

Abschlussbericht zum Vorhaben
„Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder
anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche
Belastbarkeit, psychische Gesundheit und
Arbeitsfähigkeit
– ein Beitrag zur Handlungssicherheit im Reha-
Management“ (Nr.: FF-FB 326)

Laufzeit

01.05.2021 – 31.01.2024

Bericht vom 15.04.2024

Autor:innen

Müller, K., Ottiger, M., Poppele, I., Stegbauer, M. & Schlesinger, T.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung deutsch	1
Kurzfassung englisch.....	2
1. Problemstellung zu Projektbeginn.....	3
2. Forschungszweck/-ziel	5
3. Methodik	6
4. Ergebnisse des Gesamtvorhabens.....	9
5. Auflistung der für das Vorhaben relevanten Veröffentlichungen, Schutzrechts-anmeldungen und erteilten Schutzrechte von nicht am Vorhaben beteiligten Forschungsstellen	22
6. Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich des Forschungszwecks/-ziels, Schlussfolgerungen	24
7. Aktueller Umsetzungs- und Verwertungsplan.....	27
8. Literatur	28
Anhang 1.....	35
Unterschriftenseite verpflichtend für Kooperationsprojekte	59

Kurzfassung deutsch

Ziele zu Projektbeginn:

Bei einer Infektion mit SARS-CoV-2 ist mit langfristigen Auswirkungen auf die körperliche Belastbarkeit und psychische Gesundheit zu rechnen, was wiederum negative Folgen für die Arbeitsfähigkeit der betroffenen Patient:innen haben kann. Zu Projektbeginn existierten noch keine gesicherten Erkenntnisse über Effekte einer post-COVID Rehabilitation auf die biopsychosoziale Gesundheit der Patient:innen. Konkrete Handlungsempfehlungen zur Steuerung und Koordinierung von Rehabilitationsmaßnahmen für COVID-19 Patient:innen waren daher noch nicht bekannt. Das vorliegende Forschungsvorhaben verfolgte das Ziel, mittel- und langfristige Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannten Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit zu beschreiben und vorliegende Zusammenhänge sowie einflussnehmende Faktoren aufzudecken. Die gewonnenen Erkenntnisse leisten einen Beitrag zur Steuerung, Koordination und zielgerichteten Weiterentwicklung der medizinischen Rehabilitation im Rahmen des Reha-Managements für Patient:innen mit BK-Nr. 3101 oder anerkannten Arbeitsunfall nach COVID-19.

Aktivitäten/Methoden:

Die Studie wurde an der Technischen Universität Chemnitz in Zusammenarbeit mit der BG Klinik für Berufskrankheiten Bad Reichenhall durchgeführt und im Deutschen Register für klinische Studien unter DRKS00022928 registriert. In der durchgeführten Beobachtungsstudie mit insgesamt vier Messzeitpunkten (zu Beginn (T1) und zum Ende (T2) der Rehabilitation sowie sechs (T3) und 12 Monate (T4) nach der Rehabilitation) wurden 127 Patient:innen in der postakuten Phase von COVID-19 rekrutiert, welche als Berufskrankheit (BK-Nr. 3101) oder Arbeitsunfall anerkannt wurde. Alle Proband:innen nahmen an einem stationärem multidisziplinärem post-COVID Rehabilitationsprogramm mit einer Dauer von $M=28,77$ (Range: 9-42) Tagen in der BG Klinik für Berufskrankheiten Bad Reichenhall teil. Soziodemografische Daten, bestehende post-COVID Symptomatik und die Arbeitsfähigkeit wurden mittels Fragebögen erfasst. Die Erfassung der psychischen und kognitiven Gesundheit erfolgte durch den Einsatz von Fragebogeninstrumenten, kognitiven Testbatterien und Interviews. Die körperliche Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit wurden mittels verschiedener Untersuchungsverfahren (z.B. 6-Minuten-Gehtest) erfasst. Ein Bewegungssensor erfasste objektiv die körperliche Aktivität und das Schlafverhalten der Proband:innen. Standardisierte Interviews mit Mitarbeiter:innen der BG Klinik in Bad Reichenhall gaben prozessbezogenen Aufschluss über die Umsetzbarkeit und Besonderheiten der durchgeführten post-COVID Rehabilitation.

Ergebnisse:

Die Ergebnisse der Studie weisen auf positive Veränderungen von Gesundheitsparametern zum Ende der rehabilitativen Maßnahme bei post-COVID Patient:innen hin. Zum Ende der Rehabilitation zeigte sich eine verbesserte körperliche Belastbarkeit und psychische/kognitive Gesundheit. Auch sechs und 12 Monate nach der Rehabilitation wurde eine signifikant verbesserte körperliche Belastbarkeit im Vergleich zu T1 festgestellt. Die Aufrechterhaltung der psychischen Gesundheit sechs und 12 Monate nach der Rehabilitation variiert in Abhängigkeit der erhobenen Parameter. Innerhalb der Stichprobe liegt eine anhaltende hohe Arbeitsunfähigkeit auch sechs (54,2 %) und 12 Monate (44,1 %) nach der Rehabilitation vor. Eine reduzierte Arbeitsfähigkeit ist vor allem mit kognitiven/physischen Einschränkungen sowie einer bestehenden Fatigue-Symptomatik assoziiert. Des Weiteren verdeutlichen die Ergebnisse der Studie, dass post-COVID Patient:innen auf Grund ihrer komplexen und diversen Symptomatik eine individuelle, auf Ihre Bedürfnisse abgestimmte Rehabilitationsmaßnahme benötigen und weiterführende Nachsorgeprogramme zur Aufrechterhaltung der erzielten Verbesserungen zwingend notwendig sind.

Kurzfassung englisch

Objectives at the beginning of the project:

In the case of SARS-CoV-2 infection, long-term effects on physical capacity and mental health are anticipated, which can have negative consequences for the working ability of affected patients. At the projects' outset, there were no established findings regarding the effects of post-COVID rehabilitation on the patients' biopsychosocial health. Concrete recommendations for managing and coordinating rehabilitation measures for COVID-19 patients were not yet known. This research aimed to describe the medium- and long-term effects of COVID-19 as occupational disease BK-No. 3101 or recognized work-related accident on physical capacity, psychological health and work ability, and to uncover existing relationships and influencing factors. The insights gained contribute to the steering, coordination, and targeted development of medical rehabilitation within the framework of rehabilitation management for patients with occupational disease BK-No. 3101 or recognized work-related accident after COVID-19.

Activities/Methods:

This study was conducted at the Chemnitz University of Technology, Germany, in cooperation with the BG Hospital Bad Reichenhall, and was registered in the German Clinical Trials Register under DRKS00022928. In this observational study with four measurement points (at the beginning (T1) and end (T2) of rehabilitation, as well as six (T3) and 12 months (T4) post-rehabilitation), 127 patients in the post-acute phase of COVID-19, recognized as occupational disease (BK-No. 3101) or work-related accident, were recruited. All subjects participated in an inpatient multidisciplinary post-COVID rehabilitation program lasting an average of $M=28.77$ (Range: 9-42) days at the BG Hospital for Occupational Diseases in Bad Reichenhall. Sociodemographic data, existing post-COVID symptoms, and work ability were collected through questionnaires. Psychological and cognitive health were assessed using questionnaires, cognitive test batteries, and interviews. Physical capacity and performance were measured using various examination methods (e.g., 6-minute walking test). A motion sensor objectively recorded the physical activity and sleep behaviour of the patients. Standardized interviews with staff at the BG Hospital in Bad Reichenhall provided process-related insights into the feasibility and specifics of the conducted post-COVID rehabilitation.

Results:

The study results indicate positive changes in health parameters at the end of the rehabilitative intervention for post-COVID patients. After rehabilitation, improved physical capacity and psychological/cognitive health were observed. Six and 12 months post-rehabilitation, physical capacity enhanced significantly compared to T1. The maintenance of psychological health six and 12 months post-rehabilitation varied depending on the assessed parameters. Within the sample, sustained high levels of work disability were observed even six (54,2 %) and 12 months (44,1 %) after rehabilitation. Reduced work ability is particularly associated with cognitive/physical limitations and existing fatigue symptoms. Furthermore, the study results emphasize that post-COVID patients, due to their complex and diverse symptoms, require an individualized rehabilitation approach tailored to their needs, and ongoing aftercare programs are crucial to maintaining the achieved improvements.

1. Problemstellung zu Projektbeginn

Seit Anfang des Jahres 2020 entwickelte sich die Ausbreitung der Infektionen mit dem neuen Coronavirus SARS-CoV-2 (SARS: Severe acute respiratory syndrome – schweres akutes respiratorisches Syndrom) zu einer weltweiten Pandemie. In Deutschland gab es laut Robert-Koch-Institut (RKI) bisher 236.429 bestätigte COVID-19-Fälle (COVID: Corina Virus Disease 2019), 9.280 Personen verstarben an der Erkrankung (Stand: 26.08.2020). Covid-19 ist mit großen Herausforderungen für das Gesundheitssystem verbunden. Neben der Akutbehandlung der Patient:innen ist zudem eine langfristige Versorgung von COVID-19 Patient:innen nach der Akutphase aufgrund krankheitsbedingter Beeinträchtigungen notwendig. Aufgrund der rasanten Ausbreitung von COVID-19 und der vor allem zu Beginn der Corona-Pandemie fehlenden Informationen zur Übertragung des Virus sowie fehlender Hygienekonzepte galten vor allem Mitarbeiter:innen im Gesundheitsdienst mit Betreuungs- und Pflegeverantwortung (wie Ärzte, Pflegekräfte) als vulnerable Gruppen für COVID-19. Eine COVID-19 Erkrankung kann als BK-Nr. 3101 (Berufskrankheit) entsprechend Anlage 1 der Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) anerkannt werden, wenn die Erkrankung bei versicherten Personen infolge der Ausübung ihrer beruflichen Tätigkeit z. B. im Bereich Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege eingetreten ist. Laut DGUV (Referat Statistik, Stand 28.08.2020) wurden bisher 7.847 anerkannte Fälle mit BK-Nr. 3101 bestätigt, wobei bei vielen Anzeigen die Entscheidung zur Anerkennung noch aussteht.¹ Außerdem kann COVID-19 als Arbeitsunfall bei berufsbedingten Infektionen mit SARS-CoV-2 (z.B. SARS-CoV-2-Ausbruch im Unternehmen Tönnies in Rheda-Wiedenbrück) anerkannt werden, wenn die ausgeübten beruflichen Tätigkeiten nicht von der BK-Nr. 3101 erfasst werden.

Der Verlauf von COVID-19 ist sehr vielfältig, unspezifisch und individuell in der Ausprägung der Erkrankungsschwere sowie der auftretenden Symptomatik mit teilweise schweren (Hospitalisierung) und (lebens-)kritischen (intensivpflichtig, Todesfälle) Verläufen (RKI, 2020a, b). Sehr häufig ist die Lunge mit Entwicklung von Dyspnoe und auch Hypoxämie betroffen. Bei ca. 5 % der Fälle ist eine intensivmedizinische Therapie indiziert, wobei ein hypoxämisches respiratorisches Versagen eine invasive Beatmungstherapie notwendig machen kann (Wu & McGoogan, 2020). Konventionelle Röntgenbilder zeigen bei ca. 50-60 % der Erkrankten Veränderungen. CT-Untersuchungen weisen sogar bei 85 % der Fälle Veränderungen im Bereich der Lungen nach (mit milchglasartigen Infiltraten, bilateralen oder seltener unilateralen und häufig peripher lokalisierten Verdichtungen und/oder interstitieller Zeichnungsvermehrung) (RKI, 2020a). Nach Mo et al. (2020) zählen Einschränkungen der Diffusionskapazität, gefolgt von restriktiven Funktionseinschränkungen zu den häufigsten Lungenfunktionsveränderungen bei COVID-19 Patient:innen. Neben pulmonalen Erkrankungen können u. a. folgende Erkrankungen und Symptome durch COVID-19 hervorgerufen werden: neurologische Symptome und Erkrankungen (z. B. Schwindel, neuropsychiatrische Symptome (Rogers et al., 2020; Varatharaj et al., 2020), Enzephalopathie (Poyiadji et al., 2020)), Herz-Kreislauf-Symptome und Erkrankungen (Myokardschädigungen, Herzinsuffizienz (Driggin et al., 2020)), Nierenerkrankungen, gastrointestinale Symptome, dermatologische Symptome (RKI, 2020b). Das RKI (2020a) benennt folgende Prädiktoren für einen schweren Verlauf: Alter (>50 Jahre), männliches Geschlecht, Dyspnoe und Persistenz von Fieber, ausgeprägte Lymphozytopenie und eine Erhöhung von Biomarkern wie z. B. CRP (C-reaktives Protein). Zu Projektbeginn war unklar, welche Folgeerkrankungen und Langzeiteffekte COVID-19 auf die physische und psychische Gesundheit bewirkt und ob krankheitsbedingte Einschränkungen persistent sind (Mo et al., 2020).

Untersuchungen von Carfi et al. (2020) und Spector (2020) deuten darauf hin, dass auch Wochen bzw. Monate nach der akuten Krankheitsphase von COVID-19 noch Symptome im Sinne von Langzeitauswirkungen und ggf. irreversiblen Folgeschäden bestehen können. Ähnliche Ergebnisse sind aus Untersuchungen mit hospitalisierten Patient:innen nach Influenza-A-Virus-Infektion (H7N9) bekannt (Chen et al., 2017). Gao et al. (2020) wiesen bei COVID-19 Patient:innen nach Abschluss der Akutbehandlung körperliche und psychische Beeinträchtigungen nach

¹ Zum Zeitpunkt des Projektabschlusses lag die Zahl der anerkannten Fälle mit BK-Nr. 3101 bei 355.437 (DGUV, Stand 17.01.2023).

und stellen Zusammenhänge zu intensivmedizinischen Therapien dar. Aufgrund der Neuartigkeit des Krankheitsbildes können hierzu zu Projektbeginn jedoch noch keine zuverlässigen Ergebnisse berichtet werden (RKI, 2020b). Untersuchungen (Ngai et al., 2010; Tansey et al., 2007) mit Patient:innen der SARS-1 Pandemie zeigten aber langfristige Beeinträchtigungen aufgrund der Erkrankung in den Bereichen Lungenfunktion, körperliche Belastbarkeit, Fatigue und psychische Symptome sowie Einschränkungen im Arbeitskontext. In Abhängigkeit vom Ausmaß der Krankheitsfolgen können auch bei COVID-19 Patient:innen derartige Beeinträchtigungen entstehen. Aufgrund der damit verbundenen Aktivitätseinschränkungen ist zudem mit Einbußen sozialer und beruflicher Teilhabe zu rechnen. Die Art und der Umfang der Wiederaufnahme der Arbeitsfähigkeit nach COVID-19 standen bisher jedoch nicht im Fokus der Forschung.

