbanken Medline, Web of Science, CINAHL, Cochrane Library, Embase, IEEE Xplore, Scopus und WTI wurden zwischen Mai und Juli 2020 und im Januar 2022 systematisch durchsucht. Zusätzlich wurde im ersten Suchlauf eine Randsuche über Google Scholar und ResearchGate durchgeführt. *Ergebnisse:* Es wurden 27 Veröffentlichungen eingeschlossen (9 RCTs, 7 Expertenmeinungen, 3 quantitative Querschnittstudien, 2 Fall-Kontroll-Studien, 2 Literaturreviews, 2 klinische Einzelfallstudien, 2 Interventionsstudien im Prä-Post-Design). Hier zeigte sich, dass als Hilfsmittel vor allem elektronische Bettfahrräder und Kipptische eingesetzt werden. Es war eine uneinheitliche Datenlage in Bezug auf verschiedene Patientenoutcomes nachweisbar. *Schlussfolgerungen:* Weitere Forschung zum Einsatz von technischen und robotischen Systemen zur Frühmobilisation ist vor allem in Bezug auf unterschiedliche Studienpopulationen notwendig. Frühmobilisationsrobotik ist noch nicht Teil der Regelversorgung.

Schlüsselwörter: Intensivpatient_innen, Frühmobilisation, Robotik, Technik, Scoping Review

The use of robotic and technical systems for early mobilization of intensive care patients: A scoping review

Abstract: *Background:* Intensive care patients are often subjected to immobility for too long. However, when they are mobilized early, positive effects on patient outcomes, such as improvement in physical function, can be demonstrated. One of the reasons for rare mobilization is that too less therapeutic equipment is available. *Aims:* This paper provides an overview of previous research on early robot- or technology-assisted mobilization of intensive care patients. Which robotic and technical aids are used in studies on early mobilization of adult intensive care patients by nurses or physiotherapists? What effect of early mobilization using robotic and technical systems on patient outcomes are reported in the studies? *Methods:* A systematic literature search was undertaken within the Databases Medline, Web of Science, CINAHL, Cochrane Library, Embase, IEEE Xplore, Scopus and WTI between May and July 2020 and in January 2022. In addition, a marginal search was performed via Google Scholar and ResearchGate in the first search run. *Results:* 27 publications were included (9 RCTs, 7 texts and opinions, 3 cross-sectional studies, 2 case-control studies, 2 literature reviews, 2 case reports, 2 quasi-experimental intervention studies). It is evident that electronic bed-mounted exercise bicycles and tilt tables are the most commonly used assistive devices. There is an inconsistent data situation with regard to different patient outcomes. *Conclusion:* Further research on the use of technical and robotic early mobilization is, particularly in relation to different study populations, needed. Early mobilization robotics is not yet part of standard care.

Keywords: critical care, early ambulation, robotics, technology, scoping review

Was ist zu dieser Thematik schon bekannt?

Frühmobilisation kann einen positiven Effekt auf Patienten-outcomes haben.

Welchen Erkenntniszugewinn leistet die Studie?

Technische Systeme werden in der bisherigen Literatur vielfach beschrieben, während Frühmobilisationsrobotik erst seit dem Jahr 2021 thematisiert wird. Die untersuchten Outcomeparameter sind heterogen.

Einleitung und Problemstellung

Auf Intensivstationen werden in der Regel Patient_innen behandelt, die an schwerwiegenden körperlichen Einschränkungen leiden und deshalb vital überwacht und stabilisiert werden müssen (Abdulla, 2007). Die Intensivmedizin und -pflege zielen durch ihre Therapie auf eine Wiederherstellung der Gesundheit ab (Abdulla, 2007). Eine möglichst frühe Mobilisation von Intensivpatient_innen kann maßgeblich zur Wiederherstellung der Gesundheit beitragen, da sie u.a. die Bewegungsfähigkeit erhält (Dubb et al., 2016). Darüber hinaus kann die Frühmobilisation den Intensivaufenthalt der Patient_innen verkürzen und die Kosten einer Behandlung reduzieren (Engel et al., 2013). Viele Intensivpatient_innen sind aber sehr lange einer Immobilität ausgesetzt. Hierfür gibt es laut der systematischen Übersichtsarbeit von Dubb et al. (2016) zahlreiche Ursachen, wie z.B. strukturelle Einschränkungen, die bspw. mit einer mangelnden Verfügbarkeit des nötigen Equipments für das mobilisierende Fachpersonal einhergehen. Aber auch ein Fachkräftemangel in der Pflege und der Physiotherapie führt dazu, dass Frühmobilisation zu selten oder zu spät durchgeführt wird (Dubb et al., 2016). Robotische und technische Frühmobilisationssysteme können eine Lösung für dieses Problem darstellen, indem sie ausgewählte Mobilisationstätigkeiten übernehmen oder bei der Mobilisation unterstützen.

Um einen Überblick über bestehende Evidenz und Literatur zum Thema robotische und technische Frühmobilisation zu erhalten, wurde dieses Scoping Review erstellt.

Aufgrund der Vielzahl verschiedener gebräuchlicher Definitionen (Clarissa et al., 2019) ist die Frühmobilisation von Intensivpatient_innen nicht einheitlich festgelegt. Diese Publikation orientiert sich an der Definition von Bein et al. (2015), die unter Frühmobilisation den Beginn der Mobilisation von Patient_innen innerhalb der ersten 72 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation versteht. Unter robotik- und technikgestützten Hilfsmitteln werden elektrisch betriebene, technisch-assistive Hilfsmittel verstanden, die therapeutische Maßnahmen autonom (robotergestützt) oder von außen gesteuert (technikgestützt) durchführen (Bendel, 2018).

Ziele und Fragestellungen

Das Ziel dieses Reviews war es, zu untersuchen, welche robotischen und technischen Systeme als Hilfsmittel für

die Frühmobilisation verwendet werden und wie sich robotik- und technikgestützte Mobilisationstherapie auf die Patientenoutcomes auswirkt.

Hierfür ergaben sich folgende Fragestellungen: Welche robotischen und technischen Hilfsmittel werden in Studien zur Frühmobilisation von erwachsenen Intensivpatient_innen durch Pflegefachpersonen oder Physiotherapeut_innen verwendet? Über welche Effekte von Frühmobilisation mittels robotischem und technischem System auf die Patientenoutcomes wird in den Studien berichtet?

Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde die Methode des Scoping Reviews gewählt, das sich an den Vorgaben des PRISMA-Statements für Scoping Reviews (PRISMA-ScR) (Tricco et al., 2018) orientiert. Diese Methode dient der Identifikation von Forschungslücken und ist gut geeignet, um einen umfassenden Überblick über das zu untersuchende Thema zu erlangen (Elm et al., 2019).

Ein- und Ausschlusskriterien

Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden gemäß den Empfehlungen des PCC-Schemas (Population, Concept, Context) (Elm et al., 2019) festgelegt. Eingeschlossen wurden sämtliche Studientypen zu Therapierobotik sowie technisch oder elektronisch betriebenen Hilfsmitteln, die dem Zweck der Frühmobilisation oder -rehabilitation von Intensivpatient_innen dienen. Alle robotischen oder technischen Systeme, die eine Gang- oder Kurbelbewegung der Beine erzeugen, eine Vertikalisierung von Intensivpatient_innen herbeiführen oder eine Gang- bzw. Kurbelbewegung der Beine mit einer Vertikalisierung verbinden, führten zum Einschluss. In Publikationen, die mehrere oder kombinierte Hilfsmittel vorstellten, wurde auf die Systeme eingegangen, die den Einschlusskriterien entsprachen. Es wurden nur Artikel in deutscher und englischer Sprache mit dem Setting Intensivstation inkludiert.

Ausgeschlossen wurden Studien zu den Themen chirurgische Robotik, AAL-Systeme (Ambient Assisted Living), Lehr-, Service- und Sozialhilferobotik sowie Telemedizin. Ebenso wurden Publikationen zu robotischen und technischen Systemen bezogen auf bestimmte Altersgruppen (z.B. im pädiatrischen Bereich) ausgeschlossen. Zudem wurden Studien exkludiert, in denen die technische oder robotische Mobilisation ohne die Anwesenheit von Pflegefachpersonen oder Physiotherapeut_innen erfolgte.

Suchstrategie

Gemäß Elm et al. (2019) wurde dem Review eine dreistufige Suchstrategie zugrunde gelegt: Im ersten Schritt

erfolgte eine orientierende Suche in den beiden Datenbanken CINAHL und MEDLINE (via Pubmed). Die gefundenen Artikel wurden nach Stichwörtern durchsucht, um MeSH Terms und Keywords für die Recherche in weiteren Datenbanken zu identifizieren. Dieser Schritt wurde durch die Konsultation der jeweiligen medizinischen, pflegerischen, therapeutischen und ingenieurwissenschaftlichen Expert_innen aus dem Team des Forschungsprojekts erweitert. Diese hatte zum Ziel, die identifizierten Schlagworte von Expertenseite aus überprüfen und ergänzen zu lassen.

Im zweiten Schritt wurden von Mai bis Juli 2020 mittels der vorher definierten Suchstrings (siehe Elektronisches Supplement ESM1) folgende einschlägige pflegewissenschaftliche, medizinische und ingenieurwissenschaftliche Datenbanken systematisch durchsucht: Medline, Web of Science, CINAHL, Cochrane Library, Embase, IEEE Xplore, Scopus und WTI Frankfurt (WTI-Frankfurt-digital GmbH). Die Datenbank WTI Frankfurt wurde gewählt, weil sie u.a. Fachinformationen zu den Fachbereichen Elektronik und medizinische Technik bereitstellt und jährlich ca. 110.000 Dokumente aus Fachzeitschriften, Tagungsbänden, Forschungsberichten und Dissertationen auswertet und speichert.

Die Datenbanken wurden im Rahmen der verfügbaren Bibliothekszugänge ausgewählt. Die Datenbanksuche wurde im Januar 2022 ergänzt, um neu hinzugekommene Artikel miteinzubeziehen. Um alle relevanten Artikel zum Thema der Arbeit einschließen zu können, wurde keine Einschränkung des Erscheinungsjahrs vorgenommen.

Da in einem ersten kombinierten Suchdurchlauf, bei dem nur Robotik als Stichwort verwendet wurde, keine Treffer erzielt werden konnten, wurde Robotik in der Folge mit dem Stichwort Technik erweitert.

In allen gefundenen Publikationen wurde im dritten Schritt eine Rückwärtssuche durchgeführt, um weitere Literaturhinweise zu finden. Zusätzlich erfolgte im ersten Suchlauf eine Randsuche für graue Literatur über ResearchGate und Google Scholar.

Studienauswahl

Alle identifizierten Titel wurden in das Literaturverwaltungsprogramm Citavi Version 6 überführt. Hier wurden alle Duplikate entfernt sowie die Titel und Abstracts der identifizierten Publikationen anhand der Ein- und Ausschlusskriterien geprüft. Dieser Schritt erfolgte verblindet durch AMK und LS (1. Suchlauf 2020) bzw. JH (2. Suchlauf 2022). Die nach dem Entblenden der Titel- und Abstract-Analyse verbliebenen Volltexte wurden daraufhin unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien überprüft. Das verblindete Screening erfolgte mit Excel 2016. Im Anschluss an die Entblindung der Volltextuntersuchung wurden die verbliebenen Volltexte in ihrer Methodik mittels Critical Appraisal Tools des Joanna Briggs Institutes (JBI, n.d.) untersucht. Die Interventionsstudien im Prä-Post-Design wurden mit der

Squire 2.0 Checkliste (Ogrinc et al., 2016) bewertet, da das Joanna Briggs Institute für diesen Studientyp kein Instrument bereitstellt (siehe ESM 2).

Die Bewertung der Studien wurde ebenfalls verblindet durch AMK und LS (1. Suchlauf 2020) bzw. JH (2. Suchlauf 2022) durchgeführt. Bei Diskrepanzen wurden im Rahmen der Qualitätssicherung AW und IR konsultiert, bis in allen Fällen ein Konsens erreicht wurde. Da bei einem Scoping Review normalerweise keine Bewertung der methodischen Qualität der Studien erfolgt (Elm et al., 2019), wurde nach der Bewertung keine Publikation aussortiert. Um eine bessere Evidenz zu erzielen, wurde dennoch entschieden, die methodische Qualität der Literatur zu bewerten.

Datenextraktion

Die Studiendetails wurden in einer eigens erstellten Tabelle, die sich an dem JBI-Manual (JBI, 2015) orientierte, festgehalten. Neben den Autor_innen und dem Erscheinungsjahr wurden auch Ziele, Design und Methodik der betreffenden Studien und Artikel erfasst. Des Weiteren wurde die Stichprobe in Verbindung mit dem Setting, die verwendeten robotischen und technischen Systeme und die relevanten Ergebnisse der jeweiligen Veröffentlichungen festgehalten (siehe ESM 3).

Ergebnisse

Wie in Abbildung 1 dargestellt, konnten 2369 Publikationen in den genannten Datenbanken identifiziert werden. Weitere 55 Beiträge wurden in grauer Literatur gefunden. Nach Entfernung der Duplikate blieben 2204 Publikationen übrig.

Im Rahmen der verblindeten Durchsicht von Titel und Abstracts der 2204 Artikel und Studien wurden 2129 Publikationen ausgeschlossen. Der Hauptgrund hierfür war ein jeweils unpassendes Setting. Die Konsensquote nach Entblindung lag bei 86 %. Von den verbliebenen 76 Publikationen wurden die Volltexte verblindet gesichtet. Hier lag die Konsensquote nach der Entblindung bei 82 %.

Insgesamt wurden 49 Beiträge ausgeschlossen, da die Einschlusskriterien nicht erfüllt wurden. Das Literaturverzeichnis der ausgeschlossenen Beiträge ist in ESM 4 zu finden.

Es konnten 27 Veröffentlichungen in das Scoping Review eingeschlossen werden. Davon wurden 14 im ersten und 13 im zweiten Suchlauf identifiziert. Diese wurden ebenfalls verblindet bewertet. Die Konsensquote nach der Bewertung der Studien lag vor der Konsultation von AW und IR bei 95,4 %. Diskrepanzen in der Bewertung wurden im Forschungsteam (AMK, LS, JH, AW, IR) diskutiert, bis eine Einigkeit erzielt wurde.

In ESM 5 ist die Verteilung der Studien auf die einzelnen Datenbanken hinterlegt.

Verteilung des Forschungsaufkommens

In Tabelle 1 ist die Auflistung der eingeschlossenen Texte nach geografischer Herkunft zu sehen.

Studiencharakteristik

Die Beiträge wurden im Zeitraum von 2012 bis 2022 veröffentlicht. In Tabelle 2 sind die Studiendesigns der eingeschlossenen Publikationen aufgelistet.

Die eingeschlossenen Veröffentlichungen untersuchen die Frühmobilisation mit robotischen und technischen Systemen in verschiedensten Fachbereichen der Intensivtherapie. Es wurden beispielsweise Patient_innen mit akutem Schlaganfall (Dohle et al., 2017; Kumble et al., 2017), mit erworbenen Gehirnverletzungen (Frazzitta et al., 2016) oder auch mit anderen internistischen, neurologischen oder chirurgischen Schwerpunkten eingeschlossen (Kwakman et al., 2020; França et al., 2020; Egger et al., 2021). In Tabelle 3 sind die Hauptstudiencharakteristika aufgeführt. Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die in den Studien untersuchten Outcomes und die medizinischen Parameter.

Tabelle 1. Geografische Verteilung der Studien

USA	6
Australien	6
Deutschland	5
Italien	3
Tschechien	2
Brasilien	2
Spanien	1
Kanada	1
Niederlande	1

Tabelle 2. Auflistung der Studiendesigns

Randomisiert kontrollierte Studie (RCT)	9
Expertenmeinung	6
Quantitative Querschnitterhebung	4
Fall-Kontroll-Studie	2
Literaturreview	2
Klinische Einzelfallstudie	2
Interventionsstudie im Prä-Post-Design	2

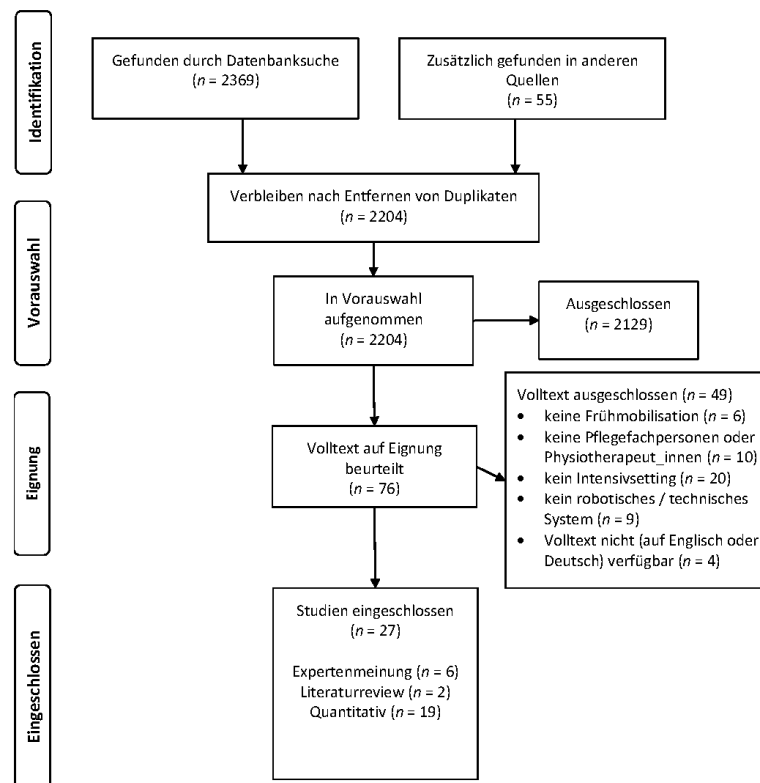


Abbildung 1. Eigene Darstellung des Prisma-Flow-Diagramms nach Moher et al. (2009).

Tabelle 3. Schnellüberblick über die Hauptstudiencharakteristika

	Berney et al., 2021	Chillura et al., 2020	Dohle et al., 2017	Dos Santos et al., 2015	Egger et al., 2021	Ferre et al., 2021	France et al., 2020	Frazzitta et al., 2016	Frazzitta et al., 2018	Fuest & Schaller, 2018	Grunow et al., 2022	Hodgson et al., 2012	Kho et al., 2015	Kimawi et al., 2017
Studiendesign														
Quantitativ	X	X		X			X	X	X				X	X
RCT	X			X			X	X	X					
Fall-Kontroll-Studie													X	
Querschnittstudie														
Interventionsstudie														X
Klinische Einzelfallstudie		X												
Expertenmeinung			X		X					X	X	X		
Literaturreview						X								
Datenerhebung														
Fragebogen														
Deskriptive Statistik	X	X		X			X	X	X				X	X
Expertenmeinung			X		X					X	X	X		
Systematische Literaturrecherche						X								
Stichprobe														
	162 (IG = 80 / KG = 82)	1	-	28 (14 / 14)	-	18	35 (IG1 = 9 / IG2 = 9 / IG3 = 7 / KG = 10)	31 (IG = 15 / KG = 16)	31 (IG = 15 / KG = 16)	-	-	-	688 (IG = 181 / KG = 507)	106
Setting/ Fachbereich														
ICU (unspezifisch)	X		X	X		X	X			X	X	X		
Neurologische ICU		X			X			X	X					
Chirurgisch-internistische ICU														
Internistische ICU													X	X
Robotisches oder elektrisches/technisches System														
Elektronisches Bettfahrrad	X			X			X			X		X	X	X
Elektronischer Kipptisch mit Trittvorrichtung						X		X	X					
Elektronischer Kipptisch			X											
Elektronisches Laufband			X							X	X			
Exoskelett												X		
Robotisches Pflegebett mit Beinpresse												X		
Robotisches System zur Vertikalisierung des Pflegebetts mit Gangbewegungen					X									
Robotergestütztes Laufband		X												
Robotisches System zum Training der oberen Extremität		X					X							

Tabelle 3. Schnellüberblick über die Hauptstudiencharakteristika (Fortsetzung)

	Koester et al., 2018	Kumble et al., 2017	Kwakman et al., 2020	Mayer et al., 2021	Nickels et al., 2020a	Nickels et al., 2020b	Parry et al., 2014	Parry et al., 2012	Reid et al., 2019	Steinböck et al., 2020	Wadauf et al., 2020	Wadauf et al., 2021	Zink et al., 2021
Studiendesign													
Quantitativ		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
RCT			X		X			X				X	
Fall-Kontroll-Studie							X						
Querschnittstudie				X		X			X	X			
Interventionsstudie													X
Klinische Einzelfallstudie		X											
Expertenmeinung	X												
Literaturreview											X		
Datenerhebung													
Fragebogen				X		X			X				
Deskriptive Statistik		X	X	X	X	X	X	X		X		X	X
Expertenmeinung	X												
Systematische Literaturrecherche											X		
Stichprobe													
	-	1	88	206	72 (IG = 37 / KG = 37)	Befragung: 124 (Personal); 30 (Patient_innen); 22 (Angehörige) RCT: 72 (36/36)	16 (8 / 8)	80	45	12	43	150 (IG = 75 / KG = 75)	27
Setting/ Fachbereich													
ICU (unspezifisch)	X			X	X		X	X	X		X	X	
Neurologische ICU		X								X			X
Chirurgisch-internalistische ICU			X			X							
Internalistische ICU													
Robotisches oder elektrisches/technisches System													
Elektronisches Bettfahrrad	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Elektronischer Kipptisch mit Trittvorrichtung		X		X									
Elektronischer Kipptisch	X			X									
Elektronisches Laufband			X	X									
Exoskelett													
Robotisches Pflegebett mit Beinpresse													
Robotisches System zur Vertikalisierung des Pflegebetts mit Gangbewegungen										X			
Roboterassistiertes Laufband													
Robotisches System zum Training der oberen Extremität													

Anmerkungen: IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe.

Tabelle 4. Übersicht über die in den Studien untersuchten Outcomes und medizinischen Parameter

Studie	Untersuchte /s Outcome /s und medizinische Parameter (exemplarisch)
Berney et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> Quadrizepsmuskulatur bei Krankenhausentlassung Prävalenz kognitiver Beeinträchtigung 6 und 12 Monate nach der Krankenhausentlassung
Chillura et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> Gangart Gleichgewicht Muskulatur
Dohle et al., 2017	–
Dos Santos et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> Morphologie und Dicke der Kniestreckmuskeln Exkursion des Zwerchfellmuskels
Egger et al., 2021	–
Ferre et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> Herz-Kreislaufsystem
França et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> Stickstoff-Oxid-Spiegel Tumor-Nekrose-Faktor-Alpha-Konzentration
Frazzitta et al., 2016	<ul style="list-style-type: none"> Krankenhaus- und Intensivstationsaufenthaltsdauer Neurologisches Outcome
Frazzitta et al., 2018	<ul style="list-style-type: none"> Krankenhaus- und Intensivstationsaufenthaltsdauer Neurologisches Outcome
Fuest & Schaller, 2018	<ul style="list-style-type: none"> erworbene Muskelschwäche (engl. ICU-acquired weakness)
Grunow et al., 2022	–
Hodgson et al., 2012	–
Kho et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> Dauer und Widerstand der Fahrradfahreinheiten
Kimawi et al., 2017	<ul style="list-style-type: none"> Krankenhaus- und Intensivstationsaufenthaltsdauer
Koester et al., 2018	–
Kumble et al., 2017	<ul style="list-style-type: none"> Intrakranieller Druck
Kwakman et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> funktionale Mobilität Beatmungsdauer Intensivstationsaufenthaltsdauer
Mayer et al., 2021	–
Nickels et al., 2020a	<ul style="list-style-type: none"> Muskelmasse und Muskelkraft
Nickels et al., 2020b	–
Parry et al., 2014	<ul style="list-style-type: none"> Auftreten von Muskelkontraktionen während der Therapie
Parry et al., 2012	<ul style="list-style-type: none"> Muskelmasse und Muskelkraft
Reid et al., 2019	–
Steinböck et al., 2020	–
Waldauf et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> Intensivstationsaufenthalt Beatmungsdauer
Waldauf et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> Lebensqualität körperliche Fitness Muskelmasse und Muskelkraft
Zink et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> Neurologischer Status Überwachung des intrakraniellen Drucks Hämodynamische Parameter

Anmerkungen: Bei den Studien, die keine Patientenoutcomes untersuchten, handelte es sich um Expertenmeinungen oder um Studien, die die Anwenderperspektive in den Fokus nahmen.

Ergebnisse der kritischen Studienbewertung

Die inkludierten Publikationen adressierten eindeutige Ziele, anhand derer klare Forschungsschwerpunkte und Fragen formuliert wurden. Die Forschungsfragen wurden mit angemessenen Methoden bearbeitet. Die Expertenmeinungen konnten überwiegend mit einer guten Qualität bewertet werden (Deley et al., 2021; Dohle et al., 2017; Egger et al., 2021; Fuest & Schaller, 2018; Grunow et al., 2022; Hodgson et al., 2012; Koester et al., 2018). Jedoch haben Dohle et al. (2017) und Hodgson et al. (2012) nicht formuliert, an welche Population ihre Artikel adressiert waren. Die gute methodische Qualität wurde auch in der Fall-Kontroll-Studie von Parry et al. (2014), den klinischen Einzelfallstudien (Chillura et al., 2020; Kumble et al., 2017), den drei quantitativen Querschnitterhebungen (Nickels et al., 2020b; Mayer et al., 2021; Reid et al., 2019), den beiden Interventionsstudien im Prä-Post-Design (Kimawi et al., 2017; Zink et al., 2021) und bei einem Review (Waldauf et al., 2020) deutlich. Reid et al. (2019) beschrieben allerdings keine Störvariablen. Das trifft auch auf die Fall-Kontroll-Studie von Kho et al. (2015) zu. Zusätzlich fiel hier eine große Diskrepanz in der Stichprobengröße der Kontrollgruppe (KG) ($n = 507$) im Vergleich zur Interventionsgruppe (IG) ($n = 181$) auf. Ferner zeichneten sich die IG durch eine größere Krankheitsschwere im Vergleich zur KG aus. Einige RCTs wiesen in der Beschreibung der Randomisierungsverfahren Schwächen auf, weil auf einige Angaben zum Ablauf des Verfahrens und der Verblindung verzichtet wurde (Berney et al., 2021; Dos Santos et al., 2015; França et al., 2020; Kwakman et al., 2020; Nickels et al., 2020a; Parry et al., 2012; Waldauf et al., 2021). Die RCT von Frazzitta et al. (2018) wies weitere große methodische Schwächen auf. So wurde hier nicht nur auf die Beschreibung des Randomisierungsverfahrens verzichtet, sondern auch nicht aufgezeigt, welche statistischen Analyseverfahren vorgenommen wurden und wie sich die Studienpopulation zusammensetzte. Die Darstellung der Studienpopulation wurde auch in der Studie von França et al. (2020) nicht klar beschrieben. In dem Review von Ferre et al. (2021) fiel auf, dass die Ein- und Ausschlusskriterien der Artikel nicht klar definiert waren und auf eine Synthese der Ergebnisse verzichtet wurde. Ferner wurde hier nur eine Datenbank durchsucht. Da es sich bei dem zur Bewertung vorliegenden Manuskript der quantitativen Querschnittstudie von Steinböck et al. (2020) lediglich um einen Kongressbeitrag handelte, konnte die Qualität der Studie nicht umfassend bewertet werden.

Theoretische Erkenntnisse

Die aus den Studien analysierten patientenbezogenen Outcomes von robotischer und technischer Frühmobilisation werden folgend hinsichtlich des Einsatzes der unterschiedlichen robotischen und technischen Hilfsmittel unterteilt und repräsentiert.

Frühmobilisation mittels elektronischem Bettfahrrad

Elektronische Bettfahrräder werden häufig zur Frühmobilisation eingesetzt (Berney et al., 2021; Dohle et al., 2017; Dos Santos et al., 2015; França et al., 2020; Hodgson et al., 2012; Kimawi et al., 2017; Kho et al., 2015; Koester et al., 2018; Kumble et al., 2017; Mayer et al., 2021; Nickels et al., 2020a; Nickels et al., 2020b; Parry et al., 2012; Parry et al., 2014; Reid et al., 2019; Waldauf et al., 2020; Waldauf et al., 2021; Zink et al., 2021).

Das systematische Review von Waldauf et al. (2020) zeigte, dass sich Radfahrübungen positiv auf die Beatmungsdauer und den Intensivaufenthalt der Patient_innen auswirkten. So konnte in 31 RCTs des Reviews nachgewiesen werden, dass die Verweildauer der Patient_innen, die eine Intervention mit dem Bettfahrrad erhielten, im Vergleich zur KG geringfügig kürzer war (mittlere Differenz, -1,2 [-2,5 bis 0,0] d). Zum gesamten Krankenhausaufenthalt (mittlerer Unterschied -1,6 d [-4,3 bis 1,2 d]) konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Das trifft auch auf die Kombination von Bettfahrradfahren mit funktioneller Elektrostimulation zu. Auch hier konnte kein signifikanter Unterschied in der Aufenthaltsdauer von Intensivpatient_innen gezeigt werden ($p = 0.84$, KI 95%) (Waldauf et al., 2020).

Kho et al. (2015) wiesen sogar eine verlängerte Liegedauer von Patient_innen, die zusätzlich zur konventionellen Therapie mit einem elektronischen Bettfahrrad therapiert wurden im Median (IG: 10 d vs. KG: 3 d) nach. Zudem wurde eine Zunahme der stationären Verweildauer nachgewiesen (IG: 20 d vs. KG: 11 d). Diese Ergebnisse wurden aber eher auf die Auswahl der Patient_innen in der IG zurückgeführt, die einen schwereren Krankheitsverlauf zeigten als die Betroffenen der KG (Kho et al., 2015). Kimawi et al. (2017) konnten weder eine signifikante Veränderung der Intensivverweildauer ($p = 0.190$, KI 95%, Median: IG: 15 d vs. KG: 13 d) noch des gesamten Krankenhausaufenthalts ($p = 0.139$, Median: IG: 33 d vs. KG: 27 d) durch die Intervention nachweisen. Der Einsatz von Bettfahrrädern kann sich aber positiv auf die Ausdauer der Intensivpatient_innen auswirken, was sich u. a. in der Länge der Interventionseinheiten zeigt (IG: 35 min vs. KG: 25 min). Auch kann sich Bettfahrradfahren in einer höheren Toleranz der Patient_innen gegenüber gesteigerten Widerständen in den Einstellungen des Bettfahrrads zeigen (n, die den höchsten Gang erreichten; IG: $n = 114$ vs. KG: $n = 64$) (Kimawi et al., 2017).

Laut Mayer et al. (2021) trägt der Einsatz von elektronischen Bettfahrrädern v. a. zu einer Stärkung der Muskulatur bei. So zeigten entsprechende Artikel, dass dieses Hilfsmittel seltener zu einer im Rahmen eines Intensivaufenthaltes erworbenen Muskelschwäche führt (Fuest & Schaller, 2018; Koester et al., 2018). Zudem war die Quadrizepskraft bei Patient_innen, die mit einem elektronischen Bettfahrrad therapiert wurden, im Vergleich zur KG insgesamt höher (Koester et al., 2018; Kho et al., 2015). Auch verlängerte sich die Gehstrecke bei einem 6-Minuten-Gehtest bei diesen Patient_innen (Hodgson et al., 2012).

Darüber hinaus wurde in den Studien von Parry et al. (2012) und Parry et al. (2014) angenommen, dass Bettfahrradfahren in Verbindung mit Muskelstimulation früher und schneller zu einer funktionellen Erholung von Intensivpatient_innen und zu einer Verringerung der Inzidenz und Dauer von Deliren führen kann. Ferner soll es eine Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung von Kraft und körperlicher Funktionen von Patient_innen mit Sepsis bewirken.

Einige Studien konnten hingegen keine Unterschiede in der Muskelkraft von Intensivpatient_innen nachweisen, die neben einer konventionellen Therapie eine zusätzliche Therapie mit Bettfahrradeinheiten und Muskelstimulationen erhielten (Berney et al., 2021; Nickels et al., 2020a; Waldauf et al., 2021). Berney et al. (2021) zeigten dies z. B. durch den Umfang des Quadrizepsmuskels in Nm (Newtonmeter): (IG: 57,3 vs. KG: 53,1). Darüber hinaus konnten sowohl in der IG als auch in der KG Delire nachgewiesen werden (IG: 59 % vs. KG: 55 %). Im Follow-up nach 6 Monaten wurde bei beiden Untersuchungsgruppen eine fast identische Inzidenz der kognitiven Beeinträchtigung nachgewiesen (IG: 41 % vs. KG: 40 %).

Der Einsatz von elektronischen Bettfahrrädern bei Intensivpatient_innen wird insgesamt als sicher und machbar eingestuft. Es traten keine unerwünschten Ereignisse, wie z. B. Katheterdislokationen oder Veränderungen physiologischer Parameter auf, die einen Abbruch der Intervention erforderlich gemacht hätten (Nickels et al., 2020b; Waldauf et al., 2020; Zink et al. 2021).

Frühmobilisation mittels elektronischem Kipptisch

Elektronische Kipptische werden ebenfalls häufig für die Frühmobilisation von Intensivpatient_innen verwendet (Dohle et al., 2017; Frazzitta et al., 2016; Frazzitta et al., 2018; Koester et al., 2018; Kumble et al., 2017; Mayer et al., 2021).

Der Einsatz eines elektronischen Kipptisches bei Intensivpatient_innen kann laut Frazzitta et al. (2016) und Frazzitta et al. (2018) sowohl zu einer Verbesserung der funktionellen Aktivitäten als auch des neurologischen Status führen und in diesem Kontext den Bewusstseinszustand oder die kognitiven Fähigkeiten der Patient_innen verbessern. So zeigten die Auswertungen der Coma Recovery Scale (CRS), dass 73.3% der Patient_innen der IG und 43.75% der KG den maximalen CRS score (23/23) erreichten. Koester et al. (2018) beschrieben hingegen keine Verbesserung von körperlicher Funktion und Kraft der Intensivpatient_innen.

Frühmobilisation mittels robotischem System zur Vertikalisierung des Pflegebetts

Egger et al. (2021) und Steinböck et al. (2020) beschreiben ein robotisches System, das eine Vertikalisierung von Intensivpatient_innen im Pflegebett ermöglicht und Gangbewegungen erzeugt. Hierbei wird ein Exoskelett-Roboter an ein adaptiertes Pflegebett angedockt. Anschließend erfolgt eine Vertikalisierung, die mit schrittähnlichen Gangbewegungen kombiniert wird (Egger et al., 2021). Der

Transfer auf ein externes Therapiegerät entfällt, was von Anwender_innen und Patient_innen als sehr positiv bewertet wurde (Egger et al., 2021)

Frühmobilisation mittels robotischem Pflegebett mit Beinpresse

Laut Grunow et al. (2022) kann Robotik den Effekt von Mobilisation erhöhen und Patient_innen auf Intensivstationen individuell unterstützen. Sie beschreiben u.a. ein Pflegebett mit integrierter Beinpresse, welches ein gezieltes Beinmuskulatur-Krafttraining im Bett ermöglicht. Der wegfallende Transfer auf ein Therapiegerät bietet mehrere Vorteile, z.B. ein vermindertes Sturzrisiko für Patient_innen, einen geringeren Personalaufwand und ein reduziertes Risiko für Katheterdislokationen (Grunow et al., 2022).

Frühmobilisation mittels Laufband mit Körpergewichtsunterstützung

In den Zwischenergebnissen der Studie von Kwakman et al. (2020) wird angenommen, dass der Einsatz eines Laufbands mit Körpergewichtsunterstützung die Rehabilitation von Intensivpatient_innen erleichtert und ihren Funktionsstatus während des Intensivaufenthaltes und darüber hinaus verbessern kann. Die Patient_innen können durch das Unterstützungssystem optimal entlastet werden und Erfolgsergebnisse verspüren, was sich positiv auf die mentale Gesundheit der Betroffenen auswirken kann. Gleichzeitig verspricht diese Mobilisierung mehr Sicherheit als eigenständiges Laufen und bedarf weniger Zeit in der Vor- und Nachbereitung (Kwakman et al., 2020). Dies konnte in den abschließenden Ergebnissen der Studie bestätigt werden: Die mediane Zeit bis zur selbstständigen Gehfähigkeit umfasste bei Patient_innen, die tägliches Laufbandtraining mit Körpergewichtsunterstützung erhielten, 6 d im Vergleich zu 11 d in der KG. Darüber hinaus war die stationäre Verweildauer der IG signifikant kürzer ($p = 0,037$, KI 95 %) als die Aufenthaltsdauer der KG (Kwakman et al., 2022).

Diskussion

Die eingeschlossenen Studien zum Einsatz verschiedener robotischer und technischer Systeme bei Intensivpatient_innen lieferten bezüglich der daraus resultierenden patientenbezogenen Outcomes unterschiedliche Ergebnisse.

Während Kimawi et al. (2017) keine veränderte Krankenhaus- und Intensivverweildauer bei Patient_innen mit einer täglichen Therapie mittels elektronischem Bettfahrrad nachweisen konnten, zeigten Kho et al. (2015), dass Intensivpatient_innen mit dieser Intervention sogar länger auf der Intensivstation und im Krankenhaus verblieben, als Betroffene, die konventionell behandelt wurden. Diese Erkenntnisse sind auf die Auswahl der Patient_innen der IG zurückzuführen, da diese einen insgesamt schwereren Krankheitsverlauf aufzeigten als die der KG (Kho et al., 2015). Damit scheint die Krankheitsschwere zu Beginn der Therapie einen Einfluss auf die Intensiv- und die Kranken-

hausverweildauer zu haben. Waldauf et al. (2020) wiesen einen positiven Effekt auf die Intensivverweildauer nach, allerdings zeigte sich auch hier keine Verkürzung der stationären Gesamtverweildauer.

Ebenso konnten Berney et al. (2021), Nickels et al. (2020a) und Waldauf et al. (2021) die Vermutungen von Parry et al. (2012) und Parry et al. (2014), dass Bettfahrradfahren in Verbindung mit einer Muskelstimulation die Inzidenz von Delirien verringern und die Muskelkraft erhöhen kann, nicht bestätigen. Berney et al. (2021), Nickels et al. (2020a) und Waldauf et al. (2021) konnten in ihrer Studie keine erhöhte Muskelkraft durch die Intervention nachweisen. Zudem ergab die Studie von Berney et al. (2021) keinen Beweis für die Reduzierung der Inzidenz von Deliren.

Das elektronische Bettfahrrad, mit oder ohne Muskelstimulation, kommt in den hier eingeschlossenen Studien am häufigsten zum Einsatz. Es scheint bezogen auf die Anwendung gut nutzbar und praktikabel zu sein, da es mit einem geringen Sicherheitsrisiko sowohl für die Anwender_innen als auch für die Patient_innen einhergeht (Reid et al., 2019). Anders sieht es bei der Anwendung von elektronischen Kipptischen aus. Durch den notwendigen Transfer der Patient_innen vom Intensivbett auf das Trainingsgerät ist ihr Einsatz sowohl für die Anwender_innen als auch für die Patient_innen mit einem erhöhten Sicherheitsrisiko verbunden (Frazzitta et al., 2016). Unter anderem deshalb sieht die S2-Leitlinie, Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen, von Bein et al. (2015) vor, dass eine Frühmobilisation von mindestens zwei Fachpersonen durchgeführt wird. Damit zeigen Frühmobilisationsgeräte, bei denen ein Transfer auf ein weiteres Therapiegerät entfällt, erhebliche Vorteile. Solche Hilfsmittel werden in den Studien von Egger et al. (2021), Grunow et al. (2022) und Steinböck et al. (2020) beschrieben. Ein robotisches System ermöglicht hierbei durch das Andocken an ein Pflegebett eine Vertikalisierung der Patient_innen und erzeugt gleichzeitig Gangbewegungen (Egger et al., 2021; Steinböck et al., 2020). Ein anderes robotisches System integriert eine Beinpresse in das Intensivpflegebett (Grunow et al., 2022). Durch den wegfallenden Transfer der Patient_innen auf ein Therapiegerät (z.B. bei elektronischen Kipptischen) scheinen diese Systeme das Sicherheitsrisiko sowohl für Patient_innen als auch für Anwender_innen deutlich zu verringern.

Limitationen

Die überwiegend quantitativen Studien beschreiben teilweise keine klare Definition ihrer untersuchten Outcomes. So konnten einige Studien zwar ein verbessertes Patientenoutcome ermitteln, führten aber teilweise nur die verwendeten Assessmentinstrumente auf, ohne diese zu erläutern. Damit wird nicht klar, was die Ergebnisse der Assessments in Bezug auf Krankheitsphänomene und -zustände der untersuchten Patient_innen aussagen.