Entsprechend den „DGP Empfehlungen zur pneumologischen Rehabilitation bei COVID-19“ (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. (DGP), Glöckl et al., 2020) könnte durch ganzheitliche, multimodale und interdisziplinäre Rehabilitationsmaßnahmen ein bedeutender Beitrag zur Reduzierung von körperlichen und psychischen Einschränkungen und damit zur Stabilisierung sowie Steigerung der physischen und psychischen Belastbarkeit geleistet werden. Dies ist Voraussetzung, um nach dem mit COVID-19 teilweise verbundenen komplexen Krankheitsgeschehen langfristig arbeitsfähig zu bleiben. Nach Glöckl et al. (2020) werden stationäre Rehabilitationsmaßnahmen nicht nur nach der Direktverlegung aus dem Krankenhaus und nach vorübergehender häuslicher Entlassung empfohlen, sondern auch Wochen oder Monate nach der Akutphase von COVID-19. Aufgrund der Neuartigkeit des Erkrankungsgeschehens war jedoch zu Studienbeginn weitestgehend unklar, welchen Beitrag Rehabilitationsmaßnahmen bei COVID-19 Patient:innen leisten können und wie nachhaltig diese Maßnahmen vor allem in Bezug auf die Arbeitsfähigkeit und Vermeidung von dauerhafter Berufsunfähigkeit sind. Gleichzeitig fehlen Erkenntnisse, wie evidenzbasiert eine optimale Steuerung und Umsetzung der medizinischen Rehabilitation und aller Leistungen im Reha-Management für Patient:innen mit COVID-19 als anerkannte BK-Nr. 3101 oder anerkannten Arbeitsunfall erfolgen kann.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Forschungsvorhaben zum einen das Ziel, die mittel- und langfristigen Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannten Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit detailliert zu erfassen und mögliche Zusammenhänge zu beschreiben. Zum anderen wurden auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse Empfehlungen zur Steuerung, inhaltlichen Weiterentwicklung und zielgerichteten Begleitung der medizinischen Rehabilitation im Rahmen des Reha-Managements für Patient:innen mit BK-Nr. 3101 oder anerkanntem Arbeitsunfall nach COVID-19 entwickelt.

2. Forschungszweck/-ziel

Das vorliegende Forschungsprojekt verfolgte das Ziel, mittel- und langfristige Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit zu identifizieren und detailliert zu beschreiben. Außerdem wurden potentielle Zusammenhänge von COVID-19 mit körperlicher und psychischer Funktionsfähigkeit sowie Arbeitsfähigkeit dargestellt. Schließlich sollte explorativ untersucht werden, ob bei den betroffenen Versicherten in Abhängigkeit vom Alter, Geschlecht, von Vorerkrankungen und vom ausgeübten Beruf unterschiedliche Auswirkungen auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit nachweisbar sind. Zum anderen sollten im Sinne der Machbarkeit Inhalte und auftretende Besonderheiten bei der Durchführung des stationären Heilverfahrens an der BG Klinik für Berufskrankheiten Bad Reichenhall dokumentiert und detailliert beschrieben werden. Die im Forschungsvorhaben gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse zum Rehabilitationsprozess von Patient:innen mit BK-Nr. 3101 oder anerkanntem Arbeitsunfall nach COVID-19 sollten einen Beitrag zur Steuerung, Koordination und zielgerichteten Begleitung der medizinischen Rehabilitation und aller Leistungen mit dem Ziel der Stabilisierung der physischen und psychischen Gesundheit sowie der gesellschaftlichen und beruflichen Wiedereingliederung sowie Vermeidung von Berufsunfähigkeit leisten. Dadurch sollte die Handlungssicherheit im Reha-Management von post-COVID Patient:innen steigen.

Zusammenfassend ließen sich folgende Forschungsfragen für das geplante Forschungsvorhaben ableiten:

- Welche mittel- und langfristigen Auswirkungen hat COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit der Patient:innen?
- Zeigen sich unterschiedliche Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit der Patient:innen in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen und zugehöriger Berufsgruppe?
- Welche Zusammenhänge bestehen zwischen körperlicher Belastbarkeit, psychischer Gesundheit und Arbeitsfähigkeit bei Patient:innen mit COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall?
- Welche Besonderheiten treten bei der Umsetzung eines stationären Heilverfahrens mit Patient:innen nach COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall in der BG Klinik für Berufskrankheiten Bad Reichenhall auf?
- Welche Hinweise zur Handlungssicherheit im Reha-Management von Patient:innen nach COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall lassen sich durch die im Rahmen des Forschungsvorhabens gewonnenen Erkenntnisse ableiten?

3. Methodik

Arbeits- und Zeitplan

Die Arbeitsaufgaben in den **Arbeitspaketen 1** (Projektkoordination) und **2** (Literatur/ Messinstrumente) erfolgten seitens der TU Chemnitz entsprechend des Arbeits- und Zeitplans. Ein digitales Kick-off Meeting mit allen Projektteilnehmer:innen fand am 04.05.2021 statt. Im Juni 2021 erfolgte ein Präsenzmeeting in Bad Reichenhall, um die standardisierte Umsetzung der Untersuchungsverfahren und das Datenmanagement gemeinsam festzulegen. Im Juni 2021, August 2022, März 2023 und Dezember 2023 wurden durch die TU Chemnitz digitale Sitzungen mit Mitgliedern des Forschungsbegleitkreises durchgeführt. In diesen wurde der aktuelle Projektstand diskutiert. Ergebnisse der zweiten Sitzung des Forschungsbegleitkreises im August 2022 führten zu einer inhaltlichen Erweiterung der Fragebogenuntersuchung zu T4 (12 Monate nach Rehabilitationsende) im Hinblick auf die weitere medizinische Versorgung bzw. Nachsorge im Anschluss der stationären Rehabilitationsmaßnahme in der BG Klinik und bezüglich der erfassten post-COVID Symptomatik entsprechend aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse. Im Mai 2022 wurde der erste Zwischenbericht und im Mai 2023 der zweite Zwischenbericht erstellt. Die Projektmitarbeiter:innen der TU Chemnitz führten fortlaufend über den gesamten Projektzeitraum eine umfassende Literaturrecherche zum Forschungsthema durch und kommunizierten aktuelle Studien und deren Befunde in den Arbeitstreffen (siehe dazu auch Kap. 5). Eine Übersicht der durchgeführten Untersuchungsverfahren zu allen vier Messzeitpunkten ist Tabelle 1 in Anhang 1 zu entnehmen.

Innerhalb des **Arbeitspaketes 3** (Rekrutierung Proband:innen/ Datenerhebung BG Klinik) konnte die Rekrutierung zum Juni 2022 beendet werden. Insgesamt reisten im Rekrutierungszeitraum 228 Patient:innen zur post-COVID-Rehabilitation in die BG Klinik an. Davon konnten 162 Patient:innen bezüglich einer Studienteilnahme befragt werden. Letztendlich konnten nach Studienaufklärung 127 Patient:innen (geplant: 115) in die Studie eingeschlossen werden. Die T2 Untersuchungen (Briefversand) wurden planmäßig im August 2022 beendet. Die Datenerhebung zum Messzeitpunkt T3 konnte im Januar 2023 abgeschlossen werden. Zehn Patient:innen führten keine Untersuchungen in der BG Klinik Bad Reichenhall sechs Monate nach dem Heilverfahren zu T3 durch. Jedoch erhielten diese die Fragebögen und Messinstrumente, die seitens der TU Chemnitz nach Hause verschickt werden. Folgende Gründe waren diesbezüglich verantwortlich: Zu weite Anreise (2x), gesundheitliche Probleme (3x), aktueller Krankenhausaufenthalt (1x), private Probleme (1x), Antritt einer neuen Arbeitsstelle (1x), Pflege von Angehörigen (1x), Kinderbetreuung (1x). Die Vervollständigung der Datenerhebung durch die TU Chemnitz und BG Klinik Bad Reichenhall erfolgte mit Abschluss des Messzeitpunktes T4 im Juli 2023. Zum Messzeitpunkt T4 konnten 17 Patient:innen nicht zu den Untersuchungen vor Ort anreisen unter Angabe folgender Gründe: Gesundheitliche Probleme (6x), Absage Kostenträger (2x), zu lange Anreise (2x), Kinderbetreuung (2x), Pflege von Angehörigen (1x), zu hohe Arbeitslast (2x), private Probleme (2x). Die Dokumentation der Daten erfolgte kontinuierlich durch Mitarbeitende der TU Chemnitz und der BG Klinik Bad Reichenhall. Eine Verzögerung gab es für die spiroergometrischen Untersuchungen und der Abnahme von Blutproben zu T1 und T2. Im Projektverlauf musste das ursprünglich angenommene Ethikvotum für diese Untersuchungen erneuert werden, sodass entsprechend der Hinweise im ersten Zwischenbericht zwischen dem 12.10.2021 und 28.12.2021 für T1 und T2 keine Spiroergometrien durchgeführt und Blutproben entnommen wurden. Die Rekrutierungsphase wurde deswegen Ende April 2022 um zwei Monate verlängert, um statt wie ursprünglich geplant 115 Patient:innen einschließen zu können. Des Weiteren gab es in den KW 38 und 44 (2022) pandemie- und krankheitsbedingte Personalengpässe in der BG Klinik Bad Reichenhall. In diesen Wochen konnten keine spiroergometrischen Untersuchungen stattfinden. Auf Grund von unvorhersehbaren, von Seiten der Proband:innen bedingten, Verschiebungen von Follow-up

Untersuchungsterminen zu T3 und T4, konnten die letzten Messungen zu T4 erst Ende Juni 2023 vor Ort in der BG Klinik durchgeführt werden. Aufgrund dieser Tatsache erfolgte eine Beantragung und Bewilligung (26.04.2023) einer kostenneutralen Verlängerung der Projektlaufzeit um 3 Monate (bis 31.01.2024), um so eine sorgfältige Umsetzung der Inhalte in den Arbeitspaketen 4, 5 und 6 in der Projektabschlussphase und damit den Projekterfolg sicherzustellen.

Arbeitspaket 4 (Überwachung des Rekrutierungsfortschritts und Datenmanagement): Das Datenmanagement durch die TU Chemnitz erfolgte für alle Messzeitpunkte T1-T4. Die Projektmitarbeiter:innen der TU Chemnitz kontrollierten die vollständigen Datensätze über alle vier Messzeitpunkte. Für den Messzeitpunkt T1 umfasst der Datensatz 127 Patient:innen, der Datensatz für T2 umfasst 124 Patient:innen, für T3 118 Patient:innen und für T4 114 Patient:innen. Die statistischen Analysen erfolgten mittels der Software SPSS (Version 29, SPSS Inc., Armonk, NY, USA). Für die Analysen wurden Syntax-Dateien erstellt, welche u.a. die erforderlichen Gesamtscores der eingesetzten Untersuchungsinstrumente berechnen und statistische Auswertungen beinhalten. Die vorliegenden Daten wurden hinsichtlich der Forschungsfragen entsprechend ausgewertet. Die Längsschnittanalyse erfolgte mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test auf Grund des Vorliegens teilweise nicht normalverteilter Daten. Für dichotome Variablen wurde der McNemar-Test angewandt. Für die Gruppenvergleiche hinsichtlich des Geschlechts, Alter, Erkrankungsschwere, Berufsgruppe und Vorerkrankungen diente der Mann-Whitney-U-Test. Um komplexere Zusammenhänge zwischen der körperlichen Belastbarkeit, psychischen Gesundheit und der Arbeitsfähigkeit zu analysieren, fand eine Berechnung multipler Regressionsanalysen statt. Die Mediationsanalysen erbrachten ein tieferes Verständnis über die regressionsanalytisch aufgezeigten Zusammenhänge. Die durchgeführten (standardisierten) Interviews mit 9 Mitarbeiter:innen der BG Klinik Bad Reichenhall wurden transkribiert. Anschließend erfolgte eine qualitative Inhaltsanalyse mit deduktiv-induktiver Kategorienbildung.

Die Forschungsarbeiten im **Arbeitspaket 5** (Generalisierung von Ergebnissen) beinhalteten folgende Arbeitsschritte: Im Januar 2022 erfolgte die Veröffentlichung des Studienprotokolls im peer-reviewed Journal „Frontiers in Rehabilitation Science“ Open Access (Müller et al., 2022). Eine erste Längsschnittanalyse zu den erhobenen Daten der Messzeitpunkte T1 und T2 wurde im Januar 2023 im peer-reviewed Journal „International Journal of Environmental Research and Public Health“ Open Access veröffentlicht (Müller et al., 2023a). Im November 2023 erfolgte die Veröffentlichung eines Kapitels (Müller et al., 2023b) in dem Handbuch „Corona und Arbeit – Arbeits- und sozialmedizinische Aspekte zu COVID-19 und post-COVID“ (Hrsg.: A. Nienhaus, S. Letzel, & D. Nowak) im Verlag ecomed-Storck GmbH. Hier wurden erste Längsschnittanalysen zu den erhobenen Daten der Messzeitpunkte T1 und T2 von Mitarbeiter:innen im Gesundheitswesen veröffentlicht. Die Ergebnisse und Handlungsempfehlungen des von der TU Chemnitz digital durchgeführten Expert:innenworkshops zum Thema „Rehabilitation bei Post-COVID“ am 06.07.2023 wurden im Dezember 2023 in dem Journal „Die Rehabilitation“ veröffentlicht. Außerdem wurden zahlreiche nationale und internationale Kongressbeiträge und Abstracteinreichungen (z.B. ERS 2022 und 2023, DVS-Gesundheit 2022, Reha-Kolloquium 2023, DGSMP 2023, 2. Long-COVID Kongress 2023, DGP 2024) im Projektzeitraum umgesetzt, um die Öffentlichkeit über vorläufige Projektergebnisse zu informieren. Eine vollständige Liste von Veröffentlichungen im Rahmen von Kongressen und Tagungen ist Kapitel 4 zu entnehmen. Weitere Teilnahmen an nationalen Kongressen sind geplant (DGP 2024, ERS 2024, DGSMP 2024, dvs Gesundheit 2024, DKVF 2024). Dr. Katrin Müller wurde eingeladen am 16. März 2024 am Online-Symposium „Rehabilitation und Begutachtung nach COVID-19 im Rahmen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)“ zur Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin mit einem Vortrag über die „Evaluation der stationären Rehabilitation nach COVID-19 in der BG-Klinik Bad Reichenhall“ teilzunehmen.

Arbeitspaket 6 (Organisation von Informationsveranstaltungen, Veranstaltungen mit Expert:innen): Im Oktober 2022 wurde seitens der TU Chemnitz gemeinsam mit Prof. Dr. Albert Nienhaus im Rahmen der Veranstaltung „DGUV Forum Forschung der Unfallversicherungsträger“ ein Workshop zu „Rehabilitation und COVID-19“ in Nümbrecht realisiert. Am 06.07.2023 führte die TU Chemnitz einen digitalen Expert:innenworkshop zur Thematik „Rehabilitation bei Post-COVID“ durch. In diesem Workshop wurden bisherige Erkenntnisse und Herausforderungen der Rehabilitation von post-COVID Patient:innen diskutiert. Teilgenommen haben Expert:innen von Wissenschaftseinrichtungen, Universitäts- und Rehabilitationskliniken, Sportverbänden, Unfallversicherungen und Gesundheitsorganisationen. Neben vier Impulsvorträgen wurden Workshops als offen gehaltene Diskussionsforen zu den drei Themen post-COVID und (a) körperliche Belastbarkeit, (b) psychische/kognitive Gesundheit sowie (c) Arbeitsfähigkeit umgesetzt. Die abgeleiteten Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges Rehabilitationsmanagement für post-COVID Patient:innen wurden in dem Journal „Die Rehabilitation“ veröffentlicht (Müller et al., 2023c). Im Juni 2021, August 2022, März 2023, und Dezember 2023 erfolgten die vier Treffen des Forschungsbegleitkreises. Hier wurden der aktuelle Projektstand sowie Ergebnisse zu den Messzeitpunkten T1 bis T4 vorgestellt und kritisch diskutiert. Zusätzlich wurden im Februar 2022, September 2022, März 2023 und Dezember 2023 vier Informationsveranstaltungen für Mitarbeitende der hauptbetroffenen UV-Träger (Anzahl Teilnehmer:innen: 44-75) umgesetzt, um die Teilnehmenden über aktuelle Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt zu informieren.

4. Ergebnisse des Gesamtvorhabens

Hinweise zum Drop-Out sowie zur Datenauswertung

Die Rekrutierung der Proband:innen wurde im Juni 2022 abgeschlossen und insgesamt wurden 127 Patient:innen für die Studie rekrutiert. Zum Zeitpunkt T2 mussten 3 Proband:innen als Drop-out klassifiziert werden, da entweder die Rehabilitation abgebrochen wurde (n=1) oder kein weiteres Interesse an der Studienteilnahme bestand (n=2). Zum Zeitpunkt T3 haben ebenfalls 3 Proband:innen die Studie auf Grund von mangelndem Interesse abgebrochen. Drei Proband:innen sagten aus gesundheitlichen und zeitlichen Gründen ausschließlich die T3 Teilnahme ab, stimmten einer T4 Teilnahme jedoch weiter zu. Zum Messzeitpunkt T4 haben 2 Proband:innen ohne Angabe von Gründen die Studie abgebrochen, 1 Probandin hatte kein Interesse mehr an der Teilnahme, 1 Proband erlitt einen Apoplex kurz vor dem Messzeitpunkt T4, 1 Probandin konnte nicht rechtzeitig die Unterlagen ausfüllen/ in die Klinik anreisen und 1 Probandin sagte aus beruflichen Gründen die Teilnahme zu T4 ab. Folglich wurden diese 6 Proband:innen als Drop-out zu T4 klassifiziert. Für die Ergebnisdarstellung der Untersuchungen zu T1 und T2 werden alle Daten der 124 Proband:innen verwendet, für den T1 – T3 Vergleich liegen kontrollierte Daten von 118 Patient:innen vor und für den T1-T4 Vergleich 114 kontrollierte Datensätze. Die aktuellen Ergebnisse sind im Anhang 1 zu finden. Weitere umgesetzte Verlaufs- und Gruppenanalysen T1 – T2 (hinsichtlich des Geschlechts, der Erkrankungsschwere und der Berufsgruppe) sind bitte der Publikation von Müller et al. (2023a) zu entnehmen.

Stichprobenbeschreibung

Die Proband:innen (Weiblich: n=97) waren im Mittel 50,62 Jahre (SD=10,74, Range 21-69) alt. Als Geburtsland wurde größtenteils Deutschland (94,4 %) angegeben. Die Proband:innen lebten zum ersten Messzeitpunkt überwiegend in einem Mehr-Personen-Haushalt (79,4 %) mit einem durchschnittlichen Haushaltsnettoeinkommen von 3.581,22€. Etwa dreiviertel der Proband:innen (79,4 %) lebten in einer festen Partnerschaft und hatten Kinder (70,6 %, Anzahl: MW=2,01, Range 1-5). Ihren Sozialstatus schätzten die Proband:innen im Mittel auf der sechsten von zehn erreichbaren Sprossen (MW=5,79; SD=1,27; Range: 3-10) der subjektiven sozialen Stufenleiter nach der deutschen Version der MacArthur-Scale ein. Der sozioökonomische Status (SES) kann Werte zwischen 3,0 und 21,0 Punkten aufweisen und wird in 3 Kategorien unterteilt: niedrig (3,0 – 7,7), mittel (7,8 – 14,1), hoch (14,2 – 21,0). Zu T1 hatten 65,9 % der Proband:innen einen hohen SES, 34,1 % einen mittleren SES und kein/e Proband:in einen niedrigen SES. Etwa die Hälfte der Proband:innen hatte noch nie geraucht (52,7 %), wobei 38,6 % zum Zeitpunkt der Befragung angaben, nicht mehr zu rauchen. Alkohol konsumierten ca. 11,9 % der Proband:innen regelmäßig. Die Proband:innen wiesen einen BMI von 31,47 kg/m² auf, bei 52,5 % lag entsprechend des BMIs eine Adipositas Grad I-III vor. Vor der Infektion mit COVID-19 lagen laut Angaben der Patient:innen u.a. folgende Komorbiditäten vor: Hypertonie (29,9 %), Asthma bronchiale (16,5 %), onkologische Erkrankungen (11,0 %), Diabetes mellitus Typ 2 (7,8 %). Insgesamt wiesen nur 1,6 % der Patient:innen keine Komorbidität vor COVID-19 auf. Im Median lag die Anzahl der Komorbiditäten bei n=5 (Range: 0-18).

Die Infektion mit SARS-CoV-2 lag zu Beginn der stationären Rehabilitation durchschnittlich 408,81 Tage (SD=140,89, Range: 124-813) zurück. Bei 29,6 % der Betroffenen wurde eine Pneumonie diagnostiziert. Gemäß der WHO-Klassifikation zur Schweregradeinteilung von COVID-19 zeigten 91 Patient:innen einen milden oder moderaten Verlauf der akuten SARS-COV-2-Infektion, während bei 36 Patient:innen der akute Erkrankungsverlauf als schwer oder kritisch eingestuft wurden. 33 Proband:innen wurden mit einer Dauer von 1 bis 100 Tagen hospitalisiert. Zehn von diesen Personen wurden intensivmedizinisch behandelt (Dauer: 5-21 Tage).

Die Proband:innen wurden von folgenden UV-Trägern in die BG Klinik Bad Reichenhall zum Heilverfahren zugewiesen: BGW (n=47), VBG (n=13), BG ETEM (n=4), BGHW (n=4), UKBW (n=17), KUVB (n=20), UK Hessen (n=5), UK Sachsen (n=4), UK Bremen (n=3), UK NRW (n=2), UK ST (n=1), BG Bau (n=1), BG RCI (n=1), BGHM (n=1), UK Thüringen (n=1), UK Bund und Bahn (n=3), VBG (n=13). Die durchschnittliche Rehabilitationsdauer lag bei ca. 29 Tagen (Range: 9-42).

Ein Überblick zu den Ergebnissen in Bezug auf Veränderungen von T1 bis T4 in den Bereichen körperliche Belastbarkeit, psychische und kognitive Gesundheit sowie Arbeitsfähigkeit sind den Tabellen 2 bis 13 in Anhang 1 zu entnehmen. Folgend werden nur ausgewählte Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Bei der Darstellung von Gruppenunterschieden zu den einzelnen Messzeitpunkten in Bezug auf Alter (≤ 50 Jahre vs. > 50 Jahre), Geschlecht (männlich vs. Weiblich), Berufsgruppe (Mitarbeiter:innen im Gesundheitsdienst vs. andere Berufsgruppen), akuter COVID-19 Status (milden bis moderater vs. schwerer bis kritischer COVID-19 Verlauf), sozioökonomischer Status (mittlerer vs. hoher sozioökonomischer Status) und Vorerkrankungen (Herz-Kreislauf-Erkrankung, Atemwegserkrankung, Neuro-Sensorische Erkrankung, Stoffwechselerkrankung, Psychische Erkrankung) werden im Text jeweils nur die signifikanten Ergebnisse dargestellt.

Medizinische Parameter/ post-COVID Symptomatik

Ausgewählte Parameter zur Bodyplethysmographie und Diffusionsanalyse zu T1 sind aus Tabelle 4 in Anhang 1 zu entnehmen. Die Werte für FEV1 (%predicted), FVC (%predicted), TLC (%predicted), DLCO (%predicted) und KCO (%predicted) lagen zu T1 im Mittel im Normbereich und veränderten sich zu den folgenden Messzeitpunkten T2, T3 und T4 nicht signifikant. Lediglich die forcierte Vitalkapazität (FVC) wies zu T3 eine signifikante Verbesserung auf ($p=0,049$), welche zu T4 nicht aufrechterhalten wird. Insgesamt zeigten einzelne Patient:innen Abweichungen zur Gesamtstichprobe mit mäßig- bis mittelgradig reduzierten Parametern.

Die Analyse der Biomarker zeigte, dass die IL-4 Konzentration im Blut zu allen vier Messzeitpunkten im Median oberhalb des Normbereichs von 0-2,2 pg/ml lag. Diese Daten deuten auf ein latent vorhandenes Inflammationsgeschehen innerhalb der untersuchten Studienpopulation hin. Die Analyse der weiteren Zytokine (IL-1-beta, IL-6, IL-8, IL-10, IL-17, TNF-alpha, BDNF, IFN-beta) ergab, dass die Werte im Median im Normbereich lagen. Zu allen vier Messzeitpunkten zeigten vereinzelte Proband:innen erhöhte Werte, welche auf laufende (chronische) Entzündungsprozesse hindeuten. Mit Ausnahme weniger Parameter konnten keine Veränderungen über die Zeit beobachtet werden ($p>0,05$). Die Ergebnisse können in den Tabellen 5, 9 und 13 (Anhang 1) eingesehen werden.

Die prozentualen Häufigkeiten der subjektiv angegebenen post-COVID Symptomatik zu den vier Messzeitpunkten sind in Abbildung 1 (Anhang 1), differenziert nach Symptomclustern in Anlehnung an Bahmer et al. (2022) dargestellt. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass die meisten Proband:innen folgende Symptome zu T1 angegeben haben: Belastungsintoleranz, neurologische Beschwerden und Fatigue. Die Prävalenz von Brustschmerzen, kardialen Beschwerden, chemosensorischen Defiziten, Hals-Nasen-Ohren Beschwerden, Husten und gastrointestinalen Beschwerden reduzierte sich signifikant zum Rehabilitationsende. Der subjektiv eingeschätzte Funktionsstatus in Bezug auf post-COVID (PCFS) zeigte, dass vor der Rehabilitation bei 9,5 % der Patient:innen keine funktionellen Einschränkungen und bei 2,4 % vernachlässigbare Funktionseinschränkungen bestanden. 34,9 % der Proband:innen berichteten zu T1 von leichten, 51,6 % von mäßigen und 1,6 % von schweren Funktionseinschränkungen. Der PCFS-Status verbesserte sich zum Ende des stationären Heilverfahrens signifikant (T1: Mdn=3,00, IQR: 2,00-3,00; T2: Mdn=3,00, IQR: 2,00-3,00; $p=0,017$). Insgesamt 17,8 % der Patient:innen zeigten nach der Rehabilitation keine Funktionseinschränkungen, 3,4 % vernachlässigbare Funktionseinschränkungen. Die

meisten Patient:innen hatten leichte (26,3 %) oder mäßige (51,7 %) Funktionseinschränkungen. Nur 0,8 % der Proband:innen berichteten von schweren Funktionseinschränkungen nach der Rehabilitation. Im Vergleich zu T1 veränderte sich zu T3 der PCFS-Status nicht signifikant ($p=0,790$; $r=-0,219$), wohingegen zu T4 eine signifikante Verbesserung nachgewiesen wurde ($p=0,046$; $r=-0,189$). Die Ergebnisse der subjektiven post-COVID Symptomatik zeigten keine signifikanten Änderungen zwischen den vier Messzeitpunkten ($p>0,05$).