Des Weiteren wurden zwei Studien eingeschlossen, zu denen trotz separater Recherche keine finalen Publika-

tionen gefunden werden konnten und bei denen eine Kontaktaufnahme mit den Autoren ohne Antwort blieb (Dos Santos et al., 2015; Kho et al., 2015). Somit konnten nur deren Arbeitshypothesen in das Review einfließen. Limitierend ist auch, dass sich insbesondere die Expertenmeinungen überhaupt nicht zu Patientenoutcomes äußern.

Durch die Recherche in einer Vielzahl von Datenbanken konnte ein umfassender Überblick über den aktuellen Forschungsstand zum Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation auf Intensivstationen geschaffen werden.

Schlussfolgerung

In den hier eingeschlossenen Publikationen wurden unterschiedliche robotische oder technische Frühmobilisationssysteme verwendet. Am häufigsten wurden elektronische Bettfahrräder eingesetzt, gefolgt von elektronischen Kipptischen. Alle Hilfsmittel haben eine Aktivierung der Intensivpatient_innen durch eine Gang- oder Kurbelbewegung, eine Vertikalisation oder eine Kombination aus beidem zur Folge. Die Studien ergaben ein differentes Bild zum Einfluss der Hilfsmittel auf die Patientenoutcomes. Dies zeigt sich u.a. in der uneinheitlichen Datenlage, z. B. in Bezug auf die Erhöhung der Muskelkraft.

Durch dieses Review wird deutlich, dass robotische Systeme erst später (ab dem Jahr 2021) in der klinischen Praxis eingesetzt bzw. erprobt wurden und die Datenlage hierzu noch sehr gering ist. Da dies keine hinreichende Evidenz bietet, bedarf es insbesondere auf diesem Gebiet weiterer Forschung. Nur so kann Frühmobilisationsrobotik auch für die Praxis relevant werden, im weiteren Verlauf zu einer Entlastung von mobilisierendem Fachpersonal führen und Frühmobilisationsraten von Intensivpatient_innen steigern. Bei der Entwicklung, Implementierung und Anwendung müssen daher die Perspektiven von Patient_innen und mobilisierenden Fachpersonen (Physiotherapeut_innen und Pflegefachpersonen) einbezogen werden, um den Bedürfnissen der Patient_innen und der Anwender_innen gerecht zu werden.

Elektronische Supplemente (ESM)

Die elektronischen Supplemente sind mit der Online-Version dieses Artikels verfügbar unter <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000891>.

ESM1. Suchstrategien.

ESM2. Bewertungsinstrumente.

ESM3. Datenextraktion.

ESM4. Ausschluss: Das ESM enthält die nach dem Volltext ausgeschlossene Literatur unterteilt nach Gründen.

ESM5. Verteilung Artikel: Das ESM enthält die Verteilung der identifizierten Artikel auf die Datenbanken.

Literatur

- Abdulla, W. (2007). *Interdisziplinäre Intensivmedizin*. Elsevier.
- Bendel, O. (2018). Roboter im Gesundheitsbereich. In O. Bendel (Hrsg.), *OPEN. Pflegeroboter* (S. 195 – 212). Springer Gabler.
- Bein, T., Bischoff, M., Brückner, U., Gebhardt, K., Henzler, D., Hermes, C., Lewandowski, K., Max, M., Nothacker, M., Staudinger, T., Tryba, M., Weber-Carstens, S., & Wriggers, H. (2015). S2e guideline: positioning and early mobilisation in prophylaxis or therapy of pulmonary disorders: Revision 2015: S2e guideline of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI). *Anaesthesist*, 64(Suppl. 1), S1 – 26. <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0071-1>
- Berney, S., Hopkins, R. O., Rose, J. W., Koopman, R., Puthucherry, Z., Pastva, A., Gordon, I., Colantuoni, E., Parry, S. M., Needham, D. M., & Denehy, L. (2021). Functional electrical stimulation in-bed cycle ergometry in mechanically ventilated patients: a multicentre randomised controlled trial. *Thorax*, 76(7), 656 – 663. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-215093>
- Chillura, A., Bramanti, A., Tartamella, F., Pisano, M. F., Clemente, E., Lo Scudato, M., Cacciato, G., Portaro, S., Calabrò, R. S., & Naro, A. (2020). Advances in the rehabilitation of intensive care unit acquired weakness: A case report on the promising use of robotics and virtual reality coupled to physiotherapy. *Medicine*, 99(28), e20939. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000020939>
- Clarissa, C., Salisbury, L., Rodgers, S., & Kean, S. (2019). Early mobilisation in mechanically ventilated patients: a systematic integrative review of definitions and activities. *Journal of intensive care*, 7, 3. <https://doi.org/10.1186/s40560-018-0355-z>
- Deley, G., Laroche, D., & Quenot, J.-P. (2021). Early rehabilitation in ICU for COVID-19: what about FES-cycling? *Critical care (London, England)*, 25(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03526-4>
- Dohle, C., Mueller, F., & Stephan, K. M. (2017). Technical Developments for Rehabilitation of Mobility. *Aktuelle Neurologie*, 44(8), 549 – 554. <https://doi.org/10.1055/s-0043-109095>
- Dos Santos, L. J., Aguiar Lemos, F. de, Bianchi, T., Sachetti, A., Dall'Acqua, A. M., da Silva Naue, W., Dias, A. S., & Vieira, S. R. R. (2015). Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 16(1), 383. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-0914-8>
- Dubb, R., Nydahl, P., Hermes, C., Schwabbauer, N., Toonstra, A., Parker, A. M., M., Kaltwasser, A., & Needham, D. M. (2016). Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(5), 724 – 730. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201509-586CME>
- Egger, M., Steinbock, M., Hüge, V., & Müller, F. (2021, Oktober). *VEMO: An Innovative Robotic Device for Early Mobilization in the Intensive Care Unit*. Intensive Care Medicine Experimental Conference, European Society of Intensive Care Medicine Annual Congress, ESICM. Digital.
- Elm, E. von., Schreiber, G., & Haupt, C. C. (2019). Methodische Anleitung für Scoping Reviews (JBI-Methodologie). *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 143, 1 – 7. <https://doi.org/10.1016/j.zeqf.2019.05.004>
- Engel, H. J., Needham, D. M., Morris, P. E., & Gropper, M. A. (2013). ICU early mobilization: from recommendation to implementation at three medical centers. *Critical care medicine*, 41(9, Suppl. 1), S69 – 80. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182a240d5>
- Ferre, M., Batista, E., Solanas, A., & Martinez-Ballesta, A. (2021). Smart Health-Enhanced Early Mobilisation in Intensive Care Units. *Sensors (Basel)*, 21(16), 5408. <https://doi.org/10.3390/s21165408>
- França, E. E. T., Gomes, J. P. V., De Lira, J. M. B., Amaral, T. C. N., Vilaça, A. F., Paiva Júnior, M. D. S., Elihimas Júnior, U. F., Correia Júnior, M. A. V., Forgiarini Júnior, L. A., Costa, M. J. C., Andrade, M. A., Ribeiro, L. C., & De Castro, C. M. M. B. (2020). Acute effect of passive cycle-ergometry and functional electrical stimulation on nitrosative stress and inflammatory cytokines in mechanically ventilated critically ill patients: a randomized controlled trial. *Brazilian journal of medical and biological research = Research*

- vista brasileira de pesquisas medicas e biologicas, 53(4), e8770. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20208770>
- Frazzitta, G., Zivi, I., Valsecchi, R., & Saltuari, L. (2018). Early verticalization in patients in a vegetative or minimally conscious state. In G. Sandrini, V. Homberg, L. Saltuari, N. Smania & A. Pedrocchi (eds), *Advanced Technologies for the Rehabilitation of Gait and Balance Disorders. Biosystems & Biorobotics* (Vol. 19, n.p.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72736-3_20
- Frazzitta, G., Zivi, I., Valsecchi, R., Bonini, S., Maffia, S., Molatore, K., Sebastianelli, L., Zarucchi, A., Matteri, D., Ercoli, G., Maestri, R., & Saltuari, L. (2016). Effectiveness of a Very Early Stepping Verticalization Protocol in Severe Acquired Brain Injured Patients: A Randomized Pilot Study in ICU. *PLoS one*, 11(7), n.p. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158030>
- Fuest, K., & Schaller, S. J. (2018). Recent evidence on early mobilization in critical-ill patients. *Current opinion in anaesthesiology*, 31(2), 144 – 150. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000568>
- Grunow, J. J., Nydahl, P., & Schaller, S. J. (2022). Mobilization of Intensive Care Unit Patients: How Can the ICU Rooms and Modern Medical Equipment Help? [Mobilisation auf Intensivstationen: Intensivpflegezimmer und Medizintechnik können helfen]. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie: AINS*, 57(1), 41 – 51. <https://doi.org/10.1055/a-1324-0627>
- Hodgson, C. L., Berney, S., Harrold, M., Saxena, M., & Bellomo, R. (2012). Clinical review: Early patient mobilization in the ICU. *Critical Care*, 17(1), 207. <https://doi.org/10.1186/cc11820>
- JB1. (2015). *Methodology for JB1 Scoping Reviews*. Retrieved 22. January 2021 from: <https://nursing.lsuhs.edu/JB1/docs/ReviewersManuals/Scoping-.pdf>
- JB1. (n.d.). *Critical Appraisal Tools*. Retrieved 28. January 2021 from: <https://joannabriggs.org/critical-appraisal-tools>
- Kho, M. E., Martin, R. A., Toonstra, A. L., Zanni, J. M., Manthey, E. C., Nelliott, A., & Needham, D. M. (2015). Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *Journal of critical care*, 30(6), 1419 – e1. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.07.025>
- Kimawi, I., Lamberjack, B., Nelliott, A., Toonstra, A. L., Zanni, J., Huang, M., Manthey, E., Kho, M. E., & Needham, D. M. (2017). Safety and Feasibility of a Protocolized Approach to In-Bed Cycling Exercise in the Intensive Care Unit: Quality Improvement Project. *Physical Therapy*, 97(6), 593 – 602. <https://doi.org/10.1093/ptj/pxz034>
- Koester, K., Troeller, H., Panter, S., Winter, E., & Patel, J. J. (2018). Overview of Intensive Care Unit-Related Physical and Functional Impairments and Rehabilitation-Related Devices. *Nutrition in Clinical Practice*, 33(2), 177 – 184. <https://doi.org/10.1002/ncp.10077>
- Kumble, S., Zink, E. K., Burch, M., Deluzio, S., Stevens, R. D., & Bahouth, M. N. (2017). Physiological Effects of Early Incremental Mobilization of a Patient with Acute Intracerebral and Intraventricular Hemorrhage Requiring Dual External Ventricular Drainage. *Neurocritical Care*, 27(1), 115 – 119. <https://doi.org/10.1007/s12028-017-0376-9>
- Kwakman, R. C. H., Sommers, J., Horn, J., Nollet, F., Engelbert, R. H. H., & Van der Schaaf, M. (2020). Steps to recovery: body weight-supported treadmill training for critically ill patients: a randomized controlled trial. *Trials*, 21(1), 409. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04333-y>
- Kwakman, R. C. H., Voorn, E. L., Horn, J., Nollet, F., Engelbert, R. H. H., Sommers, J., & Van der Schaaf, M. (2022). Steps to recovery: Body weight-supported treadmill training for critically ill patients: A randomized controlled trial. *Journal of critical care*, 69, 154000. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2022.154000>
- Mayer, K. P., Carper, R. A., Henson, S. C., Clonice, E. A., Christian, W. J., Seif, S. M., Pastva, A. M., Needham, D. M., & Morris, P. E. (2021). Three-Fourths of ICU Physical Therapists Report Use of Assistive Equipment and Technology in Practice: Results of an International Survey. *Journal of Acute Care Physical Therapy*, 12(1), 21 – 30. <https://doi.org/10.1097/JAT.0000000000000144>
- Misselhorn, C. (2018). *Grundfragen der Maschinenethik*. Reclam.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264 – 269. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Nickels, M. R., Aitken, L. M., Barnett, A. G., Walsham, J., King, S., Gale, N. E., Bowen, A. C., Peel, B. M., Donaldson, S. L., Mealing, S. T. J., & McPhail, S. M. (2020a). Effect of in-bed cycling on acute muscle wasting in critically ill adults: A randomised clinical trial. *Journal of critical care*, 59, 86 – 93. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.05.008>
- Nickels, M. R., Aitken, L. M., Barnett, A. G., Walsham, J., & McPhail, S. M. (2020b). Acceptability, safety, and feasibility of in-bed cycling with critically ill patients. *Australian Critical Care*, 33(3), 236 – 243. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2020.02.007>
- Ogrinc, G., Davies, L., Goodman, D., Batalden, P., Davidoff, F., & Stevens, D. (2016). SQUIRE 2.0 (Standards for QUality Improvement Reporting Excellence): revised publication guidelines from a detailed consensus process. *BMJ quality & safety*, 25(12), 986 – 992. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2015-004411>
- Parry, S. M., Berney, S., Warrillow, S., El-Ansary, D., Bryant, A. L., Hart, N., Puthucherry, Z., Koopman, R., & Deheny, L. (2014). Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: a pilot case-matched control study. *Journal of critical care*, 29(4), 695 – e1. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2014.03.017>
- Parry, S. M., Berney, S., Koopman, R., Bryant, A., El-Ansary, D., Puthucherry, Z., Hart, N., Warrillow, S., & Deheny, L. (2012). Early rehabilitation in critical care (eRICC): functional electrical stimulation with cycling protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 2(5). e001891. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001891>
- Reid, J. C., McCaskell, D. S., & Kho, M. E. (2019). Therapist perceptions of a rehabilitation research study in the intensive care unit: a trinational survey assessing barriers and facilitators to implementing the CYCLE pilot randomized clinical trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 5(1), 131. <https://doi.org/10.1186/s40814-019-0509-3>
- Steinböck, M., Egger, M., Schapers, B., & Müller, F. (2020, Dezember). *New robotic technology for very early mobilisation in Critical Care Patients*. Neurologie und Rehabilitation, Conference 8, Gemeinsame Jahrestagung der DGNR und der DGNKN, digitale Konferenz.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garrity, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467 – 473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Waldauf, P., Hrušková, N., Blahutova, B., Gojda, J., Urban, T., Krajčová, A., Fric, M., Jiroutková, K., Rásova, K., & Duška, F. (2021). Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: randomised controlled trial with 6 months follow-up. *Thorax*, 76(7), 664 – 671. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-215755>
- Waldauf, P., Jiroutková, K., Krajčová, A., Puthucherry, Z., & Duška, F. (2020). Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Critical Care Medicine*, 48(7), 1055 – 1065. <https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000004382>
- Zink, E. K., Kumble, S., Beier, M., George, P., Stevens, R. D., & Bahouth, M. N. (2021). Physiological Responses to In-Bed Cycle Ergometry Treatment in Intensive Care Unit Patients with External Ventricular Drainage. *Neurocritical Care*, 35(3), 707 – 713. <https://doi.org/10.1007/s12028-021-01204-5>

Historie

Manuskripteingang: 09.11.2021

Manuskript angenommen: 26.05.2022

Onlineveröffentlichung: 30.06.2022

Autorenschaft

Konzeption der Arbeit: AMK

Erfassung, Analyse und Interpretation der Daten:

AMK, JH, LS, AW, IR

Manuskripterstellung: AMK, JH
 Kritische Überarbeitung von wichtigen intellektuellen Inhalten
 des Manuskripts: IE, JH, UF, AW, IR
 Genehmigung der letzten Version des Manuskripts
 zur Publikation: AMK, IE
 Bereitschaft, für alle Aspekte der Arbeit Verantwortung
 zu übernehmen: AMK

Lena Schmidbauer
<https://orcid.org/0000-0003-2606-8655>
 Angelika Warmbein
<https://orcid.org/0000-0001-9636-3583>
 Uli Fischer
<https://orcid.org/0000-0003-1398-6510>

Förderung

Dieses Scoping Review ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Förderlinie „Robotische Systeme für die Pflege“ geförderten Projekts MobiStaR entstanden (Förderkennziffer: 16SV842; Registrierung ClinicalTrials: NCT05071248).

Autorenhinweis

Dieses Scoping Review ist Teil eines Promotionsvorhabens an der Geschichts- und Gesellschaftswissenschaftlichen Fakultät der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt, Deutschland.

Danksagung

Besonders bedanken möchte wir uns bei Herrn Marcus Gutmann für die Begleitung und Unterstützung über den gesamten Zeitraum der Erstellung des Scoping Reviews sowie bei Herrn PD Dr. Michael Zoller, Frau Dr. Ines Schröder, Herrn Dr. Lucas Hübner, Frau Dr. Christina Scharf, Herrn PD Dr. Eduard Kraft, Herrn Dr. Alexander König und Herrn Markus Biedenkapp für die Beratung und Hilfestellung bei der Entwicklung der Recherchestrategie.

ORCID

Amrei Christin Klamt
<https://orcid.org/0000-0002-3216-0063>



**Amrei Christin Mehler-Klamt,
M.Ed. (Univ.)**

Professur für Pflegewissenschaften
 Fakultät für Soziale Arbeit
 Katholische Universität
 Eichstätt-Ingolstadt
 Kapuzinergasse 2
 85072 Eichstätt
 Deutschland
amrei.klamt@ku.de

Was war die größte Herausforderung bei Ihrer Studie?

Publikationen, die persönlich interessant, aber nicht relevant für das Thema des Reviews waren, auszuschließen.

Was wünschen Sie sich bezüglich der Thematik für die Zukunft?

Dass die Anwender_innen mehr in die Entwicklung von Therapie-robotik einbezogen werden, weil Robotik nur so ein ernst zu nehmendes Entlastungshilfsmittel für sie darstellen kann.

Was empfehlen Sie zum Weiterlesen /Vertiefen?

Misselhorn, C. (2018). Grundfragen der Maschinenethik. Reclam.

Acknowledgement: Open Access Article (CC BY-NC-ND 4.0). Final Published Version.

Bibliografische Angabe: Mehler-Klamt, A. C., Huber, J., Schmidbauer, L., Warmbein, A., Rathgeber, I., Fischer, U. & Eberl, I. (2023). Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. *Pflege*, 36(3), 156–167. <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000891>

4.2 Frühmobilisation von Intensivpatient*innen – Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation

ORIGINALARBEIT

94

AMREI CHRISTIN MEHLER-KLAMT, JANA HUBER, ANGELIKA WARMBEIN, IVANKA RATHGEBER, CHRISTOPH OHNEBERG, LUCAS HÜBNER, CHRISTINA SCHARF, INES SCHROEDER, MICHAEL ZOLLER, MARCUS GUTMANN, JOHANNA THERESIA BIEBL, EDUARD KRAFT, ULI FISCHER & INGE EBERL

Frühmobilisation von Intensivpatient*innen - Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation

Abstract

In Deutschland werden jährlich ca. 2 Mio. Intensivpatient*innen behandelt (Radtke, 2020). Diese werden in den ersten 72 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation nicht regelhaft mobilisiert (Fuest & Schaller, 2018), was für die Betroffenen ein Risiko für Langzeitschäden mit sich bringt. Mobilisation hat einen positiven Effekt auf den Heilungsverlauf und die Rehabilitation, wenn sie möglichst früh im Krankheitsverlauf beginnt. Anhand dieser qualitativen Querschnittstudie mit Pflegefachpersonen, Physiotherapeut*innen und Ärzt*innen soll eruiert werden, wie Frühmobilisation auf Intensivstationen durchgeführt wird und welche Barrieren und Förderfaktoren diese beeinflussen. Hierzu wurden drei Gruppendiskussionen und 13 problemzentrierte Interviews mit mobilisierenden Fachpersonen verschiedener Intensivstationen eines Universitätsklinikums durchgeführt. Es konnte herausgefunden werden, dass Frühmobilisation von den Befragten sehr unterschiedlich verstanden und durchgeführt wird. So gibt es bspw. kein vereinheitlichtes Schema nach dem mobilisiert wird. Fördernd für die Frühmobilisationsdurchführung sind bspw. ausreichend vorhandenes Personal sowie genügend Zeit und Hilfsmittel. Als hemmend werden z. B. fehlendes Personal und Equipment und Zeitdruck angeführt.

Schlüsselwörter: Frühmobilisation, Intensivstation, qualitative Studie

Very early mobilization of intensive care patients A qualitative analysis of the current situation with mobilizing specialists at a German university hospital on design, understanding and influencing factors of early mobilization

Abstract English

In Germany, approximately 2 million intensive care patients are treated (Radtke, 2020). These are not regularly mobilized in the first 72 hours after admission to the ICU (Fuest & Schaller, 2018), which puts them at risk for long-term damage. Mobilization has a positive effect on healing and rehabilitation in many patient groups if it begins as early as possible in the course of the disease. The aim of this qualitative cross-sectional study with nurses, physiotherapists and physicians was to find out how early mobilization is carried out in intensive care units and which barriers and support factors influence it. For this purpose, three group discussions and 13 problem-centered interviews were conducted with mobilizing specialists of different intensive care units of a university hospital. It was found that early mobilization is understood and carried out very differently by the respondents. For example, there is no standardized scheme for mobilization. The implementation of early mobilization is supported, for instance, by the availability of sufficient personnel, time, and equipment. The lack of personnel and equipment and time pressure are cited as inhibiting factors.

Keywords: Very early mobilization, Intensive Care Unit, qualitative study

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

Einleitung

Die frühe Mobilisation von Intensivpatient*innen kann einen positiven Effekt auf Heilungsprozess und Rehabilitation von Schwerstkranken haben (Waldauf et al., 2020). Deshalb sollte sie möglichst früh im Krankheitsverlauf von Intensivpatient*innen einsetzen. „Der Begriff Mobilisation beschreibt Maßnahmen am Patienten[sic.], die passive oder aktive Bewegungsübungen einleiten und/oder unterstützen und das Ziel haben, die Bewegungsfähigkeit zu fördern und/oder zu erhalten“ (Bein et al., 2015, S. 44). Unter Frühmobilisation versteht die deutsche S2e-Leitlinie Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen den „Beginn der Mobilisation innerhalb von 72 h nach Aufnahme auf die Intensivstation“ (Bein et al., 2015, S. 44). Laut der 15 eingeschlossenen Studien der Metaanalyse von Ding et al. (2019) reduziert eine Erstmobilisation in diesem Zeitraum die Entstehung einer erworbenen Muskelschwäche (engl. ICU-acquired weakness), zudem verringern sich die Beatmungs- und die Verweildauer auf der Intensivstation der unterschiedlichen Intensivpatient*innen. Die Verweildauer verkürzt sich laut der 43

eingeschlossenen Studien des Reviews von Waldauf et al. (2020) schon bei der einmal täglich konsequent durchgeführten Aktivierung. Frühmobilisation hat auch einen positiven Effekt auf die zeitliche Dauer von Delirien. Diese ist bei frühmobilisierten Patient*innen um zwei Tage kürzer als bei Patient*innen, die nicht frühmobilisiert werden (Schweickert et al., 2009). Die Metaanalyse von Zhang et al. (2019) ergab, dass mit der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen erst begonnen werden sollte, wenn diese hämodynamisch, respiratorisch und neurologisch stabil sind. Die 23 eingeschlossenen Studien zeigten zwar wenig bis keine positiven Effekte zur erworbenen Muskelschwäche, jedoch reduzierten sich die Beatmungsdauer und der klinische Aufenthalt der verschiedenen Intensivpatient*innen (Zhang et al., 2019). Damit die Frühmobilisation umgesetzt werden kann, benötigt es ausreichend Fachpersonal, welches die Frühmobilisation durchführt. Zentral sind dabei die Berufsgruppen der Pflege und Physiotherapie als durchführende Organe und die Berufsgruppe der Ärzt*innen als anordnende Profession (Nydahl et al., 2016).

Gestaltung von Frühmobilisation auf Intensivstationen

Die Gestaltung von Frühmobilisation sollte immer an die individuellen Bedürfnisse und krankheitsbezogenen Zustände der Intensivpatient*innen angepasst werden. Die Frühmobilisation kann anhand von Stufenschemata bzw. Mobilisationsprotokollen durchgeführt werden. Exemplarisch wird folgend der SOMS-Score (Surgical Optimal 6 Mobilisation Score) aufgeführt (Schaller et al., 2016) (Abbildung 1).

Laut S2e-Leitlinie ist für jede (Früh) Mobilisation auch eine Einschätzung der Belastbarkeit der Patient*innen vorzunehmen. Leitend können hier Kriterien wie Beatmungsparameter, Schmerzen, Vigilanz und Vitalparameter sein. Ferner sollen Abbruchkriterien bei Erreichung der Belastungsgrenze der Patient*innen definiert werden (Bein et al., 2015).

Einflussfaktoren für die Durchführung von Frühmobilisation

Gründe für eine Unterlassung der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen sind vor allem patient*innenbezogene Faktoren wie Schmerzen, hämodynamische Instabilität, Angst und Unwohlsein. Des Weiteren wirkt sich die

Keine Mobilisierung (Level 0)	Passives Durchbewegen (Level 1)	Sitzen (Level 2)	Stehen (Level 3)	Gehen (Level 4)
<ul style="list-style-type: none"> Stabile Wirbelsäule Kein Versterben in den nächsten 24h ICP < 20cm H₂O 				
	<ul style="list-style-type: none"> Befolgt Aufforderungen Keine offene EVD/Lumbal-drainage/abknickbare Dialysezugänge o.ä. 			
		<ul style="list-style-type: none"> 3/5 Muskelkraft M. quadriceps Sitzt ohne Unterstützung Keine Beschränkungen von chirurgischer Seite (z.B. bei Frakturen) 		
			<ul style="list-style-type: none"> Gestanden (mit minimaler Unterstützung) Auf der Stelle gelaufen (mit minimaler Unterstützung) 	
Vitalparameter sollten während der Mobilisierung stabil gehalten werden: Erwägen Sie Katecholamine, Flüssigkeitsgabe, Vasodilatoren, Schmerzmedikation oder andere Maßnahmen, wenn indiziert. Gelingt die hämodynamische Stabilisierung nicht, sollte die Intervention abgebrochen werden.				

Abbildung 1: SOMS-Score für protokollierte Frühmobilisation [Schaller et al., 2016] (ICP= Intrakranieller Druck, EVD= Externe Ventrikeldrainage)

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

Motivation der Patient*innen und deren Angehörigen auf die Durchführung der Frühmobilisation aus (Mudge et al., 2020). Ebenso haben die mobilisierenden Fachpersonen einen wesentlichen Einfluss auf die Durchführung. So wird der Mobilisation von Patient*innen bei hoher Arbeitsbelastung oft eine eher geringe Priorität zugeschrieben (Chaplin & McLuskey, 2020). Personelle und zeitliche Ressourcen, Verfügbarkeit von Hilfsmitteln und der Einsatz von standardisierten Mobilisationsprotokollen stellen wichtige Faktoren für das Gelingen von Frühmobilisation dar. Kommunikationsmängel im interprofessionellen Team und unklare Rollenverteilungen für die Erbringung der Frühmobilisation sowie Zeitdruck können Hürden für die Durchführung von Frühmobilisation darstellen (Mudge et al., 2020). Ferner können sich fehlendes Wissen um den positiven Effekt von Frühmobilisation und eine mangelnde Unterstützung innerhalb des interprofessionellen Teams negativ auf die Durchführung der Frühmobilisation auswirken (Dubb et al., 2016). Laut Nydahl et al. (2016, S. 158) gibt es zwischen den drei Berufsgruppen der Pflege, Physiotherapie und Medizin „keinen Konsens bezüglich der Zusammenarbeit, Zuständigkeit und Verantwortungen in der Frühmobilisierung von Intensivpatient*innen“. So sehen sich Physiotherapeut*innen und Pflegefachpersonen als zuständig für die Durchführung der Mobilisation, wobei die vitale Überwachung eher auf Seiten der Pflegefachpersonen und die Beurteilung der Muskelkraft eher auf Seiten der Physiotherapeut*innen angesiedelt ist. Mediziner*innen nehmen vor allem die Rolle der Anordnenden bei der Frühmobilisation ein (Nydahl et al., 2016). Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass es einige Erkenntnisse über das Patient*innenoutcome und die Rollenverteilung der mobilisierenden Berufsgruppen gibt. Die Darstellung über die Einstellung dieser Berufsgruppen gegenüber Frühmobilisation ist allerdings noch nicht ausreichend erforscht.

Ziele und Fragestellungen

Primäres Ziel der vorliegenden Studie war es, den Ist-Zustand der Frühmobilisation von Patient*innen auf Intensivstationen zu erheben. Hierbei sollte eruiert werden, wie Frühmobilisation bei Intensivpatient*innen gestaltet wird und welche Vorkenntnisse

zum Thema bei den mobilisierenden Fachpersonen (Pflege, Medizin und Physiotherapie) vorhanden sind. Zudem sollen Hürden und Förderfaktoren für die Durchführung von Frühmobilisation bei Intensivpatient*innen identifiziert werden. Folgende Forschungsfragen lagen zugrunde:

1. Welches Verständnis von Frühmobilisation liegt bei mobilisierendem Fachpersonal auf der Intensivstation vor?
2. Wie wird Frühmobilisation auf Intensivstationen gestaltet?
3. Welche hemmenden und fördernden Faktoren wirken sich auf die Durchführung der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen aus?

Methode

Studiendesign und Setting

Im Rahmen einer qualitativen Querschnittstudie wurden mittels problemzentrierter Interviews sowie Gruppendiskussionen Erfahrungen und Sichtweisen von mobilisierenden Fachpersonen von zehn Erwachsenenintensivstationen der Fachbereiche Anästhesiologie, Kardiologie, Neurologie, Chirurgie und Innere Medizin des LMU Klinikums München durchgeführt. Zusätzlich konnte durch die Methode der Gruppendiskussion die Gruppendynamik, welche durch das Wissen in den Teams mit beeinflusst wird, abgebildet werden. Das Klinikum wurde gewählt, weil die Studie im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts MobiStaR durchgeführt wurde, welches am LMU Klinikum umgesetzt wird. Diese Form der Methodentriangulation wurde gewählt, weil sie einen Weg zu erweiterten Erkenntnismöglichkeiten (Flick, 2011) und in diesem Fall zum Verständnis von Gestaltung und Hürden sowie Förderfaktoren für die Frühmobilisation beiträgt.

Auswahl und Rekrutierung der Teilnehmenden

Bei der Befragung wurde ein gezieltes Sampling durchgeführt (Misoich, 2015). Es wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien definiert:

Einschlusskriterien der Teilnehmer*innen für die problemzentrierten Interviews

Eingeschlossen wurden leitende Pflegefachpersonen mit mindestens drei Jahren Leitungserfahrung auf einer Intensivstation und aktiver Tätigkeit in der direkten Patient*innenversorgung. Ebenso wurden Fachärzt*innen in einer leitenden Position auf Intensivstationen und Physiotherapeut*innen mit mindestens drei Jahren Berufserfahrung auf einer Intensivstation eingeschlossen. Hierdurch sollten die interprofessionelle Perspektive und eine ausreichende fachliche Expertise zum Thema Frühmobilisation sichergestellt werden. Alle Teilnehmer*innen mussten am LMU Klinikum beschäftigt sein.

Einschlusskriterien der Teilnehmer*innen für die Gruppendiskussionen

Eingeschlossen wurden Pflegefachpersonen mit einer Fachweiterbildung für Intensiv- und Anästhesiepflege und/oder Pflegefachpersonen mit mindestens drei Jahren Erfahrung auf einer Intensivstation. Es wurden ausschließlich Pflegefachpersonen für die Gruppendiskussionen ausgewählt, da sie laut vorausgegangener Literaturrecherche eine Schlüsselrolle bei der Mobilisation von Intensivpatient*innen einnehmen. Sie organisieren den Zeitpunkt innerhalb der Schicht und passen ihn an die Patient*innenbedürfnisse an. Ferner gab es am LMU Klinikum zum Zeitpunkt der Erhebung nur wenige Physiotherapeut*innen und Ärzt*innen, die ausreichend Expertise bei der Mobilisation von Intensivpatient*innen aufwiesen. Alle Personen mussten über eine Anstellung am Klinikum verfügen.

Die Rekrutierung der Befragten erfolgte zwischen November 2020 und April 2021. Sie wurden per E-Mail, Telefon oder durch eine persönliche Anfrage kontaktiert. Am Ende der Rekrutierungsphase bestand das Sample für die Interviews aus fünf Pflegefachpersonen und je vier Ärzt*innen und Physiotherapeut*innen. Die drei Gruppendiskussionen umfassten insgesamt 27 Pflegefachpersonen. Mit den jeweiligen Samples wurde eine Datensättigung erreicht, da bei den zuletzt geführten Interviews und der letzten Gruppendiskussion redundante Inhalte genannt wurden und keine weiteren, unbekannten Themen hervorgebracht wurden. Die Interviews hatten eine durchschnittliche Länge

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klarmt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

von 16,5 Minuten und die Gruppendiskussionen waren im Durchschnitt 33,2 Minuten lang.

Datengenerierung und -analyse

Für die Entwicklung der Leitfäden für die Befragungen wurde das SPSS-Verfahren nach Helfferich (2011) angewendet. Daraus ergaben sich folgende vier Leitthemen:

1. Allgemeiner Ablauf von Frühmobilisation
2. Integration von Frühmobilisation in den Arbeitsalltag
3. Allgemeine Akzeptanz von Frühmobilisation
4. Barrieren und Förderfaktoren für Frühmobilisation

Ein Probeinterview, wie von Mayring (2006) empfohlen, wurde mit einer leitenden Pflegefachperson durchgeführt. Hierbei erwies sich der Interviewleitfaden als geeignet für die geplante Erhebung. Der Leitfaden für die Gruppendiskussion wurde mittels kognitivem Pretesting (Lenzner et al., 2015) überprüft. Beide Leitfäden mussten nicht mehr angepasst werden. Die Gruppendiskussionen unterlagen einer heterogenen Zusammensetzung. Die Teilnehmenden verschiedener Intensivstationen wurden zufällig den verschiedenen Gruppen zugeteilt. Die Moderation erfolgte non-direktiv, was in zwei von drei Gruppendiskussionen auch einen selbstläufigen Diskursverlauf zur Folge hatte. Sowohl Gruppendiskussionen als auch problemzentrierte Interviews fanden in der Klinik, je nach zeitlicher Möglichkeit der Teilnehmenden inner- oder außerhalb der Arbeitszeit, in ruhigen, extra dafür angemieteten Räumen statt. Bei den Interviews war nur die Interviewende und die interviewte Person anwesend. Bei den Gruppendiskussionen war zusätzlich zu den Teilnehmenden auch noch eine protokollierende Person anwesend.

Die problemzentrierten Interviews (Kurz et al., 2007) und Gruppendiskussionen (Bohnsack et al., 2010) wurden tontechnisch aufgezeichnet und anschließend nach den Regeln von Kuckartz et al. (2008) transkribiert. Die Gruppendiskussionen wurden thematisch und die Interviews vollständig transkribiert. Bei der thematischen Transkription wurden alle inhaltstragenden Diskussionsteile berücksichtigt und mit aufgenommen.

Die Analyse der Interviewdaten erfolgte durch AMK und JH anhand der zu-

sammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015). Erst wurden die Kategorien deduktiv anhand der Leitfragen gebildet (Kuckartz, 2016). Daran schloss sich eine inhaltliche Einzelanalyse der Transkripte (Mayring, 2015) an, die induktiv gebildete Kategorien ergänzte.

Die Gruppendiskussionen wurden mittels dokumentarischer Methode (Bohnsack, 2009) analysiert. Jede Gruppendiskussion wurde durch AMK und JH einzeln mithilfe der formulierenden und der reflektierenden Interpretation ausgewertet, wobei der Fokus auf ersterer lag. Hierbei lag der Schwerpunkt auf der Paraphrasierung der Themen, die in der Kommunikation der Teilnehmenden artikuliert wurden, in der Sprache der Wissenschaft. Dies verfolgte das Ziel den immanenten Gehalt der Kommunikation einer Gruppendiskussion herauszuarbeiten. Die Ergebnisse der jeweiligen Interpretationsschritte der einzelnen Gruppendiskussionen wurden im Anschluss an die genannten Interpretationsschritte im Rahmen einer Fallbeschreibung wieder gebündelt und zusammengesetzt (Bohnsack, 2009). Der Schritt der Typenbildung wurde unterlassen, weil er für die Beantwortung der Forschungsfragen nicht relevant war.

Die Transkription und Datenanalyse wurde mit Hilfe des Programms MAXQDA 2022 (VERBI Software, 2021) durchgeführt.

Auf eine Erfassung der soziodemographischen Daten wurde verzichtet, weil sie keine Relevanz für die Beantwortung der Forschungsfragen aufwies.

Gütekriterien, Ethik und Datenschutz

Zur Sicherung der Qualität wurden die Gütekriterien Gegenstandsangemessenheit, textuelle Performanz und Originalität (Strübing et al., 2018) für diese Studie gewählt. Die Gegenstandsangemessenheit wurde insbesondere durch die Passung der Methode, Theorie und Fragestellung zum untersuchten Gegenstand gewahrt. Durch die logische Darlegung der Ergebnisse und der Forschungsabläufe wurde die textuelle Performanz gesichert, die durch den vorliegenden Erkenntnisgewinn der Studie und der damit vorliegenden Originalität des Artikels ergänzt wurde. Zusätzlich wurden die empirische Sättigung durch die Datensättigung aus den Gruppendiskussionen und Interviews sowie die theoretische Durchdringung durch

den Einbezug von theoretischem Vorwissen beachtet (Strübing et al., 2018). Vor der Durchführung der Studie lagen das positive Votum der zuständigen Ethikkommission, des Datenschutzbeauftragten und des Personalrats des Klinikums vor. Für die Teilnahme an den Interviews und Gruppendiskussionen wurde die informierte Zustimmung der Befragten eingeholt. Entsprechend der datenschutzrechtlichen Bestimmungen wurden die Daten in pseudonymisierter Form gespeichert und ausgewertet. Sie wurden gegen unbefugten Zugriff auf den Servern der durchführenden Universität gesichert und gespeichert. Eine Entschlüsselung erfolgte nur zum Zweck der Datenvernichtung bei Rücktritt von der Studie. Sobald es im Rahmen der Datenauswertung möglich war, erfolgte die Anonymisierung der relevanten Daten. Die während der Studie erhobenen Daten werden nach Abschluss des Forschungsprojekts vernichtet. Alle aktiv Forschenden wiesen einen pflegerischen Hintergrund mit Schwerpunkt in der Intensivpflege auf. Mit den Teilnehmenden selbst standen sie aber in keinem beruflichen Verhältnis, was eine Verzerrung der Ergebnisse durch persönliche Beziehungen ausschließt.

Ergebnisse

Folgend werden die Ergebnisse differenziert nach den Kategorien der problemzentrierten Interviews (Tabelle 1) und den Themen der Gruppendiskussionen (Tabelle 2) vorgestellt.

Verständnis von Frühmobilisation

Der Zeitpunkt des Beginns der Frühmobilisation wurde sehr unterschiedlich definiert. Während sich ein Teil der befragten Fachpersonen darüber einig war, dass die Frühmobilisation „[...] so früh wie möglich [...]“ (Phys1, Abs. 8; Phys2, Abs. 28) stattfinden sollte, „auch schon wenn [sic] der Patient in der Sedierungsreduktion [befindet] und noch intubiert beatmet ist“ (A3, Abs. 6), macht ein weiterer Teil der Befragten den Zeitpunkt der Frühmobilisation überwiegend vom Patient*innenzustand abhängig: „[...] Wenn der Patient nicht mehr im Schock ist [...] [...] Auch wenn er nicht mehr beatmet ist oder schon in der Weaningphase der Beatmung ist, dann fangen wir damit an [...]“ (PK2, Abs. 2).