Körperliche Belastbarkeit

Zum Messzeitpunkt T1 ergaben die Gruppenanalysen, dass Teilnehmer:innen ≤ 50 Jahre höhere Werte im 1-Minute-Sit-to-Stand-Test (1MSTST) ($p=0,005$) und der Handkraft ($p=0,009$) sowie eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit ($p=0,022$) im Vergleich zu Teilnehmer:innen >50 Jahre aufwiesen. Männliche Probanden hatten zu T1 signifikant höhere Werte in der Beinkraft ($p<0,001$) und Handkraft ($p<0,001$). Zusätzlich zeigte sich, dass zu T1 bei Patient:innen ohne eine Stoffwechselerkrankung die Werte beim 6-Minuten-Gehtest (6MGT) signifikant höher waren (Mdn=545,50, IQR: 473,25-625,50) im Vergleich zu Patient:innen mit einer Stoffwechselerkrankung (Mdn= 494,00, IQR: 420,50-546,00, $p=0,002$, $r=-0,278$). Weithin ergab sich ein signifikanter Gruppenunterschied bei der Beinkraft zwischen Patient:innen mit einer neurosensorischen Vorerkrankung (Mdn=88,56, IQR: 65,02-118,34) und ohne einer neurosensorischen Vorerkrankung (Mdn=98,46, IQR: 73,77-136,87). Patient:innen mit einer vorbestehenden Herz-Kreislauf Erkrankung zeigten signifikant schlechtere Werte in der Gleichgewichtsfähigkeit (Mdn=23,00, IQR: 19,00-26,25) als Patient:innen ohne Herz-Kreislauf Erkrankung (Mdn=25,00, IQR: 23,00-27,50, $p=0,018$, $r=-0,214$). Auch bei Patient:innen mit einer psychischen Vorerkrankungen waren die Werte in der Gleichgewichtsfähigkeit signifikant schlechter (Mdn=20,00, IQR: 17,25-25,00) als bei Patient:innen ohne psychische Vorerkrankung (Mdn=25,00, IQR: 22,00-27,00, $p=0,002$, $r=-0,284$). Die subjektive körperliche Leistungsfähigkeit unterschied sich signifikant zwischen Proband:innen mit psychischen Vorerkrankungen (Mdn= 4,22, IQR: 2,67-4,89) und Proband:innen ohne psychische Vorerkrankungen (Mdn=4,78, IQR: 3,56-6,22, $p=0,022$, $r=-0,207$). Detaillierte Ergebnisse der Gruppenanalysen sind den Tabellen 1-6 des Supplements der Publikation von Müller et al. (2023a) zu entnehmen.

Zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 ergab sich eine signifikante Zunahme der 6-Minuten-Gehstrecke mit einem Median von 64,00 m (IQR: 32,00-112,00; $p<0,001$) sowie eine Zunahme der Ganggeschwindigkeit um 0,19 m/s ($p<0,001$) mit jeweils starken Effektstärken (d.h. hohe inhaltliche Bedeutsamkeit des signifikanten Unterschieds). Die gesteigerte körperliche Belastbarkeit zeigte sich auch in der signifikant verbesserten maximalen Belastung (in Watt) in der Spiroergometrie zu T2 (T1: Mdn=101,50 Watt, IQR: 76,25-115,75; T2: Mdn=105,00 Watt, IQR: 86,50-135,00; $p=0,022$, $r=0,325$). Weiterhin zeigte sich eine signifikante Steigerung der Wiederholungsanzahl im 1-Minute-Sit-to-Stand-Test (T1: Mdn=20,00, IQR: 16,00-24,00; T2: Mdn=22,00 IQR: 17-26; $p<0,001$) mit moderater Effektstärke ($r=-0,456$). Ebenso wurden signifikante Verbesserungen der Beinkraft (T1: Mdn=94,43 kg, IQR: 70,03-131,89; T2: Mdn=110,13 kg, IQR: 88,49–146,42; $p<0,001$) mit einem starken Effekt ($r=-0,581$) und der Gleichgewichtsfähigkeit (T1: Mdn=25,00, IQR: 21,00–27,00; T2: Mdn=27,00, IQR: 23,00–29,00; $p<0,001$) mit moderatem Effekt ($r=0,415$) nachgewiesen. Die Handkraft der dominanten Hand verbesserte sich zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 nicht signifikant ($p=0,337$). Die Werte in der Feinmotorikfunktion, welche mittels des Pegboard-Tests erfasst wurden, verbesserten sich signifikant in den Bereichen „dominante Hand“ ($p=0,005$; $r=-0,259$), „nicht dominante Hand“ ($p=0,007$; $r=-0,246$) und „Türme bauen“ ($p<0,001$; $r=-0,317$) mit einem mittleren Effekt, während der Wert in dem Bereich „beide Hände“ keine signifikante Veränderung über die zwei Messzeitpunkte zeigte. Die subjektive körperliche Leistungsfähigkeit verbesserte sich zwischen den

Messzeitpunkten T1 (Mdn=4,67, IQR: 3,25–6,00) und T2 (Mdn=5,78, IQR: 4,56–7,22, $p < 0,001$) signifikant mit einem starken Effekt ($r = -0,581$).

Bezüglich bestehender Gruppenunterschiede ergab sich durch die Berechnungen, dass Patient:innen <50 Jahre (Δ : Mdn=3,00, IQR: 1,00-7,00) eine signifikant stärkere Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 im Vergleich zu Patient:innen >50 Jahre (Δ : Mdn=1,00, IQR: -1,50-4,00, $p = 0,014$, $r = -0,224$) zeigten. Ein signifikanter Gruppenunterschied ergab sich auch in der Verbesserung des 1MSTST zwischen Patient:innen mit mittleren (Δ : Mdn=1,00, IQR: -1,00-3,00) und hohen sozioökonomischen Status (Δ : Mdn=3,00, IQR: 0-6,00, $p = 0,029$, $r = 0,204$). Ebenso zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied in der Verbesserung der subjektiven körperlichen Leistungsfähigkeit von T1 zu T2 zwischen Patient:innen mit mittleren (Δ : Mdn=0,50, IQR: -0,44-2,19) und hohen sozioökonomischen Status (Δ : Mdn=1,44, IQR: 0,44-2,22, $p = 0,031$, $r = 0,205$). Weiterhin ergab sich zwischen den Messzeitpunkten T1-T2 ein signifikanter Unterschied in der Verbesserung der 6-Minuten-Gehstrecke zwischen Patient:innen mit einer Stoffwechselerkrankung (Δ : Mdn=59,00, IQR: 24,50-96,25) und Patient:innen ohne eine solche Vorerkrankung (Δ : Mdn=82,00, IQR: 32,75-122,00, $p = 0,040$, $r = 0,189$).

Zwischen den Messzeitpunkten T1 und T3 konnte ein signifikanter Zuwachs der 6-Minuten-Gehstrecke (T1: Mdn=519,50, IQR: 448,50-575,25; T3: Mdn=588,00, IQR: 519,00-644,00; $p < 0,001$) und der maximalen Belastung in der Spiroergometrie (T1: Mdn=96,50 Watt, IQR: 76,25-113,00; T3: Mdn=108,00 Watt, IQR: 89,00-136,00, $p < 0,001$, $r = 0,469$) festgestellt werden. Auch die Ganggeschwindigkeit verzeichnete einen signifikanten Zuwachs ($p < 0,001$) mit einem starken Effekt ($r = -0,684$). In dem 1-Minute-Sit-to-Stand-Test wurden ebenfalls zwischen den Messzeitpunkten eine signifikante Verbesserung (T1: Mdn=20,00, IQR: 16,00-24,00; T3: Mdn=21,00, IQR: 17,00-26,00; $p = 0,003$) bei niedriger Effektstärke ($r = -0,288$) beobachtet. Des Weiteren verzeichneten die Patient:innen signifikante Verbesserungen in der Beinkraft (T1: Mdn=97,78 kg, IQR: 74,08-133,51; T3: Mdn=109,09 kg, IQR: 89,41-141,00; $p < 0,001$) bei hoher Effektstärke ($r = -0,555$). Die Handkraft zeigte keine Veränderung zwischen T1 und T3 ($p = 0,377$). Im Bereich der Feinmotorik wurde ausschließlich in der Feinmotorik „beider Hände“ eine signifikante Verbesserung (T1: Mdn=10,00, IQR: 9,00-12,00; T3: Mdn=16,00; IQR: 11,75-20,00; $p < 0,001$) bei starkem Effekt ($r = -0,673$) festgestellt. Die anderen bemessenen Feinmotorikbereiche der „dominanten Hand“, der „nicht-dominanten Hand“ und „Türme“ wiesen zwischen den Messzeitpunkten T1 und T3 keine signifikanten Veränderungen auf. Die Messung der Gleichgewichtsfähigkeit zeigte insgesamt eine signifikante Verbesserung (T1: Mdn=25,00, IQR: 21,25-27,00; T3: Mdn=26,50, IQR: 22,00-30,00; $p = 0,002$) mit niedriger Effektstärke ($r = -0,297$). Auch die subjektive körperliche Leistungsfähigkeit steigerte sich zwischen den Messzeitpunkten signifikant (T1: Mdn=4,67, IQR: 3,44-6,00; T3: Mdn=5,11, IQR: 3,78-6,44; $p < 0,001$) bei moderater Effektstärke ($r = -0,325$).

Im Verlauf über die Zeit (T1 bis T3) zeigte sich, dass jüngere Patient:innen (Δ : Mdn=15,33 kg, IQR: 3,19-37,05) eine stärkere Verbesserung in der Beinkraft aufwiesen als ältere Patient:innen (Δ : Mdn=7,71 kg, IQR: -1,59-18,50, $p = 0,037$). Auch ergaben sich Gruppenunterschiede in der Handkraftmessung T1-T3 zwischen Patient:innen mit einer neurosensorischen Vorerkrankung (Δ : Mdn=-1,38, IQR: -5,13-2,58) und Patient:innen ohne eine neurosensorische Vorerkrankung (Δ : Mdn=1,52, IQR: -1,87-4,63, $p = 0,029$, $r = -0,210$), sowie zwischen Proband:innen mit einer vorbestehenden Stoffwechselerkrankung (Δ : Mdn=1,48, IQR: -2,78-4,70) und Proband:innen ohne eine vorbestehende Stoffwechselerkrankung (Δ : Mdn=-1,07, IQR: -3,43-1,93, $p = 0,044$, $r = 0,194$). Weiterhin zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der subjektiven körperlichen Leistungsfähigkeit T1-T3 zwischen Patient:innen mit psychischen Vorerkrankungen (Δ : Mdn=1,22, IQR: 0,00-1,75) und ohne psychische Vorerkrankungen (Δ : Mdn=0,22, IQR: -0,67-1,44, $p = 0,034$, $r = 0,196$).

Zwischen den Messzeitpunkten T1 und T4 wurde eine signifikante Zunahme der 6-Minuten-Gehstrecke (T1: Mdn=521,00 m, IQR: 455,00-581,00; T4: Mdn=571,00 m, IQR: 502,00-628,00; $p<0,001$), der maximalen Belastung in der Spiroergometrie (T1: Mdn=97,00 Watt, IQR: 77,00-113,00; T4: Mdn=106,50 Watt, IQR: 84,00-139,00; $p=0,003$) und der Ganggeschwindigkeit (T1: Mdn=1,47 m/s, IQR: 1,35-1,38; T4: Mdn=1,65 m/s, IQR: 1,47-1,83; $p<0,001$) mit mittleren (max. Belastung: $r=0,421$) bis starken Effektstärken (6MWD: $r=-0,681$; Ganggeschwindigkeit: $r=-0,582$) nachgewiesen. Zudem zeigte sich eine signifikante Steigerung der Wiederholungsanzahl beim 1-Minute-Sit-to-Stand-Test (T1: Mdn=20,00, IQR: 16,00-24,00; T4: Mdn=21,00, IQR: 17,00-26,00; $p<0,001$) mit einer moderaten Effektstärke ($r=-0,392$). Auch in der Beinkraft (T1: Mdn=98,53 kg, IQR: 74,08-134,20; T4: Mdn=115,78 kg, IQR: 87,47-158,79) wurde eine signifikante Zunahme mit starker Effektstärke ($r=-0,564$), sowie in der Gleichgewichtsfähigkeit (T1: Mdn=25,00, IQR: 22,00-27,00; T4: Mdn=26,00, IQR: 23,00-29,00; $p=0,011$) mit einer schwachen Effektstärke festgestellt ($r=-0,261$). Eine signifikante Verbesserung zwischen den Messzeitpunkten T1 und T4 wurde für die Handkraft nicht nachgewiesen ($p=0,932$). Allerdings ergab sich im Rahmen der Feinmotorik-Messungen eine signifikante Verbesserung in dem Bereich „beide Hände“ ($p<0,001$; $r=-0,196$) mit einem niedrigen Effekt. Die Bereiche „dominante Hand“, „nicht dominante Hand“ und „Türme“ zeigten keine signifikanten Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten. Die subjektive körperliche Leistungsfähigkeit verbesserte sich zwischen den Messzeitpunkten T1 (Mdn=4,78; IQR: 3,47-6,11) und T4 (Mdn=5,33, IQR: 4,03-6,56, $p<0,001$) signifikant mit einem moderaten Effekt ($r=-0,330$).

Im 12-Monatsverlauf wiesen Patient:innen ohne eine vorbestehende Herz-Kreislauf-Erkrankung eine stärkere Verbesserung in der Beinkraft auf (Δ : Mdn=28,66, IQR: 2,78-41,77) im Vergleich zu Patient:innen ohne eine vorbestehende Herz-Kreislauf-Erkrankung (Δ : Mdn=13,05, IQR: -1,21-27,33, $p=0,033$, $r=-0,217$).

Physische Aktivität und Schlafqualität der post-COVID Patient:innen

Die post-COVID Patient:innen wurden gebeten, sowohl vor als auch nach der Rehabilitationsmaßnahme einen Aktivitätssensor (ActiGraph gtx 9 Link) 24h/7 Tage zu tragen. Die Analyse der Bewegungsdaten ergab, dass sowohl vor als auch nach der stationären Rehabilitation die post-COVID Patient:innen hohe Inaktivitätszeiten aufwiesen. Im Median waren die Patient:innen 13,91 h (IQR: 12,96-15,10) pro Tag inaktiv ($\leq 1,5$ MET). Im Rehabilitationsverlauf zeigten sich keine Veränderungen hinsichtlich der Inaktivitätszeit ($p>0,05$). Hinsichtlich der moderaten bis intensiven körperlichen Betätigung (≥ 3 MET) wurde nachgewiesen, dass die Patient:innen mit Mdn=51,3 min (IQR: 36,62-71,43) pro Tag körperlich aktiv waren. In diesem Aktivitätslevel zeigten sich zu T2 keine signifikanten Ergebnisse ($p>0,05$) (siehe Tab. 16, Anhang 1). Die Ergebnisse des Baecke-Fragebogens zur Erfassung der habituellen körperlichen Aktivität der post-COVID Patient:innen zeigten keine signifikanten Veränderungen zwischen den vier Messzeitpunkten ($p>0,05$).