Die Aussagen zur Häufigkeit von Frühmobilisation variieren von mindestens

Ergebnisse aus den problemzentrierten Interviews

Tabelle 1: Kategorien inkl. Subkategorien und deren Definition der problemzentrierten Interviews

Kategorien inkl. Subkategorien	Art der Kategorie	Definition der Kategorie
Verständnis von Frühmobilisation	deduktiv gebildet	Umfasst den Zeitpunkt des Beginns der Frühmobilisation und Aussagen zur Häufigkeit der Durchführung
Ziele von Frühmobilisation	induktiv gebildet	Beschreibt die Absicht zur Durchführung der Frühmobilisation
Interprofessionelle Zusammenarbeit	induktiv gebildet	Umfasst die Beteiligung und Zusammenarbeit verschiedener Berufsgruppen an der Frühmobilisation
Gestaltung der Frühmobilisation	deduktiv gebildet	Umfasst die Hilfsmittel und das Konzept einer Frühmobilisation
Systematisches Vorgehen nach einem Stufen-schema	induktiv gebildet	Umfasst die Arbeitsschritte einer Mobilisation
Fördernde Einflussfaktoren für die Frühmobilisation	deduktiv gebildet	Stellt heraus, welche Faktoren sich positiv auf die Durchführung von Frühmobilisation auswirken
Hemmende Einflussfaktoren für die Frühmobilisation	deduktiv gebildet	Stellt heraus, welche Faktoren sich negativ auf die Durchführung von Frühmobilisation auswirken

einmal bis zu zwei- oder dreimal täglich. Die Mobilisierung intubierter Patient*innen findet eher selten und vorwiegend in Kombination mit dem sogenannten Herz- oder Sitzbett statt: „*Da bleiben die Patienten ja noch komplett im Bett und werden mit dem Oberkörper mindestens 60 Grad erhöht und mit den Beinen nach unten abgekippt, damit es für den Kreislauf schonend ist*“ (PK3, Abs. 7). Generell wurde die Kreislagsituation der Patient*innen in Zusammenhang mit der Frühmobilisation sehr häufig thematisiert. So werden „*Patienten, die aus irgendwelchen Gründen kreislaufinstabil sind, nicht mobilisiert*“ (PK2, Abs. 2). Zudem ist der Zeitpunkt der Mobilisation von Intensivpatient*innen abhängig von deren Diagnose, auftretenden Komplikationen und Laborparametern: „*Wir werden einen frisch Lungentransplantierten nicht sofort in den ersten 72 Stunden oder noch kürzer an die Bettkante setzen oder mit ihm aufstehen und gehen*“ (Phys3, Abs. 4).

Ziele von Frühmobilisation

Die Erhaltung und Optimierung des Patient*innenzustandes zielt auf die Selbstständigkeit der Patient*innen ab und ist damit das langfristige Ziel der Frühmobilisation: „*In erster Linie geht es darum, die Patienten an Bewegungen heranzuführen*“ (Phys1, Abs. 2). Die Frühmobilisation wird als Teil des Therapiekonzepts gesehen, mit dem begonnen werden sollte, sobald das „*...*“

Okay von den Ärzten [...] vorliegt“ (PK1, Abs. 8). Den Befragten ist bewusst, dass sich die Frühmobilisation positiv auf die Patient*innen auswirkt, deshalb ist das Ziel: „*... Das wir die Patienten [...] weiter kriegen wieder Richtung Normalstation*“ (PK3, Abs. 23). Des Weiteren dient die Mobilisation aus Sicht aller Berufsgruppen als Kontrakturen-, Pneumonie- und Dekubitusprophylaxe. Durch Frühmobilisation kann zudem nächtlicher Unruhe entgegengewirkt werden, „*... damit sie müde sind*“ (PK3, Abs. 23). Es haben ja ein paar noch mit Delirproblemen [zu tun], dass sie nicht unbedingt nachts unruhig sind, sondern dass nachts geschlafen wird [...]“ (A4, Abs. 15).

Interprofessionelle Zusammenarbeit

Die Frühmobilisation von Intensivpatient*innen erfolgt in der Regel interprofessionell. Die Entscheidung zur Mobilisation und deren Anordnung obliegt zunächst dem ärztlichen Personal, meist in Absprache mit dem zuständigen Pflegefachpersonal. Teilweise ist hierbei auch die Physiotherapie involviert: „*Das Gute ist, dass wir eine interprofessionelle Visite leben, [...] sodass hier für die [...] Physiotherapeuten, [...] die Möglichkeit besteht, sowohl mit den Pflegekräften als auch mit den zuständigen Ärzten [...] einfach in Kontakt zu kommen, um hier noch mal Feineres abzuklären*“ (A2, Abs. 3).

Die Durchführung der Frühmobilisation erfolgt hauptsächlich durch das Pflegefachpersonal und die Physiotherapie.

Nach Aussagen der meisten Pflegefachpersonen und einiger Ärzt*innen ist für die Frühmobilisation primär das Pflegefachpersonal zuständig, das durch die Mitarbeit der Physiotherapeut*innen unterstützt wird. Die Physiotherapeut*innen schließen sich dieser Meinung nur teilweise an: „*Es wird auf jeden Fall vorher immer klar gemacht, wer den Takt vorgibt und wenn [...] es meine Aufgabe ist, dann gebe ich vor, wie es gemacht wird*“ (Phys2, Abs. 10). Die Ärzt*innen wirken bei der Mobilisation nur in Ausnahmefällen mit. Ihre Anwesenheit wird insbesondere bei spezifischen Krankheitsbildern, die z. B. die Behandlung mit einer Extrakorporalen Membranoxygenierung (ECMO) erfordern, oder aufgrund patient*innenbezogener Einflussfaktoren, wie z. B. Adipositas, notwendig: „*Und bei ECMOs oder Berlin Hearts auch ab und zu die Ärzte die dann [...] dabei stehen, aber jetzt eher selten Hand anlegen*“ (Phys1, Abs. 14).

Gestaltung der Frühmobilisation

Um die Patient*innen an die Bewegungen heranzuführen, wird nach Aussagen der Befragten zunächst mit einfachen Schritten begonnen: „*Erst mal in Oberkörperhochlage, dann Herzbett und verschiedene Mikrolagerungsmaßnahmen, dann an die Bettkante. Als Nächstes [...] freies Sitzen oder die Mobilisation in den Stand oder in den Mobilisationsstuhl*“ (A1, Abs. 14). Beim Sitzen an der Bett-

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

kante können die Patient*innen durch spezielle Rückenissen (z. B. Querbettstessel) unterstützt werden. Elektrisch oder manuell verstellbare Mobilisationsstühle werden ebenfalls eingesetzt und können ausgehend von einer Liegeposition in eine Sitzposition gebracht werden. Einige dieser Hilfsmittel können zudem als Stehbretter fungieren. Ein beliebtes Hilfsmittel zum Umpositionieren scheinen Rollbretter zu sein. Darüber hinaus werden Therabänder oder -bälle sowie Bettfahrräder eingesetzt. Die Patient*innen liegen dabei auf dem Rücken und führen auf einem Kurbelgerät mit Pedalen, ähnlich dem Radfahren, Trittbewegungen aus. Dies ist von Vorteil damit „[...] Patienten, die noch wenig Tonus und Kraft haben, [...] trotzdem was tun können“ (Phys1, Abs. 34). Das Steh- oder Gehtraining wird häufig mit Unterarmgehvägen durchgeführt.

Systematisches Vorgehen nach einem Stufenschema

Die Gestaltung der Frühmobilisation orientiert sich im Normalfall an einem stufenbehafteten Vorgehen: „Man versucht das stufenweise anzupassen, um den Patienten auch nicht zu überfordern“ (PK1, Abs. 21). Dieses wird jedoch nicht durch ein vorgegebenes Stufenschema zur Frühmobilisation gestützt. Die Frühmobilisation beginnt in der Regel bereits in der Aufwachphase mit einem passiven Durchbewegen der Extremitäten der Intensivpatient*innen, dass „extrem wichtig für das Bewusstsein, für das Aufwachen und für die Atmung [ist]“ (Phys2, Abs. 6). Im weiteren Schritt erfolgen meist die Herzbettlagerung sowie der Sitz an der Bettkante. Erst dann können weitere Maßnahmen anknüpfen: „[Dann] [...] haben wir die Möglichkeit, entweder in den Rehasstuhl oder über einen Mobilisationsstuhl umzusetzen“ (Phys2, Abs. 2). Die jeweilige Mobilisationsform bzw. -stufe „wird explizit täglich für jeden Patienten individuell festgelegt“ (A1, Abs. 12) und richtet sich nach dem individuellen Patient*innenzustand. Die Physiotherapie entscheidet nach der Anordnung selbst über die Behandlungsinhalte: „[...] Es steht zwar drauf, dass der Patient behandelt werden soll, [...] aber ob das eine Mobilisation oder eine Atemtherapie ist, bleibt dann in der Regel komplett bei der Physiotherapie [...]“ (Phys1, Abs. 22). Um die Therapie bestmöglich an den individuellen Bedarf der Patient*innen anzupassen, werden die Behandlungsinhalte im Normalfall immer im interprofessionellen Team be-

sprochen.

Fördernde Einflussfaktoren für die Frühmobilisation

Als fördernde Faktoren für die Frühmobilisation werden vor allem die personellen Ressourcen genannt, denn genügend Personal verschafft ausreichend Zeit. Darüber hinaus werden die Bereitstellung von Hilfsmitteln und Therapiematerialien genannt: „Material: Stühle, Rollbretter und so weiter. Wir haben nur in manchen Patientenzimmern diese Patientenlifter an der Decke“ (A4, Abs. 22). Ebenso spielen „klare Absprachen [und] die zeitliche Planung“ (Phys3, Abs. 24) eine wichtige Rolle und „die gute Zusammenarbeit im multiprofessionellen Team“ (PK1, Abs. 30). Des Weiteren wurden Motivation sowie Engagement der Mitarbeitenden als ausschlaggebend für die Durchführung von Frühmobilisation gesehen. Zudem sind die Kooperation und Motivation von vigilanten Patient*innen selbst ein förderlicher Faktor für die Frühmobilisation. Für die Motivation dieser Patient*innen ist es wichtig, Ängste zu reduzieren und realistische Ziele zu setzen. Zudem kann die Motivation der Patient*innen gesteigert werden, wenn ihnen der Nutzen und die Wichtigkeit der Frühmobilisation verdeutlicht werden.

Hemmende Einflussfaktoren für die Frühmobilisation

Als hemmende Faktoren für die Frühmobilisation wurden geringe Personalkapazitäten, mangelnde zeitliche Ressourcen und eine unzureichende Kooperation im interprofessionellen Team genannt. Ausreichendes Fachpersonal wurde dabei ebenfalls gewünscht. So äußerte ein Physiotherapeut: „Es wäre natürlich schöner, wenn wir zu zweit wären. Weil [...] wenn ich dann manchmal alleine dastehe, kann ich nicht so viel machen [...]“ (Phys4, Abs. 36). Es wurde außerdem als störend empfunden, wenn anstehende Diagnostiken in das Zeitfenster der Behandlung fallen und diese dadurch unterbrochen werden muss. Eine unzureichende Verfügbarkeit an Hilfsmitteln und Geräten wirkt sich ebenfalls ungünstig auf Mobilisationsmaßnahmen aus. Das gilt auch für patient*innenbezogene Faktoren, wie z.B. Übergewicht, die zumeist mehr Personal und Zeit erfordern „Adipositas. Ja, also adipöse Patienten ist immer ein Kraftakt“ (PK3, Abs. 30). Auch die „zunehmende Anzahl an Isolationspflichtigen

Patienten, bei denen sich durch [...] persönliche Schutzausrüstung die Zeit verkürzt, die [...] für den Patienten zur Verfügung steht“ (A1, Abs. 24) wurde genannt.

Zeitpunkt der Frühmobilisation

Nach Angaben der Diskutierenden erfolgt die Mobilisation von Intensivpatient*innen „so früh wie möglich und so schnell wie möglich“ (GD3, PK11, Abs. 14). Zum genauen Zeitpunkt gibt es aber unterschiedliche Aussagen. Während ein Teil bereits am Tag der Operation mit ersten Mobilisationsmaßnahmen beginnt, berichten Andere von ersten Mobilisationen am ersten postoperativen Tag oder in Abhängigkeit von der Kreislauftsituation: „Sobald der Patient hämodynamisch stabil ist“ (GD3, PK8, Abs. 21). Der Zeitpunkt der Frühmobilisation wird zudem von der Kreislauftsituation der Patient*innen und deren Vigilanz abhängig gemacht. „Extubierte oder tracheotomierte Patienten werden oft mobilisiert“ (GD1, PK1, Abs. 11). Auf chirurgischen Intensivstationen im Klinikum werden auch intubierte Patient*innen frühmobilisiert: „[...] Wir haben auch welche gehabt, die sind mit dem Tubus über die Station gelaufen“ (GD 3, PK9, Abs. 37).

Aufgabenverteilung während der Frühmobilisation

Die Anordnung für die Mobilisation von Intensivpatient*innen obliegt dem ärztlichen Personal. Die Durchführung erfolgt durch Pflegefachpersonen und/oder die Physiotherapie. Dabei geht der erste Impuls für die Anordnung meist vom Pflegefachpersonal entsprechend ihrer Einschätzung bezogen auf den Gesamtzustand der Patient*innen aus: „Auch wenn da steht ‚keine Mobilisation‘, dann bringen wir uns schon ein und sagen: ‚Den kann man doch eigentlich rausholen‘“ (GD 1, PK1, Abs. 23).

Durchführung der Frühmobilisation

Die Frühmobilisation der Patient*innen findet mindestens zweimal und manchmal auch dreimal täglich statt. Wenn Patient*innen sehr unruhig sind, werden sie zum Teil auch nachts mobilisiert: „[...] Wenn sie in den Morgenstunden sehr unruhig sind, dann [setzt] der Nachtdienst, die schon in den Stuhl [...] und dann sind sie ruhig [...]“ (GD2, PK1, Abs. 102). Einige Diskutierende geben an, dass es eher schwierig ist, im Frühdienst zu mobilisieren, weil die zeitaufwendige Körperpflege der Patient*innen

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

Ergebnisse aus den problemzentrierten Interviews

Tabelle 2: Themen und deren Definition aus den Gruppendiskussionen

Themen	Definition des Themas	Beispiel
Zeitpunkt der Frühmobilisation	Umfasst den Zeitpunkt des Beginns der Frühmobilisation	In Abhängigkeit von der Kreislaufsituation
Aufgabenverteilung während der Frühmobilisation	Umfasst die Aufgabenverteilung der verschiedenen Berufsgruppen während der Frühmobilisation	Die Anordnung obliegt den Ärzt*innen; Pflege- und Physiotherapeut*innen übernehmen die Durchführung
Durchführung der Frühmobilisation	Umfasst die Häufigkeit der Frühmobilisation verteilt auf die Schichten	Die Mobilisation erfolgt im Frühdienst und im Spätdienst
Interprofessionelle Zusammenarbeit	Umfasst die Beteiligung und Zusammenarbeit verschiedener Berufsgruppen an der Frühmobilisation	Die operativ mobilisierenden Berufsgruppen sind Pflegefachpersonen und Physiotherapeut*innen
Systematisches Vorgehen nach einem Stufenschema	Umfasst die Arbeitsschritte einer Mobilisation	Passives Durchbewegen bis alleiniges Gehen
Fördernde Einflussfaktoren für die Frühmobilisation	Stellt heraus, welche Faktoren sich positiv auf die Durchführung von Frühmobilisation auswirken	Genügend Personal
Hemmende Einflussfaktoren für die Frühmobilisation	Stellt heraus, welche Faktoren sich negativ auf die Durchführung von Frühmobilisation auswirken	Personalmangel

im Fokus steht. Andere hingegen führen eine Mobilisierung immer im Frühdienst zusammen mit der Physiotherapie durch. Aufgrund mangelnder personeller Kapazitäten der Physiotherapeut*innen kann eine gemeinsame Mobilisation nach Angaben beider Berufsgruppen meist nur vormittags stattfinden: „[...] Im Frühdienst haben wir halt noch die Physio, aber im Spätdienst sind wir eigentlich allein“ (GD 2, PK3, Abs. 80). Häufig folgt nach einer gemeinsamen Mobilisation am Vormittag eine weitere Mobilisation durch die jeweilige Pflegefachperson am Nachmittag. Als Hilfsmittel für die Durchführung der Frühmobilisation werden Bettfahrräder, Querbettsessel, Gehwägen, Mobilisationsstühle sowie Stehbretter genannt.

Interprofessionelle Zusammenarbeit

Die interprofessionelle Kooperation wird von den Befragten als förderlich für ihre Arbeit erachtet: „[...] Bei uns [ist] [...] Frühmobilisation der Schlüssel [...] wir sind [...] eine Station, die glücklicherweise [...] Logopäden [und] Physiotherapie hat [...]]. Wir arbeiten mit verschiedenen Fachleuten“ (GD3, PK4, Abs. 17). Während einige Teilnehmende angaben, dass eine Mobilisation gleichermaßen mit und ohne Unterstützung der Physiotherapie stattfindet: „Wir machen alles [...] auch ohne Physiotherapeuten“ (GD3, PK7, Abs. 15); äußerten andere, dass sie auf die Physiotherapeut*innen angewiesen seien und dass sich fehlende Absprachen

negativ auf die Durchführung der Frühmobilisation auswirke: „Also bei uns ist oft das Problem [...], dass die [Physiotherapie] dann halt [...] so rein [kommt] und sagt, jetzt bin ich da, jetzt kann ich“. Dann denke ich mir, ich habe den Patienten vielleicht gerade gelagert [...], der ist jetzt komplett platt“ (GD3, PK 10, Abs. 98). Eine Unterstützung durch ärztliches Personal erfolgt nur nach individueller Absprache. Die erste Mobilisation von Patient*innen erfolgt nach Angaben einiger Teilnehmenden nur selten durch die Physiotherapie alleine, sondern fast immer zusammen mit einer Pflegefachperson. Die Hauptverantwortung während der Mobilisation obliegt dem Pflegepersonal, welches Zu- und Ableitungen überwacht und so die Sicherheit der Patient*innen gewährleistet.

Systematisches Vorgehen nach einem Stufenschema

Bei der Mobilisation der Patient*innen wird nicht nach einem vorgegebenen Stufenschema gearbeitet: „Das ist eigentlich recht individuell gestaltet [...]“ (GD2, PK3, Abs. 60). Die Entscheidung, welche Mobilisationsform erbracht wird, wird oft individuell und unter Berücksichtigung anderer pflegerischer Interventionen, wie z.B. Körperpflege, ent-
schieden.

Fördernde Einflussfaktoren für die Frühmobilisation

Ausreichend vorhandenes Equipment

und angemessene personelle Ressourcen werden als Förderfaktoren für die Frühmobilisation angeführt. Fördernd ist auch die Vermittlung von Sicherheit durch den Einbezug verschiedener Fachpersonen, wie z. B. der Physiotherapie: „Den Patienten auch Sicherheit vermitteln dabei [...]]. Dass man notfalls auch noch [...] einen Physiotherapeuten hinstellt, dass er einfach weiß, es kann nichts passieren“ (GD2, PK7, Abs. 140). Eine ruhige Atmosphäre, ohne Zeitdruck, wirkt sich ebenfalls positiv auf die Mobilisation der Patient*innen aus. Ebenso spielen Akzeptanz und Motivation der zu mobilisierenden Intensivpatient*innen sowie ein geeignetes Schmerzmanagement eine entscheidende Rolle: „Dann muss man da schon hart angehen [und] analgetisch natürlich schauen, dass die im Vorfeld da gut [...] [abgedeckt] sind“ (GD1, PK1, Abs. 94). Der Einbezug von Angehörigen kann die Motivation und die damit verbundenen Erfolgsgefühle der Patient*innen zusätzlich erhöhen; genauso wie die Geduld und die Motivation der Mitarbeitenden. Förderlich ist auch das Wissen um den Nutzen von Frühmobilisation.

Hemmende Einflussfaktoren für die Frühmobilisation

Als hemmende Faktoren für die Frühmobilisation wurden patient*innenbezogene Aspekte, wie z. B. Vigilanzminderung, Kreislaufinstabilität, Schmerzen, Drainagen oder Katheter,

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

„wenn die jetzt in der Leiste sind oder so [...]“ (GD3, PK2, Abs. 101), angesprochen. Besonders zu den Zugängen wurde in den Gruppen viel diskutiert und letztlich festgestellt, dass eine frühzeitige Mobilisation von Patient*innen auch mit invasiven Zugängen (z. B. ECMO) mit ausreichend Personal inkl. Ärzt*innen sehr förderlich für die Patient*innenoutcomes ist und deshalb auch durchgeführt werden sollte. Hinderliche strukturelle Aspekte sind vor allem Personalmangel und Zeitdruck: „Das ist schon manchmal ein bisschen mau bei uns, einfach aufgrund dessen, weil die Zeit fehlt [...]“ (GD3, PK11, Abs. 14). Aber auch unmotiviertes Personal und fehlende Absprachen im Team stellen Barrieren dar. Depressive Verstimmungen, fehlende Motivation und auftretende Ängste der zu mobilisierenden Patient*innen können ebenfalls kontraproduktiv für eine Frühmobilisation sein: „Und ich glaube, da spielen viele psychische Faktoren, Zukunftsängste und sonst was bei den Patienten natürlich auch mit“ (GD1, PK4, Abs. 157). Seitens der Mitarbeitenden wird es als besonders störend empfunden, wenn Untersuchungen in das Zeitfenster der Mobilisationsmaßnahmen fallen und dazu führen, dass die Mobilisation abge- bzw. unterbrochen werden muss.

Diskussion und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse werden folgend in Reihenfolge der drei Forschungsfragen diskutiert.

Definition und Verständnis von (Früh)Mobilisation

Analog zur gesichteten Literatur (Bein et al., 2015; Zhang et al., 2019), gibt es auch seitens der Befragten keine einheitliche Aussage zum optimalen Beginn der Frühmobilisation. Die Definition von Bein et al. (2015), nach der die Mobilisation von Intensivpatient*innen bereits innerhalb der ersten 72 Stunden nach Aufnahme auf die Intensivstation erfolgen soll, wurde nur von einer Person angeführt. Der Beginn der Frühmobilisation wurde von der Mehrzahl der Befragten, entsprechend Zhang et al. (2019), erst bei einer vorhandenen Stabilität der Patient*innen bspw. bezüglich ihrer Hämodynamik festgesetzt. Laut Bein et al. (2015) soll die Mobilisation der Intensivpatient*innen

mindestens zweimal am Tag erfolgen. Die Teilnehmer*innen waren sich hierzu sehr uneinig und sprachen von Frühmobilisation, die sich von einmal bis hin zu zwei- und in manchen Fällen auch bis zu dreimal täglich erstreckt. Dass Frühmobilisation positive Effekte auf die Patient*innenoutcomes haben kann, war dem überwiegenden Teil der befragten Personen bekannt. Dies belegen auch die Studien von Ding et al. (2019), Zhang et al. (2019) und Schweickert et al. (2009). Entsprechend wird sie auch von den Teilnehmenden als fester Bestandteil der Intensivtherapie gesehen. Die von den Befragten genannten Ziele von Frühmobilisation, wie die Erhaltung des Patient*innenzustandes, decken sich ebenfalls überwiegend mit der Literatur (Bein et al. 2015).

Gestaltung von Frühmobilisation auf Intensivstationen

Trotz der Empfehlungen von Expert*innen (Dubb et al., 2016; Fuest & Schaller, 2019) zur Verwendung eines Stufenschemas zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen und/oder eines Mobilisationsprotokolls mit Abbruchkriterien (Bein et al., 2015), nutzten die Befragten dieser Studie kein einheitliches Schema oder Protokoll, wie z. B. den vorgestellten SOMS-Score (Schaller et al., 2016). Vielmehr scheint es mitarbeiter*innen- bzw. stationsbezogen eigene Konzepte zu geben, welche sich an einem individuellen Stufenschema orientieren. Für die Durchführung der Frühmobilisation sehen sich Pflege und Physiotherapie in der Verantwortung. In der Literatur wird diesen Berufsgruppen ebenfalls eine leitende Rolle bei der Frühmobilisation zugesprochen (Nydahl et al., 2016). Sowohl Nydahl et al. (2016) als auch die Befragten dieser Studie stimmen darin überein, dass die Mediziner*innen hier eher eine passive Rolle innehaben. Sie übernehmen zwar Anordnungsverantwortung, kommen aber nur bei der Frühmobilisation von Patient*innen hinzu, wenn diese bspw. speziell behandelt werden, z. B. mit einer ECMO. Laut Haynert und Salomon (2012) hat die interprofessionelle Zusammenarbeit einen hohen Stellenwert. Dabei ist es wichtig, „Barrieren in der interprofessionellen Kommunikation [...], die für den Patienten ein Sicherheitsrisiko darstellen und zu Unzufriedenheit bei Mitarbeitern führen [können, abzubauen]“ (Knoll & Lender, 2008; zitiert nach Haynert & Salomon, 2012, S. 238). Damit hat die interprofessionelle Ko-

operation einen großen Einfluss auf das Gelingen einer Frühmobilisation. Diese Aussage deckt sich auch mit den Meinungen der Befragten, die Kommunikation und Zusammenarbeit im interprofessionellen Team ebenfalls als Voraussetzungen für das Gelingen von Frühmobilisation erachten. Die von Motiu (2014) identifizierten Hilfsmittel zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen, decken sich auch mit den Aussagen der Studienteilnehmenden. Häufig werden Mobilisationsstühle in Kombination mit Rollbretern, Therabänder und -bälle, Querbettstuhl, Stehbretter und Bettfahrräder genutzt.

Einflussfaktoren auf die Durchführung von Frühmobilisation

Die Aussagen der Befragten zu den Hürden und Barrieren für die Frühmobilisation von Intensivpatient*innen stimmten mit denen in der analysierten Literatur überein. Es wurden patient*innenbezogene Hürden und Förderfaktoren genannt, die sich sowohl in der Literatur als auch anhand von den Aussagen der Befragten in Form von Angst, Schmerzen, fehlender Motivation, psychischer und/oder vitaler Instabilität zeigen (Mudge et al., 2020). Hinzu kommen laut Aussagen der Interviewtenehmer*innen Faktoren wie Übergewicht von Patient*innen, großlumige Katheter, bei denen die Gefahr der Dislokation besteht, aber auch bestimmte Komorbiditäten, die eine Frühmobilisation nicht zulassen. Darüber hinaus wird eine Frühmobilisation bei Patient*innen mit isolationspflichtigen Keimen, die das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung erforderlich machen und damit einen großen Zeitaufwand erfordern, seltener durchgeführt. Teilweise wird auch die Intubation als Barriere gesehen, was den Empfehlungen der S2e-Leitlinie entgegensteht. Diese sieht die Frühmobilisation explizit für alle Intensivpatient*innen als anwendbar an, „für die keine Ausschlusskriterien gelten“ (Bein et al., 2015, S. 46).

Aus Sicht des mobilisierenden Fachpersonals gibt es zudem weitere Einflussfaktoren. So wirken sich Zeitmangel, fehlende Personalressourcen, aber auch fehlendes Wissen über die Notwendigkeit und den Nutzen von Frühmobilisation negativ auf deren Durchführung aus. Diese Aussagen decken sich mit Erkenntnissen der Forschung (Chaplin & McLuskey, 2020; Dubb et al., 2016).

Von vielen Teilnehmenden werden

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

darüber hinaus strukturelle Hürden für die Frühmobilisierung angesprochen, so wirken sich zu wenig vorhandene Hilfsmittel und Schwierigkeiten in den Absprachen rund um die Patient*innen negativ auf die Durchführung von Frühmobilisation aus. Die genannten Barrieren wurden auch in der Metaanalyse von Dubb et al. (2016) identifiziert.

Limitation

In der Studie wurden ausschließlich mobilisierende Fachpersonen befragt, der Einbezug von Patient*innen und deren Angehörigen ist nicht erfolgt. Einblick in die Sichtweise dieser Gruppen hätte jedoch einen umfassenderen Blick, vor allem zu den hemmenden und fördernden Faktoren für die Frühmobilisation, ermöglicht. Zudem handelt es sich um eine monozentrische Studie in einer Universitätsklinik. Die Perspektive mehrerer Unikliniken sowie von Kliniken mit anderen Versorgungsstufen konnte somit nicht berücksichtigt werden. Im Rahmen einer Querschnittstudie kann nur die zu dem Zeitpunkt der Erhebung vorherrschende Situation einbezogen werden, Veränderungen der Abläufe sind damit nicht abbildbar. Besonders hervorzuheben ist aber, dass die Arbeit durch die Methodentriangulation aus Gruppendiskussionen und problemzentrierten Interviews und die Samplegröße beider Methoden auch Stärken ausweist.

Empfehlungen für Forschung und Praxis

Es sollte eine einheitliche Definition in Bezug auf den Beginn von Frühmobilisation etabliert werden. Hierbei wäre es hilfreich, abteilungsbezogene Stufenschemata bzw. Mobilisationsprotokolle zu nutzen, welche auch mit evidenzbasierten Abbruchkriterien kombiniert werden, um eine theoretisch fundierte und systematische Frühmobilisation von Intensivpatient*innen erbringen zu können. Zudem sollten die Mitarbeitenden der Stationen zum Nutzen und zum Zweck der Frühmobilisation geschult werden, um den Effekt von Frühmobilisation sowohl für die Patient*innen als auch für die Mitarbeitenden hervorzuheben. Dadurch könnten mögliche Hemmschwellen abgebaut, Wissen zum Nutzen und Zweck von Frühmobilisation vermittelt und die Wichtigkeit von Frühmobilisation in der Intensivversorgung hervorgehoben werden. Ferner müssen in der Praxis genügend Hilfsmittel, wie Bettfahräder

oder Mobilisationsstühle, zur Verfügung gestellt werden, um Frühmobilisation so anwender*innen- und patient*innenschonend wie möglich gestalten zu können. Zudem sollten robotisch- bzw. technisch-assistive Systeme zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen erprobt werden, um das mobilisierende Fachpersonal zu entlasten und die Patient*innenoutcomes weiter zu verbessern. Es wird empfohlen, die hier ermittelten Ergebnisse in weiterführenden Studien zu messbaren Outcomekriterien zu untersuchen und hierbei auch die Perspektiven der Patient*innen sowie ihrer Angehörigen miteinzubeziehen.

Schlussfolgerung

Im Verständnis von Frühmobilisation konnten Unterschiede nachgewiesen werden. Vor allem die unterschiedlichen Definitionen in Zusammenhang mit dem Beginn von Frühmobilisation innerhalb des LMU Klinikums lassen auf unterschiedliche Vorgehensweisen, je nach Fachbereich und Intensivstation, schließen. Das fehlende Mobilisations-Stufenschema führt zudem dazu, dass die Patient*innen auf den unterschiedlichen Intensivstationen der Klinik uneinheitlich behandelt werden. Ein Stufenschema könnte dazu beitragen, dass Frühmobilisation fachbereichsübergreifend und unabhängig von der jeweiligen Intensivstation erbracht wird. Verbunden mit klar definierten Abbruchkriterien, kann die Versorgungsqualität durch die Einbindung von Stufenschemata, angepasst auf die individuellen Bedarfe der Intensivpatient*innen, gesichert werden. Die Implementierung dieser Schemata ist auf eine gute interprofessionelle Zusammenarbeit angewiesen. Diese spielt auch bei patient*innenseitigen Hemmschwellen, wie Ängste, Motivationsschwierigkeiten, oder Schmerzen eine wichtige Rolle. Diese Phänomene sollten in Gesprächen mit Patient*innen unter Beteiligung des interprofessionellen Teams ermittelt und durch entsprechende pflegerische, physiotherapeutische und medizinische Interventionen abgebaut werden. Durch die Kooperation des interprofessionellen Teams können darüber hinaus auch personal- bzw. prozessseitige Barrieren (z. B. Absprachen zum Ablauf) reduziert werden.

Die Frühmobilisation von beatmeten Intensivpatient*innen ist durch die

breiten Anwendungsmöglichkeiten sowohl bei analgosedierten, bewusstseinsveränderten, als auch bei wachen Patient*innen ohne kognitive Beeinträchtigungen anwendbar, sofern sie bedarfs- und bedürfnisgerecht an die individuelle Patient*innensituation angepasst wird. Sie wirkt sich positiv auf die Genesung aus, verkürzt die Intensivverweildauer und reduziert somit auch die Kosten der Intensivtherapie. Deshalb sollte sie in den Kliniken entsprechend der S2-Leitlinie angewendet und unter Zuhilfenahme von individualisierbaren Stufenschemata implementiert werden.

Literatur

- Bein, T., Bischoff, M., Brückner, U., Gebhardt, K., Henzler, D., Hermes, C., Lewandowski, K., Max, M., Nothacker, M., Staudinger, T., Tryba, M., Weber-Carstens, S. & Wrigge, H. (2015). S2e guideline: positioning and early mobilisation in prophylaxis or therapy of pulmonary disorders: Revision 2015: S2e guideline of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI). *Anaesthesist*, 64 Suppl 1, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0071-1>
- Bohnsack R., Przyborski A., Schäffer B. (2010). *Das Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis*. Leverkusen: Verlag Barbara Budrich.
- Bohnsack, R. (2009). Dokumentarische Methode. In: Buber, R., Holzmüller, H. H. (Hrsg.). *Lehrbuch. Qualitative Marktforschung: Konzepte - Methoden - Analyse*, 318-330. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Chaplin, T. & McLuskey, J. (2020). What influences the nurses' decision to mobilise the critically ill patient? *Nursing in critical care*, 25(6), 353-359. <https://doi.org/10.1111/nicc.12464>
- Ding, N., Zhang, Z., Zhang, C., Yao, L., Yang, L., Jiang, B., Wu, Y., Jiang, L. & Tian, J. (2019). What is the optimum time for initiation of early mobilization in mechanically ventilated patients? A network meta-analysis. *PloS one*, 14(10), e0223151.
- Dubb, R., Nydahl, P., Hermes, C., Schwabbauer, N., Toonstra, A., Parker, A. M., Kaltwasser, A. & Needham, D. M. (2016). Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(5), 724-730.
- Engel, H. J., Needham, D. M., Morris, P. E., & Gropper, M. A. (2013). Icu early mobilization: From recommendation to implementation at

Exportiert fuer Amrei Christin Mehler-Klamt, am 26 Jan 2023 10:56, QuPuG

- three medical centers. *Critical Care Medicine*, 41(9 Suppl 1), S. 69-80.
- Flick, U. (2011). *Triangulation. Qualitative Sozialforschung*. VS, Verl. für Sozialwiss.
- Fuest, K. & Schaller, S. J. (2018). Recent evidence on early mobilization in critical-ill patients. *Current opinion in anaesthesiology*, 31(2), 144–150. <https://doi.org/10.1097/ACQ.0000000000000568>
- Fuest, K. & Schaller, S. J. (2019). Frühmobilisation auf der Intensivstation: Wie ist die Evidenz? [Early mobilisation on the intensive care unit: What we know]. *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 114(8), 759–764.
- Haynert, H. & Salomon, F. (2012). Kommunikation im Team als Voraussetzung gemeinsam getragener Entscheidungen. In: Salomon, F., & Berger, T. M. (Hrsg.) (2012). *Praxisbuch Ethik in der Intensivmedizin* (S. 231 – 240). Berlin: Med.-Wiss. Verl.-Ges.
- Helfferich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. 4. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Hodgson, C., Needham, D., Haines, K., Bailey, M., Ward, A., Harrold, M., Young, P., Zanni, J., Buhr, H., Higgins, A., Presneill, J. & Berney, S. (2014). Feasibility and inter-rater reliability of the ICU Mobility Scale. *Heart & Lung* 43(1), 19–24.
- Kuckartz, U., Dresing, T., Rädiker, S., & Stefer, C. (2008). *Qualitative Evaluation der Einstieg in die Praxis*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Kurz, A., Stockhammer, C., Fuchs, S. & Meinhard, D. (2007). Das problemzentrierte Interview. In: Buber, R. & Holzmüller, H. (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung* (S. 463–475). Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9258-1_29
- Lenzner, T., Neuert, C. & Otto, W. (2015). *Kognitives Pretesting*. https://doi.org/10.15465/gesis-sg_010
- Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (6. Aufl.). Pädagogik. Beltz.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 12., überarb. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Misoch, S. (2015). *Qualitative Interviews*. Berlin, Germany: De Gruyter Oldenbourg.
- Motiu, S. (2014). Je eher, desto besser. *Intensiv*, 22(02), 90–103. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1371351>
- Mudge, A. M., Bew, P., Smith, S. & McRae, P. (2020). Staff knowledge, attitudes and behaviours related to mobilisation in a rehabilitation setting: Short report of a multidisciplinary survey. *Australasian journal on ageing*, 39(3), 225–229. <https://doi.org/10.1111/ajag.12793>
- Nydahl, P., Dewes, M., Dubb, R., Filipovic, S., Hermes, C., Jüttner, F., Kaltwasser, A., Klarman, S., Klas, K., Mende, H., Rothaug, O. & Schuchhardt, D. (2016). Frühmobilisierung. Zuständigkeiten, Verantwortungen, Meilensteine [Early mobilization. Competencies, responsibilities, milestones]. *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 111(2), 153–159.
- Radtke, R. (2020). *Behandlungsfälle in der intensivmedizinischen Versorgung in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2017*. Statistisches Bundesamt. Abgerufen von: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1105287/umfrage/intensivmedizinische-behandlungsfaelle-in-deutschland/> am: 17.12.2021
- Schaller, S. J., Anstey, M., Blobner, M., Edrich, T., Grabitz, S. D., Gradwohl-Matis, L., Heim, M., Houle, T., Kurth, T., Latronico, N., Lee, J., Meyer, M. J., Peponis, T., Talmor, D., Velmahos, G. C., Waak, K., Walz, J. M., Zafonte, R. & Eikermann, M. (2016). Early, goal-directed mobilisation in the surgical intensive care unit: a randomised controlled trial. *Lancet (London, England)*, 388(10052), 1377–1388. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31637-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31637-3)
- Schweickert, W. D., Pohlman, M. C., Pohlman, A. S., Nigos, C., Pawlik, A. J., Esbrook, C. L., Spears, L., Miller, M., Franczyk, M., Deprizio, D., Schmidt, G. A., Bowman, A., Barr, R., McCallister, K. E., Hall, J. B. & Kress, J. P. (2009). Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *The Lancet*, 373(9678), 1874–1882.
- Strübing, J., Hirschauer, S., Ayaß, R., Krähnke, U. & Scheffer, T. (2018). Gütekriterien qualitativer Sozialforschung. Ein Diskussionsanstoß. *Zeitschrift für Soziologie*, 47(2), 83–100. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2018-1006>
- VERBI Software. (2021). MAXQDA 2022 [computer software]. Berlin, Germany: VERBI Software. Available from maxqda.com.
- Waldau, P., Jiroutková, K., Krajčová, A., Puthuchear, Z. & Duška, F. (2020). Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Critical Care Medicine*, 48(7), 1055–1065.
- Zhang, L., Hu, W., Cai, Z., Liu, J., Wu, J., Deng, Y., Yu, K., Chen, X., Zhu, L., Ma, J. & Qin, Y. (2019). Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 14(10), e0223185.

Auto*innen

Amrei Christin Mehler-Klamt¹ (M. Ed.), Jana Huber¹ (B. Sc.), Angelika Warmbein² (M. Sc.), Ivanka Rathgeber³ (M. A.), Christoph Ohneberg¹ (M. Sc.), Dr. Lucas Hübner³, Dr. Christina Scharf³, Dr. Ines Schroeder³, PD Dr. Michael Zoller³, Marcus Gutmann⁴ (B. Sc.), Dr. Johanna Theresia Biebl⁴, PD Dr. Eduard Kraft⁴, Dr. Uli Fischer², Prof Dr. Inge Eberl¹

¹ Professur für Pflegewissenschaften, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Deutschland

² Stabsstelle für klinische Pflegeforschung und Qualitätsmanagement, LMU Klinikum München, Deutschland

³ Klinik für Anästhesiologie, LMU Klinikum München, Deutschland

⁴ Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Muskuloskelettales Universitätszentrum München (MUM), LMU Klinikum München, Deutschland

Projektinformationen

Diese Studie ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Förderlinie „Robotische Systeme für die Pflege“ geförderten Projekts MobiStaR entstanden (Förderkennziffer: 16SV842; Registrierung ClinicalTrials: NCT05071248).

Korrespondenzadresse:

Amrei Christin Mehler-Klamt, M. Ed. (Univ.)
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Fakultät für Soziale Arbeit, Professur für Pflegewissenschaft, Kapuzinergasse 2, 85072 Eichstätt, DEU
Amrei.Klamt@ku.de


Bibliografische Angabe: Mehler-Klamt, A. C., Huber, J., Warmbein, A., Rathgeber, I., Ohneberg, C., Hübner, L., Scharf, C., Schroeder, I., Zoller, M., Gutmann, M., Biebl, J., Kraft, E., Fischer, U. & Eberl, I. (2022). Frühmobilisation von Intensivpatient*innen: Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation. *QuPuG*, 9(2), 94–103.

4.3 Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital

Discover Social Science and Health


Research

Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital

A. C. Mehler-Klamt¹  · J. Huber¹ · N. Koestler¹ · A. Warmbein² · I. Rathgeber² · U. Fischer² · I. Eberl¹

Received: 24 July 2023 / Accepted: 12 March 2024

Published online: 21 March 2024

© The Author(s) 2024 

Abstract

Background Immobility among intensive care patients can result in significant impairments. Reasons for this issue include a lack of specialised staff and equipment, as well as safety concerns associated with transferring patients to a therapy device. Nevertheless, early mobilisation is recognised as beneficial for improving patient outcomes. This study explores the perspectives of healthcare professionals on the use of a robotic system for patient mobilisation and identifies related stress and relief factors.