Hinsichtlich des Schlafverhaltens bestätigten die objektiv gemessenen Werte mittels Aktivitätssensor die hohe Prävalenz an Schwierigkeiten im Schlafverhalten der post-COVID Patient:innen (siehe Abbildung 1, Anhang 1). Zu T1 wiesen die Patient:innen eine Schlafdauer von Mdn=5,50 h (IQR: 4,42-6,65). Weiterhin waren lange Wachphasen während der Nacht zu beobachten (Mdn=1,97 h, IQR: 1,50-2,77). Die Schlafregelmäßigkeit lag zu T1 bei Mdn=42,95 % (IQR: 33,53-52,24) und die Schlafeffizienz bei Mdn=67 % (IQR: 58-67). Im Median benötigten die Patient:innen 0,4 h (IQR: 0,27-0,57) zum Einschlafen. Alle zuvor beschriebenen Parameter (außer Schlaflatenz) lagen unterhalb der empfohlenen Werte für eine gesunde Normalbevölkerung (Techniker Krankenkasse, 2017, Riemann et al., 2018, Ohayon et al., 2018), welche bezeichnend für eine ausreichende Schlafqualität sind. Im Verlauf der Rehabilitation zu T2 veränderten sich die Schlafparameter nicht signifikant ($p>0,05$) (siehe Tab. 17, Anhang 1).

Psychische und kognitive Gesundheit

Zum Messzeitpunkt T1 zeigten die Gruppenanalysen, dass die kognitive Leistungsfähigkeit zu T1 bei Patient:innen mit einem milden bis moderaten COVID-19 Verlauf signifikant besser war als bei Patient:innen, welche einen schweren bis kritischen Akutverlauf aufwiesen (MoCA: $p=0,009$, DSST1: $p=0,022$) (siehe Tabelle S1 in Müller et al., 2023a). Zusätzlich zeigte sich, dass zu T1 Patient:innen mit einer vorbestehenden Herz-Kreislauf Erkrankung signifikant schlechtere Werte in den kognitiven Tests (MoCA: Mdn=26,00, IQR: 25,00-27,00; DSST1: Mdn=42,50 IQR: 35,00-50,00; DSST2: Mdn=4,00, IQR: 2,00-6,00) aufwiesen, als Patient:innen ohne Herz-Kreislauf Erkrankung (MoCA: Mdn=27,00, IQR: 26,00-29,00, $p=0,002$, $r=-0,280$; DSST1: Mdn=49,00 IQR: 40,00-55,50, $p=0,004$, $r=-0,257$; DSST2: Mdn=6,00, IQR: 3,50-7,00, $p<0,001$, $r=-0,304$). Außerdem wurden bei Patient:innen mit einer neurosensorischen Vorerkrankung signifikant höhere Depressivitäts-Werte (HADS-D_{Depression}: Mdn=9,00, IQR: 6,25-12,00) als bei Patient:innen ohne neurosensorische Vorerkrankung (HADS-D_{Depression}: Mdn=6,00, IQR: 4,00-10,00, $p=0,021$, $r=0,208$) festgestellt. Ähnliche Ergebnisse zeigten die Patient:innen mit einer Stoffwechsel-Vorerkrankung. Sie wiesen höhere Depressivitäts-Werte (HADS-D: Mdn=9,00, IQR: 4,50-12,00) auf als Patient:innen ohne Stoffwechsel-Vorerkrankung (HADS-D: Mdn=5,50, IQR: 3,00-9,00, $p=0,013$, $r=0,225$). Außerdem zeigten Patient:innen mit vorbestehender Stoffwechselerkrankung niedrigere Werte in der Verarbeitungsgeschwindigkeit (DSST1: Mdn=44,00, IQR: 35,00-52,00) als diejenigen ohne einer entsprechenden Vorerkrankung (Mdn=49,50, IQR: 41,75-55,25, $p=0,015$, $r=-0,220$). Patient:innen mit einer psychischen Vorerkrankung zeigten höhere Werte in der Depressivität (HADS-D_{Depression}: Mdn=11,00, IQR: 8,00-13,00), Ängstlichkeit (HADS-D_{Angst}: Mdn=10,00, IQR: 8,00-13,75) und Fatigue (BFI: Mdn=6,61, IQR: 5,45-7,63) als Patient:innen ohne psychische Vorerkrankung (HADS-D_{Depression}: Mdn=6,00, IQR: 3,00-10,00, $p<0,001$, $r=0,356$; HADS-D_{Angst}: Mdn=6,00, IQR: 3,00-10,00, $p<0,001$, $r=0,343$; BFI: Mdn=5,44, IQR: 4,22-6,55, $p=0,004$, $r=0,261$).

In der Längsschnittanalyse zeigten sich zum Ende des stationären Heilverfahrens signifikante positive Veränderungen in Bezug auf die Depressivität (PHQ-9: T1: Mdn=11,00, IQR: 8,00-15,00; T2: Mdn=9,00, IQR: 6,00-13,00; $p<0,001$) und Angstsymptomatik (GAD-7: T1: Mdn=7,00, IQR: 3,75-11,00; T2: Mdn=5,00, IQR: 2,00-9,00; $p<0,001$). Die Ergebnisse können durch die erreichten Werte im Fragebogen HADS-D bestätigt werden. Zu T1 wurden 49,6 % der Patient:innen für die Depressivität und 45,7 % hinsichtlich der Ängstlichkeit in den grenzwertig bis auffälligen Bereich kategorisiert. Zum Messzeitpunkt T2 reduzierten sich diese Prävalenzen auf 36,7 % (Depressivität) und 36,1 % (Ängstlichkeit). Die Fatigue, gemessen mithilfe des BFI, reduzierte sich im Mittel zu T2 signifikant (T1: Mdn=5,55, IQR: 4,55-7,00; T2: Mdn=5,29, IQR: 3,86-6,58, $p=0,004$). Die Ergebnisse der Selbsteinschätzung hinsichtlich der Krankheitsbewältigung (Brief-COPE) verbesserten sich zu T2 nicht signifikant ($p>0,05$). Die durch das psychologische Personal durchgeführten klinischen Interviews (mini-DIPS) zur Diagnostik psychischer Störungen zeigte, dass zu Beginn der Rehabilitation 83,3 % der Patient:innen eine Störung innerhalb des Schlafspektrums aufweisen. Außerdem wies die Studienpopulation hohe Prävalenzen psychischer Störungen innerhalb des Trauma- (65,6 %), Angst- (54,4 %) und Stimmungsspektrums (33,3 %) auf. Die Häufigkeiten der erfassten psychischen Störungen sind in Abbildung 2, Anhang 1 dargestellt. Die kognitive Leistungsfähigkeit verbesserte sich nur marginal ($r=0,220$), aber signifikant zu T2 (MoCA: T1: Mdn=27,00, IQR: 25,00-28,00; T2: Mdn=27,00, IQR: 26,00-29,00, $p=0,015$). Im Bereich der exekutiven Funktionen verbesserten sich die Leistungen im Arbeitsgedächtnis und der Verarbeitungsgeschwindigkeit (erfasst durch den DSST) zum Ende der Rehabilitation signifikant (DSST1: T1: Mdn=46,00, IQR: 37,00-53,00; T2: Mdn=50,00, IQR: 40,00-57,00, $p<0,001$).

Hinsichtlich durchgeführter Gruppenanalysen im Zeitverlauf zeigte sich, dass Mitarbeiter:innen im Gesundheitswesen eine signifikant stärkere Verbesserung in der depressiven Symptomatik im Vergleich zu anderen Berufsgruppen erreichten ($p=0,031$). Es zeigte sich außerdem, dass die Patient:innen mit einer vorbestehenden

Stoffwechselerkrankung eine stärkere Verbesserung in der depressiven Symptomatik von T1 zu T2 aufwiesen ($\Delta\text{HADS-D}_{\text{Depression}}$: Mdn=-1,00, IQR: -3,00-0,00) als Patient:innen ohne dementsprechende Vorerkrankung ($\Delta\text{HADS-D}_{\text{Depression}}$: Mdn=0,00, IQR: -2,00-1,00, $p=0,049$, $r=-0,178$).

Zwischen den Messzeitpunkten T1 und T3 wurde im Rahmen der Depressions- und Angsterhebung des PHQ-D, eine Verbesserung der somatischen Symptome (T1: Mdn=15,00, IQR: 12,00-19,00; T3: Mdn=13,00; IQR: 10,00-17,00; $p<0,001$) bei einer moderaten Effektstärke ($r=-0,421$) verzeichnet. Innerhalb der Messungen des HADS-D wurde in der Angstsymptomatik eine signifikante Verbesserung (T1: Mdn=6,50, IQR: 4,00-11,00; T3: Mdn=6,00; IQR: 3,00-9,25; $p=0,041$) bei niedrigem Effekt ($r=-0,191$) verzeichnet. Eine signifikante Veränderung der Depressivität ($\text{HADS-D}_{\text{Depression}}$), Fatigue und Krankheitsbewältigung (Brief-COPE) wurde zwischen den Messzeitpunkten T1 und T3 nicht verzeichnet ($p>0,05$). Die Prävalenzen der psychischen Störungen (mini-DIPS) nehmen deskriptiv zu T3 ab. Lediglich in manchen Störungs-Kategorien ist eine Zunahme zu erkennen (vgl. Abbildung 2, Anhang 1). Vor allem ist auf die Zunahme der somatischen Belastungen von 20,0 % zu T1 auf 28,9 % zu T3 zu verweisen. Die kognitive Leistungsfähigkeit der Patient:innen verbesserte sich zwar, wenn auch nicht signifikant von T1 zu T3 im Rahmen des MoCA. Allerdings verbesserten sich die exekutiven Funktionen im Rahmen des Arbeitsgedächtnis und die Verarbeitungsgeschwindigkeit (DSST1: T1: Mdn=46,00, IQR: 37,00-53,00; T3: Mdn=50,00, IQR: 44,00-57,00; $p<0,001$), wie auch die Erinnerungsleistung (DSST2: T1: Mdn=5,00, IQR: 3,00-6,00; T3: Mdn=6,00, IQR: 4,00-8,00; $p<0,001$) bei moderater Effektstärke ($r=0,454$) signifikant. Laut aktuellen Erkenntnissen ist das MoCA weniger sensitiv in der Erfassung von kognitiven Beschwerden bei post-COVID Patient:innen, was sich in den vorliegenden Ergebnissen widerspiegelt (Lynch et al., 2022).

Der Verlauf über die Zeit (T1 bis T3) zeigt, dass weibliche Patientinnen (ΔDSST2 : Mdn=2,00, IQR: 0,00-3,00) als auch Patient:innen mit einem milden-moderaten COVID-19 Verlauf (ΔDSST2 : Mdn=2,00, IQR: 0-3,00) eine stärkere Verbesserung in der Erinnerungsleistung (DSST2) aufwiesen als männliche Patienten (ΔDSST2 : Mdn=0,00, IQR: -1,00-1,75, $p=0,003$, $r=0,292$) beziehungsweise diejenigen mit einem schweren bis kritischen Akutverlauf (ΔDSST2 : Mdn=1,00, IQR: -1,00-2,00, $p=0,038$, $r=-0,201$). Des Weiteren wiesen Patient:innen mit einer psychischen Vorbelastung im T1-T3 Verlauf eine Verbesserung ihrer Fatigue-Schwere (ΔBFI : Mdn=-0,41 IQR: -1,13-0,44) auf, während Patient:innen ohne psychischer Vorbelastung sich hinsichtlich ihrer Fatigue-Schwere verschlechtern (ΔBFI : Mdn=0,33, IQR: -0,66-1,30, $p=0,014$, $r=-0,227$).

Zum Beginn der Rehabilitation (T1) bis 12 Monate nach der Rehabilitation (T4) wurden diverse Verbesserungen innerhalb der Erhebung der kognitiven und psychischen Gesundheit erzielt. Im Rahmen der Krankheitsbewältigung wurde ein signifikant positiver Fokus zwischen den beiden Messzeitpunkten (Brief-COPE: T1: Mdn=2,00, IQR: 1,66-2,37; T4: Mdn=2,16, IQR: 1,83-2,50; $p=0,035$) bei niedriger Effektstärke ($r=0,201$) verzeichnet. Verbesserungen psychischer Parameter konnten über den gesamten Erhebungsverlauf im Rahmen der PHQ-D-Testung festgehalten werden. Es zeigten sich signifikante Verbesserungen der Depressivität (PHQ-9: T1: Mdn=11,00, IQR: 8,00-14,50; T4: Mdn=10,00, IQR: 7,00-13,00; $p=0,015$) mit niedriger Effektstärke ($r=-0,228$) und signifikante Verbesserungen der somatischen Symptomatik (PHQ-15: T1: Mdn=15,00, IQR: 12,00-18,50; T4: Mdn=12,00, IQR: 9,00-16,00; $p<0,001$) bei moderater Effektstärke ($r=-0,470$). Zwischen den Messzeitpunkten T1 und T4 konnten keine signifikanten Veränderungen des Stresserlebens (PHQ-D) und der Angstsymptomatik (GAD-7) erhoben werden. Im HADS-D ergab sich jedoch eine signifikante Verbesserung der Angstsymptomatik der Patient:innen ($\text{HADS-D}_{\text{Angst}}$: T1: Mdn=6,00, IQR: 4,00-11,00; T4: Mdn=5,00; IQR: 3,00-10,00; $p=0,040$) bei niedriger Effektstärke ($r=-0,200$). Des Weiteren wiesen die Patient:innen eine signifikante Verschlechterung der Fatigue (BFI) (T1: Mdn=5,47, IQR: 4,22-6,58; T4: Mdn=6,00, IQR: 4,63-7,00; $p=0,017$) bei niedrigem Effekt ($r=0,224$) auf. 12 Monate nach der Rehabilitationsmaßnahme zeigte

sich hinsichtlich der durch das psychologische Personal erfassten psychischen Störungen, dass die Abnahme der psychischen Störungen zu T3 zwar aufrechterhalten werden konnte, jedoch Schlafstörungen (78,9 %), psychische Störungen aus dem Trauma- (47,8 %), Angst- (43,3 %) und Stimmungsspektrum (21,1 %) weiterhin hohe Prävalenzen aufwiesen. Innerhalb der Messungen zu den kognitiven Fähigkeiten von T1 zu T4 wurden signifikante Verbesserungen der exekutiven Funktionen im Rahmen des Arbeitsgedächtnis und der Verarbeitungsgeschwindigkeit (DSST1: T1: Mdn= 46,00, IQR: 37,00-53,00; T4: Mdn=49,00, IQR: 37,00,75,00-58,25; $p<0,001$) bei moderater Effektstärke ($r=0,364$), wie auch der Erinnerungsleistung (DSST2: T1: Mdn=5,00, IQR: 2,00-6,25; T4: Mdn=6,00, IQR: 4,00-8,00; $p<0,001$) bei ebenfalls hoher moderater Effektstärke ($r=0,485$) nachgewiesen.