Method This qualitative longitudinal study was conducted at a German university hospital, where 29 interviews were conducted with nurses at three different data collection points. The data were analysed using qualitative content analysis in accordance with Mayring.

Findings The utilisation of the VEMOTION® robotic system generally did not lead to any physical discomfort. However, the adoption of this technology presented certain challenges. Non-routine users initially experienced psychological strain, primarily due to the extensive preparation required and the need to integrate the system into established routines. Additionally, structural factors, such as nurse-to-patient ratios and the layout of the care facilities, were identified as significant determinants affecting both the practicality of mobilisation and associated stress levels.

Conclusions Robotic systems like VEMOTION® can alleviate the physical workload of nurses. Successful integration and psychological adaptation depend on familiarity and routine use of the technology. Addressing structural and staffing factors is crucial for optimising robotic assistance in patient care. Further research should delve into these dynamics and explore the broader implications of technology adoption in healthcare.

Trial registration: clinicaltrials.org TRN: NCT05071248, Date: 2021/10/21 URL: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05071248>

1 Introduction

The healthcare sector faces a significant shortage of skilled workers, exacerbated by demographic changes, particularly impacting intensive care units [1]. This shortage leads to increased physical and psychological strain on ICU staff, negatively affecting patient care quality [2]. Prolonged immobility in intensive-care patients, often due to staff scarcity, heightens the risk of acquired muscle weakness or delirium [3–5]. According to Simon [2], the professional groups of nurses felt mentally, but also physically, highly stressed by knowing of the insufficient care of the patients and the generally very

✉ A. C. Mehler-Klamt, amrei.klamt@ku.de | ¹Professorship of Nursing Science, Faculty of Social Work, Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt, Osterstr. 26, 85072 Eichstätt, Germany. ²Clinical Nursing Research and Quality Management Unit, University Hospital LMU Munich, Marchioninistr. 15, 81377 Munich, Germany.



high workload. This contributes to increased sick leave and attrition rates among nurses [6]. Furthermore, conventional patient mobilisation, if not performed ergonomically, can cause substantial musculoskeletal strain on mobilising staff [7]. The German S3 guideline "Positioning therapy and mobilisation of critically ill patients in intensive care units" recommends that mobilisation should be carried out by the treatment team [8] in order to minimise safety risks. This is difficult to fulfil due to staff shortages and leads to increased stress or impaired care.

In response to these challenges, innovative digital and robotic systems like VEMOTION® are being developed to support mobilising professionals and improve patient outcomes [9]. This qualitative longitudinal study explores mobilising specialists' perceptions of using such robotic systems and the associated stress and relief factors, offering potential solutions to the pressing issues in intensive care settings.

1.1 Early mobilisation

The S3 guideline "Positioning therapy and mobilisation of critically ill patients in intensive care units" defines early mobilisation for the German-speaking area [8]. It generally describes mobilisation as follows: "Mobilisation includes measures for patients that initiate and support passive or active movement exercises, aiming to promote and maintain their ability to move" [8]. Early mobilisation is defined as "commencement of mobilisation within 72 h after admission to the intensive care unit" [8]. Treatment is recommended to involve performing mobilisation daily and for a sufficient period of time [8]. That definition is the guiding principle for this publication.

Mobilisation can be practised in three levels. It can be passive, active with assistance, or active [3, 10–13]. All three forms of mobilisation are possible without or with (robotic) aids.

As established in a preliminary study [26], there is currently no standardised protocol for early mobilisation in intensive care units at the LMU Hospital. The lack of a formalised protocol underlines the innovative nature of the introduction of the VEMOTION® robotic system and the exploratory nature of this study. Nevertheless, all participants were proficient in conventional mobilisation techniques and received comprehensive training in the VEMOTION® system, which covered both theoretical and practical aspects. The initial support from the system providers ensured smooth integration into the ICU routine.

1.1.1 Mobilisation with the VEMOTION® robotic system

VEMOTION® is an adaptive robotic assistance system designed to mobilise intensive-care patients directly in their hospital beds, eliminating the need for transfer to a therapy device [14]. As can be seen in Fig. 1, patients are secured in

Fig. 1 Robot-assisted mobilisation with the VEMOTION® [19]



an adapted bed with seat, chest and pelvic straps, and their feet anchored to the robotic system's bottom plate. Thigh cuffs be connect the patient to the robot, allowing the bed to simulate step-like gait movement and gradually achieve verticalisation to 70° [15–17]. This process reduces the physical strain on mobilising specialists, as noted by Warmbein et al. [18], and eliminates the safety risks associated with patient transfer. VEMOTION® supports both passive and active assisted mobilisation and is designed for operation by a single specialist, according to ReActive Robotics [19].

1.1.2 Conventional mobilisation

This article defines conventional mobilisation as mobilisation of critically ill patients without electrically or robotically operated aids. Based on a qualitative survey by Nydahl et al. both nurses and physiotherapists are responsible for performing conventional mobilisation [20]. The responsibilities of the respective tasks that arise during mobilisation could not be clearly assigned within the survey. In order to establish the best possible comparability to the movements of the VEMOTION®, the interviews in this study refer to conventional mobilisation to sitting, walking, or standing. Since these kinds of mobilisation cannot be performed only during the first 72 h of admission to the intensive care unit, the report on results generally speaks of *mobilisation*.

1.2 Stress factors in connection with mobilisation of intensive-care patients

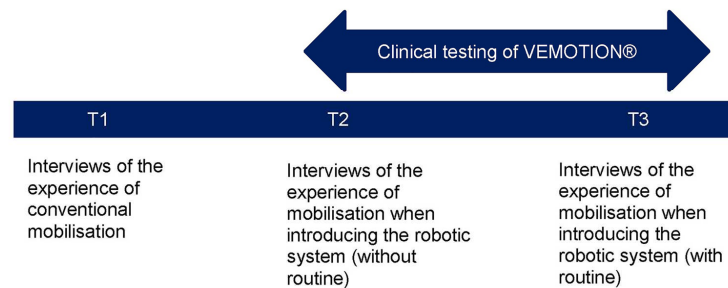
Working with critically ill patients is subject to many stress factors that may also impact the health of clinical specialist staff. “High levels of workplace stress, if left untreated, can have harmful impacts on many aspects of their lives, manifesting into depression, anxiety, insomnia, burnout, poor self-esteem, and other mental-related health problems” [11]. According to Rothe et al. [21], it is therefore very important to create a working environment that promotes mental health, well-being and work-life balance. Nurses in particular comprise an occupational group demonstrably subject to a great deal of stress [22–24]. This not only affects their psychological well-being, but also some somatic illnesses such as back pain [22]. Hämmig’s quantitative cross-sectional study [25] has shown that musculoskeletal disorders are primarily a consequence of physical workload or wrong posture at work, and only secondarily a consequence of (general) stress. Sleep disorders are often caused by stress at work. They are exacerbated by stress in one’s private life [25]. Structural factors, such as insufficient collaboration in the inter-professional team or a lack of resources, represent some further stress factors in terms of enabling mobilisation for mobilising specialist staff [21, 24, 26]. Patient-related factors, such as critical patient conditions or frequent occurrence of vascular access lines, also appear difficult for mobilising specialist staff, thereby affecting the feasibility of mobilisation [26]. It is evident that the psychological and physical illnesses described significantly affect healthcare costs and the quality of patient care [22, 27]. Reasons for this include, among other things, personnel bottlenecks making it impossible to maintain high quality of care and endangering patient safety [21].

2 Goal and research questions

This qualitative longitudinal study [28] was conducted to explore and understand the experiences and perceptions of mobilising specialist staff in using the robotic VEMOTION® system that can take over part of the mobilisation of intensive-care patients. The study aimed to capture the nuanced complexities of physical and psychological impacts, including the stress and relief factors associated with the adoption and integration of the robotic system in patient mobilisation routines. The following research questions served as the guiding principles:

1. How do mobilising specialist staff narrate their experience with the use of a robotic system for early mobilisation of intensive-care patients?
2. What are the perceived physical and psychological impacts, notably stress and relief factors, articulated by mobilising specialist staff in relation to the use of the VEMOTION® robotic system for patient mobilisation in intensive care settings?

Fig. 2 Representation of the study design (own presentation)



3 Methods

3.1 Study design

A qualitative longitudinal study [28] was chosen because it allows for the exploration of the evolution of experiences with the robotic system over time and a nuanced perspective on the development of perceptions and interactions with the technology against a backdrop of exposure and relief. In order to comprehensively record this development, three data generation points were carried out in which episodic interviews [29] were conducted (see Fig. 2):

- **T1:** Data generation point T1 serves as the baseline phase, capturing the experiences of mobilising professionals with conventional mobilisation methods. The objective at this stage is to garner a comprehensive understanding of the established practices, challenges, and stressors inherent in conventional mobilisation approaches, prior to the integration of the robotic system. This foundational data generation point sets the stage for a nuanced comparison with subsequent phases, offering a rich context for the study's qualitative analysis.
- **T2:** Data generation point T2 concentrates on the early stages of integrating the VEMOTION® system, documenting the initial experiences, challenges, and learning trajectories of the mobilising professionals. This phase offers a deep dive into the preliminary psychological and physical impacts associated with transitioning to the robotic system, capturing the staff's immediate responses to this novel technology. T2 serves as a pivotal moment in the study, revealing the nuanced dynamics of adaptation and the initial adjustments required to assimilate the VEMOTION® system into regular mobilisation routines.
- **T3:** T3 shows a more advanced phase in the integration of the VEMOTION® system, a stage where mobilising professionals have had opportunity to familiarise themselves with the technology and refine their proficiency in its application. The main focus of T3 is to explore the development of perception and stress levels, investigating how these aspects change as users gain experience and the system is integrated into routine mobilisation procedures. This stage is crucial for understanding the longitudinal impacts and the potential for the robotic system to foster a more efficient and less stressful mobilisation environment.

The study description is based on the checklist *Standards for Reporting Qualitative Research* (SRQR) [30].

3.2 Setting

The study was conducted with mobilising nurses from two anaesthesiologic adult intensive care units at the LMU hospital in Munich. These wards focus on subsequent treatment of urological, gynaecological, general, and trauma surgery surgeries as well as care following organ transplants.

3.3 Sample

Targeted sampling was chosen for the survey [31]. The following inclusion criteria were defined: Nurses and physiotherapists with at least three years of professional experience in an intensive care unit as well as nurses with specialist further

Table 1 Sample of the qualitative survey (own presentation)

Interview participants n=29	T1 n= 13	T2 n= 13	T3 n= 3	Total n= 29
Gender [n (%)]				
Male	n= 4 (30.8%)	n= 5 (38.5%)	n= 3 (100%)	n= 12 (41.4%)
Female	n= 9 (69.2%)	n= 8 (61.5%)		n= 17 (58.6%)
Work experience [years]	M: 5.2 (SD: 3.6)	M: 9.5 (SD: 62.1)	M: 7 (SD: 3)	M: 7.4 (SD: 6.5)
Not specified [n (%)]	1 (7.7%)			1 (3.4%)
Interview length [min]	M: 19.12 (SD: 7.10)	M: 17.60 (SD: 4.13)	M: 21.72 (SD: 10.11)	M: 18.72 (SD: 6.15)

training in the area of anaesthesia and intensive care (in accordance with the specifications of the Deutsche Krankenhausgesellschaft; DKG) were included. All participants had to be employed at the Hospital.

Excluded from participation are individuals who are members of the project team, nurses with less than three years of experience in an intensive care unit, or those without with specialist further training in the area of anaesthesia and intensive care (in accordance with the specifications of the Deutsche Krankenhausgesellschaft; DKG). Physiotherapists with less than three years of experience in intensive care units are also excluded. Additionally, individuals not employed by LMU Hospital or not operationally assigned to the study wards are excluded.

Participants were recruited between August 2021 and April 2022, contacted via email, phone, or in a personal enquiry. At the end of the recruitment phase, the interview sample comprised 29 nurses. Despite efforts, physiotherapists could not be recruited due to external constraints.

The sample of the qualitative survey is shown in Table 1.

3.4 Data generation and analysis

The data collection was carried out through episodic interviews [29]. The development of the interview guidelines for this study was meticulously executed using the SPSS method (collect, check, sort and subsume) in accordance with Helfferich [32]. This structured approach ensures that the interview questions are both comprehensive and focused on the research objectives.

Initially, a brainstorming session was conducted to gather a wide array of potential questions and subject areas. This explorative phase is crucial as it allows for the collection of a diverse set of questions that can cover various aspects of the topic under study, including both theoretical considerations and practical observations drawn from the literature. Once the collection phase was completed, a rigorous review process ensued, where each question was reviewed for its relevance and potential to elicit meaningful data. This step is pivotal as it ensures that each question serves a purpose, aligns with the study's aims, and has the capacity to contribute valuable insights. Questions that were deemed redundant, irrelevant, or too similar to others were removed to streamline the interview guide and maintain focus. Following this, the remaining questions were then sorted into distinct questions. Leading questions were identified to serve as open-ended prompts that encourage broad discussion, maintenance questions were designed to keep the conversation going and delve deeper into specific topics, and specific follow-up questions were crafted to explore particular details or experiences mentioned by participants. This sorting process is instrumental in organizing the interview structure, ensuring that it flows logically and covers the necessary breadth and depth. The final step of subsumption involved classifying the refined questions into a structured guideline [32]. This step transforms the assorted questions into a coherent instrument that facilitates the interview process, ensuring that all pertinent topics are addressed systematically. The SPSS process resulted in the identification of four guiding subjects, which are central to understanding the mobilisation process and its implications. These four guiding subject areas were related to conventional mobilisation at T1 and to robot-assisted mobilisation with the VEMOTION[®] at T2 and T3.

They are listed in Table 2. As recommended by Mayring, a mock interview was conducted with a nurse [33]. The interview turned out to be suitable for the planned survey here and could be included in the sample. The guided interviews were audio-recorded and then transcribed in accordance with the rules of Kuckartz et al. [34]. The researchers were present for all robot-assisted mobilisations, identifying the routine users and the non-routine ones by questions. This was based on the subjective assessment of the persons. Only three carers considered themselves as experienced. Therefore, only three interviews could be conducted at survey time T3. New content kept appearing in these interviews and data saturation could not be achieved. It was not possible to recruit more participants with routine and to achieve

Table 2 Guiding subjects with explanation and sample question (own presentation)

Guiding subject	Explanation	Sample question
Mobilisation design/ integration into everyday working life	This subject area examines how mobilisation, both conventional and robot-assisted, is conceived and incorporated into the daily routines of healthcare settings, highlighting the practicalities and logistics involved in the process	Can you please describe a typical mobilisation situation (with the VEMOTION [®])?
Participating professional groups/ persons	This focuses on the roles and experiences of various professionals involved in the mobilisation process, offering insights into multidisciplinary collaboration and individual contributions	Who is involved in mobilisation (with the VEMOTION [®])?
Experience/feelings during mobilisation	This explores the subjective experiences of those involved in mobilisation, capturing emotional responses, challenges, and satisfactions encountered during the process	Are there certain situations or factors in which you perceive mobilisation (with the VEMOTION [®]) as relieving?
Physical effects of mobilisation	This addresses the tangible outcomes of mobilisation, considering the physical impact on healthcare professionals	Are there certain situations or factors in which you perceive mobilisation (with the VEMOTION [®]) as physically stressful?

data saturation within the specified survey period. Data saturation was approached with meticulous attention to the depth and richness of information provided by the participants. For T1 and T2, saturation was considered achieved when the interviews began to yield redundant content, indicating that within the nursing cohort, further interviews were not eliciting new themes or altering the emergent patterns. This observation was consistent with the principle that data saturation occurs when additional data no longer contribute to further insights regarding the research question. The absence of physiotherapists in the participant group represents a limitation. Consequently, data saturation refers context-specifically only to the data obtained from the nurses.

The interview data were analysed by AMK and JH, using the summarising qualitative content analysis in accordance with Mayring [35]. Initially, both researchers independently conducted a detailed analysis of the data. This independent analysis facilitated the formation of initial category structures. Deductive categories were formed first based on the leading questions [34]. Inductive category formation followed by acquiring further categories from the material. The categories were further combined for redundant content in another reduction step. Subsequently, AMK and JH engaged in a collaborative review process, often referred to as the ‘four-eyes principle’. During this phase, they meticulously compared and discussed their independently formed categories, ensuring a consistent and cohesive categorisation of data. Discrepancies, primarily semantic rather than conceptual, were carefully examined and resolved through mutual agreement, underscoring the collaborative nature of the research process. This iterative dialogue contributed to the refinement of the category system, resulting in a set of categories that encapsulated the richness of the data. These categories were then systematically reviewed and consolidated, removing redundancies and enhancing clarity. Furthermore, AMK and JH consistently engaged in consultation and validation processes throughout their collaboration. These steps were integral to ensuring the accuracy and reliability of their findings, further solidifying the methodological rigour of their research approach.

Transcription and data analysis took place using the MAXQDA 2022 programme (release 22.3.0), ensuring a rigorous and structured analytical approach. The collaborative effort between AMK and JH in this iterative process of analysis and category refinement underscores the methodological robustness and interpretative alignment within our study.

3.5 Quality criteria

The study selected the quality criteria of appropriateness, process documentation, argumentative interpretation validation, regularity, proximity to the subject, communicative validation and triangulation [33] to ensure the quality of the research. Proximity to the subject matter was primarily guaranteed through the alignment of the research method and question with the object under investigation. Comprehensive process documentation of the results and the research procedures was maintained, ensuring a well-documented textual performance. This documentation was complemented

by the knowledge gain achieved during the study, contributing to the article's originality. Regularity was upheld by ensuring consistency and repeatability in the analysis process. This consistency extended across the entire dataset, enabling reproducibility by the researchers team. To maintain argumentative interpretation validation, interpretations were logically derived from the data, preserving a clear and coherent connection between the evidence and the conclusions. The communicative validation took place in regular meetings with the research team. Triangulation was successfully implemented by conducting multiple data analyses, facilitating the identification of corresponding categories. This methodological approach enhanced the credibility and reliability of the study's outcomes.

3.6 Ethics and data protection

Before the study was performed, the responsible ethics committee, the data protection officer, and the staff council of LMU Klinikum gave a positive assessment. Participants consented to participate in written form in the sense of informed consent [36]. All methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations as set out in the Declaration of Helsinki. The data were stored and evaluated in pseudonymised form in accordance with data protection regulations [37]. They were stored on the servers of the university implementing this study, protected against unauthorised access. Decryption only took place for data destruction in case of withdrawal from the study. Once possible within the scope of the data evaluation, the relevant data were anonymised. The data collected during the study will be destroyed following completion of the research project. All active researchers have a nursing background with a focus on intensive care. However, they had no professional relationship with the participants themselves, which rules out any distortion of the results through personal relationships.

4 Findings

The qualitative content analysis in accordance with Mayring [35] permitted derivation of a total of six categories. They are listed in Table 3.

4.1 Content-related findings of the three survey times

4.1.1 Processes and routine

The design of mobilisation can be divided into preparatory, implementation, and follow-up measures. According to the participants, feasibility will be checked before starting any mobilisation. This depends primarily on the patient's state of health as well as on the vascular catheters and other lines to and from the patient: *"First of all, it depends on the patient for me [...] What kind of condition are they in and is it justifiable from the circulatory situation?"* (PK 9, T1, para. 6). If the patient is deemed fit for mobilisation, preparatory measures will commence. The patient is first informed about the planned mobilisation. For a smooth process, the environment often has to be adapted accordingly in addition to preparing the

Table 3 Categories and their definition of the interviews (own presentation)

Categories	Category type	Category definition
Processes and routines		This describes the procedures and routines for conventional and robot-assisted mobilisation design
Organisation in the inter-professional team	Deductive	This includes involvement and collaboration of different professional groups in (robot-assisted or conventional) mobilisation
Integration into the work-flows	Deductive	This includes process-related and personnel-related factors influencing robot-assisted and conventional mobilisation, respectively
Enabling and inhibiting factors	Inductive	This describes influence factors that promote or inhibit mobilisation
Physical effects	Deductive	This describes the assessments of physical relief or stress
Psychological effects	Deductive	This describes the assessments of psychological relief or stress

patient themselves: *"Of course I inform the patient, see if what I am planning is possible at all and then prepare them and their environment"* (PK 12, T1, para. 6).

Furthermore, additional aids are sometimes used for conventional mobilisation. Only the VEMOTION® was needed for robot-assisted mobilisation. Some safety aspects must be considered for both forms of mobilisation. Present vascular catheters, ventilation tubes, and close patient monitoring are particularly important here: *"Once the robot is in the room, I set up all the cables, measuring instruments and monitors [...]. That is always important [so that] the safety for mobilisation is guaranteed"* (PK5, T2, para. 2).

Depending on the patient's condition, a second person will also be called in for support: *"I wouldn't do it alone. [...] When I look at the infusions, I don't have the ventilation in view. And these are vital in the ICU. The CVC must not come out, and neither must the ventilation tube. Therefore, it takes at least two people"* (PK3, T2, para. 35).

In contrast to VEMOTION® mobilisation, the procedures of conventional mobilisation are usually already routine in accordance with the mobilising specialists. There is still a lack of continuity in the case of robot-assisted mobilisation: *"I have already memorised the routine. I went through it entirely for one week and then I already had a routine. Now it's been a month since I did it. Of course, I have lost my routine now."* (PK3, T3, para. 10). The processes of VEMOTION® become more familiar after repeated use according to the participants. Deliberate adherence to sequences consequently leads to a more routine application, which ultimately also results in time savings: *"The routine does help some. It took me 20 min to prepare the first time, and only 10 min the last time"* (PK 3, T3, para. 14). It is also easier to develop and vary one's own routine after a while: *"If you know what you are doing, you can do some things beforehand. That's just easier"* (PK2, T3, para. 4).

4.1.2 Organisation in the inter-professional team

Conventional mobilisation of intensive-care patients takes place across all occupational groups according to the participants. The nurses and physiotherapists are primarily responsible for this. Robot-assisted mobilisation, in contrast, is performed only by nurses because physiotherapists could not be included in the study. Both forms of mobilisation were preferably performed by two persons. This is considered particularly advantageous for robot-assisted mobilisation. Preparation of the robot-assisted mobilisation in particular takes a lot of time according to the users, especially as compared to conventional mobilisation: *"Yes, [...] it is faster when you are working in pairs"* (PK 10, T2, para. 36). This is also confirmed by some experienced participants (T3): *"With a supportive nurse, it's definitely quicker and more effective because you don't have to go to the other side of the bed [or] run back and forth"* (PK 2, T3, para. 44). Safety aspects play a major role here again as well: *"[...] setting up [...] takes two people, [...] also [to] secure the tubes and [...] it is [also] better for the patient's well-being if there is someone on either side of the bed"* (PK 12, T2, para. 30). On the other hand, some other participants said that they prefer to perform the preparation alone and only call in another person at need, in particular when the routine of setting up and taking down the system (T3) has become established. This is relevant in terms of time, in particular for the subsequent mobilisation unit. It is considered of advantage that a person can temporarily leave the room while performing robot-assisted mobilisation, which is not the case with conventional mobilisation. However, a nurse must keep an eye on the patient to be mobilised at all times, even during robot-assisted mobilisation: *"[...] once the robot starts [...] you have to stay there"* (PK 10, T2, para. 12). Furthermore, it is helpful if at least one person is familiar with the patient in order to be able to assess what mobilisation level is feasible. Therefore, some participants also state that involvement of a physiotherapist would be useful during robot-assisted mobilisation. In addition, physiotherapy can better assess a physiological gait pattern. This is necessary in particular when the robotic system performs the gait movement. Some participants indicate that the involvement of two nurses is sufficient, as it is a *"strictly passive thing"* (PK 2, T3, para. 44).

Coordination processes within the inter-professional team were considered particularly relevant for both conventional and robot-assisted mobilisation. In this context, organisational and temporal arrangements as well as process coordination during the mobilisation measures were mentioned: *"You have to coordinate on when to mobilise. And on how long it will take and how long the colleagues have time for mobilisation"* (PK5, T1, para. 44). The participants stated that the nurses in charge of this usually take the leading role, while the nurses or physiotherapists brought in to help (only T1) take a supporting role. While the nursing focus is primarily on monitoring vital parameters and controlling and coordinating any present catheters in a joint conventional mobilisation of ICU patients, physiotherapy focuses primarily on *"respiratory therapy [...], exercises of balance and trunk control"* (PK 8, T1, paras. 41–46). In the case of robot-assisted mobilisation, it is particularly important to agree on the time when the mobilisation is to be performed since the nurse responsible for

the patient in the VEMOTION® must always sign off before a mobilisation: “[...] you always have to tell your colleagues that you are now mobilising with [VEMOTION®] because then you are not really available for anything else” (PK 2, T3, para. 50).

4.1.3 Integration into the workflows

According to the nursing professionals interviewed, conventional mobilisation is performed at least once or twice, and in some cases up to three times a day. As a rule, mobilisation takes place once in the morning and once in the afternoon. The available personnel resources and time as well as the individual condition of the patients to be mobilised or the patients to be covered by the same nurse are decisive for the frequency of daily mobilisations: “Very different. It always depends on the combination of patients we take care of [...] or [...] how complex mobilisation is” (PK 7, T1, para. 23). The patient’s condition is another factor in robot-assisted mobilisation that can make integration into workflows difficult. If the patient to be monitored at the same time is in a different room from the patient to be mobilised, integration into the work processes will be reduced since the nurse will be tied to the VEMOTION® bed for the robot-assisted mobilisation and the other patient cannot be adequately monitored.

With sufficient staff, both from the physiotherapy and nursing sides, conventional mobilisation can be used more frequently: “In the morning shift, you just notice [...] the presence of physiotherapy and in the late shift you notice that you have more time [for mobilisation]” (PK9, T1, para. 25). In the morning, nursing staff mainly performs personal hygiene measures, while things such as sitting on the edge of the bed or transferring to a mobilisation chair will take place in the afternoon. It is also reported that mobilisation in the sense of a transfer to another therapy device in conventional mobilisation is first performed by staff on the morning shift. A return transfer would then be performed by an employee of the late shift at a later time, depending on patient condition. This type of distribution is not reported in combination with VEMOTION®. Most participants state that they prefer to perform robot-assisted mobilisation in the afternoon. The reasons are the high time expenditure and the lack of routine (T2). This makes it difficult to integrate the task into the already time-consuming morning shift: “I think that [...] with VEMOTION® does not work in the morning. It just takes too long for that” (PK 10, T2, para. 22). Routine (T3) seems to make mobilisation more feasible in the morning shift: “Both in the morning shift and in the late shift. As mentioned, it always has to fit into the course of the day. It really does take half an hour after all” (PK2, T3, para. 18). Some participants state that conventional mobilisation is less time-consuming than robot-assisted mobilisation: “[...] such brief mobilisation to the edge of the bed is clearly more time-saving for us than using VEMOTION®” (PK5, T2, para. 16). It was considered positive that other activities can be done in the patient’s room during mobilisation with VEMOTION®: “You can do some things, such as drawing up infusion solution” (PK8, T2, para. 7).

4.1.4 Enabling and inhibiting factors

Sufficient staff is conducive to the mobilisation of intensive-care patients, both conventionally and robot-assisted. According to the participants, sufficient staff would also mean more time for mobilisation. The participants stated that conventional mobilisation is often supported by physiotherapy staff. According to one participant, the permanent integration of a physiotherapist in the team of the intensive-care ward would be particularly advantageous for the time aspect in conventional mobilisation: “If we had a permanent physiotherapist on our ward [...]. That would of course be really good [...] because then you are not always so limited in time” (PK 11, T1, para.16). Involvement of physiotherapy in robot-assisted mobilisation is equally beneficial: “I think physiotherapy could be really well involved in this. Just basically in the subject of mobilisation, they know much better what a physiological movement sequence should look like [...]” (PK 9, T2, para. 34). Mobilisation alone generally is hardly possible. Some participants state that the support of another nurse is necessary for both forms of mobilisation: “I think we need a second nurse in normal everyday work. That would be unchanged as compared to conventional mobilisation. Using the VEMOTION® all by yourself, that won’t work” (PK 1, T2, para. 10).

In addition to a sufficiently staffed team of nurses and physiotherapists, coordination, good cooperation in the inter-professional team, and the motivation and commitment of the staff play a decisive role: “[...] if you know when to mobilise, you can plan it well, then it’s not really a problem. Vice versa, if there were no organisation, it would be rather an obstacle to the workflow” (PK 8, T2, para. 37). In addition, scientific findings on the benefits of robot-assisted mobilisation could increase the motivation of the mobilising specialist staff: “I think if we had more facts, for example: The mobilisation robot shortens the length of stay [...] by this and that many percent [...], then there would be more insight and also more understanding why one should do that” (PK 11, T2, para. 46).

Mobilisation with VEMOTION® is particularly recommended for early mobilisation: “I don’t think it’s so bad for the beginning, because they have so many tubes to deal with at the beginning, you can’t walk with them. And they are still so weakened

[...]. The bed is better for it then. You simply don't have to disconnect as much then. You can leave all of that on. The chest tubes in particular, it's incredible effort to attach them somewhere if they come along" (PK 1, T2, para. 12). Some of the participants rather recommend VEMOTION® for a different patient group: "It's a sensible device that is not always efficient for the patient group that it is intended for. [...] For that patient group it may or may not be sensible. I think that there are other patients who would profit more from having this bed system" (PK2, T3, para. 26).

In addition, the cooperation and motivation of the patients themselves are a conducive factor for mobilisation. This was addressed in the context of both conventional and robot-assisted mobilisation: "Patients who are not compliant. If the patient doesn't understand what is going on or just doesn't feel like it, then we can slog away and we won't get them anywhere" (PK 13, T1, para. 25).

In general, the specified processes in the survey phase of the study also seem to be an obstacle to use of the robotic system since the participants had to plan use of the VEMOTION® at the beginning of the shift in each case. This made it difficult to react to spontaneous changes in the organisation of work, such as those occurring in the intensive care unit due to deteriorating patient conditions.

4.1.5 Physical effects

The majority of the nurses interviewed reported mainly back complaints in connection with conventional mobilisation. Pain in the knee, elbow, hand, hip, or pelvis is described as well: "Back pain, hip pain, knee pain [...] That means in the places [...] that I use to [...] carry the weight. Back is number one, of course" (PK9, T1, para. 19). According to the participants, complaints occur in both professional and private contexts. Mobilisations of patients with obesity, contractures, or special clinical pictures, such as critical-illness polyneuropathy [CIP], are named as the main causes. According to the participants, mobilisation of severely overweight patients is, therefore, performed more hesitantly: "If the [patient] is very heavy [...], you will think thrice about whether to mobilise or not" (PK 4, T1, para. 24).

Physical stress factors are also reported for use of the VEMOTION® robotic system. These happen mostly when setting up the unit and preparing the patients. The main reason for this, however, is the complex system for application of the patient securing devices and operation of the VEMOTION®: "[...] you need a second [person] to lift or position the legs [so that] you can slide [the seat adapter] down well. [...] I found it physically exhausting at first" (PK, T2, para. 54). It is also often necessary to switch to the other side of the hospital bed to avoid catching or disconnection of catheters, infusion lines, or ventilation tubes: "The only thing that is stressful is when you have to circle the bed 10 times to prepare the patient" (PK2, T3, para. 68). According to the participants, another person's support is, therefore, preferred, in particular during the preparation of robot-assisted mobilisation. The effort required during mobilisation as such was perceived as less stressful. Some also reported less physical discomfort, such as back or joint pain: "But apart from that, at least it doesn't strain my back at all" (PK5, T2, para. 61). Compared to conventional mobilisation and the inclusion of other aids or techniques, the use of VEMOTION® was described as advantageous and more energy-saving: "[...] if we compare it to other techniques, then it is much more strenuous to passively pull someone over the edge of the bed or to get them out to a chair via a standing position of course than [...] to put on two straps and harness them into the robot" (PK 13, T2, para. 77). It is also reported that patients who are intubated are easier to mobilise robot-assisted than conventionally: "It wasn't any great physical effort now and that was certainly a patient, I certainly wouldn't have mobilised them otherwise" (PK 10, T2, para. 74). The safety aspect is particularly decisive here. According to the participants, the ventilation tubes can be kept in view better during mobilisation with VEMOTION® than during positioning or transfer in conventional mobilisation: "[...] that's what I like about VEMOTION®. It's easy to pre-sort everything so that it is actually safe" (PK 1, T2, para. 56).

4.1.6 Psychological effects

Low staff capacities, lack of time, as well as patient-related influences were perceived as particularly burdensome in both conventional and robot-assisted mobilisation. The high effort in terms of time, in particular in the case of robot-assisted mobilisation, was often considered to be very stressful: "I have to say that I found mobilisation very stressful, very exhausting in the first few days. This expenditure of time alone [...]" (PK9, T2, para. 48). With acquired routine, on the other hand, the feeling of stress appears to decrease: "Now in the early days it is [...] still more demanding mentally. For the conventional method, we just know what we have to do. But I think that is also going to happen over time" (PK 1, T2, para. 56).

In particular for conventional mobilisation, patients with specific symptoms, such as CIP or obese patients, are a challenge not only for the physical but also the psychological perceived stress. The general condition and the ventilation situation of the patients also play a decisive role: "[...] the challenges for mobilisation for me are: How large is the patient,

how awake is the patient, how heavy is the patient [...], is the patient ventilated or not, [how] many drains are there [...]." (PK 1, T1, para.19).

Special vascular catheters were found to be particularly stressful in conventional mobilisation as well as in robot-assisted mobilisation alike. The focus for them also is on the safety aspect, which must be considered with both forms of mobilisation. Insufficient patient cooperation was also perceived as a hindrance in both conventional and robot-assisted mobilisation: *"It is very difficult and stressful when the patient [...] actively works against you [...]. It is mentally and physically exhausting alike [...]"* (PK 4, T2, para. 38).

Taking care of another patient at the same time is hardly possible in combination with the responsibility of a VEMOTION[®] patient: *"[...] I don't think working with two patients is feasible, to be honest. I think if the other patient is too [demanding], the mobilisation will also turn very stressful"* (PK9, T2, para. 48). This is the case in particular with a patient in a different hospital room so that they cannot be continuously monitored. This causes high psychological stress arises: *"[If] you keep having the other [patient] in the back of your mind, [...] [and you] don't hear any alarms when the [bed] is far away, you might have a bad feeling, you might want to check on them again, check on them again. And of course, you can get them on the monitor, but [...] if they are restless or delirious maybe, that doesn't help either"* (PK9, T2, para. 50). Users of the robotic system (T2 and T3) also found it difficult when patients were treated with the device who they believed would have benefited more from conventional therapy (e.g., patients who could already sit independently on the edge of their beds): *"I can't really say it's a relief now either, because [...] I wouldn't have performed [robot-assisted] mobilisation on them now [...]"* (PK 13, T2, par. 65–67).

Involving the patient and their relatives, on the other hand, could lead to relief as well. Regarding robot-assisted mobilisation, greater routine was mentioned the most. It would be desirable for long-term relief: *"I think routine, of course. It would help if you really did it on a regular basis. Another thing might be restructuring the working day or the shift in such a way that one makes space for this kind of mobilisation"* (PK9, T2, para. 52). According to the participants, a better staffing ratio and 1:1 care of the VEMOTION[®] patient to be mobilised would also be beneficial to introduce mobilisation with VEMOTION[®] on a regular basis and to ensure long-term relief. An additional mobilisation specialist would be equally beneficial: *"Something that would take the pressure off me would be a support person who just helps organise the whole thing, [who] runs with the robot and virtually takes care of the preparation. They could support monitoring in time [...] and everything else. You're just that much aster when you work in pairs"* (PK2, T3, para. 32–34).

5 Discussion

The testing of the VEMOTION[®] system in healthcare has resulted in a differentiated view of mobilisation processes, both conventional and robot-assisted. Coordination within the inter-professional team seems to be vital for both conventional and robot-assisted mobilisation since it is the only way to ensure care of patients in need of care at the same time. A nurse-to-patient-relation of 1:2 is common in German intensive care units [38]. If the patients to be covered at the same time is placed in a different room from the patient to be mobilised robot-assisted due to structural conditions, continuous care of the patients can only be ensured by colleagues taking over this task. This seems to result in increased psychological stress in particular in connection with patients who require a lot of care. In the case of VEMOTION[®] mobilisation, mobilising professionals are also not allowed to leave the bed for reasons of safety, even while the robotic system is taking care of mobilisation. Although tasks such as preparing medicines, which have to be done in the patient's room anyway, could be done in parallel, adaptation of the work organisation seems to be possible only with the routine handling of the robotic system. The long duration of robot-assisted mobilisation (in particular due to preparation time) is also often listed as a stress factor. It was repeatedly mentioned that the late shift was better for mobilising patients due to the fact that the focus is even more on labour-intensive nursing activities, such as body care, including prophylactic interventions, in the morning shift than in the late shift. The late shift apparently being the mobilisation shift could also be shown by earlier studies [26]. This does not seem to depend on whether the VEMOTION[®] is used or whether conventional mobilisation takes place.

The German Interdisciplinary Association for Intensive Care and Emergency Medicine (DIVI) also makes clear that physiotherapy should be integrated into the care team of the intensive care unit for the entire day to ensure early and regular mobilisation treatment to prevent related long-term impairments in patients [38]. In light of the fact that physiotherapy and nursing should be responsible for the mobilisation of patients in a inter-professional team, the fact that nurses were solely responsible for robot-assisted mobilisation in this study is an additional stress factor for the nurses [20, 26]. According to the participants, physiotherapists are much better able to assess whether the robotically generated gait movement

is physiological. This is also confirmed by the literature [8, 38]. It can be assumed that coordination and collaboration in inter-professional healthcare teams involving both nursing staff and physiotherapists will lead to more effective and less stressful mobilisation sessions, regardless of whether conventional or robot-assisted measures are involved.

It was mostly reported both for robot-assisted and conventional mobilisation that it should be done by two persons each. The reason for this was in the complex preparation of the patient with the application of safety-relevant straps first and foremost in robot-assisted mobilisation. The fact that a second person is involved in the robot-assisted mobilisation usually has the background of saving walking distances during preparation (around the bed). For conventional mobilisation, however, the second person seems to be important in particular for the implementation and thus represents a safety aspect that seems to be of increased relevance in particular due to the transfer to a therapy device [39, 40]. This transfer is not necessary for robot-assisted mobilisation with the VEMOTION[®] [14, 18]. This appears to positively affect the perception of physical stress, where little to no physical discomfort was generally reported in relation to mobilisation. In contrast, it was frequently mentioned with conventional mobilisation that back complaints occur in connection with mobilisation. This brings a high risk of long-term impairments that may also affect musculoskeletal disorders (MSD) [41] and that seems to reduce with robot-assisted mobilisation.

As also described in the literature, acceptance of a robotic system is one of the biggest requirements for a successful trial of a robotic system [42]. It can be a barrier or a promoting factor. Routine in handling robot-assisted mobilisation is closely linked to this. It can only develop through a certain frequency of use. Participants reported that they felt more confident in using the device the more often they used it and the more continuous this use was. Sharing of scientific insights on improved patient outcomes by using robotic systems also creates an incentive for integrating it into patient-related work processes. The tendency towards increased confidence and reduced stress in routine use observed in the survey time T3 emphasises the potential benefits of integrating such technologies into routine healthcare. The integration of the VEMOTION[®] system into the daily workflows of intensive care units can, according to the tendency in T3, lead to improved organisational efficiency, which can result in medical staff being able to spend more time on direct patient care. Additionally, while the integration of innovative technologies like the VEMOTION[®] system presents a promising avenue for enhancing patient care and reducing physical strain on staff, it's crucial to recognize that technology is only one aspect of creating a supportive and sustainable work environment. Alongside technological advancements, it's imperative to explore and invest in broader strategies aimed at improving working conditions [24]. These measures, in conjunction with technological solutions, can collectively contribute to a more holistic approach to enhancing the well-being of healthcare professionals and the quality of patient care.

5.1 Limitations

There was an increased turnover in the nursing team due to the Covid-19 pandemic. For example, nurses from other areas, such as anaesthesia in the operating theatre, who were working on a restricted basis during the pandemic, were deployed in a supportive capacity in the project intensive care units. In addition, waves of illness kept occurring among the nursing team. Therefore, consistency of the staff trained in the robotic system VEMOTION[®] within the nursing team could not be achieved. This resulted in a lack of consistent routine in robot-assisted mobilisation, which affected the survey time T3, which is why only three interviews and thus no data saturation could be achieved here. This limits the robustness of this data generation point.

Despite the recognised value of inter-professional collaboration in the mobilisation of patients, the involvement of physiotherapists in the VEMOTION[®] mobilisation process was not possible. This was not due to a lack of interest or recognition of the potential benefits of the system, but was a direct result of strategic decisions at the departmental level, based on acute staff shortages and an already heavy workload. This limitation is particularly noteworthy as it contrasts with the interdisciplinary approach typically advocated for in patient mobilisation, where both nursing and physiotherapy professionals are considered essential [20, 26]. To ensure the robustness and transparency of the research process, the interview guide was carefully designed, the data was systematically collected and analysed and ethical and data protection safeguards were put in place. These methodological safeguards contribute significantly to strengthening the credibility of the study results.