Jüngere Patient:innen zeigten eine stärkere Verbesserung in der kognitiven Leistungsfähigkeit (Δ DSST1: Mdn=5,00, IQR: 0,50-12,50) als ältere (Δ DSST1: Mdn=2,00, IQR: -3,00-6,50, $p=0,025$, $r=-0,227$) und hinsichtlich des Geschlechts zeigte sich, dass weibliche Patientinnen sich zu T4 stärker verbesserten (Δ DSST2: Mdn=2,00, IQR: 0,00-3,00) als männliche Patienten (Δ DSST2: Mdn=1,00, IQR: -0,25-2,00, $p=0,003$, $r=0,292$). Im 12 Monatsverlauf wiesen Patient:innen mit einem milden-moderaten COVID-19 Verlauf stärkere Verbesserungen in der subjektiv wahrgenommenen psychischen Gesundheit (Δ : Mdn=0,09, IQR: -0,72-1,18) als auch in der kognitiven Leistungsfähigkeit (Δ DSST2: Mdn=2,00, IQR: 0,00-3,00) auf als Patient:innen mit einer schweren-kritischen COVID-19 (Δ subj. psych. Gesundheit: Mdn=-0,45 IQR: -1,54-0,52, $p=0,038$, $r=-0,195$; Δ DSST2: Mdn=1,00, IQR: -1,00-2,00, $p=0,047$, $r=-0,200$). Zu T4 zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Veränderung der Fatigue-Symptomatik (BFI-Score) hinsichtlich des sozioökonomischen Status. Proband:innen mit einem mittleren sozioökonomischen Status verschlechterten sich in einem höheren Ausmaß (Δ SES: Mdn=0,88, IQR: 0,00-1,27) als Proband:innen mit einem hohen sozioökonomischen Status (Δ SES: Mdn=0,27, IQR: -0,88-1,08, $p=0,033$, $r=-0,201$). Auch im Verlauf von T1 zu T4 unterschieden sich Patient:innen mit und ohne psychischer Vorerkrankung hinsichtlich der Veränderung in der Fatigue-Schwere. Patient:innen mit psychischer Vorerkrankung verbesserten sich signifikant hinsichtlich ihrer Fatigue Symptomatik (Δ BFI: Mdn=-0,55, IQR: -1,38-0,47) von T1 zu T4. Patient:innen ohne psychischer Vorerkrankung zeigten dagegen im 12 Monats Verlauf eine signifikante Verschlechterung im BFI Score (Δ BFI: Mdn=0,66, IQR: -0,77-1,22, $p<0,001$, $r=-0,320$).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse positive Entwicklungen in psychischen und kognitiven Parametern von Rehabilitationsbeginn (T1) bis zwölf Monate nach der Rehabilitation (T4). Die Krankheitsbewältigung verbesserte sich signifikant, ebenso die somatische Symptomatik. Trotz einer Verbesserung der Angstsymptomatik und der kognitiven Fähigkeiten wurde eine Verschlechterung der Fatigue festgestellt, was die vielschichtigen Herausforderungen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Rehabilitation und Nachsorge unterstreicht.

Arbeitsfähigkeit

Vor Beginn des stationären Heilverfahrens an der BG Klinik Bad Reichenhall waren 62,2 % der Proband:innen in Vollzeit erwerbstätig, 36,2 % in Teilzeit erwerbstätig und 1,6 % nicht erwerbstätig ($n=1$ Rente; $n=1$ arbeitslos). 58,4 % der Patient:innen arbeiteten in Schichtarbeit. Bei 53,5 % lag eine Arbeitsunfähigkeit vor Beginn der stationären Rehabilitationsmaßnahme vor. Direkt im Anschluss an das stationäre Heilverfahren erhöhte sich die Anzahl der arbeitsunfähigen Patient:innen auf 75,6 %. Zu T3 waren weiterhin 54,2 % der Patient:innen arbeitsunfähig, 44,1 % arbeitsfähig und 1,7 % in Altersrente. Von den 64 arbeitsunfähigen Patient:innen waren 16 (25,0 %) in Wiedereingliederung und 2 (3,1 %) Proband:innen bezogen EU-Rente. Zu T4 wurden 50,0 % der Patient:innen als arbeitsunfähig klassifiziert, 47,4 % als arbeitsfähig und 2,6 % bezogen Altersrente. Bei den arbeitsunfähigen Proband:innen befanden sich sechs in Wiedereingliederung und weitere acht Patient:innen bezogen EU-Rente.

Die subjektive Arbeitsfähigkeit, gemessen mit dem Work Ability Index (WAI), zeigte zum Ende der Rehabilitation keine signifikanten Veränderungen (T1: Mdn=24,00, IQR: 21,00-27,00; T2: Mdn=24,50, IQR: 21,00-28,00; $p=0,408$). Sechs Monate nach der Rehabilitation kam es zu einer signifikanten Verschlechterung des WAI (Mdn=23,00, IQR: 18,38–27,63, $p=0,005$, $r=-0,262$) mit einer niedrigen Effektstärke ($r=-0,262$). Auch zu T4 zeigte sich im Vergleich zu T1 eine signifikante Verschlechterung (Mdn=21,00, IQR: 18,00–27,00, $p<0,001$) mit moderater Effektstärke ($r=-0,340$). Aufgrund der Angaben im WAI wurden zu den Messzeitpunkten T1 und T2 die Proband:innen zu 74,2 % (T1) bzw. 69,8 % (T2) als „schlecht arbeitsfähig“ und zu 25,8 % (T1) bzw. 29,3 % (T2) als „mäßig arbeitsfähig“ kategorisiert. Nach der Rehabilitation berichteten 0,9 % der Patient:innen von einer guten Arbeitsfähigkeit. Zu T3 wiesen 74,6 % der Patient:innen eine schlechte, 23,7 % eine mäßige und 1,8 % eine gute Arbeitsfähigkeit auf. 12 Monate nach der Rehabilitation wurden 78,2 % der Proband:innen als „schlecht arbeitsfähig“, 20,0 % als „mäßig arbeitsfähig“ und 1,8 % als „gut arbeitsfähig“ klassifiziert. Die subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit (SPE-Skala) zeigte keine signifikanten Änderungen von T1 zu T2 ($p=0,979$) und zu T3 ($p=0,057$). Zum Messzeitpunkt T4 ergab sich eine signifikante Veränderung (T1: Mdn=2,00, IQR: 1,00-3,00; T4: Mdn=2,00, IQR: 1,00-3,00; $p=0,022$, $r=-0,216$).

Signifikante Gruppenunterschiede zeigten sich im WAI bei psychischen Vorerkrankungen zu T1 (psychische Vorerkrankung: Mdn=20,50, IQR: 18,75-23,63; keine psychische Vorerkrankung: Mdn=25, IQR: 21-28, $p<0,001$, $r=-0,336$), im Zeitverlauf T1-T3 (psychische Vorerkrankung: Δ Mdn=0,50, IQR: -3,25-4,00; keine psychische Vorerkrankung: Δ Mdn=-1, IQR: -4-1, $p=0,039$, $r=0,193$) und T1-T4 (psychische Vorerkrankung: Δ Mdn=0, IQR: -3,00-3,50; keine psychische Vorerkrankung: Δ Mdn=-1, IQR: -4-1, $p=0,041$, $r=0,194$).

Zusammenhänge zwischen körperlicher Belastbarkeit, psychischer Gesundheit und Arbeitsfähigkeit

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der körperlichen Belastbarkeit, psychischen Gesundheit sowie Fatigue und der Arbeitsfähigkeit, wurden multiple Regressionsanalysen zu allen vier Messzeitpunkten durchgeführt (kontrolliert für: Alter, Geschlecht, post-COVID Syndrom Score (Bahmer et al., 2022)). Zu T1 zeigte sich im Regressionsmodell die körperliche Belastbarkeit (6MGT, $\beta=0,02$, $p<0,001$) und psychische Gesundheit (HADS- $D_{\text{Depression}}$, $\beta=-0,24$, $p=0,025$) als signifikante Prädiktoren für die subjektiv eingeschätzte Arbeitsfähigkeit (WAI-Gesamtscore). Das gesamte Model erreichte eine Varianzaufklärung von $R^2_{\text{Adj.}}=0,22$ ($F(6, 115)=6,755$). Zu T2 wurde lediglich die körperliche Belastbarkeit (6MGT, $\beta=0,02$, $p=0,008$) als signifikanter Prädiktor für die subjektiv eingeschätzte Arbeitsfähigkeit ($R^2_{\text{Adj.}}=0,20$, $F(6, 97)=5,336$) nachgewiesen. Sechs Monate nach der Entlassung aus der Rehabilitation ergaben sich als signifikante Prädiktoren weiterhin die körperliche Belastbarkeit (6MGT, $\beta=0,02$, $p<0,001$), der post-COVID Syndrom Score ($\beta=-0,13$, $p=0,038$) und die Fatigue-Schwere (BFI, $\beta=-0,87$, $p=0,019$). Die Varianzaufklärung erhöht sich auf $R^2_{\text{Adj.}}=0,40$ ($F(6, 91)=11,82$). 12 Monate nach Rehabilitation zeigten sich der post-COVID Syndrom Score ($\beta=-0,21$, $p<0,001$) und die Fatigue Schwere (BFI, $\beta=-0,84$, $p=0,020$) als signifikante Prädiktoren für die subjektiv eingeschätzte Arbeitsfähigkeit mit einer Varianzaufklärung von $R^2_{\text{Adj.}}=0,47$ ($F(6, 79)=13,41$).

Zusätzlich wurde nachgewiesen, dass diejenigen Patient:innen, die zwischen den Messzeitpunkten T1 und T4 eine stärkere Verbesserung im 6MGT ($r=0,23$, $p=0,027$) und der depressiven Symptomatik (HADS- $D_{\text{Depression}}$, $r=-0,31$, $p=0,002$) aufwiesen, ihre Arbeitsfähigkeit zum Messzeitpunkt T4 subjektiv besser einschätzten (WAI Gesamtscore).

Die Berechnung einer Mediationsanalyse zeigte, dass zu Beginn und zum Ende der Rehabilitation ein signifikanter direkter Effekt der körperlichen Belastbarkeit (6MGT) auf die subjektive Arbeitsfähigkeit (WAI) vorlag ($\beta=0,017$, bootstrapped 95% CI[0.009-0.025]). Dieser wurde nicht von der Depressivität (HADS- $D_{\text{Depression}}$) mediiert (bootstrapped 95% CI[0,000-0,006]). Im weiteren Verlauf (6-12 Monate nach der Rehabilitation) wurde der Zusammenhang von

körperlicher Belastbarkeit und subjektiver Arbeitsfähigkeit zu T3 partiell und zu T4 dann vollständig durch die Depressivität mediiert ($\beta=0.005$, bootstrapped 95% CI[0,0003-0,010]) (siehe Tab. 14, Anhang 1). Hinsichtlich einer Mediation durch die Fatigue-Schwere (BFI-Sore) zeigte die Analyse zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T4, dass der Einfluss der körperlichen Belastbarkeit auf die Arbeitsfähigkeit durch die Fatigue-Schwere partiell mediiert wurde. Lediglich zum Messzeitpunkt T3 lag keine Mediation durch die Fatigue-Schwere vor (siehe Tab. 15, Anhang 1).

Interviews: Besonderheiten bei der Umsetzung einer stationären Rehabilitation mit Patient:innen nach COVID-19

Im Projektverlauf wurden neun Interviews mit Mitarbeiter:innen aus der BG Klinik Bad Reichenhall (n=3 Ärzt:innen; n=2 Psycholog:innen; n=1 Physiotherapeut:in; n=1 Sportwissenschaftler:in; n=1 Referent:in ärztliche Direktion; n=1 Gesundheits- und Krankenpfleger:in) geführt. Ziel dieser Interviews war, die Besonderheiten bei der Umsetzung einer stationären Rehabilitation mit Patient:innen mit berufsbedingter COVID-19 aus deren Perspektive herauszuarbeiten. Die vollständige Auflistung der Ober- und Unterkategorien sowie ihrer jeweiligen Codierungen sind der Tabelle 18 im Anhang 1 zu entnehmen. Im nachfolgenden Abschnitt werden die zentralen Erkenntnisse aus den Interviews zusammengefasst und anhand beispielhafter Aussagen verdeutlicht.

Die qualitative Inhaltsanalyse der Interviews verdeutlichte die Komplexität der Behandlung von post-COVID Patient:innen auf Grund der Symptom-Diversität. Einer der wiederkehrenden Aspekte war die Herausforderung, den rehabilitativen Prozess an die individuellen Bedürfnisse der Patient:innen anzupassen. Eine typische Aussage lautete wie folgt (I4): *„Jeder Mensch ist verschieden und deshalb so [...] individuell wie irgend möglich.“* Die interdisziplinäre Zusammenarbeit (I2: *„[...] ich glaube, dass es das Zusammenspiel braucht, also vor allem jetzt aus Physio-, Sport-Therapie und auch aus der Psychologie.“*), sowie eine ganzheitliche Betrachtung der Patient:innen (I7: *„[...] und man muss wirklich ein ganzheitliches Denken da an den Tag legen und auch alles [...] miteinbeziehen“*) wurden als Notwendigkeit für den Erfolg der Rehabilitation angesehen. Bezüglich der körperlichen Belastbarkeit wurde hervorgehoben, dass viele der Patient:innen eine hohe Motivation besitzen und schnell ihr Ausgangsniveau wiedererlangen möchten (I4: *„Wir mussten aber lernen, dass manchmal auch die Motivation zu groß war, insbesondere [...] die Körper- und Ausdauertrainingsmotivation [...], sodass die sich übernommen haben und dann stark zurückgefallen sind [...]“*). Hier bewährte sich die Hinführung der Patient:innen an ihr individuelles Leistungs- und Energielevel und die Einhaltung ihrer tagesaktuellen Ressourcen im Sinne des Pacing (I1: *„[...] das Entscheidende ist das Pacing, das Ressourcenmanagement, die Borg-Skala.“*). Ein Ziel der Rehabilitation sollte daher sein, dass die Patient:innen nach der Rehabilitation fähig sind, einzuschätzen, wie sie sich belasten können ohne, dass anschließend eine Verschlechterung in der Symptomatik auftritt (I1: *„aber auch [...] das Selbstmanagement nach der Reha. Also es ist [wichtig], dass ein Patient eigenverantwortlich mit sich selbst umgeht und weiß, wie er sich belasten kann, [...] ohne dass er danach [...] Erschöpfungssyndrome aufweist“*). Zudem betonten die Mitarbeiter:innen der BG Klinik Bad Reichenhall, dass die meist vier wöchige Rehabilitationsmaßnahme alleine nicht ausreicht, sondern auch in der Nachsorge spezifische Angebote für die Patient:innen vorhanden sein müssen, um die positiven Effekte der Rehabilitation aufrechtzuerhalten (I3: *„Ich finde es gut, wenn sie zum Beispiel nach der Rehabilitation noch mal so was haben [...] wie eine ambulante Tagesklinik.“*). Dies trifft auch auf psychische und kognitive Beschwerden zu (I5: *„...ich würde schon die Hälfte wahrscheinlich einschätzen, die das in irgendeiner Form, sei es jetzt psychotherapeutisch oder auch vielleicht neuropsychologisch, [...] in Anspruch nehmen sollten und auch werden.“*). Eine Rehabilitationsmaßnahme sei zu kurz bei diesem komplexen Krankheitsbild, um vor allem in den kognitiven Defiziten signifikante Verbesserungen zu erzielen. Langfristige Therapiemaßnahmen sind hier notwendig (I3: *„Also die kognitiven Veränderungen, die dauern sehr lange, also, die verändern sich nie hier würde ich jetzt mal sagen.“*). Eine weitere Besonderheit dieser Patient:innen-Gruppe hinsichtlich der psychischen Gesundheit stellt die

Erfahrung, dass die Erkrankung durch außenstehende Personen häufig nicht ernst genommen wird. Die post-COVID Patient:innen erlebten häufig vor der Rehabilitation Unverständnis und ihre Erkrankung wurde psychologisiert. Daher spielt besonders auch die psychologische Unterstützung während der Rehabilitation eine bedeutsame Rolle. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass die Patient:innen innerhalb der Rehabilitation ein Verständnis für ihre Beschwerden entwickeln und ein Raum für den Austausch mit weiteren Betroffenen geschaffen wird. Dies kann beispielsweise in Gruppentherapien/-angeboten geschehen (I5: *„Wir haben für die Patienten [...] einige Gruppen neu etabliert. [...] Im weiteren Verlauf wurde eine offene Gesprächsgruppe zur Förderung des Austauschs untereinander von den Patienten eingeführt [...] ein wichtiger Aspekt ist, dass die Patienten sich ernst genommen, [fühlen] [...] sie [haben] da häufig Unverständnis erlebt, haben häufig erlebt, dass es einfach in die psychische Schiene geschoben wurde, [...]. Das scheint was ganz Wichtiges zu sein, die Patienten wirklich ernst zu nehmen in ihren Beschwerden.“*).

Bezüglich der Arbeitsfähigkeit der Patient:innen ließ sich aus den Interviews herausarbeiten, dass die Rückkehr in den Beruf für meisten post-COVID Patient:innen ein wichtiges Ziel ist und eine Berentung seitens der Patient:innen nicht angestrebt wird (I3: *„[...] kein post-Covid-Patient oder post-Covid-Patientinnen möchte berentet werden.“* und I2: *„Die post-Covid Patienten sind zum Großteil sehr stark motiviert und ehrgeizig, dass sie wieder in ihrem Beruf das abrufen können, was sie früher [...] alles gemacht haben [...]“*). Eine solche Wiedereingliederung an den Arbeitsplatz muss individuell abgestimmt sein und schrittweise erfolgen (I3: *„[...] , dass [...] da so [...] eine Arbeitserprobung [...] stattfindet. Aber zu sagen, sie sind hier fünf Wochen, dann sind sie drei Monate zuhause, und dann gehen sie arbeiten, ist [...] oft nicht so zielführend.“* und *„... was ganz wichtig ist, [...] das ist eine individuell angepasste und [...] langsame Wiedereingliederung mit einem langfristigen Therapieansatz.“*). Des Weiteren sollte der/die Arbeitgeber:in möglichst frühzeitig in den Prozess der Wiedereingliederung miteinbezogen werden und den Patient:innen Verständnis entgegenbringen (I4: *„Ganz wichtig ist das Verständnis des Arbeitgebers [...]“*).

Die langfristige Betreuung und Begleitung der Patient:innen nach der stationären Rehabilitation wurden als essenziell für den Gesundheitsverlauf betont. Resultierend aus den Erfahrungen der Interviewten sollte ein nahtloser Übergang von der Rehabilitation zur Nachsorge stattfinden (I2: *„[...] diese ganze Übergangsphase einfach irgendwie geregelt wird, dass sie wissen, wenn ich zu Hause bin, kann ich mich an meinen BG-Manager wenden und an mein Haus- oder Durchgangsarzt, je nachdem, wer dann die Ansprechperson ist“*). Dabei ist eine frühzeitige Kommunikation mit den beteiligten Akteuren von Bedeutung, aber auch der Austausch mit anderen post-COVID Betroffenen hilfreich.

Veröffentlichungen

Publikationen in peer-reviewed Journals

Müller, K., Zwingmann, K., Auerswald, T., Berger, I., Thomas, A., Schultz, A. L., Wilhelm, E., Weber, R. C., Kolb, F., Wastlhuber, A., Meder, S., & Stegbauer, M. (2022). Rehabilitation and return-to-work of patients acquiring COVID-19 in the workplace: A study protocol for an observational cohort study, *Frontiers in rehabilitation science*. DOI: 10.3389/fresc.2021.754468 (Open Access)

Müller, K., Poppele, I., Ottiger, M., Zwingmann, K., Berger, I., Thomas, A., Wastlhuber, A., Ortwein, F., Schultz, A. L., Weghofer, A., Wilhelm, E., Weber, R. C., Meder, S., & Schlesinger, T. (2023). Impact of Rehabilitation on Physical and Neuropsychological Health of Patients Who Acquired COVID-19 in the Workplace. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1468. DOI: 10.3390/ijerph20021468 (Open Access)

Ottiger, M., Poppele, I., Sperling, N., Schlesinger, T., & Müller, K. (2024). Work Ability and Return-To-Work of Patients with Post-COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. Research Square. PREPRINT (Version 1). DOI: 10.21203/rs.3.rs-3667889/v1

Buchkapitel

Müller, K., Ottiger, M., Poppele, I., Stegbauer, M., & Schlesinger, T. (2023) Wirksamkeit rehabilitativer Maßnahmen bei Patient:innen mit berufsbedingter SARS-CoV-2 Infektion. In A. Nienhaus, S. Letzel, & D. Nowak (Eds.), *Corona und Arbeit* (pp. 301-316). ecomed-Storek GmbH.

Workshopbericht

Müller, K., Ottiger, M., Poppele, I. & Schlesinger, T. (2023) Herausforderungen und Empfehlungen für die Rehabilitation von Patient:innen mit Post-COVID – Ergebnisse eines Expert:innenworkshops. *Die Rehabilitation*, 62(06), 325-326. DOI: 10.1055/a-2190-5625.

Kongressabstracts

Müller, K., Zwingmann, K., Wastlhuber, A., Kolb, F., Schulz, A.L., Wilhelm, E., Weber, R.C., Stegbauer, M. (2022). Körperliche Belastbarkeit sowie psychische und kognitive Gesundheit von Patient*innen mit COVID-19 als Berufskrankheit oder anerkannter Arbeitsunfall während einer stationären Rehabilitation - Erste Ergebnisse einer Kohortenstudie im Längsschnitt. 62. Kongress der DGP, Leipzig, accepted as oral presentation. DOI: 10.1055/s-0042-1747774

Müller, K., Zwingmann, K., Schultz, A.L., Wilhelm, E., Weber, R.C., Berger, I., Stegbauer, M. (2022) Benefits of rehabilitation on neuropsychological symptoms in patients acquiring COVID-19 in the workplace: a longitudinal study. In Proceedings of the 2022 ERS International Congress, Barcelona. DOI: 10.1183/13993003.congress-2022.2245

Zwingmann, K., Berger, I., Stegbauer, M., Müller, K. (2022) Rehabilitation of work ability in patients acquiring COVID-19 in the workplace: a longitudinal study. In Proceedings of the 2022 ERS International Congress, Barcelona. DOI: 10.1183/13993003.congress-2022.2259

Müller, K., Zwingmann, K., Berger, I., Wastlhuber, A., Ortwein, F., Schultz, A.L., Wilhelm, E., Weghofer, A., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2022) Veränderung von körperlicher Belastbarkeit sowie psychischer und kognitiver Gesundheit von Patient*innen mit COVID-19 als Berufskrankheit oder Arbeitsunfall nach Teilnahme an einer stationären Rehabilitation. In Proceedings of the DGUV Forum Forschung der Unfallversicherungsträger, Nümbrecht

Müller, K., Zwingmann, K., Wastlhuber, A., Kolb, F., Schultz, A.L., Wilhelm, E., Weber, R.-C., Stegbauer, M. (2022) Körperliche Belastbarkeit sowie physische und kognitive Gesundheit von Patient*innen mit COVID-19 als Berufskrankheit oder anerkannter Arbeitsunfall während einer stationären Rehabilitation – Erste Ergebnisse einer Kohortenstudie im Längsschnitt. In Proceedings of the 62. Kongress der DGP 2022, Leipzig. DOI: 10.1055/s-0042-1747774

Müller, K., Zwingmann, K., Riehl, F., Berger, I., Wastlhuber, A., Kolb, F., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2022) Körperliche Aktivität bei Post-COVID-Patient*innen. In Proceedings of the Jahrestagung der dvs-Kommission Gesundheit, Tübingen. https://www.dvs-gesundheit2022.de/media/files/Abstractband_dvs%20Gesundheit_2022_%C3%BCberarbeitet.pdf

Müller, K., Zwingmann, K., Poppele, I., Schultz, A.L., Wastlhuber, A., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2023) Körperliche und psychische Gesundheit von Patient*innen mit berufsbedingter COVID-19-Erkrankung im Anschluss einer

stationären Rehabilitation. In Proceedings of the 32. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium, Hannover. https://www.deutsche-rentenversicherung.de/SharedDocs/Downloads/DE/Experten/reha_forschung/reha_kolloquium/32Reha-Koll_PH.html

Müller, K., Zwingmann, K., Wastlhuber, A., Ortwein, F., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2023) Körperliche Belastbarkeit von Patient*innen mit COVID-19 als Berufskrankheit oder anerkannter Arbeitsunfall 6 Monate nach einer stationären Rehabilitation. In Proceedings of the 63. Kongress der DGP, Düsseldorf. DOI: 10.1055/s-0043-1761059

Müller, K., Ottiger, I., Poppele, I., Wastlhuber, A., Ortwein, F., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2023) Physical capacity and fatigue in patients who acquired COVID-19 in the workplace 6 months after rehabilitation: a longitudinal study. 2023 ERS International Congress, Milan. Under Review.

Müller, K., Ottiger, I., Poppele, I., Wastlhuber, A., Weber, R.-C., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2023). Körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit von Patient*innen mit COVID-19 als Berufskrankheit oder Arbeitsunfall 6 Monate nach einer stationären Rehabilitation. In Proceedings of the 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention, Hannover. DOI: 10.1055/s-0043-1770413

Müller, K., Ottiger, I., Poppele, I., Wastlhuber, A., Ortwein, F., Stegbauer, M., Schlesinger, T. (2023). Physical capacity and fatigue in patients who acquired COVID-19 in the workplace 6 months after rehabilitation: a longitudinal study. In Proceedings of the 2023 ERS International Congress, Milan. DOI: 10.1183/13993003.congress-2023.PA2700

Poppele, I., Ottiger, M., Wastlhuber, A., Weber, R.-C., Stegbauer, M., Schlesinger, T., Müller, K. (2023). Zum Zusammenhang der Arbeitsfähigkeit mit körperlichen und psychischen Gesundheitsparametern bei Patient:innen nach berufsbedingter SARS-CoV-2 Infektion vor und nach einer stationären Rehabilitation. In Proceedings of the 2. Kongress des Ärzte- und Ärztinnenverbandes Long COVID, Jena.

Ottiger, M., Poppele, I., Wastlhuber, A., Weber, R.-C., Stegbauer, M., Schlesinger, T., Müller, K. (2023). Körperliche Belastbarkeit und Atemmuskulaturkraft von post-COVID Patient:innen im Anschluss an eine stationäre Rehabilitation. In Proceedings of the 2. Kongress des Ärzte- und Ärztinnenverbandes Long COVID, Jena.

Vorträge

Müller, K. (2022). DGUV-Forschungsprojekt „Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit - ein Beitrag zur Handlungssicherheit im Reha-Management“, Vortrag im Rahmen des Online-Schulungsangebotes zu COVID-19 für die Sachbearbeitung mit dem Titel „COVID-19 – versicherungsrechtliche Themen und Handlungshilfen für das Reha-Management“ (28.03.2022).

Müller, K. vertreten durch Dr. M. Stegbauer (2023). Stationäre Post-COVID-Rehabilitation in der BG Klinik Bad Reichenhall – erste Ergebnisse. Vortrag im Rahmen des 24. Arbeitsmedizinischen Symposiums – 60 Jahre BG Klinik Bad Reichenhall (23.06.2023).

Müller, K. (2023). Leistungsfähigkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit nach beruflich erworbener COVID-19 im Anschluss an stationäre Rehabilitation, Vortrag im Rahmen des Reha-Symposiums der BG Kliniken in Berlin (28./29.09.2023).

Müller, K. (2024). Evaluation der stationären Rehabilitation nach COVID-19 in der BG-Klinik Bad Reichenhall, Vortrag im Rahmen der Jahrestagung der DGAUM (16.03.2024).

5. Auflistung der für das Vorhaben relevanten Veröffentlichungen, Schutzrechts-anmeldungen und erteilten Schutzrechte von nicht am Vorhaben beteiligten Forschungsstellen

Die bekannten Übertragungswege von SARS-CoV-2 zeigten, dass Arbeitsplätze aufgrund zwischenmenschlicher Kontakte mit Kolleg:innen, Patient:innen oder Kund:innen ein hohes Risiko für die Übertragung von SARS-CoV-2 darstellen (Burdorf et al., 2021; Alshamrani et al., 2021). Reuter et al. (2022) berichteten Daten von über 100.000 Beschäftigten und stellten eine Inzidenzrate von 3,7 Infektionen pro 1.000 Arbeiter:innen fest. In dem Zusammenhang wurden seit Pandemiebeginn bis Ende Dezember 2023 355.437 Berufskrankheiten (BK-Nr. 3101) und 26.855 Arbeitsunfälle im Zusammenhang mit COVID-19 anerkannt (DGUV, Stand 31.12.2023).