The need to assess the impact of methodological rigour on the reliability and potential applicability of the study's conclusions was recognised. Although the study was conducted in a specific context, the findings obtained are considered very valuable as they provide a solid basis for future research in this area. It is expected that the findings, based on a thorough and conscientious research approach, will make a meaningful contribution to professional practice and stimulate further scientific enquiry that will allow deeper exploration and clarification of the patterns and issues identified.

5.2 Recommendations for further research and practice

Based on the results, further studies with a focus on impact of robotics on patient outcomes is recommended to incentivise users. Intervention and outcome studies to examine the effects of robotics on patient outcome are recommended.

Furthermore, the study should be performed again for a longer period of time, outside of the pandemic. This would minimise the influence of high fluctuation that affected routine of the mobilising specialists. It is also recommended that the physical stress and relief factors of robot-assisted mobilisation be examined using an additional quantitative examination. It is recommended that physiotherapy staff also be instructed in order to be able to guarantee the inter-professional task of mobilisation in robotic-assisted mobilisation as well when introducing a robot-assisted system. Beyond this, it is recommended to further develop the robotic VEMOTION[®] system to clearly reduce the preparation time in order to achieve psychological relief for the mobilising specialists as well. In general, the focus should also be on good working conditions for healthcare workers in order to minimise mental stress in this area. These should include key factors such as the intensity of work, the organisation of working hours, social relationships and an appropriate working environment.

6 Conclusion

The exploration of the time and personnel resources emerged as a pivotal element in both robot-assisted and conventional mobilisation. The preparation time required for patient mobilisation seems to be a great psychological stress factor. For experienced users, however, this stress seemed to no longer apply at the same scope since the processes were already internalised and therefore less time-consuming to perform. The robotic system was noted for its capacity to relieve physical strain, contrasting with the musculoskeletal complaints often associated with conventional mobilisation methods. Interestingly, the alleviation of physical strain was consistent across users regardless of their routine with the system, underscoring the inherent ergonomic advantages of the robotic system.

The study also highlighted the nuanced role of routine and continuity in the use of the robotic system, particularly in relation to psychological stress. The decision to utilise the system was influenced not only by the user's familiarity with the technology but also by broader factors such as the severity of the patient's condition, nurse-to-patient ratios, and logistical aspects like the proximity of other patients requiring care.

In summary, while the robotic system offers notable physical advantages, its psychological impact is multifaceted, shaped by a blend of user experience, operational routines, and the broader care environment. These findings contribute valuable perspectives to the discourse on the integration of robotic systems in patient care, underscoring the need for a holistic approach that considers both technological and human factors.

Acknowledgements We would like to thank the Federal Ministry of Education and Research, Germany for funding the MobiStaR study, within which this publication was produced. We would like to thank the company ReActive Robotics for providing the VEMOTION[®] robotic system and the necessary technical support for this study. This article is part of a cumulative dissertation at the Faculty of History and Social Sciences at the Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt.

Author contributions Contributions to the conception: AMK, JH, NK, IE. Contributions design of the work: AMK, JH. Acquisition (Mobilising specialist staff): AMK, JH, NK, AW, IR. Analysis: AMK, JH. Interpretation of data: AMK, JH, NK. Drafted the work: AMK, NK, JH, IE. Substantively revised the work: UF, IE. All authors read and approved the final manuscript and agreed both to be personally accountable for the author's own contributions and to ensure that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work, even ones in which the author was not personally involved, are appropriately investigated, resolved, and the resolution documented in the literature.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. The study is part of the MobiStaR project, subsidised by the Federal Ministry of Education and Research in the "Robotic Systems for Care" funding line (funding number: 16SV842). The project was running from January 2020 to July 2023.

Data availability The datasets utilized for this study are not publicly available due to IRB agreements; however, they are available from the corresponding author on reasonable request.

Code availability Not applicable.

Declarations

Ethics approval and consent to participate Before the study was performed, the responsible ethics committee of the LMU university hospital (21-0355), the data protection officer of the LMU university hospital, and the hospital's staff council approved the study. Patients and mobilis-

ing specialist staff consented to participate in written form in the sense of informed consent [36]. Patients consented to participate before a planned intensive care stay after surgery. We confirm that all methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations as set out in the Declaration of Helsinki.

Consent for publication Patients and mobilising specialist staff consented for publication in written form in the sense of informed consent [36].

Competing interests The authors declare that they have no competing interests. We emphasise that the company ReActive Robotics had no influence on the design, conduct, analysis or interpretation of the results of the study. Our research team remained scientifically independent throughout the study, and we received no financial compensation that could compromise the objectivity of our findings. We are committed to transparency and scientific integrity and ensure that all potential conflicts of interest are fully and transparently disclosed.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

1. Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (Hrsg.). Beschäftigte in der Pflege; 2018. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/pflegekraefte/beschaeftigte.html#:~:text=Besch%C3%A4ftigte%20in%20der%20Pflege%201%20Statistische%20Daten,%20der%20Kranken-%20und%20Altenpflege.%20...%20Weitere%20Artikel...%20>
2. Simon M. Pflegenotstand auf Intensivstationen: Berechnungen zum Ausmaß der Unterbesetzung im Pflegedienst der Intensivstationen deutscher Krankenhäuser. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung; 2022. (Study/Hans-Böckler-Stiftung474 (Juni 2022)). https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-008331/p_study_hbs_474.pdf
3. 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. *The Lancet*. 2009;373(9678):1874–82.
4. Fazzini B, Märkl T, Costas C, Blobner M, Schaller SJ, Prowle J, et al. The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2023;27(1):2.
5. Schaller SJ, Anstey M, Blobner M, Edrich T, Grabitz SD, Gradwohl-Matis I, et al. Early, goal-directed mobilisation in the surgical intensive care unit: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388(10052):1377–88.
6. Kowalski C, Brinkmann A, Böhlen CF, Hinrichs P, Hein A. A rule-based robotic assistance system providing physical relief for nurses during repositioning tasks at the care bed. *Int J Intell Robot Appl*. 2022. <https://doi.org/10.1007/s41315-022-00266-8>.
7. Trinkoff AM, Lipscomb JA, Geiger-Brown J, Brady B. Musculoskeletal problems of the neck, shoulder, and back and functional consequences in nurses. *Am J Ind Med*. 2002;41(3):170–8.
8. German Society for Anaesthesiology and Intensive Care Medicine e.V. S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen: Version 3.0. 25.07.2023 2023.
9. Wirth LM, Garthaus M, Jalaß I, Rösler I, Schlicht L, Melzer M et al. Kurz- und mittelfristiger Technologieeinsatz in der Pflege. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. baua: Bericht kompakt; 2022.
10. Adler J, Malone D. Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulmonary Phys Ther J*. 2012;23(1):5.
11. Li Z, Peng X, Zhu B, Zhang Y, Xi X. Active mobilization for mechanically ventilated patients: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(3):551–61.
12. Amidei C. Mobilisation in critical care: a concept analysis. *Intensive Crit Care Nurs*. 2012;28(2):73–81.
13. Engel HJ, Needham DM, Morris PE, Gropper MA. ICU early mobilization: from recommendation to implementation at three medical centers. *CRIT CARE MED*. 2013;41(9 Suppl 1):S69–80.
14. Warmbein A, Rathgeber I, Seif J, Mehler-Klamt AC, Schmidbauer L, Scharf C, et al. Barriers and facilitators in the implementation of mobilization robots in hospitals from the perspective of clinical experts and developers. *BMC Nurs*. 2023;22(1):45.
15. Egger M, Steinbock M, Hüge V, Müller F. VEMO: An innovative robotic device for early mobilization in the intensive care unit intensive care Medicine Experimental 2021; Conference European Society of Intensive Care Medicine Annual Congress, ESICM 2021. Virtual. 9. <https://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=emexa&AN=636291250>.
16. Steinbock M, Egger M, Schapers B, Müller F. New robotic technology for very early mobilisation in critical care patients. *Neurologie und Rehabilitation* 2020; Conference 8. Gemeinsame Jahrestagung der DGNR und der DGNKN. Digital. 25:S43–S44. <https://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=emed22&AN=634504309>.
17. Mehler-Klamt AC, Huber J, Schmidbauer L, Warmbein A, Rathgeber I, Fischer U, et al. Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. *Pflege*. 2023;36(3):156–67.
18. Warmbein A, Schroeder I, Mehler-Klamt A, Rathgeber I, Huber J, Scharf C, et al. Robot-assisted early mobilization of intensive care patients: a feasibility study protocol. *Pilot Feasibil Stud*. 2022;8(1):236.
19. ReActive Robotics. Unser System: Vorteile des VEMOTION; 2023. <https://www.reactive-robotics.com/vemotion-cares>.
20. Nydahl P, Dewes M, Dubb R, Filipovic S, Hermes C, Jüttner F, et al. Frühmobilisierung Zuständigkeiten Verantwortungen Meilensteine. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2016;111(2):153–9.
21. Rothe J, Adolph L, Beermann B, Schütte M, Windel A, Greuer A et al. Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt. 2017.

22. Letvak SA, Ruhm CJ, Gupta SN. Nurses' presenteeism and its effects on self-reported quality of care and costs. *Am J Nurs*. 2012;112(2):30–8.
23. Watanabe N, Horikoshi M, Shinmei I, Oe Y, Narisawa T, Kumachi M, et al. Brief mindfulness-based stress management program for a better mental state in working populations—Happy Nurse Project: a randomized controlled trial. *J Affect Disord*. 2019;251:186–94.
24. Kix J, Pangert C, Winkler E. Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt: Wissenschaftliche Standortbestimmung; 2016. Available from: URL: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3577>.
25. Hämmig O. Work- and stress-related musculoskeletal and sleep disorders among health professionals: a cross-sectional study in a hospital setting in Switzerland. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):319.
26. Mehler-Klamt A, Huber J, Warmbein A, Rathgeber I, Ohneberg C, Hübner L, et al. Frühmobilisation von Intensivpatient*innen: Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation. *QuPuG*. 2022;9:94–103.
27. O'Brien WH, Chavanovanih J, Jarukasemthawee S, Pisitsungkagarn K, Kalantzis MA. 2022 Mindfulness-Based Approaches to Reduce Injuries Among Nurses and Nursing. In: Aides H Chandan B Christiansen CA Bowers DC Beidel MR Marks K Horan (Eds). *Mental Health and Wellness in Healthcare Workers*. IGI Global, ennsylvania
28. Thiersch S. Qualitative Längsschnitfforschung: Bestimmungen. Forschungspraxis und Reflexionen: Verlag Barbara Budrich. Toronto; 2020. <https://doi.org/10.3224/9783847412076>.
29. Lamnek S, Krell C. Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Materialien. 6., überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz; 2016. http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783621283625.
30. O'Brien BC, Harris IB, Beckman TJ, Reed DA, Cook DA. Standards for reporting qualitative research: a synthesis of recommendations. *Acad Med*. 2014;89(9):1245–51.
31. Misoch S. Qualitative Interviews. 2., erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg; 2019. (De Gruyter Studium).
32. Helfferich C. Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews. 4th ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden; 2011.
33. Mayring P. Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 6., überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz; 2016. (Pädagogik). <http://www.beltz.de/fileadmin/beltz/leseproben/978-3-407-25734-5.pdf>.
34. Kuckartz U. Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 3., überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa; 2016. (Grundlagentexte Methoden). <http://www.beltz.de/fileadmin/beltz/leseproben/978-3-7799-3344-1.pdf>.
35. Mayring P. Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 12., überarb. Aufl. Weinheim: Beltz; 2015. (Beltz Pädagogik). Available from: http://content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407293930.
36. Wiesing U, Parsa-Parsi R. Die neue Deklaration von Helsinki. *Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik*. 2015;19(1):253–76.
37. Sydow G, Marsch N, Bienemann L, Nomos Verlagsgesellschaft. DS-GVO, BDSG: Datenschutz-Grundverordnung, Bundesdatenschutzgesetz : Handkommentar. 3. Auflage. Baden-Baden: Nomos; 2022. (NomosKommentar).
38. Waydhas C, Riessen R, Markewitz A, Hoffmann F, Frey L, Böttiger BW, Brenner S, Brenner T. Empfehlung zur Struktur und Ausstattung von Intensivstationen 2022 (Erwachsene). *DIVI-Mitgliederzeitschrift*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s00063-023-01021-y>.
39. Passali C, Maniopolou D, Apostolakis I, Varlamis I. Work-related musculoskeletal disorders among Greek hospital nursing professionals: a cross-sectional observational study. *Work*. 2018;61(3):489–98.
40. Rai S, Anthony L, Needham DM, Georgousopoulou EN, Sudheer B, Brown R, et al. Barriers to rehabilitation after critical illness: a survey of multidisciplinary healthcare professionals caring for ICU survivors in an acute care hospital. *Austr Critical Care*. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.05.006>.
41. Smith DR, Mihashi M, Adachi Y, Koga H, Ishitake T. A detailed analysis of musculoskeletal disorder risk factors among Japanese nurses. *J Safety Res*. 2006;37(2):195–200.
42. Servaty R, Kersten A, Bruckamp K, Möhler R, Mueller M. Implementation of robotic devices in nursing care barriers and facilitators: an integrative review. *BMJ Open*. 2020;10(9):e038650.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Acknowledgement: The article 'Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital' was reproduced with permission from Springer Nature. Springer Nature remains the original publisher.

Bibliografische Angabe: Mehler-Klamt, A. C., Huber, J., Köstler, N., Warmbein, A., Rathgeber, I., Fischer, U. & Eberl, I. (2024). Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital. *Discover Social Science and Health*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44155-024-00074-4>

4.4 Can mobilising specialists be relieved by a robotic system for the early mobilisation of intensive-care patients? A quantitative longitudinal study at two data collection points at a German university hospital

International Journal of Social Robotics
<https://doi.org/10.1007/s12369-025-01208-7>



Can Mobilising Specialists be Relieved by a Robotic System for the Early Mobilisation of Intensive-Care Patients? A Quantitative Longitudinal Study at Two Data Collection Points at a German University Hospital

Amrei Mehler-Klamt¹ · Natascha Köstler¹ · Jana Huber¹ · Angelika Warmbein² · Ivanka Rathgeber² · Marcus Gutmann⁴ · Johanna Theresia Biebl⁴ · Lucas Hübner³ · Ines Schroeder³ · Christina Scharf-Janßen³ · Christoph Ohneberg¹ · Eduard Kraft⁴ · Michael Zoller³ · Uli Fischer² · Inge Eberl¹

Accepted: 28 December 2024
© The Author(s) 2025

Abstract

Immobility in intensive-care patients can lead to significant health risks and costs for the health system. Reasons for this include the shortage of specialist staff in nursing and physiotherapy who typically handle mobilisation activities for intensive-care patients. The use of robotic systems aims to facilitate early mobilisation and thereby counteract prolonged immobility. Whether this can also alleviate the workload for staff has not yet been sufficiently investigated. To examine the psychological stress and behaviour of mobilising specialist during conventional and robot-assisted mobilisations of intensive-care patients and to draw conclusions regarding the impact on and relief for the mobilising staff due to the robotic system, a quantitative longitudinal study was conducted with two data collection points (T1, T2). Aspects of body posture, the perceived stress of mobilising staff, as well as the time and personnel required for mobilisation were collected through non-participatory standardised observations. Descriptive statistics were used for data analysis of the observations of 35 conventional mobilisations (T1) and 55 robot-assisted mobilisations (T2). Additionally, a follow-up was conducted for nine robot-assisted mobilisations to assess the routine use of the robotic system. The duration of robot-assisted mobilisation had significantly longer process compared to conventional mobilisation. A significant correlation was found between the subjectively assessed feasibility of mobilisation and psychological stress (PSaR) experienced by the specialist staff during robot-assisted mobilisation. The more confident users felt in robot-assisted mobilisation, the less psychologically stressful they found it. Overall, robot-assisted mobilisation was more ergonomic and less stressful for the musculoskeletal system of the users.

Trial registration clinicaltrials.org TRN: NCT05071248, Date: 2021/10/21 URL <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05071248>.

Keywords Robotics · Critical care nursing · Intensive care unit · Early mobilisation · Robot-assisted · Quantitative longitudinal study

Abbreviations

ECMO	Extracorporeal membrane oxygenation
FWB	Further training in intensive care and anaesthesia
ICU	Intensive care unit
MSD	Musculoskeletal disorders
4	Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, Musculoskeletal University Center Munich (MUM), University Hospital LMU Munich, Marchioninstr. 15, 81377 Munich, Germany

✉ Amrei Mehler-Klamt
amrei.klamt@ku.de

¹ Professorship of Nursing Science, Faculty of Social Work, Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt, Ostenstr. 26, 85072 Eichstätt, Germany

² Department of Clinical Nursing Research and Quality Management, University Hospital LMU Munich, Marchioninstr. 15, 81377 Munich, Germany

³ Department of Anaesthesiology, University Hospital LMU Munich, Marchioninstr. 15, 81377 Munich, Germany

NIV	Non-invasive ventilation
PD	Nursing service
PHYS	Physiotherapy
PSaR	Subjective assessment of psychological stress
WMSD	Work-related musculoskeletal disorders
WHO	World Health Organisation

1 Background

Patients treated in an intensive care unit (ICU) can experience prolonged immobility [1]. However, initiating early patient mobilisation within 72 h of admission to the ICU, as stipulated by the German S3 guideline "Positioning therapy and mobilisation of critically ill patients in intensive care units" [2], can help mitigate potential long-term damage, such as the development of ICU-acquired weakness [3]. This approach may also reduce costs for the healthcare system [4]. The primary reasons for delayed or omitted early mobilisation include a shortage of resources among specialist staff and inadequate equipment [5, 6]. Additionally, caring for patients in the ICU entails significant physical and psychological stress for specialist staff. These stress factors not only affect job satisfaction but also private well-being [7]. Moreover, high levels of stress can affect self-esteem and contribute to burnout [8].

To address challenges like this, robotic systems can be utilised, some of which can even assist or take over mobilisation activities to counteract patients' prolonged immobility and alleviate the workload of the mobilising specialist staff [9]. One such robotic system is the adaptive robotic assistance system VEMOTION® developed by ReActive Robotics.

The system comprises a specialised intensive care bed equipped with a docking point for the robotic system, which can be controlled via an associated monitor to generate gait movements (see Fig. 1). This setup allows the hospital bed, with the robotic system attached, to function as a therapy device without transferring the patient. For therapy, the patient is securely fastened to the bed using specialised securing units, including a seat adapter and fastening straps. The robotic system is then docked, and in-bed gait training can be initiated, with the bed adjustable to 70 degrees. The monitor allows for configuring various settings, enabling passive or assisted mobilisation. A video demonstrating the system's functionality can be viewed here: <https://www.youtube.com/watch?v=PdYcFUGMj-Q> [10].

The robotic system VEMOTION® can be classified under rehabilitation or therapy robotics, which have been developed in connection with rehabilitative approaches for various neurorehabilitative challenges. However, in German-speaking countries, there is only a limited body of knowledge on these systems [11]. Additionally, there are other types of care robotics which can be categorised into two further

types based on their fields of application or functionality [11]. One of the three categories is socio-assistive systems (including emotional robotics). These systems focus on the socio-communicative aspects of care and include humanoid robots and robotic animals. The third category is service robotics (for caregivers and individuals in need of assistance). These robots support simpler service tasks and focus on logistics in care practices. The systems can relieve caregivers (e.g. nurses but also informal caregivers like related persons) in various areas depending on their category. For example, a system that covers socio-communicative aspects and can interact with residents of a nursing home is more likely to be involved in relationship work and primarily provide psychological relief to caregivers. A system classified under service robotics, which can perform tasks such as fetching and carrying, can primarily reduce physical strain by shortening walking distances for caregivers [12]. How systems classified under therapy or rehabilitation robotics can provide relief is not yet sufficiently researched [11, 13]. Therefore, this quantitative longitudinal study focuses on the stress perception of specialist staff during robot-assisted mobilisation of patients requiring intensive care. To this end, both conventionally performed mobilisations and robot-assisted mobilisations of patients requiring intensive care are included in this study. Mobilising specialist staff refers to nursing and physiotherapy professionals, as these are the primary groups involved in patient mobilisation [14, 15].

To ensure comparability with the movements facilitated VEMOTION®, conventional mobilisations of patients to sitting, walking, or standing positions were observed during data collection. The objective of observing only early mobilisations was not fully achieved due to staff turnover resulting from the pandemic and reduced familiarity with the robotic system. Therefore, the results report only refers to "mobilisation" as a whole.



Fig. 1 The VEMOTION® robotic system (ReActive Robotics, 2021)

Table 1 Variables of the observation sheet with variations (own presentation)

Construct	Variables	Variations
Basic data	Survey point	T1, T2, Follow-up
	Time	6:00 AM–2:00 PM 2:00 PM–10:00 PM
Socio-demographic data of the users	Gender	Female, male, other
	Professional qualification	PD with/without FWB, physiotherapy
	Age and experience in ICU	In years
Socio-demographic data of the patients	Gender	Female, male, other
	Weight	In kilograms
	Size	In centimetres
	Medication	Catecholamines, analgesia, catecholamines and analgesia, no medication
	Form of ventilation	Invasive, non-invasive, no ventilation
	Ventilation access	Tube, tracheostomy, NIV mask, high-flow therapy, no ventilation access
	Inlet and outlet drains/catheters	Number and location
Work organisation	Preparation, execution, follow-up time	In minutes
	Mobilisation aids	Anti-slip mat, slide mat, bed gallows, slide board, bed sheet, mobilisation chair, bed bicycle, forearm walker, commode chair, VEMOTION®
	Persons involved	Number of mobilising specialist staff
	Application of kinaesthesia	Yes/no
Posture of the mobilising specialist staff	Back flexion lumbar spine	Bent, straight
	Upper body forward tilt in the cervical spine/thoracic spine	< 20°, 20°–60°, > 60°
	Knee	Bent, straight
	Foot position	Parallel stance, step stance, fencer stance
	Foot position in relation to the patient bed	Parallel (0°), oblique (< 90°), lateral (> 90°)
	Shoulder posture	Shoulder elevation, neutral position
	Evasive movements upper body	Lateral, rotation, lateral rotation
Subjective assessments of the users	Psychological stress (PSaR)	Numerical scale 0–10
	Feasibility	Numerical scale 1–7

The study description is based on the checklist for observational studies “STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology” (STROBE) [16].

2 Objectives

The study aims to test the VEMOTION® robotic system during mobilisation in an intensive care unit (ICU) setting.

The following research questions served as the guiding principles:

1. What differences can be observed in terms of the psychological strain or relief experienced by mobilising

specialist staff during conventional mobilisation compared to mobilisation with the VEMOTION® robotic system?

2. What are the effects on patient-, user-, and process-related aspects of testing the robotic system VEMOTION® for mobilising patients in the intensive care unit?

3 Methods

3.1 Study Design

This is a prospective observational study conducted at a single center, with data collected at two time points. The study

Fig. 2 Study design of the longitudinal study (own presentation)

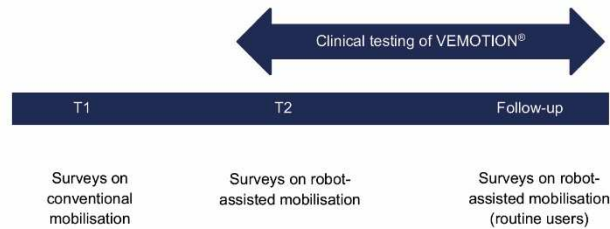


Table 2 Absolute and relative frequencies of the observations in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

Survey point	Number of observations absolute/relative frequency
T1 (conventional mobilisation)	n = 35/32.1%
T2 (robot-assisted mobilisation)	n = 55/50.5%
Follow-up (robot-assisted mobilisation—with routine)	n = 9/8.2%
T1 excluded	n = 5/4.6%
T2 excluded	n = 5/4.6%
Total	n = 109/100%

was conducted from August 2021 to April 2022 in two anaesthesiologically managed intensive care units of a German university hospital that treats approximately 500,000 patients per year in two locations [17]. The range of the anaesthesiologically intensive care units includes follow-up treatment after urological, gynaecological, general, and trauma surgery, as well as following organ transplants (Table 1).

A total of 109 standardised non-participant observations of mobilisations were carried out [18], distributed across the two data collection points, T1 and T2, and a follow-up (see Fig. 2). Ten of these observations were excluded during the study (see Table 2). Ninety of the observations included in the data analysis were records from the T1 and T2 data collection points, and nine mobilisations were observed within the follow-up group. The observations were analysed using descriptive statistics.

The selection of a quantitative approach for this study allows for objective measurement and statistical analysis of the physical and psychological strain experienced by staff during mobilisation. This method provides clear, quantifiable data that can be used to assess the effectiveness and impact of the VEMOTION® robotic system compared to conventional mobilisation techniques. The use of descriptive statistics enables the identification of specific areas where

the robotic system can alleviate strain, offering concrete evidence to support its implementation.

Involving stakeholders from the field, particularly nurses, was crucial as they are the primary users of the mobilisation system. Their practical insights and experiences are invaluable in evaluating the system's effectiveness and usability. By involving mobilising specialists in the study, the analysis reflects real-world conditions and challenges, making the findings more relevant and applicable. Their contributions provide both a practical perspective, highlighting the operational feasibility and efficiency of the robotic system in actual clinical settings, and a user experience perspective, assessing how user-friendly and supportive the system is in reducing physical and psychological strain. Focusing on the physical and psychological strain of staff is particularly relevant given the current personnel shortage in Germany [5]. Mobilising specialists in better physical and mental states are more capable of providing high-quality care, which directly benefits patient outcomes. By addressing the strain on staff, the study aims not only to improve their well-being but also to enhance the overall quality of patient care. This dual focus on staff and patient outcomes underscores the importance and relevance of our study.

4 Sample/study Participants

4.1 Mobilising Specialist Staff

Nurses and physiotherapists with a minimum of three years of professional experience in an intensive care unit, along with nurses with specialist further training in anaesthesia and intensive care (in accordance with the specifications of the Deutsche Krankenhausgesellschaft; DKG), were planned to be included. Additionally, all participants had to be employed at the University Hospital LMU Munich, Germany, working in the project wards, and had to consent to the observation.



Fig. 3 Observation situation during the training of a new observer to the implementation of standardised observation

4.2 Group Composition (T1, T2 and Follow-Up Group)

At both T1 and T2, study participants were selected based on their shifts and mobilisation activities and asked to consent to participate. After consenting, the mobilising professionals were then observed during conventional or robot-assisted mobilisations. Participants who were already familiar with the use of the robotic system and had previously consented to participate in the study during the T2 observation were observed again during a follow-up.

4.3 Patients

The study included only adult patients aged eighteen years and above who were scheduled for an intensive care stay after surgery, as this was the most suitable time for planning and obtaining informed consent. A homogeneous composition with regard to the surgical intervention was considered, and further inclusion criteria included an expected duration of ventilation of at least 48 h, a height between 1.50 m and 1.95 m, and a weight between 45 and 135 kg.

5 Data Collection and Evaluation

Data collection was carried out using standardised, non-participant observations during different mobilisation methods by mobilising specialist staff in the intensive care setting. This enabled the observation of participants in their working environment (field observation) [19]. Observers were visible and present at all times for the mobilising specialist staff and explicitly acted as researchers during data collection [20] (see Fig. 3).

All observers were thoroughly trained. The training included detailed instructions and practice sessions to ensure that every observer understood the practical challenges and

study objectives. Only those who were either physiotherapists or nurses with professional experience in intensive care units were allowed to observe.

In the process of operationalising the phenomena “perception of psychological and physical stress”, the standardised observation sheet was initially created. Preparation was based on a previously conducted systematic literature research and evaluation of the preliminary studies performed within the framework of the MobiStaR project [9, 13, 15]. The relevant variables and their variations were identified before designing the observation sheet. This initial step involved determining which specific factors needed to be observed and measured during the mobilisation process. Variables were selected based on prior literature, expert consultations, and the study’s objectives.

Once the relevant variables were identified, the observation sheet was designed to include these variables along with explanatory illustrations for quick and uncomplicated use and uniform documentation [19]. The primary focus of the observation was always on the person who took the leading role in mobilisation. This role was determined before mobilisation was performed and documented in the observation sheet.

The observation sheet was designed directly by the researchers. It was then reviewed and adapted to the questions in collaboration with other researchers from the field of intensive care and physiotherapy. During the pretest phase, the observation sheet was subjected to practical testing to ensure the variables were effectively operationalised. Operationalising involved translating the identified variables into measurable indicators and ensuring they could be consistently and accurately recorded by different observers. Two researchers applied the survey instrument in parallel, using the same sample drawn from the population of interest. They then reflected on the perspective, selectivity, and constructiveness of the observation process. The same results were obtained, confirming the reliability of the procedure. Interrater reliability was checked and accepted without further testing.

Furthermore, the designed observation sheet was tested by five persons from the fields of nursing science and nursing practice as well as physiotherapy, within the scope of an expert validation and consent for the first form of content validity, or apparent validity [21]. In addition, the observations in the pretest could be practicably documented on the survey form, and the two initial researchers rated the contents of the observation sheet as comprehensible and appropriate. Due to the standardisation of the observation sheet, the quality criterion of objectivity of implementation was considered to be fulfilled, and further adaptation of the observation sheet was not necessary [21]. No further psychometric tests for validity and reliability were conducted within the scope of this study.

6 Description of the Observation Sheet

The standardised data collection form comprises basic data, anonymised data of the test persons, process-related data on mobilisation duration and work organisation as well as variables on body postures of the mobilising specialist staff, their subjective assessment of psychological stress and relief, and feasibility of robot-assisted mobilisation. Table 1 lists the constructs, the respective variables, and their characteristics.

The time of the survey defined the start of the observation and was assigned to the nursing shift (morning shift: 6:00 AM—2:00 PM and afternoon shift: 2:00 PM—10:00 PM).

The professional qualification of the mobilising specialist staff (users) was differentiated into “nursing service (PD) with and without specialist further training in anaesthesia and intensive care (FWB)” and “physiotherapy (PHYS)”.

Patient-related variables included height in centimetres and body weight in kilograms, from which the “Body Mass Index” variable was calculated. In a further step, a categorical variable was formed, based on the WHO classification [22]:

- Underweight (BMI < 18.5 kg/m.²)
- Normal weight (BMI 18.5–24.9 kg/m.²)
- Overweight (BMI 25.0–29.9 kg/m.²)
- Obesity (summarising classes 1–3) (BMI > 30 kg/m.²)

In addition to recording the type of ventilation and access as well as medication, drains and catheters were documented, completing the picture of the patient’s situation within the framework of the research question.

One focus of the study was to capture differences based on user- and process-related criteria. Process times for the duration of mobilisation (preparation, execution, and follow-up), the use of mobilisation aids, and the involvement of additional persons, as well as the body posture of the mobilising specialist staff during mobilisation, were documented for this.

The subjective assessment of psychological stress (PSaR) was recorded using a 10-point numerical scale with the variations of 0 = “no stress”, 10 = “very severe stress”.

Additionally, the subjective assessment of the mobilising specialist staff for the feasibility of the robot-assisted mobilisation was surveyed using a 7-point numerical scale (1 = “not feasible at all”, 7 = “highly feasible”).

Data analysis was performed with the IBM statistical software SPSS® version 29. Microsoft Excel® for MAC version 16.72 was used for the graphical preparation.

6.1 Statistical Methods

The information collected in writing from the observation sheet was transferred into an analysable, digital format, coded and converted for data analysis. For this purpose, a raw data

set was created in tabular form in Microsoft Excel for MAC®, the variables and their numerical coding were defined in a code plan. Missing or implausible values were cleaned up and then imported into the statistics programme SPSS® [23]. On enhance data quality, two independent researchers entered the data, verifying each other’s entries. The measurement level of the variables is predominantly nominal-scaled. Socio-demographic and process variables have a metric level of measurement, while numerical scale surveys have an ordinal level of measurement.

Subsequently, the data set was described based on absolute and relative frequencies, as well as position measures such as the arithmetic mean, median, minimum, and maximum, range, and standard deviation [24]. The data were checked for normal distribution as a prerequisite whether parametric or non-parametric procedures need to be applied. For this purpose, the data were graphically examined using a histogram and boxplots, and finally confirmed using the Kolmogorov Smirnov test [25]. Due to the absence of a normal distribution in the data, the Mann–Whitney *U* test, a non-parametric alternative to the T-test for two independent samples, was employed to analyse possible differences between conventional and robot-assisted mobilisation [26]. For correlations between conventional and robot-assisted mobilisation, the Kendall-Tau-b correlation coefficient was used. Ordinally scaled data, which may not necessarily have an equivalent distance between categories but can be arranged in a natural order, can be assessed for correlations using Kendall’s rank correlation coefficient [26]. A 95% confidence interval with a *p*-value < 0.05 was chosen for the data analysis [25].

7 Results

7.1 Basic Data

Table 2 displays the survey points’ duration and the corresponding mobilisation methods, along with the absolute and relative frequencies of the observations. It also highlights the cases excluded due to missing inclusion criteria. Five observations were excluded at each of the survey points T1 and T2 due to the inclusion criteria “specialist training in anaesthesia and intensive care” or “nurse with at least three years of experience in intensive care”, as the users did not meet these criteria. During the COVID-19 pandemic, anaesthetic technical assistants, who typically work only in the operating theatre, were deployed to intensive care units to assist due to staff shortages. As elective surgeries were cancelled, these professionals were reassigned to intensive care units and the ten observations were conducted with these individuals.

At the time of conducting the observations, it was unclear how to handle this unplanned professional group within the study. Therefore, these cases were included initially but were

Table 3 Age, gender, professional qualification, and intensive care experience of the users in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

			Age in years	ICU experience in years
T1	Female PD with FWB n = 9 PD without FWB n = 13	Mean value	31.23	7.09
		Median	31.50	6.00
		Std. deviation	4.73	4.13
		Minimum	24	3
		Maximum	45	20
	Male PD with FWB n = 7 PD without FWB n = 6	Mean value	33.00	7.38
		Median	31.00	6.00
		Std. deviation	9.47	2.87
		Minimum	20	3
		Maximum	58	12
T2	Female PD with FWB n = 28 PD without FWB n = 6	Mean value	33.21	7.24
		Median	31.50	6.00
		Std. deviation	7.00	5.38
		Minimum	24	3
		Maximum	54	25
	Male PD with FWB n = 9 PD without FWB n = 12	Mean value	35.19	11.14
		Median	33.00	8.00
		Std. deviation	7.94	8.94
		Minimum	25	3
		Maximum	55	33

Table 4 Type of ventilation and ventilation access of the patients in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

Date of survey	Form of ventilation	Ventilation access			Total
		Tube	Tracheostomy	NIV mask	
T1 n = 14	Invasive	n = 2/15.4%	n = 11/84.6%	n = 0/0.0%	13
	Non-invasive	n = 0/0.0%	n = 0/0.0%	n = 1/100%	1
T2 n = 33	Invasive	n = 24/75.0%	n = 8/25.0%	n = 0/0.0%	32
	Non-invasive	n = 0/0.0%	n = 0/0.0%	n = 21/100%	1

subsequently excluded based on our predefined inclusion and exclusion criteria once we had the opportunity to review and analyse the collected data in detail.

In total, the observed mobilisations were exclusively carried out by nurses (62.2% female, 37.8% male). Physiotherapists did not participate in the observed mobilisations.

The observations occurred more frequently during the afternoon shift (70.0%) than in the morning shift at both survey points regarding the time of mobilisation.

FWB) was 58.9%, and the average age was 33.1 years ($\pm 24.9/13.1$; SD = 6.89). The nurses without further training were younger on average (mean = $32.00 \pm 13.0/12.0$; SD = 5.50) and had a shorter intensive care experience (mean = $6.21 \pm 13.79/3.21$; SD = 3.56) than those with further training.

Table 3 reflects the socio-demographic data of the users, including specialist training, age, and intensive care experience, differentiated by the time of survey and gender.

7.2 Socio-Demographic Data of the Users

At both survey points, there were more female nursing professionals (T1: 22/62.9% vs. T2: 34/62.2%) than male, and more female nurses with specialist training (n = 37) than male nurses (n = 16) at both survey points. The relative proportion overall of nurses with specialist training (PD with

7.3 Socio-Demographic Data of the Patients

Patients were, on average, 56.3 years old ($\pm 11.7/20.3$) and 50.0% female (n = 45).

The mean BMI in survey T2 was with 23.0 kg/m² slightly higher than in survey T1 (22.7 kg/m²). Normal-weight patients represented the largest group overall (52.2%) and

were differentiated by observation time points T1 ($n = 20$: 57.1%) and T2 ($n = 27$: 49.1%). There were more underweight subjects during robot-assisted mobilisation at survey time T2 ($n = 13$: 23.6%) than during conventional mobilisation ($n = 4$: 11.4%). At the survey time point T2, ten (18.2%) overweight patients were mobilised with the assistance of the VEMOTION®, compared to eight (22.9%) patients with a BMI between 25.0–29.9 kg/m² during conventional mobilisation.

With regard to medication, only the documentation of medication for analgesia, catecholamines, and simultaneous administration of both groups of medication was observed. 33 patients (60.0%) were analgosedated at T2, while only four patients (11.4%) were analgosedated during conventional mobilisation. Half of the patients ($n = 28$: 50.9%) mobilised with the VEMOTION® received circulatory support with catecholamines. This was necessary for only thirteen patients at the survey point T1 (37.1%). During conventional mobilisation, however, more than half of the patients ($n = 18$: 51.4%) did not receive any analgosedation or catecholamine. At the time of robot-assisted mobilisations, only thirteen patients (23.6%) were neither analgosedated nor did they need any catecholamine.

Eleven (84.6%) of the thirteen invasively ventilated patients in T1 had a tracheostomy and only two (15.4%) had a tube. During robot-assisted mobilisation (T2), significantly more of the 32 invasively ventilated patients ($n = 24$: 75.0%) were fitted with a tube than with a tracheostomy.

Table 4 shows the absolute and relative distribution of the variables ventilation mode and ventilation access differentiated by T1 and T2.

There were a total of 28 mentions of ingoing and outgoing tubes in T1 and 71 in T2. Table 5 shows the absolute frequencies sorted by drains, ingoing catheters, and extracorporeal therapy devices.

7.4 Work Organisation

The process-related data on the organisation of work were documented based on the time required in the process steps of preparation, execution, follow-up and the calculated total duration of mobilisation, the number of specialist staff mobilising, and the aids used as well as the application of kinaesthesia.

Significant differences were evident in the time required between conventional and robot-assisted mobilisation in all sub-steps of mobilisation. Figure 4 shows the median time required in minutes, differentiated by preparation, execution, follow-up, and total duration of mobilisation.

The Mann–Whitney U test was used to demonstrate significant and high effect sizes (in accordance with Cohen [26]) between the times required for conventional and robot-assisted mobilisation. The greatest difference between T1 (n

Table 5 Inlet and outlet drains, catheters, and extracorporeal therapy devices in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

Inlet and outlet drains and catheters	Number/type	Survey point T1	Survey point T2
Chest drains	1	2	8
	2	2	8
	> 2	2	32
Pulmonary catheter	Yes	1	14
Extracorporeal devices	ECMO	1	0
	Haemodialysis	5	0
Other drains	1	3	13
	2	4	6
	> 2	8	0

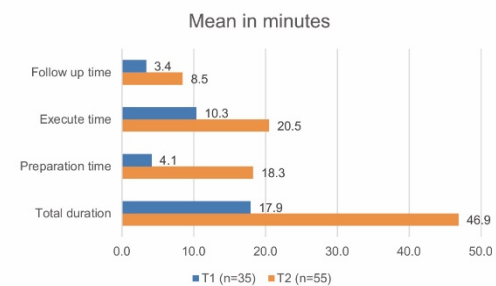


Fig. 4 Average time of preparation, execution, follow-up and total duration in minutes in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

= 35) and T2 ($n = 55$) was seen in the preparation time (see Table 6).

A bed sheet was used as a support during conventional mobilisation ($n = 7$) and a slide board was used in two cases while the users did not use any other aids besides the VEMOTION® during robot-assisted mobilisation. These aids were used to transfer patients in bed or to transfer them to another therapy device, such as a mobilisation or therapy chair. In three observations, patients were assisted in walking by a forearm walker.

In terms of staffing, two nurses were involved in most mobilisation cases at all survey points (T1 $n = 20$: 57.1%; T2 $n = 42$: 76.4%). In twelve cases (34.3%) a nurse mobilised the patients conventionally without the VEMOTION® (T1) without further staff support. By comparison, seven robot-assisted mobilisations (12.7%) were performed by a nurse without further staff support at survey point T2. Three or

Table 6 Results of the Mann–Whitney *U* test for process times (own presentation)

	Preparation time	Execution time	Follow-up time
Mann–Whitney <i>U</i> test	24.500	128.500	140.000
Z	− 7.778	− 7.002	− 6.841
Asymp. sig. (2-sided)	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Effect severity <i>r</i>	0.82	0.74	0.72

Table 7 Back flexion in the thoracic and lumbar spine, absolute and relative frequencies in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

Variable	Variation	Absolute/relative frequencies	
		Survey point T1 n = 35	Survey point T2 n = 55
Flexion	< 20 degrees	n = 12/34.3%	n = 21/38.2%
Thoracic spine area	20–60 degrees	n = 19/54.3%	n = 32/58.2%
	> 60 degrees	n = 4/11.4%	n = 2/3.6%
Flexion	Straight	n = 19/54.3%	n = 30/54.5%
Lumbar spine area	Bent	n = 14/40.0%	n = 25/45.5%
	Missing values	n = 2/5.7%	n = 0/0.0%

more persons were rather the exception during conventional ($n = 3$; 8.6%) and robot-assisted mobilisation alike ($n = 6$; 10.9%).

The use of kinaesthetic techniques during mobilisation was examined as well. There were no major differences between the mobilisation methods. Use of kinaesthesia was observed in six (17.6%) nurses during conventional mobilisation. Eight (15.4%) nurses used kinaesthetic techniques for mobilisation with the VEMOTION®.

7.5 Posture of the Mobilising Specialist Staff

The most frequent variation of each posture of the mobilising person was documented when observing the postures of the mobilising nurse.

Table 7 shows the flexion in the lumbar spine and thoracic spines of the users during survey points T1 and T2. Only a marginal difference in flexion in the lumbar spine was found between conventional ($n = 14$; 40.0%) and robot-assisted mobilisation ($n = 25$; 45.5%). Upper body inclination in the thoracic spine to 20–60 degrees was also nearly unchanged in T1 ($n = 19$) with 54.3% and in T2 ($n = 32$) with 58.2%. The lowest tilt of the upper body of < 20 degrees was observed in 38.2% of robot-assisted mobilisations ($n = 21$) which was

similarly frequent to that during conventional mobilisation ($n = 12$; 34.3%).

In the observation sheet, evasive movements of the upper body were defined as lateral flexion of the upper body, rotation at the waist, their combined movement, or no evasive movement. During fourteen conventional mobilisations (40.0%) and eighteen mobilisations with the VEMOTION® (33.3%), a combined evasive movement to the side and rotating at the waist was observed. Whereas in ten of the robot-assisted mobilisations (18.5%) an evasive movement was observed rotating exclusively at the waist, this movement was evident in six of the conventionally performed mobilisations (17.1%). No evasive movements were performed in twenty robot-assisted mobilisations (37.0%) and in nine conventional mobilisations (25.7%).

The observation of the leg posture was recorded based on the flexion or extension of the knees, the position of the feet in relation to each other, and the angle at which the mobilising specialist was standing in relation to the bed. The nurses stood at an angle of more than 90 degrees to the bed only once during both conventional and robot-assisted mobilisation (T1: 2.9%; T2: 1.9%). A position parallel to the bed was documented most frequently in 45 robot-assisted mobilisations (83.3%). This parallel position to the bed was also chosen most frequently by the nurses during conventional mobilisation ($n = 26$) with 74.3%.

In both forms of mobilisation, the knees of the mobilising persons were rather extended than bent, but in T1 ($n = 26$) to a higher proportion (78.8%) than during mobilisation with the VEMOTION® ($n = 36$; 65.5%). The fencer stance was recorded only once at T1 (2.9%), and during six robot-assisted mobilisations in T2 (11.1%). Most frequently, a parallel stance could be observed among the nurses during mobilisations (T1 $n = 26$; 74.3%; T2 $n = 41$; 75.9%).

The most noticeable difference in the observation of the postures was recorded in the position of the shoulders. Shoulder elevation was observed significantly less frequently in the users during robot-assisted mobilisation (T2). Figure 5 below shows that users pulled their shoulders upwards in two-third of cases during conventional mobilisation ($n = 24$), while users' shoulders remained in a neutral position in nearly 70% of robot-assisted mobilisations ($n = 37$).

7.6 Users' Subjective Assessments of Psychological Stress

The subjective assessment of psychological stress (PSaR) by the mobilising specialist staff during mobilisation was conducted using a 10-point numerical scale (0 = no stress, 10 = very severe stress). On average, the users reported psychological stress of 3.24 ($\pm 5.76/3.24$; SD = 2.27) at both survey points. At survey point T1, the mean was slightly lower ($n = 35$; 3.09 $\pm 3.91/3.09$, SD = 1.884) than at survey point T2 (n

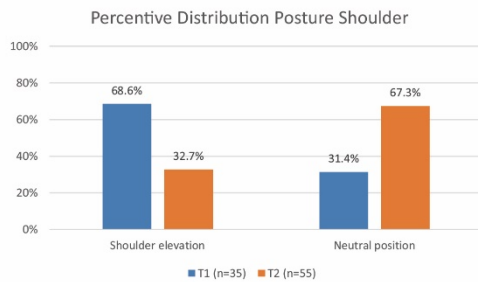


Fig. 5 Percentage distribution of the variable “shoulder elevation/neutral position” in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

Table 8 Results of the Mann–Whitney *U* test for subjective assessment of psychological stress and relief in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

	T1 PD with FWB (n = 16) PD without FWB (n = 19)	T2 PD with FWB (n = 37) PD without FWB (n = 18)
Mann–Whitney <i>U</i> test	143.000	291.000
Z	− 0.303	− 0.760
Asymp. Sig. (2-sided)	0.762	0.502

= 55: $3.35 \pm 5.65/3.35$; $SD = 2.503$). Using the Mann–Whitney *U* test, no significant differences at the 0.05 significance level were found between the two survey points T1 and T2 ($U = 948.000$; $z = -0.121$, $p = 0.904$).

Figure 6 displays the distribution of the subjectively assessed psychological stress (0 = no stress, 10 = very strong stress) differentiated based on the professional qualification of the nurses with and without additional training at survey points T1 and T2.

When differentiating based on the professional qualification of the nurses, the position measures in T2 showed marginal differences in robot-assisted mobilisation between the groups of nurses with and without specialist training. The Mann–Whitney *U* test shows no statistical significance here (see Table 8).

The correlation between years of intensive care experience and the age of the nurses and their subjective assessment of psychological stress and relief (PSaR) was tested using the Kendall–Tau-b correlation coefficient. There were no significant results in T1 during conventional mobilisation. However, at the point of the survey T2, a weak negative correlation was found between the nurses’ time of experience in an intensive care unit and their perception of psychological stress. The observed nurses with a longer period of

Table 9 Correlation coefficient Kendall Tau b of PSaR with age and ICU-experience of users in years in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)

Survey point	Age in years of user	ICU experience of user
T1	− 0.141	− 0.204
T2	− 0.040	− 0.270**

**The correlation is significant at the 0.01 level (two-sided)

experience in intensive care showed subjectively lower psychological stress during robot-assisted mobilisation. Table 9 displays the results of the correlation coefficient Kendall Tau b of the variable “Subjective assessment of psychological distress and relief” (PSaR) with age and years of intensive care experience for the mobilising nursing staff (users) at both survey points.

Furthermore, the subjective assessment of the feasibility of the mobilisation was additionally requested using a 7-point numerical scale (0 = not feasible at all, 7 = very feasible) at the point of the survey T2 to detect any changes in the psychological stress during robot-assisted mobilisation with the VEMOTION®.

When considering all users without differentiation in professional qualification, it was found that individuals who predominantly rated the feasibility of mobilisation with the VEMOTION® as high assessed themselves as less psychologically stressed than individuals who felt less able to perform mobilisation with the VEMOTION® (PSaR/feasibility: Kendall Tau b = −0.435, $p < 0.01$, $n = 54$).

Regarding assessment of the feasibility of robotic mobilisation with the VEMOTION® in survey T2 between the groups of nurses with and without specialist training (PD with FWB: $n = 36$; PD without FWB: $n = 18$), however, the Mann–Whitney *U* test showed no significant differences ($U = 313.500$, $z = -0.197$, $p = 0.844$).

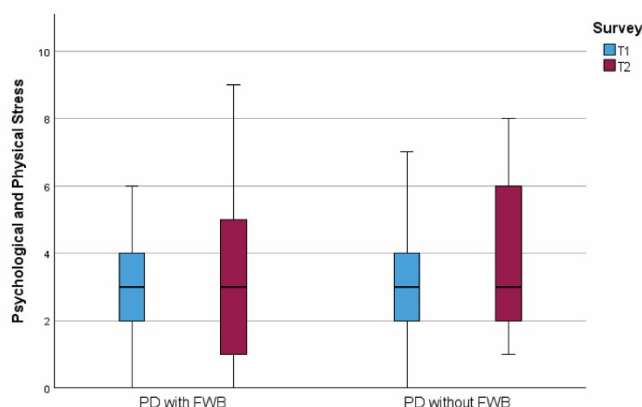
8 Results of the Follow-Up

The opportunity was taken to conduct nine observations of routine users of the robotic system as part of a follow-up. A total of nine robot-assisted mobilisations of routine users could be observed. Despite the small number of cases, the results will nevertheless be reported for selected variables in the following descriptive and in comparison with the observations of survey point T2.

Patients in the follow-up group had an average age of 56.2 years ($\pm 11.8/6.2$; $SD = 5.45$), predominantly female ($n = 77.8\%$), and an average BMI of 22.9 ($\pm 3.1/1.9$; $SD = 1.45$).

Three out of nine (33.3%) nurses had specialist training (PD with FWB), with an overall average age was 32.6 years

Fig. 6 Distribution of subjective psychological stress and relief sorted by occupational qualification in T1 (conventional mobilisation) and T2 (robot-assisted mobilisation) (own presentation)



($\pm 3.4/5.6$; $SD = 2.60$). Notably, nurses with further training were slightly younger on average ($n = 6$: $32.3 \pm 3.7/5.3$; $SD = 4.73$) than nurses without further training in ICU ($n = 3$: mean = $32.7 \pm 1.3/1.7$; $SD = 1.37$) but had longer intensive care experience (mean = $10.0 \pm 2.0/4.0$; $SD = 3.46$) compared to those without further training (mean = $4.3 \pm 1.7/1.3$; $SD = 1.37$).

Regarding medication, seven patients were analgosedated (77.7%), two of whom required catecholamines and two patients (22.2%) required no medication. All four invasively ventilated patients were on a tube. Four patients received no ventilatory therapy and one patient was ventilated non-invasively with an NIV mask.

There were a total of 22 mentions of inflow and outflow drains or catheters. In all cases of the follow-up, hemodialysis and two or more chest drains were documented.

There were nearly no differences between the follow-up group and the observations in the T2 group regarding the average time for preparation, implementation, follow-up and total duration (total duration: T2: 46.9 min vs. follow-up group: 46.3 min).

Regarding the number of mobilising specialists, in 77.8% ($n = 7$) only one person without further support performed the mobilisation with the VEMOTION®. This was the case for non-routine users in only seven mobilisations (12.7%) at the time of the survey T2. Kinaesthetic techniques were also not used in the follow-up group ($n = 6$, 75.0%).

An upright back position was observed more frequently in the postures during the follow-up compared to the survey time point T2. Table 10 shows the flexion in the lumbar and thoracic spine of the users during the survey times T2 and follow-up.

Regarding the position of the shoulders, a neutral shoulder position was observed most frequently among the experienced users in the follow-up, as at the time of the T2 survey.

Table 10 Back flexion in the thoracic and lumbar spine, absolute and relative frequencies in T2 (robot-assisted mobilisation) and follow-up (own presentation)

Variable	Variation	Absolute/relative frequencies	
		Survey point T2 $n = 55$	Follow-up $n = 9$
Flexion Thoracic spine area	< 20 degrees	$n = 21/38.2\%$	$n = 5/55.6\%$
	20–60 degrees	$n = 32/58.2\%$	$n = 3/33.3\%$
	> 60 degrees	$n = 2/3.6\%$	$n = 1/11.1\%$
Flexion Lumbar spine area	Straight	$n = 30/54.5\%$	$n = 7/77.8\%$
	Bent	$n = 25/45.5\%$	$n = 2/22.2\%$

This was even the case for eight out of nine experienced users in the follow-up (88.9%).

In the subjective assessment of the routine and nurses on their psychological stress during mobilisation with the VEMOTION®, only marginal deviations in the scatter measures were noticeable compared to group T2 (T2 $n = 55$: mean = $3.35 \pm 5.65/3.35$; $SD = 2.50$; follow-up group $n = 9$: mean = $3.22 \pm 0.678/3.22$; $SD = 3.07$). Regarding the subjective assessment of feasibility in connection with psychological stress, there was a higher correlation measure among the routine users in the follow-up (Kendall Tau $b = -0.743$, $p = < 0.01$) than among the non-routine users in group T2 (Kendall Tau $b = -0.435$, $p = < 0.01$).

9 Discussion

This article provides an overview of the possible physical and psychological burdens and reliefs for the mobilising specialist staff in conventional and robot-assisted early mobilisation.

There was a significant correlation between the psychological stress perceived by the mobilising personnel and the

feasibility of robot-assisted early mobilisation. Psychological stress perception was lower when early mobilisation was assessed as feasible (PSaR/feasibility: Kendall Tau $b = -0.435$, $p = < 0.01$, $n = 54$). This seems to remain unchanged even when routine use of the robotic system has already begun (Follow-up group: Kendall Tau $b = -0.743$, $p = < 0.01$). This can be explained based on the secondary evaluation of a stress stimulus in the sense of the transactional stress model in accordance to Lazarus [27]. The model describes that whether a specific stimulus leads to a stress response or not depends on the individual's evaluation using three processes (primary, secondary, and tertiary evaluation). Secondary assessment involves evaluating one's own coping skills and opportunities, where self-efficacy, i.e., confidence in one's abilities, plays a relevant role [28]. Applied to the use of robot-assisted early mobilisation, this means that individuals who feel confident in using the robotic system or perceive its application as feasible rate themselves as less psychologically stressed.

The implementation of conventional early mobilisation seems to be hindered by factors such as tube or ventilator access or excessive analgesia, among other things [29]. These barriers did not apply to robot-assisted early mobilisation investigated in this study. Significantly more patients in the robot-assisted early mobilisation group were ventilated invasively with a tube (75.0%) in this study than in conventional early mobilisation (15.4%). In addition, significantly more robot-mobilised patients were analgesedated (T2: 60.0%; T1: 11.4%). Furthermore, significantly more patients with drains and special accesses, such as a pulmonary catheter, chest drains, or extracorporeal therapy devices (ECMO, hemofiltration) were mobilised with the robotic system than with the conventional method (T1: $n = 28$; T2: $n = 71$). In the follow-up group, all patients had at least one drainage and one haemodialysis. This shows that the robotic system can also be used for seriously ill patients without posing additional challenges for the nursing staff.

We included data on nursing shifts based on findings from a preliminary study, which indicated that mobilisations were conducted during both early and late shifts. The morning hours were often described as particularly stressful [15], leading us to include this variable in our dataset to analyse if this stress impacted early mobilisation concerning shifts. Our results show that most mobilisations, both conventional and robot-assisted, took place during the afternoon shift, suggesting that in our study, the preference was for the late shift where users had more time for mobilisations.

An average of two specialists were involved in each mobilisation in both conventional and robot-assisted early mobilisation. This need for personnel, which, in the context of a possibly existing personnel shortage, has already been examined as a barrier to the implementation of conventional early mobilisation, should also be critically assessed for

robot-assisted early mobilisation [29]. However, the results in the follow-up group show that in 77.8% of cases only one nurse was involved in robot-assisted mobilisation. In comparison, only 12.7% of mobilisations in T2 were performed by only one nurse. This suggests that routine users can utilise the system more efficiently, which could lead to a reduction in staff workload in the long term.

The study situation, with only nurses performing the mobilisations, does not correspond to the results of studies that have investigated responsibilities in the performance of early mobilisation. Nydahl et al. [14] and Mehler-Klamm et al. [15] show that both nurses and physiotherapists share equally responsibility for the mobilisation of critically ill intensive-care patients. Despite the recognised value of inter-professional collaboration in intensive patient mobilisation, the involvement of physiotherapists in this study was not possible. This was not due to a lack of interest or recognition of the system's potential benefits, but rather a direct result of strategic decisions at the departmental level, prompted by acute staff shortages and an already heavy workload.

Compared with robot-assisted early mobilisation, the times for preparation, performance, and follow-up, as well as the total duration of conventional early mobilisation, were each significantly shorter than robot-assisted early mobilisation (total duration: T1: mean = 17.9 min; T2: mean = 46.9 min). The large amount of time required, in particular in relation to the preparation of robot-assisted early mobilisation (T1: mean = 4.1 min; T2: mean = 18.3 min), is attributed to securing the safety belts and docking the robot to the hospital bed. However, the fact that robot-assisted mobilisation took an average of twenty minutes can be considered positive for the patients since it adhered to the time specified by the S3 guideline [2].

The lack of statistical effects of qualifications or competence levels on the perception of stress by care staff is consistent with other research studies [30]. However, the professional experience of specialist staff appears to influence their psychological stress perception. For instance, this study revealed that nurses with more extensive intensive care experience rated themselves as less psychologically stressed when using robot-assisted mobilisation than nurses with less intensive care experience (intensive care experience/PSaR: Kendall Tau $b = -0.270$, $p = < 0.01$). This indicates that less experienced nurses might require more support and training to adapt to the new system effectively. Providing additional training sessions, mentorship programmes, and stress management resources could help mitigate the psychological stress experienced by less experienced nurses. Ensuring that all staff members, regardless of their experience level, are adequately supported during the transition to using robotic systems is crucial for the successful implementation of such technologies and for maintaining a healthy and productive working environment. In the follow-up group, only three out

of nine nurses had specialised training (33.3%). On average, these nurses were slightly younger but more experienced in intensive care than their colleagues without further training. This indicates that experience in intensive care plays an important role in the successful use of the robotic system.

The literature often reports a lack of aids for patient mobilisation, which is perceived as a major obstacle by mobilising specialist staff [15, 31]. This study demonstrated that mobilisation with the VEMOTION® did not require the use of any additional aids. In contrast, different devices were used to transfer patients to mobilisation chairs in conventional mobilisation. This can be challenging not only due to a potential lack of available aids but also because transferring to a therapy device can pose a safety risk to all involved parties (specialist staff and patients) [32, 33]. The postures adopted during the transferring to the therapy device are often performed incorrectly, which can lead to back pain and, subsequently, to musculoskeletal disorders [32, 33].

There were few relevant differences between robot-assisted and conventional mobilisations in terms of posture of the mobilising specialist staff. During robot-assisted mobilisation, the upper body was bent less than 20 degrees in the thoracic spine region with similar frequency compared to conventional mobilisation (T1: 34.3%; T2: 38.2%). An upper body tilt can increase strain on the back muscles and is, therefore, a potential risk factor for back pain [34]. Rotation from the waist was also observed with a similar frequency in robot-assisted and conventional mobilisation (T1: 17.1%; T2: 18.5%). Notably, robot-assisted mobilisation exhibited fewer evasive movements overall compared to conventional mobilisation (T1: 25.7% vs. T2: 37.0%). This is remarkable because the robotic system is controlled, especially during preparation and follow-up, via a monitor that requires repeated turning for the next step of execution. Evasive movements such as rotation can exert additional strain on the lumbar region. This strain can lead to lower back pain and lumbar conditions such as herniated discs and other musculoskeletal disorders [35–37]. Therefore, it is positive that robot-assisted mobilisation is often performed without evasive movements.

In general, care staff are at an increased risk of work-related musculoskeletal disorders (WMSD), which can be caused by incorrect movement patterns, among other factors. In addition, mental pressure, such as stress, appears to have a positive effect on the development of musculoskeletal disorders (MSD) [38]. The shoulder area, neck, and lower back are particularly susceptible [38]. A risk for manifestation in the shoulder area, aside from the basic physical strain, is particularly associated with mobilisation methods involving patient transfers [32]. Therefore, incorrect movements, such as rotation or shoulder elevation, should be avoided at all costs in work processes. Shoulder elevation occurred less frequently

during robotic mobilisation in this study than during conventional mobilisation (Shoulder protrusion in T1: 68.6% vs. shoulder protrusion in T2: 32.7%), which can be viewed positively in relation to the development of WMSD. In general, kinaesthesia can support the avoidance of incorrect movements and thus reduce the risk of MSDs [39]. Kinaesthesia was rarely used within this study, both in robotic and conventional mobilisation (T1: 17.6%; T2: 15.4%).

More ergonomic patient handling can be achieved in the step or fencer stance by shifting one's weight, thereby reducing back strain [33]. The fencer stance was more frequently observed at observation points T2 than at T1 (fencer stance T1: 2.9%; T2: 1%). However, it cannot be definitively concluded from the results of this study whether this is directly related to the robotic system. The foot position should generally be chosen to prevent rotation in the lumbar region, as mentioned above. Additionally, bending the knees during mobilisation helps alleviate strain on the back [33]. This was observed less frequently than knee extension in both conventional and robot-assisted mobilisation. The follow-up results show that experienced users of the robotic system adopted an upright posture more frequently and raised their shoulders less often. This could indicate better ergonomics and less physical strain. The subjective strain of the carers remained largely unchanged, but the correlation between perceived feasibility and mental strain was higher for routine users (T2: Kendall Tau $b = -0.435$, $p = < 0.01$ vs. follow-up: Kendall Tau $b = -0.743$, $p = < 0.01$). This supports the assumption that familiarisation with the system reduces subjective strain.

Overall, robot-assisted mobilisation was more ergonomic and less stressful for the musculoskeletal system.

10 Limitations

The original goal of exclusively observing early mobilisations starting within the first 72 h after admission to the intensive care unit [2] could not be consistently achieved due to the restrictions caused by the Covid-19 pandemic. Teams experienced increased turnover as nurses from other areas, who were working on a limited basis due to the pandemic, were deployed to the project ICUs in a supportive capacity. This resulted in a lack of consistency in the introduction to the VEMOTION® robotic system and within the nursing team.

Furthermore, it was not possible to instruct physiotherapists in the robotic system and thus include them in the observations for staffing reasons. Thus, only nurses could be instructed and observed, which contradicts the fact that both nurses and physiotherapists are considered mobilising specialist staff [14, 15]. This limitation is particularly noteworthy as it contrasts with the interprofessional approach typically advocated in mobilisation of intensive-care patients, where

both nursing and physiotherapy professionals are deemed essential [14, 15].

Additionally, this is a monocentric study conducted in a university hospital. The perspective of several university hospitals as well as hospitals with different levels of care could not be considered.

Due to use of non-participant observation, it cannot be ruled out that the study participants adapted their behaviour to the research situation, potentially affecting the results. However, obtaining informed consent within the ethical framework necessitated this approach.

The observation sheet underwent checks for initial content validity and intercoder reliability based on a systematic literature search, pretest, and consensus by a panel of experts. Therefore, further research is required to conduct psychometric tests on the quality and reliability of the data collection instrument.

Comparability between conventional and robot-assisted mobilisation also cannot be fully illustrated, as the movements generated by the robotic system cannot comprehensively replicate conventional mobilisation. Therefore, mobilisation to sitting, walking, or standing were chosen because the robotic system can perform verticalisation with leg movement and these conventional mobilisations are closest to the movement of the robot.

In comparison to survey point T1, feasibility was only additionally queried for point T2 in the form of a 7-level scale in order to evaluate testing of the new device in terms of feasibility from the users' perspective.

11 Recommendations for Further Research and Practice

Based on the results regarding physical stress, it is recommended to continuous training in kinaesthesia for mobilising specialist staff. This training helps to manage muscle work, which is a relevant concern both in conventional and robot-assisted mobilisation. Furthermore, when introducing a robotic system, attention should be given to regular use to establish a routine in handling the system. Routine seems to reduce psychological stress and increase user acceptance of robotic systems. Apart from this, all mobilising occupational groups, including physiotherapists, should be familiar with the use of the robotic system for early mobilisation to promote multi-professional cooperation. This is because mobilising intensive-care patients can be viewed as a multi-professional task and thus requires the perspective of physiotherapy, which can assess movement patterns much better than the nursing staff.

In this study, a follow-up with nine observations of routine users of the robotic system was conducted. The follow-up results are promising and indicate that the robotic system can

be a useful addition to conventional mobilisation in the long term. The increase in efficiency and the potential reduction in physical strain for users are important advantages that should be investigated further. For future studies, it would be useful to observe a larger sample of routine users.

A multicentric study would also provide a broader perspective on the burden and relief experienced. Furthermore, examining the experiences in a qualitative design should be reconsidered to make the experiences of VEMOTION® users more transparent and to better understand the reasons for non-acceptance or acceptance.

12 Conclusion

The fact that the VEMOTION® robotic system serves as both a hospital bed and a therapy device offers numerous advantages that positively impact the workload of the care staff. There is no need for patient transfer to a therapy device, which is associated with high safety risks, and eliminates the related movement sequences, often performed incorrectly and linked to back pain. Moreover, neither a ventilator tube nor patient analgesia appears to pose obstacles to robot-assisted mobilisation. Additionally, mobilisation with the VEMOTION® requires no use of additional aids, which are typically in short supply on the wards.

Robotic early mobilisation with the VEMOTION® seems to reduce physical strain since many physically demanding movements are eliminated, and the mobilising specialist staff only need to assist with mobilisation before and after. However, the lengthy preparation and follow-up times for robotic mobilisation can be seen as an additional effort that complicates integration into the daily routine. This may lead to reduced usage of the system and can impact user acceptance.

Acknowledgements We would like to thank the Federal Ministry of Education and Research, Germany for funding the MobiStaR project, within which this study was produced (Funding Number: 16SV842).

Authors' Contributions Contributions to the conception: AMK, NK, JH, IE. Contributions design of the work: AMK, NK. Acquisition (Mobilising specialist staff): AMK, NK, JH, AW, IR. Acquisition (Patients): LH, CS, IS, MZ. Analysis: NK. Interpretation of data: AMK, NK, JH. Drafted the work: AMK, NK, JH, CO, IE. Substantively revised the work: JH, AW, MG, JTB, LH, IS, CS, CO, EK, MZ, UF, IE. All authors read and approved the final manuscript and agreed both to be personally accountable for the author's own contributions and to ensure that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work, even ones in which the author was not personally involved, are appropriately investigated, resolved, and the resolution documented in the literature.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. The study is part of the MobiStaR project, subsidised by the Federal Ministry of Education and Research in the "Robotic Systems for Care" funding line (funding number: 16SV842). The project was running from January 2020 to July 2023.

Data Availability The datasets utilized for this study are not publicly available due to IRB agreements; however, they are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Conflict of interests The authors declare that they have no competing interests.

Ethical Approval and Consent to Participate Before the study was performed, the responsible ethics committee of the LMU university hospital (21–0355), the data protection officer of the LMU university hospital, and the hospital's staff council approved the study. Patients and mobilising specialist staff consented to participate in written form in the sense of informed consent. Patients consented to participate before a planned intensive care stay after surgery. We confirm that all methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations as set out in the Declaration of Helsinki.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS et al (2009) Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *The Lancet* 373(9678):1874–1882. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60658-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60658-9)
- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGA). S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen: Version 3.0., 25.07.2023. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-015>. Zugriff am: 27.07.2023 2023.
- Ding N, Zhang Z, Zhang C et al (2019) What is the optimum time for initiation of early mobilization in mechanically ventilated patients? A network meta-analysis. *PLoS ONE* 14(10):e0223151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223151>
- Engel HJ, Needham DM, Morris PE, Gropper MA (2013) ICU early mobilization: from recommendation to implementation at three medical centers. *CRIT CARE MED* 41(9):69–80. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182a240d5>
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (Hrsg.). Beschäftigte in der Pflege: Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/pflegekraefte/beschaeftigte.html#:~:text=Besch%C3%A4ftigte%20in%20der%20Pflege%201%20Statistische%20Daten.%20...der%20Kranken-%20und%20Altenpflege.%20...%20Weitere%20Artikel...%20>. Zugriff am: 14.02.2024; 2018 [cited 2021 December 13]
- Mudge AM, Bew P, Smith S, McRae P (2020) Staff knowledge, attitudes and behaviours related to mobilisation in a rehabilitation setting: short report of a multidisciplinary survey. *Aust J Ageing* 39(3):225–229. <https://doi.org/10.1111/ajag.12793>
- Letvak SA, Ruhm CJ, Gupta SN (2012) Nurses' presenteeism and its effects on self-reported quality of care and costs. *Am J Nurs* 112(2):30–38. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000411176.15696.f9>
- Li X, Zhu W, Sui X, Zhang A, Chi L, Lv L (2022) Assessing workplace stress among nurses using heart rate variability analysis with wearable ECG device—a pilot study. *Front Public Health*. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.810577>
- Warmbein A, Rathgeber I, Seif J et al (2023) Barriers and facilitators in the implementation of mobilization robots in hospitals from the perspective of clinical experts and developers. *BMC Nurs* 22(1):45. <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01202-2>
- ReActive Robotics (2022) VEMOTION—Robotics and AI for the ICU [Youtube]
- Hülksen-Giesler M, Daxberger S (2018) Robotik in der Pflege aus pflegewissenschaftlicher Perspektive. In: Bendel O (ed) *Pflege-roboter*. Springer Gabler, Wiesbaden, pp 125–139
- Ohneberg C, Stöbich N, Warmbein A et al (2023) Assistive robotic systems in nursing care: a scoping review. *BMC Nurs* 22(1):72. <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01230-y>
- Mehler-Klamt AC, Huber J, Schmidbauer L et al (2023) Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. *Pflege* 36(3):156–167. <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000891>
- Nydahl P, Dewes M, Dubb R et al (2016) Frühmobilisierung. Zuständigkeiten, Verantwortungen, Meilensteine. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 111(2):153–159. <https://doi.org/10.1007/s00063-015-0073-4>
- Mehler-Klamt A, Huber J, Warmbein A et al (2022) Frühmobilisation von Intensivpatient*innen: Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation. *QuPuG* 9(2):94–103
- von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Götzsche PC, Vandenbroucke JP (2008) Das strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE-) statement. *Notfall Rettungsmed* 11(4):260–265. <https://doi.org/10.1007/s10049-008-1057-1>
- LMU Klinikum München (2023) Das LMU Klinikum; 2023 [cited 2023 May 30] Available from: <https://www.lmu-klinikum.de/>
- Häder M (2010) Empirische Sozialforschung: eine Einführung. 2., überarb. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss
- Bortz J, Döring N (eds) (2006) *Forschungsmethoden und Evaluation*. Springer, Berlin
- Lamnek S, Krell C (2016) *Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Materialien*. 6., überarbeitete. Beltz, Weinheim, Basel
- Moosbrugger H, Kelava A (2020) Qualitätsanforderungen an Tests und Fragebogen („Gütekriterien“). In: Moosbrugger H, Kelava A (eds) *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Springer, Berlin, pp 13–38
- WHO Consultation on Obesity (2000) *World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation*. Geneva: World Health Organization. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>
- Döring N, Bortz J (2016) *Forschungsmethoden und evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer, Berlin
- Fahrmeir L, Heumann C, Künstler R, Pigeot I, Tutz G (2016) *Univariate Deskription und exploration von Daten*. In: Fahrmeir L, Heumann C, Künstler R, Pigeot I, Tutz G (eds) *Statistik*. Springer, Berlin, pp 29–103
- Bortz J, Schuster C (2010) *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler: Limitierte Sonderausgabe : mit 70 Abbildungen und 163 Tabellen*. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer, Berlin
- Weiß C (2019) *Basiswissen medizinische Statistik*. 7. Vollständige und überarbeitete. Springer, Berlin

27. Lazarus RS, Folkman S (1984) Stress, appraisal, and coping. 11 [print]. Springer, New York
28. Rusch S (ed) (2019) Stressmanagement. Springer, Berlin
29. Babazadeh M, Jahani S, Poursangbor T, Cheraghian B (2021) Perceived barriers to early mobilization of intensive care unit patients by nurses in hospitals affiliated to Jundishapur University of Medical Sciences of Ahvaz in 2019. *J Med Life* 14(1):100–104. <https://doi.org/10.25122/jml-2019-0135>
30. Jenkins R, Elliott P (2004) Stressors, burnout and social support: nurses in acute mental health settings. *J Adv Nurs* 48(6):622–631. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2004.03240.x>
31. Dubb R, Nydahl P, Hermes C et al (2016) Barriers and strategies for early mobilization of patients in intensive care units. *Ann Am Thorac Soc* 13(5):724–730. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201509-586CME>
32. Passali C, Maniopolou D, Apostolakis I, Varlamis I (2018) Work-related musculoskeletal disorders among Greek hospital nursing professionals: a cross-sectional observational study. *Work* 61(3):489–498. <https://doi.org/10.3233/WOR-182812>
33. Soyka M (2000) Rückengerechter Patiententransfer in der Kranken- und Altenpflege: ein ergonomisches Training. 1. Aufl. Bern [u.a.]: Huber 2000
34. Freitag S, Fincke-Junod I, Seddouki R et al (2012) Frequent bending—an underestimated burden in nursing professions. *Ann Occup Hyg* 56(6):697–707. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mes002>
35. Jäger M, Jordan C, Theilmeier A et al (2014) Analyse der Lumbalbelastung beim manuellen Bewegen von Patienten zur Prävention biomechanischer Überlastungen von Beschäftigten im Gesundheitswesen. *Zbl Arbeitsmed* 64(2):98–112. <https://doi.org/10.1007/s40664-013-0010-4>
36. Seidler A, Bergmann A, Jäger M, et al. Cumulative occupational lumbar load and lumbar disc disease—results of a German multi-center case-control study (EPILIFT). *BMC Musculoskeletal Disorders* 2009; 10: 48 <https://doi.org/10.1186/1471-2474-10-48>
37. Da Costa BR, Vieira ER (2010) Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *Am J Ind Med* 53(3):285–323. <https://doi.org/10.1002/ajim.20750>
38. Smith DR, Mihashi M, Adachi Y, Koga H, Ishitake T (2006) A detailed analysis of musculoskeletal disorder risk factors among Japanese nurses. *J Safety Res* 37(2):195–200. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2006.01.004>
39. Roier M (2013) Kinästhetik-Konzept und Einsatzmöglichkeiten in Gesundheitsberufen. In: Burger R, Wieland M (eds) *Handbuch für Gesundheitsberufe III. Ergonomie*. Wien, pp 147–158

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Amrei Mehler-Klamt holds a Master's degree in Education (M. Ed.) with a specialisation in nursing from the University of Munich and is a qualified nurse. She is currently a PhD student at Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt, where she researches the introduction of care robotics, particularly the VEMOTION® system, and its social and organisational dynamics. Alongside her research work, she serves as a lecturer in nursing practice at the Munich University of Applied Sciences. Her primary research interests lie in the ethical and practical integration of technological innovations into care environments, with a focus on enhancing care quality and workforce sustainability.

Natascha Köstler is a research associate and programme coordinator at the Chair of Nursing Science at the Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt. She holds an M.A. in Health and Nursing Management and is currently enrolled in a Master's degree programme in Advanced Nursing Practice with a specialisation in Community Health Nursing. Her current research focuses on technological systems in home care arrangements.

Jana Huber is a research associate at the Center for Prevention and Digital Health (CPD) at the Medical Faculty Mannheim, Heidelberg University. Since July 2023, she has been coordinating the Pediatric Shared Decision Making (PedSDM) project funded by the Innovation Fund (G-BA). For the first time in Germany, the project is Investigation which factors are relevant for the successful participation of chronically ill children, adolescents and parents in routine paediatric care. Previously, Jana Huber worked as a research assistant (2021 - 2023) at the Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt in the BMBF-funded project MobiStar and contributed to the integration of a robotic system for the early mobilisation of patients in intensive care units.

Angelika Warmbein is a PhD student in clinical nursing research from the Ludwig-Maximilians-University in Munich. She has conducted research in the field of implementation science for robotics in nursing. She holds a Master's degree in Health Services Research and Implementation Science in Health Care from the University of Heidelberg and a Bachelor's degree in Health Economics from the University of Cologne. Her main interest lies in the feasibility of interventions in practice.

Ivanka Rathgeber, M.A., has many years of experience in intensive care nursing and has been working at Ludwig-Maximilians-University Hospital Munich since 2000. Since 2015, she has been employed in the Department of Clinical Nursing Research and Quality Management as a Quality Management Officer. She earned her Master of Arts in Management of Organisations and Personnel in Healthcare from the Hamburg Distance University of Applied Sciences. In her role as a research associate at Ludwig-Maximilians-University Hospital, she focused on the research projects MobiStar and ResPonSe.

Marcus Gutmann is a Physiotherapist working at the Musculoskeletal University Center Munich at Ludwig-Maximilians-University located in Munich. He obtained his BSc and MSc of Physiotherapy at the University of Applied Science Osnabrück. His main interests include applications in early mobilisations in intensive care units and behavioural change interventions of musculoskeletal disorders.

Dr. Johanna Theresia Biehl earned her medical degree in 2018 after studying at Ludwig-Maximilians-University Munich. She is a resident at the Musculoskeletal University Center Munich at Ludwig-Maximilians-University and specialises in pain medicine. Her main research interests are innovative technologies in the rehabilitation of chronic musculoskeletal diseases and the improvement of patient education.

Dr. Lucas Hübner works as an anaesthetist in perioperative and intensive care at the Ludwig-Maximilians-University Hospital in Munich.

PD Dr. Ines Schroeder is a Senior Physician in Intensive Care Medicine working at the Ludwig-Maximilians-University Hospital, Munich. Her medical interests lie in clinical intensive care research with a focus on transplantation medicine, ARDS and ECMO.

PD Dr. Christina Scharf-Janßen is a Senior Physician in Anaesthesia and Intensive Care. The primary focus of her research group is the personalised use of extracorporeal devices in critically ill patients.

Christoph Ohneberg is a doctoral candidate and research associate at the Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt. He earned his Master's degree in Health Services Research from the Applied Nursing Science at the Catholic University of Munich. His research focuses on the cocreative development and implementation of robotic assistance systems, with a particular emphasis on qualitative research methodologies. His work bridges innovation and practical application, aiming to advance the integration of technology in health care settings.

PD Dr. Eduard Kraft is Chair of the Department of Rehabilitation at City Hospital Bogenhausen and teaches at the Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, Musculoskeletal University Center Munich (MUM), Ludwig-Maximilians-University Munich. He is a specialist in neurology and physical and rehabilitative medicine with additional qualifications in geriatrics and pain therapy. His research focuses on rehabilitation and chronic pain, in particular the chronic regional pain syndrome (CRPS).

PD Dr. Michael Zoller is an anesthesiologist and intensivist based in Munich, Germany, renowned for his expertise in critical care medicine. He serves as a senior lecturer and clinician at the Department of Anesthesiology at the Ludwig-Maximilians-University of Munich. He earned his medical degree at Ludwig-Maximilians-University Munich, where he also completed his doctoral research in 2008, exploring the molecular interplay between monocytes and endothelial cells. In 2020, he achieved his habilitation, presenting groundbreaking work on optimising antibiotic dosing in critically ill patients, which has significantly influenced therapeutic drug monitoring practices in intensive care units. His research focuses on improving outcomes for critically ill patients through innovations in therapeutic drug monitoring, personalised antibiotic therapy, and early mobilisation strategies. As educator and speaker, he is actively involved in mentoring the next generation of medical professionals and frequently delivers lectures on advanced topics in critical care medicine.

Prof Dr. Uli Fischer is Head of the Department of Clinical Nursing Research and Quality Management at the Ludwig-Maximilians-University Hospital, Munich in Germany and a full Professor of Applied Nursing Science at the Catholic University of Munich. His research group focuses on clinical nursing science, especially in the areas of applying new technologies in nursing, patient-related outcomes and nursing-related quality indicators. He is principal investigator and project leader of several national and international research consortia, author of numerous peer-reviewed publications, and lecturer for university courses on the application of technology in nursing. He is a registered nurse, a full qualified paramedic and holds a doctorate in statistics/ epidemiology.

Prof. Dr. Inge Eberl is Professor of Nursing Science at the Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt and Head of the Institute of Nursing Science at the Ludwig-Maximilians-University Hospital in Munich. She earned her BSc and MSc in Nursing Science at the University of Witten/Herdecke, where she also completed her doctorate in Nursing Science. Her research focuses on implementation and evaluation research and development of evidence-based practice.



Acknowledgement: The article 'Can mobilising specialists be relieved by a robotic system for the early mobilisation of intensive-care patients? A quantitative longitudinal study at two data collection points at a German university hospital' was reproduced with permission from Springer Nature. Springer Nature remains the original publisher.

Bibliografische Angabe: Mehler-Klamt, A., Köstler, N., Huber, J., Warmbein, A., Rathgeber, I., Gutmann, M., Biebl, J. T., Hübner, L., Schroeder, I., Scharf-Janßen, C., Ohneberg, C., Kraft, E., Zoller, M., Fischer, U., & Eberl, I. (2025). Can Mobilising Specialists be Relieved by a Robotic System for the Early Mobilisation of Intensive-Care Patients? A Quantitative Longitudinal Study at Two Data Collection Points at a German University Hospital. *International Journal of Social Robotics*. <https://doi.org/10.1007/s12369-025-01208-7>

5 Zusammenfassende Ergebnisse und Diskussion

In diesem Teil der Forschungsarbeit werden die wichtigsten Ergebnisse der vier Einzelartikel aufgelistet, um darauf aufbauend die neuen Erkenntnisse darzustellen und in gesonderten Sektionen zu besprechen. Die neuen Erkenntnisse werden in fünf Schlüsselergebnissen dargestellt, die sich als Hauptergebnisse aus der Synthese der Einzelergebnisse ergeben haben. Im Anschluss daran werden die neuen Erkenntnisse, die sich aus der Zusammenschau der Ergebnisse der vier Artikel ergeben haben, theoretisch eingeordnet und bewertet. Diese Einordnung erfolgt ebenfalls anhand fünf identifizierten übergeordneten Schlüsselergebnisse.

5.1 Die wichtigsten Ergebnisse und ihre Einordnung

Um die übergeordneten Ergebnisse, die sich aus der Synthese der Einzelergebnisse der vier Artikel ergeben, darstellen zu können, wurden die Hauptergebnisse der Einzelartikel in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4: Auflistung der Schlüsselergebnisse der vier kumulativen Artikel (eigene Darstellung)

	Artikel 1: Scoping Review zum Überblick über robotische Systeme zur Frühmobilisation auf Intensivstationen	Artikel 2: Qualitative Querschnittstudie zur IST-Analyse der konventionellen Frühmobilisation mit den Methoden problemzentrierte Interviews und Gruppendiskussionen	Artikel 3: Qualitative Längsschnittstudie zum Be- und Entlastungsempfinden des Pflegepersonals durch das robotische System VEMOTION® mit Interviews zu drei Erhebungszeitpunkten	Artikel 4: Quantitative Längsschnittstudie zu Be- und Entlastung sowie Auswirkungen der Einführung des robotischen Systems VEMOTION® mit Beobachtungen zu zwei Erhebungszeitpunkten
Oberthema	Forschungslücke und Stand der Technik	Standardisierung und Training im Rahmen von konventioneller Frühmobilisation	Be- und Entlastungsempfinden durch die Einführung vom VEMOTION®-System	Anwendungserfahrung und Akzeptanz vom VEMOTION®-System
Ziel	Überblick über den Einsatz von robotischen und technischen Hilfsmitteln zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen. Identifikation einer Forschungslücke	IST-Analyse zur Gestaltung und den Einflussfaktoren auf die konventionelle Frühmobilisation von Intensivpatient*innen durch mobilisierendes Fachpersonal	Untersuchung des Be- und Entlastungsempfindens von mobilisierenden Pflegefachpersonen durch das VEMOTION®-System	Untersuchung der Unterschiede in Be- und Entlastung bei Einführung des VEMOTION®-Systems im Vergleich zur konventionellen Mobilisation und deren Auswirkungen auf die organisatorischen und sozialen Prozesse
Hauptergebnisse/ Schlussfolgerungen	<ul style="list-style-type: none"> Elektronische Bettfahräder und Kipptische werden am häufigsten eingesetzt Robotische Systeme zur Frühmobilisation werden erst ab 2021 beschrieben und sind noch nicht Teil der Regelversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> Es gibt keine einheitliche Definition und kein standardisiertes Vorgehen von Frühmobilisation Das Verständnis und die Durchführung von Frühmobilisation variiert subjektiv Ausreichend Personal, Zeit, Hilfsmittel und interprofessionelle Zusammenarbeit haben einen positiven Einfluss auf die Durchführung von Frühmobilisation 	<ul style="list-style-type: none"> Die körperliche Belastung wird durch VEMOTION® im Vergleich zur konventionellen Mobilisation reduziert wahrgenommen Psychische Entlastung wird aufgrund umfangreicher Rüstzeiten und Herausforderungen bei der Integration in bestehende Routinen selten empfunden 	<ul style="list-style-type: none"> Signifikante Unterschiede in der Durchführungsdauer der Mobilisation Geringer empfundener Stress bei als machbar eingestuftem roboter-assistierter Mobilisation Routinierte Anwendung führt zu geringerer psychischer Belastung

Synthetisiert man nun die Ergebnisse der vier Artikel, können folgende neue Erkenntnisse als Schlüsselergebnisse herausgefiltert werden:

1. Routinierte Nutzung und Training führt zu Akzeptanz in der Anwendung des robotischen Systems: Das Be- und Entlastungsempfinden der mobilisierenden Fachpersonen ist eng mit der routinierten Nutzung und dem Training bzw. der Schulung des robotischen Systems verbunden.
2. Organisatorische Anpassungen: Die Einführung des robotischen Systems erfordert eine Neuorganisation von Zeit- und Personalressourcen und Anpassungen der organisatorischen Abläufe.
3. Interprofessionelle Zusammenarbeit: Die Bedeutung der interprofessionellen Zusammenarbeit wird hervorgehoben.
4. Entlastungs- bzw. Belastungsempfinden durch VEMOTION®: Das System reduziert vorrangig die körperliche Belastung; die psychische Entlastung wird aufgrund umfangreicher Rüstzeiten und Herausforderungen bei der Integration in bestehende Routinen selten reduziert.
5. Einfluss auf die Pflegebeziehung: Die Integration von VEMOTION® beeinflusst die Pflegebeziehung, indem sie die Interaktion zwischen Pflegefachpersonen und Patient*innen verändert und neue Anforderungen an die pflegerische Fürsorge stellt.

Schlüsselergebnis 1: Routinierte Nutzung und Training führt zu Akzeptanz in der Anwendung des robotischen Systems

Die drei Artikel (Artikel 2-4), die empirisch gearbeitet haben, belegen, dass die Schaffung eines routinierten Umgangs mit der (robotischen) Frühmobilisation durch die Anwender*innen als Förderfaktor zur Durchführung angesehen werden kann. Diese Erkenntnis konnte aus dem ersten Artikel, dem Scoping Review, nicht als direktes Ergebnis identifiziert werden. Der routinierte Umgang sollte durch Trainings zur Durchführung von Frühmobilisation, die in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, eingeübt werden. Hierbei ist die Implementierung eines strukturierten Vorgehens bei der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen besonders wichtig. Stufenschemata oder Mobilisationsprotokolle können hierbei ausschlaggebend sein. Die Verbindung von konventioneller und robotischer Mobilisation spielt ebenfalls eine große Rolle, da Frühmobilisationsrobotik nur so Teil der Regelversorgung werden kann. Die damit einhergehende Einstellung der Routine im Umgang mit dem System führt wiederum zu einer größeren Akzeptanz und somit zur strukturierten Anwendung des Systems.

Schlüsselergebnis 2: Organisatorische Anpassungen

Die Standardisierung der Frühmobilisationsprozesse (siehe Schlüsselergebnis 1) ziehen eine Anpassung der organisatorischen Abläufe nach sich, die auch durch weitere Ergebnisse der vier Artikel gestützt werden. Besonders in den letzten beiden Artikeln wird deutlich, dass der Einsatz des robotischen Systems eine Neuorganisation von Zeit- und Personalressourcen erfordert. Insbesondere durch den größeren zeitlichen Aufwand bei der robotischen Mobilisation bedarf es einer detaillierten Planung der Mobilisationen. Hierbei muss auch die Versorgung weiterer Patient*innen, die durch bauliche Gegebenheiten bspw. in anderen Zimmern therapiert werden und somit von der betreuenden Pflegefachperson im Mobilisationszeitfenster nicht betreut werden können, organisiert werden. Auch die Unterbringung von Hilfsmitteln, die sowohl für die konventionelle Mobilisation als auch für die robotische Mobilisation mit dem System VEMOTION® nötig ist, muss organisiert bzw. geplant werden. Die Organisation von Mobilisationstrainings (sowohl robotisch als auch konventionell), vor allem vor dem Hintergrund der Implementierung von Stufenschemata, in die auch die robotische Frühmobilisation eingebettet werden kann, spielt ebenfalls eine große Rolle. Die standardisierten Abläufe sollten darüber hinaus regelmäßig evaluiert werden, um sowohl konventionelle als auch robotische Frühmobilisation im klinischen Alltag zu optimieren. Die Einführung des VEMOTION®-Systems wirkt sich somit auch auf die Anpassung von pflegerischen Abläufen und Prozessen auf der Intensivstation aus. In den Ergebnissen der Interviews war auffällig, dass der Fokus der Interviewteilnehmenden sehr auf das robotische System gerichtet war und auf die Schaffung von guten organisatorischen Voraussetzungen für die Mobilisation. Die Interessen und Erfahrungen der Patient*innen wurde von den befragten Pflegefachpersonen wenig in den Blick genommen.⁸ Was aber ein zentraler Punkt zu sein scheint, ist, dass das Studiensetting bzw. -design als große Belastung wahrgenommen wurde. Als Begründung hierfür wurde nicht nur die mangelnde Flexibilität in der Arbeitsweise genannt, sondern auch die Auswahl der Studienpatient*innen, weil die Pflegenden keinerlei Möglichkeit hatten, diese mitauszuwählen und somit auch Patient*innen mobilisiert wurden, die laut dem Empfinden der Befragten nicht (mehr) von der roboter-assistierten Mobilisation profitierten. Diese unerwarteten Nebenfolgen änderten die Handlungsweise der Pflegenden, weil sich ordinär pflegerische Aufgaben (Auswahl der Patient*innen, die zur Mobilisation geeignet sind) durch das Studiensetting veränderten.

⁸ Aufgrund fehlender Ressourcen konnte die Patient*innenperspektive innerhalb dieser Dissertation nur implizit und nicht explizit mit aufgenommen werden. Deshalb liegt der Fokus in den Ergebnissen überwiegend auf der Anwender*innenperspektive und somit auf den Pflegefachpersonen.

Schlüsselergebnis 3: Interprofessionelle Zusammenarbeit

Bei der Frühmobilisation von Intensivpatient*innen spielen auch soziale Prozesse eine große Rolle. Diese sind eng an die organisatorischen Prozesse (Schlüsselergebnis 2) gekoppelt. Die interprofessionelle Zusammenarbeit als Behandlungsteam ist sowohl bei der robotischen als auch bei der konventionellen Mobilisation ein Schlüssel zur gelingenden Implementierung. Die Zusammenarbeit unterschiedlicher, an der Mobilisation beteiligten Berufsgruppen, ermöglicht es, das Fachwissen und die unterschiedlichen Fähigkeiten der verschiedenen Berufsgruppen zu synthetisieren, um eine angemessene Patient*innenversorgung zu gewährleisten. Deshalb ist es auch nicht verwunderlich, dass der Fakt, dass Physiotherapeut*innen nicht an der robotischen Mobilisation mitgewirkt haben⁹, immer wieder als großer limitierender Faktor angesprochen wurde. Dieser Umstand hebt die Wichtigkeit einer engen Zusammenarbeit bei der Mobilisation hervor.

Bei der Einführung des robotischen Systems war die Organisation der Mobilisation ein großer Schwerpunkt, weil Absprachen mit dem Studienteam und Kolleg*innen notwendig waren. Die Anpassung der organisatorischen Abläufe und eine fehlende Routine sowie die Akzeptanz des Systems wirkten sich sowohl auf das psychische Belastungsempfinden als auch auf die Nutzungsintention des Systems aus.

Schlüsselergebnis 4: Entlastungs- bzw. Belastungsempfinden durch VEMOTION®

Das robotische System VEMOTION® wird als körperlich wenig belastend im Vergleich zur konventionellen Mobilisation empfunden, da die körperlich sehr belastende Durchführung der Mobilisation komplett vom robotischen System übernommen und die physische Arbeitsbelastung des mobilisierenden Pflegepersonals somit reduziert wird. Die beiden letzten Artikel (Mehler-Klamt et al., 2024; Mehler-Klamt et al., 2025) geben ein sehr homogenes Ergebnis in Bezug auf die psychische Belastung ab. Die umfangreiche Vorbereitungszeit und die Herausforderung, das System in die bestehenden Routinen bzw. den Alltag auf der Intensivstation zu integrieren, wirkten sich belastend auf die Anwendung des Systems aus. Dies wurde durch die Planung zur Datenerhebung, in der die Pflegefachpersonen immer mit dem Studienteam einen Zeitpunkt zur robotischen Mobilisation absprechen mussten, weil dieses die Mobilisationen für die Datengenerierungen begleitete, begünstigt. Die psychische Belastung stellte sich auch durch die

⁹ Die Einbeziehung von Physiotherapeut*innen als Studienteilnehmer*innen war aufgrund strategischer Entscheidungen auf höchster Ebene der Physiotherapieabteilung nicht möglich. Diese Entscheidung war in erster Linie durch einen akuten Mangel an Physiotherapeut*innen bedingt.

räumlichen Gegebenheiten der Intensivstation ein, da die Pflegefachpersonen meist noch einen/eine zweite*n zugeteilte*n Patient*in in einem anderen Zimmer versorgen mussten. Als fördernd bzw. entlastend wurde empfunden, wenn Physiotherapeut*innen im Team mit den Pflegefachpersonen bei der konventionellen Mobilisation zusammenarbeiten. Dass der Einbezug von Physiotherapeut*innen auch bei der robotischen Frühmobilisation von Vorteil wäre und sich auch auf das Entlastungsempfinden auswirken könnte, wurde auch in der qualitativen Längsschnittstudie vermutet. Routinierte Anwender*innen berichteten von einer geringen psychischen Belastung in Bezug auf die Anwendung des Systems. Das deckt sich mit den Tendenzen, die im Follow-Up der quantitativen Längsschnittstudie ermittelt werden konnten.

Schlüsselergebnis 5: Einfluss auf die Pflegebeziehung

Die Einführung des robotischen Systems VEMOTION® in die Frühmobilisation von Intensivpatient*innen führt zu einer großen Veränderung in der Pflegepraxis, die nicht nur die Arbeitsprozesse, sondern auch die Beziehung zwischen Pflegefachpersonen und Patient*innen beeinflusst. Dieses Ergebnis lässt sich vor allem aus den Artikeln drei und vier (Mehler-Klamt et al., 2024; Mehler-Klamt et al., 2025) herausarbeiten. Die Einführung des Systems führt zu einer Anpassung in der Art und Weise, wie pflegerische Handlung und Fürsorge ausgeübt wird. Die Ergebnisse der beiden Artikel zeigen, dass der Fokus der Pflegenden sehr auf das robotische System gerichtet war und die zwischenmenschliche Interaktion zwischen Patient*in und Pflegefachperson eher in den Hintergrund rückte. Insbesondere zu Beginn der Einführung des Systems war der Fokus sehr auf den nicht-menschlichen Akteur VEMOTION® gerichtet. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Perspektiven und Bedürfnisse der Patient*innen in den Mittelpunkt zu stellen, um die Qualität der Pflegebeziehung aufrechtzuerhalten.

Fazit zu den Ergebnissen:

Die Anwender*innen müssen offen dafür sein, das robotische System als neues technologisches Therapieverfahren in die Arbeitsabläufe zu integrieren und als neuen Akteur zu akzeptieren. Hierzu ist es wichtig, dass die Veränderungen der Prozesse und Abläufe, die durch die Einführung des neuen nicht-menschlichen Akteurs entstehen, gemeinsam mit allen Akteuren des Akteur-Netzwerks erprobt und evaluiert werden. Aus den Ergebnissen geht immer wieder hervor, dass die konventionelle und robotische Mobilisation sich nicht entgegenstehen, sondern dass die robotische Mobilisation eine sinnvolle Ergänzung der konventionellen Mobilisation darstellt und somit dementsprechend in Ein-

klang damit implementiert werden muss. Die gemeinsamen Erkenntnisse aus den Ergebnissen verdeutlichen, dass eine erfolgreiche Implementierung des robotischen Systems zur Frühmobilisation auf der Intensivstation ein vielschichtiges Zusammenspiel von organisatorischen und sozialen Prozessen benötigt.

Die Ergebnisse stehen in Einklang mit den Erwartungen, die die Forscherin selbst vor dem Hintergrund ihrer langjährigen Erfahrung als Pflegefachperson auf unterschiedlichen Intensivstationen gemacht hat. Diese Vorerfahrungen ermöglichten eine präzise Einschätzung der komplexen Anforderungen und Herausforderungen bei der Einführung neuer technologischer Systeme in diesem speziellen Pflegekontext. Durch das Verständnis der dynamischen und interprofessionellen Arbeitsabläufe auf der Intensivstation konnte die Forscherin die Bedeutung von strukturierten Abläufen, Teamarbeit und der Notwendigkeit einer sorgfältigen Integration technologischer Neuerungen gut abschätzen. Die Bestätigung dieser Erwartungen durch die Forschungsergebnisse unterstreicht die Relevanz einer umfassenden Vorbereitung und fortlaufenden Schulung des Personals, um die Implementierung von Frühmobilisationsrobotik erfolgreich zu gestalten und sowohl die physische als auch die psychische Belastung der Pflegefachpersonen zu minimieren.

5.2 Theoretische Einordnung und Bewertung

Schlüsselergebnis 1: Routinierte Nutzung und Training führt zu Akzeptanz in der Anwendung des robotischen Systems

Frühmobilisation, egal ob konservativ oder roboter-assistiert ausgeübt, benötigt ein strukturiertes Vorgehen. Das konnten alle empirischen Studien zeigen. Die Literatur und die S3-Leitlinie ‚Lagerungstherapie und Mobilisierung kritisch kranker Patienten auf der Intensivstation‘ bestätigen dies – zumindest für die konservative Frühmobilisation (DGAI, 2023; Fuest & Schaller, 2018; Grunow et al., 2022; Schaller et al., 2019). Dass dies auch für die roboter-assistierte Frühmobilisation gilt, konnte als neue Erkenntnis innerhalb dieser Untersuchung identifiziert werden. Diese neue Erkenntnis deckt sich mit der Stellungnahme des Deutschen Ethikrats (2020), der Fort- und Weiterbildungen im Bereich Robotik für die Pflege empfiehlt. Die roboter-assistierte Frühmobilisation setzt die Kenntnis im Umgang mit dem robotischen System, der mittels Schulungen und Trainings eingeübt werden muss, voraus. Diese Erkenntnis wird durch die Literatur bestätigt (Immig et al., 2023; Kowalski et al., 2023). Die Anwendung des robotischen Systems VEMOTION® dauerte im Vergleich zur konservativen Mobilisation länger (konservativ: \bar{X} = 16 min; roboter-assistiert: \bar{X} = 47 min), was vor allem an den längeren Rüstzeiten in der Vorbereitung der Patient*innen lag (konservativ: \bar{X} = 3 min; roboter-assistiert: \bar{X} = 17 min).

Diese unterschiedliche Dauer können auf die technologische Logik und Funktionsweise des Systems VEMOTION® zurückgeführt werden. Zudem lässt sich dieses Ergebnis durch die methodologisch-individualistische Denkweise (Neck, 2019) erklären, die betont, dass individuelle Erfahrungen und das Erlernen von Fähigkeiten die Technologieakzeptanz beeinflussen. Demnach benötigen die Anwender*innen Zeit, um sich mit den neuen technologischen Abläufen vertraut zu machen, was, wenn man noch nicht routiniert im Umgang mit dem angewendeten System ist, zu längeren Rüstzeiten führt. Die ANT (Latour, 2019) erweitert diese Perspektive, indem sie aufzeigt, wie das robotische System (VEMOTION®) und das Fachpersonal zusammen ein Netzwerk bilden, in dem beide Seiten voneinander lernen und sich aneinander anpassen. Das robotische System VEMOTION® als nicht-menschlicher Akteur des Akteur Netzwerks im Rahmen der roboter-assistierten Mobilisation hat eigene spezifische Anforderungen, wie z. B. die Sicherung der Patient*innen im Bett. Diese Sicherheitsanforderungen resultieren aus dem robotischen System als eigenständiger Akteur an sich und ergeben sich nicht aus der Pflegepraxis. VEMOTION® in die Pflegepraxis zu integrieren ist deshalb mit viel Training der anderen Akteure, hier insbesondere der Anwender*innen, und der Entwicklung eines routinierten Umgangs mit dem VEMOTION®-System verbunden. Diese Erkenntnis deckt sich auch mit den Ergebnissen anderer Erhebungen (Warmbein et al., 2024).

Schlüsselergebnis 2: Organisatorische Anpassungen

Organisatorische Anpassungen können sich positiv auf die Anwendung des robotischen Systems auswirken. Das zeigt auch die UTAUT (Venkatesh et al., 2003), die bspw. mit dem Schlüsselkonzept ‚erleichternde Umstände‘ u. a. auf solche organisatorischen Anpassungen abzielt und besagt, dass organisatorische und technische Umstände die Nutzung des Systems unterstützen, was sich wiederum positiv auf die Anwender*innenakzeptanz des robotischen Systems auswirken kann. Die zentrale Lagerung des robotischen Systems und die räumlichen Gegebenheiten in den Patient*innenzimmern wurden bspw. immer wieder in Zusammenhang mit der roboter-assistierten Frühmobilisation erwähnt. Dass die räumlichen Gegebenheiten im Rahmen einer konservativen Mobilisation durchaus entscheidend für die Durchführung dieser sind, zeigt auch die Literatur (Grunow et al., 2022). Ist das System zentral gelagert, kann dies mutmaßlich als erleichternd wahrgenommen werden. Die räumliche Gestaltung scheint bei der roboter-assistierten Mobilisation mit dem VEMOTION® noch einmal mehr von Bedeutung zu sein, weil die Größe des robotischen Systems sehr umfangreich und somit schwer beweglich ist. Es kann angenommen werden, dass sich die Größe und die eingeschränkte Beweglichkeit des robotischen Systems auch auf das Schlüsselkonzept ‚Anstrengungserwartung‘

der UTAUT (Venkatesh et al., 2003) auswirkt. Eine einfache Bedienbarkeit des Systems, z. B. durch die Ausweitung der technischen Mediator*innen, würde sich im Sinne dieses Konzepts positiv auf die Akzeptanz des Systems auswirken (Higashiguchi et al., 2017; Matsuzaki, 2023). Hiervon wird in den Ergebnissen nur implizit berichtet und hervorgehoben, dass bspw. das Anlegen der Sicherungseinheiten an den Patient*innen eher als aufwendig und somit belastend empfunden wird oder dass die räumliche Unterbringung des Systems zentral und ohne große Laufwege erreichbar gelagert werden sollte. Im Umkehrschluss kann also davon ausgegangen werden, dass es positiv wäre, wenn bspw. die Sicherungseinheiten schneller und einfacher an den Patient*innen angebracht werden könnten. Hierbei scheint eine Routine im Umgang mit dem System bzw. beim Anlegen der Sicherungseinheiten erleichternd zu sein, denn es wurde berichtet und beobachtet, dass sich die Zeiten verkürzen, wenn die Patient*innen von routinierten Anwender*innen im Bett gesichert werden. In Verbindung mit Schulungen, bei denen die Handhabung mit dem robotischen System eingeübt wird, kann dies zu einer Steigerung des Sicherheitsgefühls mit und des Vertrauens zu dem System führen. Sicherheit und Vertrauen im Umgang mit dem System sind unerlässlich für die Akzeptanz und Nutzung des Systems (Öhl et al., 2023). Erleichternd wäre aber auch, wenn vonseiten der Führungspersonen genug mobilisierendes Fachpersonal vorgehalten würde, das in der Zeit der Mobilisation einen weiteren Patienten bzw. eine weitere Patientin betreut oder für die Hilfe bei der robotischen Mobilisation zur Verfügung steht. Es ist anzunehmen, dass, wenn die Mobilisation mit dem robotischen System als sicher für die Patient*innen empfunden wird, auch die Nutzungsintention zunimmt. Dass sich das Schlüsselkonzept ‚Leitungserwartung‘ (Venkatesh et al., 2003) auf die Anwendung des Systems auswirkt, konnte in den Ergebnissen ebenfalls bestätigt werden.

Die Intensivstation ist ein Feld, das sehr viel mit Technik in Verbindung steht, weil dort viele technische Geräte zur Überwachung und Therapie der Patient*innen verwendet werden (Stolecki, 2011). Auf den ersten Blick wäre zu erwarten, dass die Implementierung neuer Technik durch die hohe Technikaffinität, die die dort arbeitenden Fachpersonen durch ihre tägliche Arbeit in einer technischen Umgebung vorweisen, ohne Schwierigkeiten abläuft. Dass dies nicht der Fall ist, zeigen die Ergebnisse der Forschung. Einer der Gründe hierfür könnte sein, dass die anwendenden Pflegefachpersonen in diesem Fall zu wenig in den Einführungsprozess des robotischen Systems integriert wurden, was laut Akrich (1992) aber unbedingt notwendig ist, um eine Akzeptanz des Systems bei den Endnutzer*innen zu erzielen. Insbesondere das Studiensetting bzw. das Setting, in dem die mobilisierenden Pflegefachpersonen nicht in die Entscheidung mit eingebunden waren, welche Patient*innen roboter-assistiert mobilisiert wurden, und der Zeitpunkt

der Mobilisationseinheiten zu Schichtbeginn festgelegt wurde, scheint hierbei einen großen Einfluss auf die Akzeptanz des Systems zu haben. So wurde von den Pflegenden immer wieder erwähnt, dass einige der Studienpatient*innen aus ihrer Sicht viel eher von einer konventionellen Mobilisation profitiert hätten. Diese Diskrepanz zwischen der professionellen Einschätzung der mobilisierenden Pflegefachpersonen und den Vorgaben des hier vorliegenden Studiensettings bzw. -designs kann dem Schlüsselkonzept ‚sozialer Einfluss‘ der UTAUT (Venkatesh et al., 2003) zugeordnet werden. Diese zentrale Herausforderung zeigt eine Besonderheit bei der Implementierung von neuen technischen/robotischen Systemen im Pflegebereich: Die pflegerische Expertise sollte bei Entscheidungen zur Anwendung des Systems berücksichtigt werden – nicht nur, um die Versorgungsqualität der Patient*innen nicht zu beeinflussen, sondern auch um die Akzeptanz, die eng mit Wertschätzung der Expertise der Pflegenden verknüpft zu sein scheint, zu steigern. Die Notwendigkeit organisatorischer Anpassungen, die aus der Einführung von Pflegerobotik resultieren, lässt sich durch die ANT als Meta-Methode besonders gut verstehen. Die ANT betont, dass technologische Innovationen die Beziehungen zwischen Akteuren (sowohl menschlichen als auch nicht-menschlichen) verändern und somit neue organisatorische Abläufe erfordern. Ihre Ergebnisse spiegeln wider, wie die Integration von VEMOTION® in die Pflegepraxis nicht nur technische Schulungen erfordert, sondern auch eine Neuorganisation von Arbeitsprozessen und interprofessioneller Zusammenarbeit, was direkt zur Einordnung des dritten Schlüsselergebnisses überleitet. Insbesondere die Standardisierung und Planung der Einführung eines robotischen Systems als neuer nicht-menschlicher Akteur ins Akteur-Netzwerk kann als neuer OPP gewertet werden.

Schlüsselergebnis 3: Interprofessionelle Zusammenarbeit

Dass die interprofessionelle Zusammenarbeit eng mit den organisatorischen Gegebenheiten verknüpft ist, ließ sich schon aus der Einordnung des Schlüsselergebnisses 2 herauslesen. In den Studien wurde berichtet und beobachtet, dass mindestens eine Pflegefachperson dauerhaft bei dem/der Patient*in während der Mobilisation vor Ort sein musste und die Versorgung eines bzw. einer zweiten Patient*in in dieser Zeit schwer möglich war. Andere Pflegefachpersonen mussten die Versorgung des/der zweiten Patient*in in dieser Zeit übernehmen und somit für die mobilisierende Pflegefachperson einspringen. Dass diese Aufgabe an Kolleg*innen, die selbst für die Betreuung und Behandlung weiterer Patient*innen zuständig waren, weitergegeben werden musste, um die Mobilisation mit dem robotischen System VEMOTION® durchzuführen, wurde auch als psychischer Belastungsfaktor aufgezeigt. Zu den mobilisierenden Fachpersonen ge-

hören darüber hinaus eigentlich auch Physiotherapeut*innen, was sowohl die Ergebnisse dieser Forschung als auch weitere Untersuchungen zeigen (Nydahl et al., 2016). Physiotherapeut*innen werden neben anderen Berufsgruppen generell als Teil des Behandlungsteams gesehen (Waydhas et al., 2022). Diese sollten laut den Ergebnissen dieser Untersuchung ebenfalls an der roboter-assistierten Mobilisation teilnehmen, um die Perspektive auf die zu behandelnden Patient*innen zu erweitern. Die Mobilisation mit dem VEMOTION®, bei der in der Regel auch mindestens zwei Fachpersonen beteiligt waren, wurde in den Untersuchungen nur durch Pflegefachpersonen durchgeführt, wohingegen an den konservativen Mobilisationen auch Physiotherapeut*innen beteiligt waren. Diese Umstrukturierung der ursprünglich interprofessionell gestalteten Mobilisation hin zu einer monoprofessionell gestalteten Mobilisation, führte zu einer höheren Arbeitsbelastung der Pflegenden, die als zweite Person bei der Mobilisation in der Untersuchung nicht auf die Berufsgruppe der Physiotherapeut*innen zurückgreifen konnten. Die zweite Person musste somit aus den Reihen der Pflegenden kommen, was in Verbindung mit dem zeitlich höheren Aufwand der roboter-assistierten Mobilisation im Vergleich zur konventionellen Mobilisation und der Weitergabe der Behandlung des/der zweiten Patient*in während der Durchführung der Mobilisation zu erheblichen Veränderungen im Organisationsablauf und in Bezug auf die Teamdynamik führte. Das robotische System VEMOTION® wirkte sich somit sehr stark auf die Teamdynamik im Rahmen des Akteur-Netzwerks aus. Bertelsen et al. (2020) konnten in ihrer Pilotstudie, in der sie ein robotisches System zur passiven robotischen Mobilisation von Patient*innen testeten, ebenfalls identifizieren, dass die Anwesenheit von mobilisierenden Fachperson während der gesamten Dauer der Mobilisation notwendig ist. Es ist daher unerlässlich, im Behandlungsteam klar zu kommunizieren, wann eine Mobilisation mit dem robotischen System stattfindet. Die Bedeutung interprofessioneller Zusammenarbeit für die erfolgreiche Implementierung und Nutzung von Pflegerobotik unterstreicht die Komplexität der sozialen Netzwerke im Gesundheitswesen. Die ANT hilft zu erkennen, dass jede Berufsgruppe eigene Beiträge zum Gesamtnetzwerk leistet und dass die erfolgreiche Integration von Technologien eine Neuverhandlung dieser Beiträge erfordert. Dies zeigt, wie die assoziative Denkweise der ANT die Dynamik zwischen verschiedenen menschlichen Akteuren und dem nicht-menschlichen Akteur VEMOTION® beleuchtet. Der Einsatz von robotischen Systemen sollte laut Deutschem Ethikrat (2020) immer wieder und vor jedem Einsatz im Team diskutiert werden. Die letzte Einwilligungsverantwortung hat laut Deutschem Ethikrat (2020) die zu pflegende Person.

Schlüsselergebnis 4: Entlastungs- bzw. Belastungsempfinden durch VEMOTION®

Erfahrene Pflegefachpersonen fühlten sich bei der robotischen Mobilisation weniger psychisch belastet als unerfahrenere Pflegefachpersonen. Das deckt sich mit der Einflussgröße ‚Erfahrung‘ der UTAUT (Venkatesh et al., 2003), wobei hier differenziert werden muss, dass die UTAUT den Einfluss auf die Nutzungsintention und auf die Akzeptanz eines technischen/robotischen Systems untersucht. Die Einflussgröße ‚Freiwilligkeit‘ der UTAUT (Venkatesh et al., 2003) scheint sich ebenfalls in den Ergebnissen der Forschungsarbeit wieder zu finden, denn das Studiensetting, in dem sich die mobilisierenden Fachpersonen verpflichtet gefühlt haben, an der Studie mitzuwirken und bspw. auch Patient*innen zu mobilisieren, die laut eigener Einschätzung nicht von der roboter-assistierten Mobilisation profitierten, wirkte sich negativ auf das Belastungsempfinden aus. Generell wurde die roboter-assistierte Mobilisation als körperlich entlastend wahrgenommen bzw. von weniger körperlichen Beschwerden bei der roboter-assistierten Mobilisation im Vergleich zur konventionellen Mobilisation berichtet. Dies konnte durch die Beobachtungen gestützt werden. Die Verminderung der körperlichen Anstrengung bei der roboter-assistierten Mobilisation kann sich positiv auf die Pflegebeziehung auswirken. Durch die Übernahme einer pflegerischen Tätigkeit durch das robotische System haben die Pflegenden möglicherweise mehr Ressourcen für andere pflegerische Tätigkeiten, wie Beziehungsarbeit oder die ausführliche Patient*innenbeobachtung, denen sie bei der kompletten Übernahme einer konventionellen Mobilisation weniger nachkommen können (Nagel, 2021). Diese Ressourcenschaffung für pflegerische Schwerpunkte, wie Beziehungsarbeit oder die ausführliche Patient*innenbeobachtung, kann sich positiv auf die psychische Entlastung auswirken, weil sie arbeitsbedingter psychischer Belastung entgegenwirkt, die sich nachweislich negativ auf die „Leistungsfähigkeit, Motivation, Arbeitszufriedenheit und sicherheitsgerechte[s] Verhalten“ (Kix et al., 2016, S. 2) auswirkt. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass sich die körperliche Entlastung auch positiv auf die Entstehung muskuloskelettaler Erkrankungen auswirkt, was sehr positiv zu werten ist, weil Pflegenden einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind, muskuloskelettale Erkrankungen auszubilden (Passali et al., 2018; Smith et al., 2006). Das gemischte Empfinden von Ent- und Belastung durch die Nutzung von VEMOTION® kann ebenfalls durch die ANT analysiert werden. Während das System physische Entlastung bietet, ergeben sich psychische Belastungen oft aus den Herausforderungen der Integration in bestehende Routinen und die Notwendigkeit organisatorischer Anpassungen. Dies verweist auf die komplexen Wechselwirkungen innerhalb des Akteur-Netzwerks, die sowohl positive als auch negative Effekte auf die Nutzer*innen haben können.

Schlüsselergebnis 5: Beeinflussung der Pflegebeziehung

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Feld Intensivstation bei der Implementierung neuer Technik besonders sensibel behandelt werden muss. Patient*innen, die dort behandelt werden, befinden sich in der Regel in einem Zustand, der eine intensive Betreuung von außen notwendig macht (Abdulla, 2007; Müller-Wolff & Larsen, 2021). In dieser Phase sind die Patient*innen sehr auf ihr intensivpflegerisches/-medizinisches Behandlungsteam angewiesen und der pflegerische Fürsorgeaspekt (Kirkevold & Pleyer, 1997) gewinnt noch mehr an Bedeutung. Die Pflegefachpersonen waren in den Interviews sehr auf die technische Komponente bezogen und äußerten sich sehr wenig zu den menschlichen Komponenten (z. B. persönliche Zuwendung gegenüber den Patient*innen, direkte Unterstützung usw.), was die Vermutung zulässt, dass sich der pflegerische Fokus durch die ‚Zwischenschaltung‘ des robotischen Systems von den Patient*innen hin zum robotischen System verlagert. Dass ein neuer nicht-menschlicher Akteur (Latour, 2019) hinzukommt, kann also zu einer Veränderung der Wahrnehmung und Fürsorge in der Pflegebeziehung führen. Dass die Beziehung zum nicht-menschlichen Akteur VEMOTION® die Beziehung zwischen den menschlichen Akteuren (Pflegendem und Gepflegtem) beeinflusst, kann auch durch die Ergebnisse, dass nicht jeder bzw. jede Patient*in gleichermaßen von der Therapie mit dem robotischen System profitiert, bestätigt werden. VEMOTION® als nicht-menschlicher Akteur des Akteur-Netzwerks führt die Mobilisation immer in ähnlicher Art und Weise aus und kann sich nur in ganz bestimmten Bereichen an den/die Akteur Patient*in anpassen. In der Regel wurden die Anpassungen aber von dem Akteur Pflegefachperson durchgeführt. Die Schaffung einer eigenständigen Realität des VEMOTION®-Systems, welches, wenn man Ellul et al. (1964) auf das VEMOTION®-System anwendet, eigene technologische Logiken und Möglichkeiten voraussetzt, führt dazu, dass die Pflegepraxis nicht nur um einen Akteur erweitert wird, sondern auch dazu, dass eine Neubewertung der Pflegebeziehung erforderlich ist. Die Einbeziehung des Akteurs VEMOTION® in das bestehende Pflegeteam, sollte demnach mit einer sorgfältigen Abwägung zwischen den technologischen Möglichkeiten des Systems und den individuellen Bedürfnissen des Akteurs Patient*in und Pflegefachperson erfolgen. Hierbei sollte leitend sein, dass VEMOTION® die menschliche Komponente der Pflege ergänzt und nicht ersetzt, weil das Engagement, die persönliche Entwicklung und die Empathiefähigkeit der Pflegefachpersonen sehr wichtig für die Pflegebeziehung sind (Deutscher Ethikrat, 2020; Misselhorn, 2018).

Fazit zur Einordnung der Ergebnisse

Es wird deutlich, dass die Einführung von roboter-assistierter Frühmobilisation in das Setting Intensivstation sehr komplex ist und über rein technische Aspekte hinausgeht. Die Integration kann vielmehr als Geflecht aus organisatorischen, zwischenmenschlich-sozialen und pflegerisch-ethischen Aspekten gewertet werden. Hierbei ist nicht nur ein strukturiertes Vorgehen bei der Einführung des robotischen Systems nötig, sondern auch eine sorgfältige Planung und Justierung der organisatorischen Prozesse. Um die Akzeptanz des robotischen Systems als neuen Akteur des Akteur-Netzwerks zu steigern, sollten die mobilisierenden Fachpersonen in die Einführungsprozesse des Systems integriert werden und auch im Studiensetting an der Auswahl der Patient*innen beteiligt sein. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Pflegebeziehung und eine hohe Versorgungsqualität auch bei der Einführung eines robotischen Systems im Mittelpunkt stehen.

5.3 Einordnung der verwendeten Theorien und Methoden

Die Ergebnisse zeigen, dass die ANT als Meta-Methode sehr aussagekräftig hinsichtlich des Verständnisses der komplexen Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Akteuren ist. Die Anwendung der ANT ermöglicht eine tiefgehende Analyse der Beziehungsgeflechte des Netzwerks, die bei der Einführung eines robotischen Systems zur Frühmobilisation entstehen und die die technischen und menschlichen Aspekte, die die Pflegepraxis beeinflussen, analysieren können. Diese assoziative Denkweise wurde sinnvoll durch die Anwendung der UTAUT mit ihrer methodologisch-individualistischen Denkweise unterstützt, indem die spezifischen Faktoren der Technikakzeptanz und -nutzung identifiziert und analysiert werden konnten. Die ANT wurde so sinnvoll um konkrete Einflussfaktoren (in der UTAUT als Schlüsselkonzepte bezeichnet) zur Technikakzeptanz ergänzt, wodurch die Standardisierung, Schulung und Organisation bei der Implementierung von robotischen Systemen in die Pflegepraxis als neuer OPP im Rahmen der ANT herausgearbeitet werden konnte.

Die in den vier Artikeln des Kumulus eingesetzten Methoden ermöglichten im Rahmen ihrer agnostischen Verwendung eine sehr breite und tiefe Erarbeitung des Forschungsgegenstandes. So konnten zuverlässige Ergebnisse im Rahmen der Untersuchungen erzielt und in der vorliegenden Dissertation zu übergeordneten Ergebnissen synthetisiert werden. Hierbei ist vor allem die Kombination aus Scoping Review und ethnografischen Methoden (Beobachtungen, Interviews und Gruppendiskussionen) hervorzuheben. Die Interaktionen innerhalb des Akteur-Netzwerks konnten besonders gut durch die Beobachtungen erfasst werden. Der Einfluss von Pflegerobotik auf die Pflegepraxis konnte

durch diese Methode authentisch herausgefiltert werden. Durch die Wahl der Beobachtung als Methode wird auch die Interdisziplinarität dieser Arbeit hervorgehoben, weil sie sowohl pflegewissenschaftliche als auch techniksoziologische Perspektiven vereint und so maßgeblich zur Bearbeitung der Forschungsgegenstände beigetragen hat.

Innerhalb dieser Dissertation wird die Notwendigkeit einer interdisziplinären Herangehensweise in einer Kombination aus pflegewissenschaftlichen und soziologischen Theorien und Modellen hervorgehoben. Die Untersuchung zeigt, dass der Einsatz der ANT als Meta-Methode, die mit der UTAUT und einer agnostischen Herangehensweise bei der Auswahl der Methoden kombiniert wurde, dienlich ist, um Themen wie die Technikeinführung in die Pflegepraxis zu untersuchen.

5.4 Bezug zu den Forschungsfragen

1. Wie wirkt sich ein robotisches System zur Frühmobilisation von Intensivpatient*innen auf die Be- und Entlastung mobilisierender Fachpersonen aus und welche Faktoren beeinflussen deren Akzeptanz?

Das mobilisierende Fachpersonal differenziert das Be- bzw. Entlastungsempfinden des robotischen System VEMOTION® klar hinsichtlich körperlicher und psychischer Entlastung. Körperlich wird das System überwiegend als entlastend wahrgenommen, weil es die körperlich als belastend wahrgenommene Mobilisation in der Durchführung übernimmt und somit die physischen Ressourcen schont. Das kann sich positiv auf die langfristige Prävention von muskuloskelettaler Erkrankungen auswirken. Psychisch hingegen wird die Anwendung des Systems überwiegend als herausfordernd und somit belastend beschrieben. Das begründet sich vorwiegend durch Unsicherheiten im Umgang mit dem System und der Anpassung der organisatorischen und sozialen Prozesse der Station. Darüber hinaus ist die Vorbereitung der Patient*innen auf die Mobilisation und die Gesamtdauer der roboter-assistierten Mobilisation verglichen mit der konventionellen Mobilisation deutlich länger, was zu einer anfänglichen Mehrbelastung der mobilisierenden Fachpersonen führt. Die ausgeführten Bewegungen bei der roboter-assistierten Mobilisation lassen wenig Rückschlüsse auf die körperliche Be- oder Entlastung im Vergleich zur konventionellen Mobilisation zu. Schulung, ein strukturierter Einbezug der mobilisierenden Fachpersonen in die Einführung des Systems und strukturierte Vorgaben (wie Mobilisationsprotokolle, die konventionelle und robotische Mobilisation kombinieren und Robotik somit als Teil der Regelversorgung anerkennen), scheinen hierbei wichtige Einflussfaktoren zu sein. Denn: Ein routinierter Umgang mit dem System, der durch die genannten Einflussfaktoren begünstigt wird, ist eng verknüpft mit der Akzeptanz des Systems. Diese wird durch organisatorische und soziale Rahmenbedingungen gefördert. Die regelmäßige Anwendung, die durch die Akzeptanz des Systems begünstigt wird,

kann langfristig dazu führen, dass das System sowohl körperlich als auch psychisch entlastet.

2. Wie verändert die Einführung des robotischen Systems soziale und organisatorische Prozesse auf Intensivstationen?

Die Einführung des robotischen Systems VEMOTION® wirkt sich erheblich auf die organisatorischen und sozialen Prozesse des Akteur-Netzwerks aus. Organisatorisch sind vor allem die Anpassungen in den Arbeitsabläufen, z. B. bedingt durch die Einplanung einer zeitlich länger dauernden Mobilisation, und der generellen Struktur, z. B. Bereitstellung von genügend Personal und Lagerkapazitäten für das robotische System, zu nennen. Wenn das System als selbstverständlicher neuer Akteur des Akteur-Netzwerks empfunden und akzeptiert wird, kann daraus eine verbesserte interprofessionelle Zusammenarbeit mit einer Steigerung der pflegerischen Qualität resultieren. Das robotische System führt als neuer Akteur zu einer Verschiebung der Arbeitsroutinen und der Art und Weise, wie die Pflegearbeit durchgeführt wird. Es kann auch zu einer Verschiebung der Pflegebeziehung führen. Der Akteur VEMOTION® kann zu einer Fokusverlagerung von einer direkten zwischenmenschlichen Interaktion zwischen Patient*in und Pflegefachperson hin zur Interaktion mit dem VEMOTION®-System führen, welche der zwischenmenschlichen Interaktion zwischengeschaltet ist und sie in den Hintergrund rücken lässt. Die Pflegebeziehung wird durch die Einführung des Systems also neu definiert. Je nach Anwendung des Systems kann es entweder die Pflegepraxis unterstützen oder die zwischenmenschliche Interaktion zwischen Pflegenden und Gepflegtem stören.

Das gesamte Netzwerk muss sich anpassen und bereit sein, VEMOTION® als neuen Akteur zu akzeptieren und anzuwenden. Dies zieht eine Umorganisation der Arbeitsabläufe und strukturellen Gegebenheiten auf den anwendenden Stationen nach sich. Das VEMOTION®-System kann also nicht nur als technische, sondern auch als soziale Neuerung in der Pflegepraxis auf Intensivstationen verstanden werden, die mit einer fortlaufenden Anpassung des Netzwerks aus nicht-menschlichen Akteuren und menschlichen Akteuren zusammenhängt. Das scheint auf der Intensivstation besonders wichtig zu sein, weil es sich hierbei um ein Feld mit hoher technischer Ausstattung handelt, welches kontinuierlich um nicht-menschliche Akteure erweitert wird.

6 Integrativer Abschluss: Reflexion und Ausblick

In diesem Abschnitt wird die abschließende Betrachtung der Forschungsarbeit vorgenommen. Hierzu wird die Arbeit kritisch gewürdigt, indem Stärken und Schwächen herausgearbeitet und mit daraus resultierenden Empfehlungen für die weitere Forschung und Praxis kombiniert werden. Die Arbeit schließt mit einem Fazit, dass erneut den interdisziplinären Ansatz der vorliegenden Forschung hervorhebt, ab.

6.1 Kritische Würdigung und Empfehlungen für die Zukunft

Die vorliegende Arbeit bietet umfassende Einblicke in die Perspektive der mobilisierenden Pflegefachpersonen auf den Einsatz von Frühmobilisationsrobotik auf der Intensivstation. Durch die Fokussierung auf die Perspektive der mobilisierenden Pflegefachpersonen trägt diese Forschung wesentlich zum Verständnis der Implementierung und Nutzung von Frühmobilisationsrobotik bei und liefert wichtige Impulse für die Weiterentwicklung der Pflegewissenschaft und -praxis. Durch die Konzentration auf das robotische System VEMOTION® und die Beschränkung auf zwei spezifische Intensivstationen als Fallstudien ergeben sich allerdings Einschränkungen hinsichtlich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Darüber hinaus konnten die Perspektiven der Patient*innen sowie weiterer relevanter Berufsgruppen, wie beispielsweise der Physiotherapie, nur bedingt bzw. implizit in die Forschung mit einfließen und auch die Perspektive der An- und Zugehörigen nicht berücksichtigt werden. Trotz dieser Einschränkungen hat der interdisziplinäre Ansatz der Forschung und der Einbezug verschiedener Berufsgruppen im Forschungsteam neue und wichtige Perspektiven eröffnet. Die Studie legt nahe, dass zukünftige Forschungen ein breiteres Spektrum an Perspektiven und Methoden einbeziehen sollten, um die sozialen und organisatorischen Dynamiken sowie die Auswirkungen auf die Pflegebeziehung umfassender zu verstehen. Empfohlen wird eine stärkere Fokussierung auf interprofessionelle Dynamiken und die Einbindung von Patient*innen und An- und Zugehörigen, die als handelnde Akteure im Akteur-Netzwerk in die Forschung mit einfließen. Darüber hinaus sollte die Forschung die Entwicklung und Implementierung von Routinen und Protokollen für die Mobilisation unter Einbeziehung von Frühmobilisationsrobotik vorantreiben, um die Praxisanwendung zu stabilisieren und zu erleichtern. Durch die Reflexion dieser Einsichten und Empfehlungen kann die zukünftige Forschung dazu beitragen, die Implementierung von robotischen Systemen in der Pflege weiter zu optimieren und die Versorgungsqualität für Intensivpatient*innen zu verbessern. Die limitierte Generalisierbarkeit der Ergebnisse zeigt, dass es notwendig ist, die Datengenerierung auszuweiten. Angedacht werden könnte hierfür eine strukturiert

durchgeführte Technikfolgenabschätzung für das robotische System VEMOTION®. Außerdem sollte die Bedienbarkeit des Systems, z. B. durch die Einbindung weiterer technischer Mediatoren so vereinfacht werden, dass sich die Rüstzeiten signifikant verkürzen und sich die roboter-assistierte Mobilisation ohne zweite Person durchführen lässt. Das könnte auch aus ökonomischer Sicht zu einer Kostenersparnis (Personalkosten) führen. Diese Person sollte darüber hinaus aus der Berufsgruppe der Physiotherapeut*innen kommen können, denn die roboter-assistierte Mobilisation von Intensivpatient*innen wird anhand der Ergebnisse dieser Forschung auch als interprofessionelle Aufgabe gewertet. Hinsichtlich der körperlichen Entlastung haben beide Studien gezeigt, dass eine Implementierung der Frühmobilisationsrobotik auf Intensivstationen von Vorteil ist. In Verbindung mit einer vereinfachten Bedienbarkeit ist davon auszugehen, dass das robotische System langfristig zu einer Entlastung des mobilisierenden Personals führen kann. Deshalb sollte es Teil der Regelversorgung werden. Um die Akzeptanz der Anwender*innen zu steigern, wird empfohlen, die Anwender*innen von Beginn an in die Einführung eines neuen Systems einzubinden. Insbesondere, wenn es sich dabei um ein Studiensetting handelt, sollte die Partizipation der Anwender*innen im Studienteam Priorität haben. Es wird empfohlen, die Anwender*innen durch Schulung und Training sehr eng zu betreuen. Innerhalb dieser Schulungen sollte auch die Einführung von stationsübergreifenden Routinen in Form von Stufenschemata oder Mobilisationsprotokollen bei der Mobilisation in Betracht gezogen werden, um dem mobilisierenden Fachpersonal als Voraussetzung mehr Stabilität für die Einführung eines solchen Systems zu bieten. Die bereits bestehenden Routinen sollten dann um Frühmobilisationsrobotik erweitert werden, was den Weg zur Etablierung der Frühmobilisationsrobotik als Teil der Regelversorgung ebnen würde.

6.2 Fazit und Schlussgedanke

Die Einführung von robotischen Systemen zur Frühmobilisation ist als hochkomplexe Aufgabe zu sehen. Neben organisatorischen Prozessen ist die Einführung insbesondere von sozialen Prozessen beeinflusst, die stark auf die Akzeptanz, Nutzungsintention und Be- bzw. Entlastung der Anwender*innen einwirken. Das Feld der Intensivstation scheint hier besonders speziell zu sein. Auf der einen Seite ist es durch einen hohen Technikeinsatz geprägt, was auf den ersten Blick suggerieren könnte, dass die Einführung und Nutzung eines weiteren Systems unproblematisch ist. Auf der anderen Seite arbeiten die Fachpersonen auf der Intensivstation mit vulnerablen Patient*innen zusammen. In der Pflegebeziehung ist deshalb der Fürsorgecharakter auf Seiten der Pflegefachperson sehr stark ausgeprägt. Bei der Einführung neuer technologischer oder robotischer Systeme muss das berücksichtigt werden, weil diese sehr stark auf die Bedürfnisse von

Patient*innen und Pflegenden ausgerichtet eingeführt werden müssen, um als neue Akteure im Netzwerk akzeptiert zu werden. Die Einführung des Systems sollte deshalb immer unter Einbezug der tatsächlichen Anwender*innen erfolgen, wobei an erster Stelle das Wohl des Akteurs ‚Patient*in‘ zu stehen hat. Die Wahrung der menschlichen Komponente in der Pflege, die durch den nicht-menschlichen Akteur nicht ersetzt, sondern ergänzt werden soll, erfordert eine fortlaufende Reflexion und Anpassung der Pflegepraktiken. Nur so kann gewährleistet werden, dass diese Akteure, die die pflegerische Fürsorge in ihrer Qualität fördern oder unterstützen und die Patient*innen weiterhin im Mittelpunkt der Versorgung stehen. Roboter-assistierte Frühmobilisation sollte, wie auch die konventionelle Frühmobilisation, als interprofessionelle Aufgabe verstanden und in diesem Sinne angewandt werden, weil davon ausgegangen werden kann, dass die unterschiedlichen Perspektiven und Expertisen der Berufsgruppen positive Effekte auf die Versorgungsqualität für die Patient*innen haben. Die Be- bzw. Entlastung, die das robotische System nach sich zieht, kann sowohl aus positiven als auch negativen Aspekten bestehen. Diese sind eng verknüpft mit der Einführung des Systems, der Haltung und den Erwartungen der Anwender*innen, aber auch mit dem Aspekt der Schulung und der Organisation der Arbeitsabläufe und Prozesse. Das Feld der Intensivstation bedarf einer intensiven Planung und Anpassung an die speziellen Bedürfnisse der darin arbeitenden Akteure. Das Potential des robotischen Systems, Pflegefachpersonen körperlich zu entlasten, wurde klar nachgewiesen. Um auch eine psychische Entlastung zu erzielen, bedarf es der Partizipation, viel Training und der konstanten Anwendung des Systems. Auch eine Anpassung an unterschiedliche Bedürfnisse der Patient*innen und Anwender*innen sowie eine kontinuierliche Evaluation des Systems, das als gleichwertiger Akteur im Netzwerk agiert, sind hierfür unerlässlich. Die Ergebnisse dieser interdisziplinären Arbeit zeigen, dass die Integration soziologischer Perspektiven in die Pflegewissenschaft entscheidend dazu beitragen kann, ein tieferes Verständnis für die sozialen Dynamiken in der Pflegepraxis zu entwickeln und praxisorientierte Lösungen zu fördern, die sowohl technische Innovationen als auch menschliche Bedürfnisse berücksichtigen.

7 Literaturverzeichnis

- Abdulla, W. (Hrsg.). (2007). *Interdisziplinäre Intensivmedizin*. Elsevier, Urban & Fischer.
- Akrich, M. (1992). The De-scription of Technical Objects. In W. E. Bijker & J. Law (Hrsg.), *Inside technology. Shaping technology, building society : studies in sociotechnical change* (S. 205–224). MIT Press.
- Akrich, M. & Latour, B. (2006). Zusammenfassung einer zweckmäßigen Terminologie für die Semiotik menschlicher und nicht-menschlicher Konstellation. In A. Belliger & D. J. Krieger (Hrsg.), *Science studies. ANThology : Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie* (S. 399–406). transcript.
- Ammann, P. (2015). Originalia. Prozessorientierte Begleitung von Menschen im Koma. *Spiritual care : Zeitschrift für Spiritualität in den Gesundheitsberufen*, 1(1), 38–50. <https://doi.org/10.1515/spircare-2015-0008>
- Au, B. (2018). *Kuscheln mit Roboter-Robbe: Sieht so die Pflege von morgen aus?* Rhein Zeitung vom 07.03.2018. Verfügbar unter: https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/kreis-ahrweiler_artikel,-kuscheln-mit-roboter-robbe-sieht-so-die-pflege-von-morgen-aus-_arid,1780700.html. Zugriff am: 13.12.2023.
- Baldwin, C. E., Rowlands, A. V., Fraysse, F. & Johnston, K. N. (2020). The sedentary behaviour and physical activity patterns of survivors of a critical illness over their acute hospitalisation: An observational study. *Australian Critical Care*, 33(3), 272–280. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.10.006>
- Belliger, A. & Krieger, D. J. (2006). Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie. In A. Belliger & D. J. Krieger (Hrsg.), *Science studies. ANThology : Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie* (S. 13–50). transcript.
- Bertelsen, A. S., Storm, A., Minet, L. & Ryg, J. (2020). Use of robot technology in passive mobilization of acute hospitalized geriatric medicine patients: a pilot test and feasibility study. *Pilot and Feasibility Studies*, 6, 1. <https://doi.org/10.1186/s40814-019-0545-z>
- Beyer, J. & Seidel, E. J. (2017). Frührehabilitation ist erstes Glied einer nahtlosen Rehabilitationskette. *Die Rehabilitation*, 56(4), 272–285. <https://doi.org/10.1055/s-0043-112071>
- Bohnsack, R. (2002). Gruppendiskussionsverfahren und dokumentarische Methode. In D. Schaeffer & G. Müller-Mundt (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitswissenschaften. Qualitative Gesundheits- und Pflegeforschung* (1. Auflage, S. 305–325). Huber.

- Bohnsack, R. (2021). *Rekonstruktive Sozialforschung: Einführung in qualitative Methoden* (10., durchgesehene Auflage). *UTB Erziehungswissenschaft, Sozialwissenschaft*: Band 8242. Verlag Barbara Budrich.
- Brahmbhatt, N., Murugan, R. & Milbrandt, E. B. (2010). Early mobilization improves functional outcomes in critically ill patients. *Critical Care*, 14(5), 321. <https://doi.org/10.1186/cc9262>
- Breidenstein, G., Hirschauer, S., Kalthoff, H. & Nieswald, B. (2020). *Ethnografie: Die Praxis der Feldforschung*. UTB. UVK Verlag.
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG). (2018). *Beschäftigte in der Pflege*. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/pflegekraefte/beschaeftigte.html#:~:text=Besch%C3%A4ftigte%20in%20der%20Pflege%201%20Statistische%20Daten.%20...,der%20Kranken-%20und%20Altenpflege.%20...%20Weitere%20Artikel...%20>. Zugriff am: 14.02.2024.
- Butter, M., Rensma, A., Boxsel van, J., Kalisingh, S., Schoone, M., Leis, M., Gelderblom, G. J., Cremers, G., Wilt de, M., Kortekaas, W., Thielmann, A., Cuhls, K., Sachinopoulou, A. & Korhonen, I. (2008). *Robotics for healthcare: Final report*. European Commission EC. Verfügbar unter: <http://www.ehealthnews.eu/images/stories/robotics-final-report.pdf>. Zugriff am: 13.12.2023.
- Callon, M. (2006). Einige Elemente einer Soziologie der Übersetzung: Die Domestikation der Kammuscheln und der Fischer der St. Brieuc-Bucht. In A. Belliger & D. J. Krieger (Hrsg.), *Science studies. ANThology : Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie* (S. 135–174). transcript.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982–1003. Verfügbar unter: <http://www.jstor.org/stable/2632151>. Zugriff am: 06.01.2024.
- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGA) (2023). S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen: Version 3.0., 25.07.2023. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-015>. Zugriff am: 27.07.2023.

- Deutscher Berufsverband für Pflegeberufe (DBFK). (2016). *Definition der Pflege (ICN)*. Verfügbar unter: <https://www.dbfk.de/media/docs/newsroom/publikationen/Definition-der-Pflege-ICN-deutsch.pdf#:~:text=Pflege%E2%99%A3%20umfasst%20die%20eigenverantwortliche%20Versorgung%20und%20Betreuung%2C%20allein,ob%20krank%20oder%20gesund%2C%20in%20allen%20Lebenssituationen%20%28Settings%29>. Zugriff am: 12.12.2023.
- Deutscher Ethikrat. (2020). *Robotik für gute Pflege: Stellungnahme*. Deutscher Ethikrat. Verfügbar unter: <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-robotik-fuer-gute-pflege.pdf>. Zugriff am: 19.02.2024.
- Ding, N., Zhang, Z., Zhang, C., Yao, L., Yang, L., Jiang, B., Wu, Y., Jiang, L. & Tian, J. (2019). What is the optimum time for initiation of early mobilization in mechanically ventilated patients? A network meta-analysis. *PloS one*, 14(10), e0223151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223151>
- Dubb, R., Nydahl, P., Hermes, C., Schwabbauer, N., Toonstra, A., Parker, A. M., Kaltwasser, A. & Needham, D. M. (2016). Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(5), 724–730. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201509-586CME>
- Eggmann, S. & Nydahl, P. (2023). *Frühmobilisation in der Intensivbetreuung: Mobilität einschätzen, umsetzen, evaluieren* (1. Auflage). Verlag W. Kohlhammer.
- Ellul, J., Wilkinson, J. & Merton, R. K. (1964). *The technological society*, Band 390. Vintage Books.
- Elm, E. von, Schreiber, G. & Haupt, C. C. (2019). Methodische Anleitung für Scoping Reviews (JBI-Methodologie). *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 143, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.zefq.2019.05.004>
- Engel, H. J., Needham, D. M., Morris, P. E. & Gropper, M. A. (2013). ICU Early Mobilization: From Recommendation to Implementation at Three Medical Centers. *Critical Care Medicine*, 41(9), 69-80. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182a240d5>
- Engel, H. J., Tatebe, S., Alonzo, P. B., Mustille, R. L. & Rivera, M. J. (2013). Physical Therapist-established Intensive Care Unit Early Mobilization Program: Quality Improvement Project for Critical Care at the University of California San Francisco Medical Center. *Physical Therapy*, 93(7), 975–985. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110420>

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung. (2015). *Presseinformation: Roboter als vielseitiger Gentleman*. Verfügbar unter: https://www.care-robot.de/content/dam/careobot/de/documents/Pressemitteilung/2015_01_13_Care-O-bot_4_final.pdf. Zugriff am: 14.12.2023.
- Fuest, K. & Schaller, S. J. (2018). Recent evidence on early mobilization in critical-ill patients. *Current opinion in anaesthesiology*, 31(2), 144–150. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000568>
- Grimmer, B. (2018). *Folgsamkeit herstellen: Eine Ethnographie der Arbeitsvermittlung im Jobcenter*. transcript. <https://doi.org/10.1515/9783839446102>
- Grunow, J. J., Nydahl, P. & Schaller, S. J. (2022). Mobilisation auf Intensivstationen: Intensivpflegezimmer und Medizintechnik können helfen. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*, 57(1), 41–51. <https://doi.org/10.1055/a-1324-0627>
- Häder, M. (2010). *Empirische Sozialforschung : Eine Einführung* (2., überarbeitete Auflage). *Lehrbuch*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Häußling, R. (2019). *Techniksoziologie : Eine Einführung* (2., überarbeitete und aktualisierte Auflage). UTB: Band 4184. Verlag Barbara Budrich. <https://www.elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838550794>
- Havers, K., Sulmann, D. & Vähjunker, D. (2023). *Professionell Pflegende in Deutschland*. Zentrum für Qualität in der Pflege. Verfügbar unter: <https://www.zqp.de/schwerpunkt/professionell-pflegende/>. Zugriff am: 14.12.2023.
- Heitmann-Möller, A. & Remmers, H. (2017). Pflegebett und Agency: Eine Untersuchung aus der Perspektive der Akteur-Netzwerk-Theorie von Bruno Latour. In L. Artner, I. Atzl, A. Depner, A. Heitmann-Möller & C. Kollewe (Hrsg.), *Kultur und soziale Praxis. Pflegedinge : Materialitäten in Pflege und Care* (1. Auflage, S. 133–162). transcript.
- Henderson, V. (1991). The nature of nursing: A definition and its implications for practice, research, and education. National League for Nursing Press.
- Hepp, A. (2021). Artificial Companions, Social Bots und Work Bots: Kommunikative Roboter als Forschungsgegenstand der Kommunikations- und Medienwissenschaft. In M. Eisenegger, M. Prinzing, P. Ettinger & R. Blum (Hrsg.), *Digitaler Strukturwandel der Öffentlichkeit* (S. 471–491). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32133-8_25

- Hergesell, J., Maibaum, A. & Meister, M. (2020). Forschungsfeld Pflegerobotik. In J. Hergesell, A. Maibaum & M. Meister (Hrsg.), *Genese und Folgen der Pflegerobotik : die Konstitution eines interdisziplinären Forschungsfeldes* (1. Auflage, S. 7–13). Beltz Juventa.
- Higashiguchi, T., Ohara, H., Kamakura, Y., Kikutani, T., Kuzuya, M., Enoki, H., Sana, H., Matsuzaki, M. & Maruyama, M. (2017). Efficacy of a New Post-Mouth-wash Intervention (Wiping Plus Oral Nutritional Supplements) for Preventing Aspiration Pneumonia in Elderly People: A Multicenter, Randomized, Comparative Trial. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 71(3-4), 253–260. <https://doi.org/10.1159/000485044>
- Hirschauer, S. (2002). Grundzüge der Ethnografie und die Grenzen verbaler Daten. In D. Schaeffer & G. Müller-Mundt (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitswissenschaften. Qualitative Gesundheits- und Pflegeforschung* (1. Auflage, S. 35–46). Huber.
- Höwler, E. (2018). Beziehungsgestaltung in der Pflege. *Pflegezeitschrift*, 71(11), 39–42. <https://doi.org/10.1007/s41906-018-0765-5>
- Hülsken-Giesler, M. (2020). Robotik für die Pflege: Pflegewissenschaftliche Begründung und Bewertung. In J. Hergesell, A. Maibaum & M. Meister (Hrsg.), *Genese und Folgen der Pflegerobotik : die Konstitution eines interdisziplinären Forschungsfeldes* (1. Auflage, S. 146–157). Beltz Juventa.
- Hülsken-Giesler, M. & Daxberger, S. (2018). Robotik in der Pflege aus pflegewissenschaftlicher Perspektive. In O. Bendel (Hrsg.), *Pflegeroboter* (S. 125–139). Springer Gabler.
- Hülsken-Giesler, M. & Remmers, H. (2020). *Robotische Systeme für die Pflege : Potenziale und Grenzen Autonomer Assistenzsysteme aus pflegewissenschaftlicher Sicht* (1. Auflage). *Pflegewissenschaft und Pflegebildung*: Band 17, V&R unipress. <https://doi.org/10.14220/9783737010788>
- Immig, J., Dittrich, T., Preutenborbeck, J. & Klemm, M. (2023). Wie Technologien ihren Weg in die Pflege finden – Rückkoppelungen aus der stationären Langzeitpflege. In T. Krick, J. Zerth, H. Rothgang, R. Klawunn, S. Walzer & T. Kley (Hrsg.), *Pflegeinnovationen in der Praxis. Erfahrungen und Empfehlungen aus dem „Cluster Zukunft der Pflege“*. (S. 97–116). Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39302-1_6
- Jockisch, M. (2010). Das Technologieakzeptanzmodell. In G. Bandow & H. H. Holzmüller (Hrsg.), *Gabler Research. „Das ist gar kein Modell! : Unterschiedliche Modelle*

- und Modellierungen in Betriebswirtschaftslehre und Ingenieurwissenschaften (1. Auflage, S. 233–254). Gabler Research.
- Kirkevoid, M. & Pleyer, C. (1997). *Pflegetheorien. 15 Abbildungen. 4 Tabellen*. Urban & Schwarzenberg.
- Kix, J., Pangert, C. & Winkler, E. (2016). *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt: Wissenschaftliche Standortbestimmung*. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3577>. Zugriff am: 12.02.2024.
- Kollewe, C., Heitmann-Möller, A., Depner, A., Böhringer, D., Atzl, I. & Artner, L. (2017). Pflegedinge – Materialität in Pflege und Care: Theoretischer Rahmen und interdisziplinärer Ansatz. In L. Artner, I. Atzl, A. Depner, A. Heitmann-Möller & C. Kollewe (Hrsg.), *Kultur und soziale Praxis. Pflegedinge : Materialitäten in Pflege und Care* (1. Auflage, S. 15–46). transcript.
- Kowalski, C., Gliesche, P., Agraz, C. N. & Hein, A. (2023). Potenziale entlastender Assistenzrobotik in der Pflege. In T. Krick, J. Zerth, H. Rothgang, R. Klawunn, S. Walzer & T. Kley (Hrsg.), *Pflegeinnovationen in der Praxis. Erfahrungen und Empfehlungen aus dem „Cluster Zukunft der Pflege“*. (S. 55–71). Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39302-1_4
- Kreis, J. (2018). Umsorgen, überwachen, unterhalten – sind Pflegeroboter ethisch vertretbar? In O. Bendel (Hrsg.), *Pflegeroboter* (S. 213–228). Springer Gabler.
- Lamnek, S. & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Materialien* (6., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Latour, B. (2000). *Die Hoffnung der Pandora*. Suhrkamp.
- Latour, B. (2007). *Reassembling the social: An introduction to Actor-Network-Theory. Clarendon lectures in management studies*. Oxford University Press.
- Latour, B. (2019). *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft: Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie* (5. Auflage). Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Band 1967. Suhrkamp.
- Lipp, B. & Maasen, S. (2019). Roboter in der Pflege als sozio-technisches Verschaltungsproblem. Theoretische Angebote der Technikforschung an die Pflege (wissenschaft). *Pflege & Gesellschaft*, 24(3), 206–217.
- Loos, P. & Schäffer, B. (2001). *Das Gruppendiskussionsverfahren: Theoretische Grundlagen und empirische Anwendung* (QUALSOZFO, Band 5). Leske + Budrich. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-93352-2>

- Manzei, A. (2009). Neue betriebswirtschaftliche Steuerungsformen im Krankenhaus: wie durch die Digitalisierung der Medizin ökonomische Sacktwänge in der Pflegepraxis entstehen. *Pflege & Gesellschaft*, 14(1), 38–53. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssaoar-293827>. Zugriff am: 14.12.2023.
- Martin, J., Wayhas, C. & Mörer, O. (2011). Ökonomie und Qualitätsmanagement. In H. Burchardi, R. Larsen, G. Marx, E. Muhl & J. Schölmerich (Hrsg.), *Die Intensivmedizin* (11. Auflage, S. 79–90). Springer.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- Matsuzaki, H. (2023). Zum generalisierten Misstrauen gegenüber der Technisierung der Pflege. In T. Krick, J. Zerth, H. Rothgang, R. Klawunn, S. Walzer & T. Kley (Hrsg.), *Pflegeinnovationen in der Praxis. Erfahrungen und Empfehlungen aus dem „Cluster Zukunft der Pflege“*. (S. 293–309). Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39302-1_16
- Mehler-Klamt, A. C., Huber, J., Warmbein, A., Rathgeber, I., Ohneberg, C., Hübner, L., Scharf, C., Schroeder, I., Zoller, M., Gutmann, M., Biebl, J., Kraft, E., Fischer, U. & Eberl, I. (2022). Frühmobilisation von Intensivpatient*innen: Eine qualitative Analyse mit mobilisierendem Fachpersonal an einem deutschen Universitätsklinikum zur Gestaltung, zum Verständnis und zu den Einflussfaktoren der Frühmobilisation. *QuPuG*, 9(2), 94–103.
- Mehler-Klamt, A. C., Huber, J., Schmidbauer, L., Warmbein, A., Rathgeber, I., Fischer, U. & Eberl, I. (2023). Der Einsatz von robotischen und technischen Systemen zur Frühmobilisation von Intensivpatient_innen. *Pflege*, 36(3), 156–167. <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000891>
- Mehler-Klamt, A. C., Huber, J., Köstler, N., Warmbein, A., Rathgeber, I., Fischer, U. & Eberl, I. (2024). Robot-assisted mobilisation in the intensive care unit: does it offer relief to mobilising specialists? A qualitative longitudinal study at a German university hospital. *Discover Social Science and Health*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44155-024-00074-4>
- Mehler-Klamt, A., Köstler, N., Huber, J., Warmbein, A., Rathgeber, I., Gutmann, M., Biebl, J. T., Hübner, L., Schroeder, I., Scharf-Janßen, C., Ohneberg, C., Kraft, E., Zoller, M., Fischer, U., & Eberl, I. (2025). Can Mobilising Specialists be Relieved by a Robotic System for the Early Mobilisation of Intensive-Care Patients? A

Quantitative Longitudinal Study at Two Data Collection Points at a German University Hospital. *International Journal of Social Robotics*.
<https://doi.org/10.1007/s12369-025-01208-7>

Misselhorn, C. (2018). *Grundfragen der Maschinenethik. Reclams Universal-Bibliothek: Band 19583*. Reclam.

Miura, K., Kadone, H., Koda, M., Abe, T., Endo, H., Murakami, H., Doita, M., Kumagai, H., Nagashima, K., Fujii, K., Noguchi, H., Funayama, T., Kawamoto, H., Sankai, Y. & Yamazaki, M. (2018). The hybrid assisted limb (HAL) for Care Support, a motion assisting robot providing exoskeletal lumbar support, can potentially reduce lumbar load in repetitive snow-shoveling movements. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 49, 83–86. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.11.020>

Mudge, A. M., Bew, P., Smith, S. & McRae, P. (2020). Staff knowledge, attitudes and behaviours related to mobilisation in a rehabilitation setting: Short report of a multidisciplinary survey. *Australasian journal on ageing*, 39(3), 225–229. <https://doi.org/10.1111/ajag.12793>

Müller-Wolff, T. & Larsen, R. (2021). Intensivpflege: Aufgaben und Qualitätssicherung. In R. Larsen, T. Fink & T. Müller–Wolff (Hrsg.), *Larsens Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege* (563 - 567). Springer.

Nagel, S. (2021). Zwischen Autonomie und Abhängigkeit: Die Bedeutung von Beziehung und Vertrauen in der Pflege. In M. Hülsken-Giesler, S. Kreutzer & N. Düttborn (Hrsg.), *Neue Technologien für die Pflege: Grundlegende Reflexionen und pragmatische Befunde* (S. 175–188). V&R unipress.

Neck, R. (2019). Der methodologische Individualismus. In G. Franco (Hrsg.), *Handbuch Karl Popper* (S. 447–462). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16239-9_26

Nydahl, P., Dewes, M., Dubb, R., Filipovic, S., Hermes, C., Jüttner, F., Kaltwasser, A., Klarmann, S., Klas, K., Mende, H., Rothaug, O. & Schuchhardt, D. (2016). Frühmobilisierung. Zuständigkeiten, Verantwortungen, Meilensteine. *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 111(2), 153–159. <https://doi.org/10.1007/s00063-015-0073-4>

Öhl, N., Fischer, J., Konrad, R. & Bauer, C. (2023). Erhebung und Bewertung von User Experience und Usability technischer Pflegeinnovationen – Implikationen für die praktische Methoden Anwendung. In T. Krick, J. Zerth, H. Rothgang, R. Klawunn, S. Walzer & T. Kley (Hrsg.), *Pflegeinnovationen in der Praxis. Erfahrungen und*

- Empfehlungen aus dem „Cluster Zukunft der Pflege“.* (S. 37–53). Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39302-1_3
- Ohneberg, C., Stöbich, N., Warmbein, A., Rathgeber, I., Mehler-Klamt, A., Fischer, U. & Eberl, I. (2023). Assistive robotic systems in nursing care: a scoping review. *BMC nursing*, 22(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01230-y>
- Passali, C., Maniopoulou, D., Apostolakis, I. & Varlamis, I. (2018). Work-related musculoskeletal disorders among Greek hospital nursing professionals: A cross-sectional observational study. *Work*, 61(3), 489–498. <https://doi.org/10.3233/WOR-182812>
- Peuker, B. (2010). Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT). In C. Stegbauer & R. Häussling (Hrsg.), *Handbuch Netzwerkforschung* (1. Auflage, S. 325–338). Netzwerkforschung Band 4. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Pfadenhauer, M. (2021). Mediatisierte Welten und die Frage der Mittelbarkeit. Social Robotics auf der Folie der „Strukturen der Lebenswelt“. In J. Dreher (Hrsg.), *Mathesis universalis – Die aktuelle Relevanz der „Strukturen der Lebenswelt“* (S. 371–383). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22329-8_17
- Popoola, M., Dingle, M., MacLaren, J. & Dyson, J. (2022). What are the barriers to nurses mobilising adult patients in intensive care units? An integrative review. *Australian Critical Care*, 35(5), 595–603. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2021.09.002>
- Rai, S., Anthony, L., Needham, D. M., Georgousopoulou, E. N., Sudheer, B., Brown, R., Mitchell, I. & van Haren, F. (2020). Barriers to rehabilitation after critical illness: a survey of multidisciplinary healthcare professionals caring for ICU survivors in an acute care hospital. *Australian Critical Care*, 33(3), 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.05.006>
- ReActive Robotics GmbH. (o. J.). *VEMOTION® Mobilisierung: Frühmobilisierung – neu gedacht [Fotografie]*. Verfügbar unter: <https://www.reactive-robotics.com/vemotion-cares>. Zugriff am: 10.01.2024.
- Remmers, H. (2018). Pflegeroboter: Analyse und Bewertung aus Sicht pflegerischen Handelns und ethischer Anforderungen. In O. Bendel (Hrsg.), *Pflegeroboter* (S. 161–179). Springer Gabler.
- Rhodes, S. R. (1983). Age-related differences in work attitudes and behavior: A review and conceptual analysis. *Psychological Bulletin*, 93(2), 328–367. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.93.2.328>

- Schaller, S. J., Scheffenbichler, F. T., Bose, S., Mazwi, N., Deng, H., Krebs, F., Seifert, C. L., Kasotakis, G., Grabitz, S. D., Latronico, N., Houle, T., Blobner, M. & Eikermann, M. (2019). Influence of the initial level of consciousness on early, goal-directed mobilization: a post hoc analysis. *Intensive Care Medicine*, 45(2), 201–210. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05528-x>
- Schmidt, S. & Meißner, T. (2009). *Organisation und Haftung in der ambulanten Pflege*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-79332-8>
- Schubert, C. (2019). Akteur-Netzwerk Theorie. In W. Wessels (Hrsg.), *Springer Reference Sozialwissenschaften. Das Politische System der Europäischen Union* (S. 1–24). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-15953-5_16-1
- Schweickert, W. D., Pohlman, M. C., Pohlman, A. S., Nigos, C., Pawlik, A. J., Esbrook, C. L., Spears, L., Miller, M., Franczyk, M., Deprizio, D., Schmidt, G. A., Bowman, A., Barr, R., McCallister, K. E., Hall, J. B. & Kress, J. P. (2009). Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *The Lancet*, 373(9678), 1874–1882. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60658-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60658-9)
- Smith, D. R., Mihashi, M., Adachi, Y., Koga, H. & Ishitake, T. (2006). A detailed analysis of musculoskeletal disorder risk factors among Japanese nurses. *Journal of safety research*, 37(2), 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2006.01.004>
- Stolecki, D. (2011). Intensivpflege. In H. Burchardi, R. Larsen, G. Marx, E. Muhl & J. Schölmerich (Hrsg.), *Die Intensivmedizin* (11. Auflage, S. 27–35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16929-8_4
- Ströbel, A. & Weidner, F. (2003). *Ansätze zur Pflegeprävention: Rahmenbedingungen und Analyse von Modellprojekten zur Vorbeugung von Pflegebedürftigkeit; Zwischenbericht 2002*. Schlütersche.
- Strube-Lahmann, S., Müller, F., Naumann, B., Müller-Werdan, U. & Lahmann, N. A. (2023). Pilotierung eines aktiven Exoskelettes in der stationären Akut- und Langzeitpflege. *Neurologie & Rehabilitation*, 29(1), 56–61. <https://doi.org/10.14624/NR2301009>
- Strübing, J. (2018). *Qualitative Sozialforschung: Eine komprimierte Einführung* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). *Soziologie kompakt*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110529920>
- van Loon, J. (2014). Michel Callon und Bruno Latour: Vom naturwissenschaftlichen Wissen zur wissenschaftlichen Praxis. In D. Lengersdorf & M. Wieser (Hrsg.),

Schlüsselwerke der Science & Technology Studies (S. 99–110). Springer Fachmedien.

- Venkatesh, V. & Davis, G. B. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Warmbein, A., Hübner, L., Rathgeber, I., Mehler–Klamt, A. C., Huber, J., Schroeder, I., Scharf, C., Gutmann, M., Biebl, J., Manz, K., Kraft, E., Eberl, I., Zoller, M. & Fischer, U. (2024). Robot-assisted early mobilization for intensive care unit patients: Feasibility and first-time clinical use. *International journal of nursing studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2024.104702>
- Waydhas, C., Riessen, R., Markewitz, A., Hoffmann, F., Frey, L., Böttiger, B. W., Brenner, S., Brenner, T., Deffner, T., Deininger, M., Janssens, U., Kluge, S., Marx, G., Schwab, S., Unterberg, A., Walcher, F. & van den Hooven, T. (2022). Empfehlung zur Struktur und Ausstattung von Intensivstationen 2022 (Erwachsene). *DIVI-Mitgliederzeitschrift*, 1. Verfügbar unter: <https://www.divi.de/joomla-tools-files/docman-files/publikationen/intensivmedizin/230419-divi-strukturempfehlung-intensivstationen-langversion.pdf>. Zugriff am: 02.06.2023.
- Wittink, H., Engelbert, R. & Takken, T. (2011). The dangers of inactivity; exercise and inactivity physiology for the manual therapist. *Manual therapy*, 16(3), 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.math.2011.01.006>
- Zhang, L., Hu, W., Cai, Z., Liu, J., Wu, J., Deng, Y., Yu, K., Chen, X., Zhu, L., Ma, J. & Qin, Y. (2019). Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 14(10), e0223185. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223185>