Seit Beginn des Forschungsprojekts im Mai 2021 hat die Forschungslage zu post-COVID stetig zugenommen. Aktuelle Meta-Analysen und systematische Reviews zur Thematik zeigen, dass auch bis zu 24 Monate nach der Akutinfektion mit SARS-CoV-2 Symptome bestehen (Fernandez-de-Las-Penas et al., 2023; Wahlgren et al., 2023). Die häufigsten Symptome sind Fatigue (28-44 %), kognitive Einschränkungen (15-28 %), Schlafprobleme (20-27 %), Depressionen (12-18 %), Ängstlichkeit (10-13 %) und (chronische) Schmerzen (8-17 %) (Fernandez-de-Las-Penas et al., 2023; Luo et al., 2023; Hoshijima et al., 2023; Wahlgren et al., 2023). Die körperliche Belastbarkeit (gemessen mit 6MGT) ist bei post-COVID Patient:innen eingeschränkt (Nopp et al., 2022; Beyer et al., 2023; de Oliveira Almeida et al., 2023).

Neben den dargestellten gesundheitlichen Auswirkungen von post-COVID bestehen bei Betroffenen ebenfalls teils erhebliche Einschränkungen in der Arbeitsfähigkeit mit negativen Auswirkungen auf den Return-to-Work (RTW)-Prozess (Gualano et al., 2022). Aufgrund der Diversität von post-COVID-Symptomen kann die individuelle Arbeitsfähigkeit über einen längeren Zeitraum (bis zu 24 Monate) eingeschränkt sein (Sansone et al., 2022; Van Wambeke et al., 2023; Wahlgren et al., 2023). Davis et al. (2021) zeigten, dass 6 Monate nach einer SARS-CoV-2-Infektion 45,6% (n=1.598) der Betroffenen ihre Arbeitszeit verringerten und 23,2% (n=817) nicht wieder arbeitsfähig waren. Für die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit und die Wiedereingliederung in den beruflichen Alltag nach einer COVID-Erkrankung nehmen Rehabilitationsmaßnahmen eine zentrale Rolle ein (Asaba et al., 2022).

Positive Rehabilitationseffekte wurden sowohl für die physische als auch für die psychische Gesundheit bei Patient:innen mit post-COVID nachgewiesen (Bailly et al., 2022; Nopp et al., 2022). Ergebnisse von Hantal et al. (2023) zeigten, dass sich nach einer Rehabilitation bei Patient:innen mit post-COVID die Lungenfunktion, Lebensqualität und physische (6-Minuten-Gehstrecke) sowie psychische (HADS-D) Parameter verbesserten. Auch in einer Metaanalyse mit sechs randomisierten kontrollierten Studien wurden signifikante Verbesserungen in den physischen (6-Minuten-Gehstrecke, 30sec Sit-to-stand-Test, körperliches Aktivitätslevel) und psychischen Werten (Angst, Schlafqualität) nach einer pulmonalen Rehabilitation nachgewiesen (Al-Mhanna et al., 2022). Andere Übersichtsarbeiten bestätigten diese Ergebnisse (Bailly et al., 2022; Ahmed et al., 2022).

Im Projektverlauf sind zudem weitere nationale Studien zur Rehabilitation bei post-COVID entstanden. Eine Follow-up Studie (Hayden et al., 2022) untersuchte zu Beginn, zum Ende und drei sowie sechs Monate nach einer pneumologischen Rehabilitation den Verlauf von post-COVID. Dabei wurde mittels Fragebögen und spezifischer Messverfahren der kurz- und mittelfristige Verlauf von Atemparametern, der Lebensqualität und psychischer Gesundheit erhoben und ausgewertet. Drei und sechs Monate nach der pneumologischen Rehabilitation wurde eine bessere psychische Gesundheit nachgewiesen im Vergleich zu Beginn der Rehabilitation. Längerfristige Auswirkungen über 12 Monate nach der pneumologischen Rehabilitation werden nicht betrachtet. Außerdem erfolgt in dieser Studie keine Erfassung der Arbeitsfähigkeit der post-COVID Patient:innen.

Eine weitere Studie untersuchte ebenfalls die langfristigen Krankheitsfolgen von Rehabilitand:innen nach einer SARS-CoV-2-Infektion (Rutsch & Deck, 2023). Zu vier Messzeitpunkten (vor und nach einer Rehabilitation sowie sechs und 12 Monate nach der Entlassung) wurden schriftlich u.a. Parameter zur Lebensqualität, subjektiven Gesundheit, psychischen Gesundheit, Arbeitsfähigkeit und zur subjektiv eingeschätzte Erwerbsprognose erhoben.

Außerdem erfolgten qualitative Interviews zur Ableitung von passgenauen Rehabilitationskonzepten. Die Ergebnisse zeigen, dass die post-COVID Patient:innen während der Rehabilitation ihre physische und psychische Gesundheit steigern konnten und diese Effekte auch über zwölf Monate hinweg weitestgehend bestehen blieben. Die Erwerbsfähigkeit ist jedoch auch ein Jahr nach der Entlassung aus der Rehabilitation noch eingeschränkt.

Die „RELOAD after COVID-19“-Studie unter der Leitung von Prof. Dr. Rembert A. Koczulla verfolgt das Ziel, zu erforschen, welche Auswirkung ein nach dem jeweiligen Hauptsymptom ausgerichtetes Rehabilitationsprogramm auf die Lebensqualität von Post-COVID Patient:innen besitzt. Dabei steht die Entwicklung, Anwendung und Evaluation einer stationären, multimodalen Rehabilitationsmaßnahme im Fokus. Erste Ergebnisse dieser randomisierten kontrollierten Studie deuten auf eine verbesserte gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patient:innen mit post-COVID nach der symptomorientierten, stationären und multidisziplinären Rehabilitationsmaßnahme hin (Glöckl et al., 2021).

In einer prospektiven Kohortenstudie von Kupferschmitt et al. (2023) wurden die kognitive Leistungsfähigkeit und Depressivität von post-COVID Patient:innen untersucht. Die Datenerhebung erfolgte vor und nach einer fünfwöchigen psychosomatischen Rehabilitation. Die Befunde sprechen für einen Rücklauf der Depressions-Symptomatik auf ein subklinisches Niveau durch den Ansatz einer psychosomatischen Rehabilitation. In Bezug auf kognitive Einschränkungen zeigte sich jedoch innerhalb des kurzen Zeitraums von fünf Wochen kein vergleichbarer Effekt. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine spezifische und gezielte Behandlung persistierender neuropsychologischer Defizite nach der post-COVID Rehabilitation erforderlich ist.

Die Kohortenstudie Eva-CoReha der Forschungsgruppe Meier et al. (2023) untersucht den Genesungsverlauf von post-COVID Patient:innen im Rahmen einer pneumologischen, kardiologischen und neurologischen Rehabilitation zum Beginn und zum Ende der Rehabilitation sowie im Follow-Up Zeitraum (3, 6 und 12 Monate nach Entlassung). Bisher konnten signifikante Verbesserungen zwischen Aufnahme und Entlassung in den verschiedenen Bereichen festgestellt werden, darunter Lebensqualität und körperliche Leistungsfähigkeit mit geringen Effekten, sowie mittelstarke Effekte bei Dyspnoe, Depressivität und Ängstlichkeit. Hervorzuheben ist der starke Effekt bei Fatigue. Trotz erheblicher Verbesserungen zeigte die Kohorte weiterhin erhöhte Fatigue im Vergleich zu Referenzgruppen.

Die Studie betont die Wirksamkeit der Rehabilitation, unterstreicht aber die Notwendigkeit langfristiger Nachsorge, um die erzielten Verbesserungen aufrechtzuerhalten. Die weiteren Messzeitpunkte werden zusätzliche Erkenntnisse über mittel- und langfristige Erfolge liefern.

Im Oktober 2023 veröffentlichte die DRV gemeinsam mit der DGUV ein Positionspapier für die medizinische Rehabilitation bei post-COVID Syndrom (DGUV 2023). Hier wird die Notwendigkeit einer rehabilitationsspezifischen Behandlung für diejenigen Patient:innen herausgestellt, welche eine Beeinträchtigung aufgrund von post-COVID in ihrem beruflichen oder privaten Alltag erfahren und ambulante Heilmittel nicht ausreichend sind. Die Herausforderung des post-COVID Syndroms liegt aufgrund der komplexen und diversen Symptomlage vor allem die Zuweisung zu einer medizinischen Fachabteilung. Im Positionspapier wird empfohlen, die medizinische Fachabteilung entsprechend der Leitsymptomatik zu wählen und eine interdisziplinäre Zusammenarbeit im Rehabilitationsverlauf anzustreben. Auch die im Dezember 2023 aktualisierte S2k-Leitlinie „COVID-19 und (Früh-) Rehabilitation“ thematisiert die Maßnahmen einer Rehabilitation bei post-COVID und mit welchen Mitteln und Therapieanwendungen eine erfolgreiche Rehabilitation für Patient:innen mit post-COVID gelingen kann (Platz et al., 2023).

Alle genannten Forschungsprojekte verdeutlichen die Komplexität und Diversität der post-COVID Symptomatik. Die Ergebnisse betonen die interdisziplinäre Behandlung des post-COVID Syndroms einschließlich neuropsychologischer Diagnostik und psychotherapeutischen Ansätzen. Die Autor:innen weisen auf die Notwendigkeit der weiteren Erforschung des Krankheitsbildes und Handlungsmöglichkeiten im Reha-Management hin, um die soziale und berufliche Teilhabe der Patient:innen mit post-COVID langfristig wiederherstellen zu können.

6. Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich des Forschungszwecks/-ziels, Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Forschungsstudie bieten wissenschaftliche Erkenntnisse und Ableitungen, die für die gesetzliche Unfallversicherung und die Praxis der Gesundheitsversorgung von großer Bedeutung sind. Während COVID-19 zunächst mit Pandemiebeginn als akute respiratorische Infektion angesehen wurde, zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass COVID-19 weit über die akute Infektionsphase hinaus langfristige Auswirkungen auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit von Patient:innen haben kann. Die Vertreter:innen der gesetzlichen Unfallversicherung sollten dies bei der Planung von individualisierten Maßnahmen im Reha-Management und der Versorgung von COVID-19 Patient:innen berücksichtigen.

Aufgrund der Ergebnisse wird die Bedeutung der Rehabilitation für die Unterstützung von post-COVID Patient:innen auf ihrem Weg zur Genesung hervorgehoben. Signifikante Verbesserungen in den Bereichen körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und kognitive Leistungsfähigkeit konnten nach der Rehabilitation erzielt werden und geben damit einen Hinweis auf einen positiven Nutzen des Rehabilitationsprogrammes für post-COVID Patient:innen. Im Versorgungsprozess sollte daher sichergestellt werden, dass Rehabilitationsmaßnahmen für Betroffene leicht zugänglich sind. Die Steigerung der körperlichen Belastbarkeit, insbesondere in den konditionellen und koordinativen Fähigkeiten zum Ende der Rehabilitation, sind vergleichbar mit anderen Forschungsergebnissen von Ahmed et al. (2022), Nopp et al. (2022), Hayden et al. (2023) und Rutsch et al. (2023). Bei der Handkraft konnte keine signifikante Verbesserung in der Studienpopulation erzielt werden, was möglicherweise mit einer bestehenden Fatigue-Symptomatik in Verbindung steht, da 70 % der Patient:innen auch nach der Rehabilitation an moderater bis schwerer Fatigue leiden. Auch in anderen Forschungsergebnissen finden sich inkonsistente Befunde zur Veränderung der Handkraft nach einer Rehabilitation (Al Chikhanie et al., 2021; Cevei et al., 2022). Die Veränderung der körperlichen Belastbarkeit wird auch subjektiv von den Patient:innen wahrgenommen. Eine gesteigerte Körperwahrnehmung bildet die Grundlage für ein individuelles "Pacing", um die persönlichen Leistungsgrenzen zu erkennen und langfristig die körperliche Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten, insbesondere im Umgang mit Fatigue und post-exertionaler Malaise (PEM) (Stussman et al., 2020). Die deutliche Reduzierung der psychischen Symptomatik und Steigerung der kognitiven Fähigkeiten, steht im Einklang zu anderen Forschungsergebnissen (Hayden et al., 2023; Daynes et al., 2021; Kupferschmitt et al., 2023; Houben et al., 2022).

Die Aufrechterhaltung der erzielten Verbesserungen über die Zeit von sechs und 12 Monaten variiert in Abhängigkeit der erhobenen Parameter. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die positiven Effekte der Rehabilitation auf die körperliche Belastbarkeit auch sechs und 12 Monate nach der Rehabilitation bestehen bleiben. Hinsichtlich der psychischen Parameter sind die Ergebnisse heterogen. Während die Patient:innen beispielsweise eine Verbesserung in der Ängstlichkeit 12 Monate nach Rehabilitationsbeginn aufweisen, verschlechtert sich die Fatigue Symptomatik signifikant. Faktoren wie das Krankheitsgeschehen, Alltagseinschränkungen und das Arbeitsumfeld der Patient:innen spielen dabei eine entscheidende Rolle, wie in Studien von Schumann et al. (2022) und Mulfinger et al. (2020) herausgestellt wird. Besonders relevant ist die gesellschaftliche Stigmatisierung der Erkrankung, die besonders den Verlauf der psychischen Symptomatik beeinträchtigen kann (Schomerus et al., 2020). Daher sollten die Vertreter:innen der gesetzlichen Unfallversicherung und Gesundheitsdienstleister geeignete Follow-up-Maßnahmen und Nachsorgestrategien entwickeln, um sicherzustellen, dass die biopsychosoziale Gesundheit und Arbeitsfähigkeit der Patient:innen wiederhergestellt wird und langfristig erhalten bleibt.

Die Notwendigkeit der Individualisierung von Rehabilitationsprogrammen ist von entscheidender Bedeutung im Hinblick auf deren Wirksamkeit (Effizienz) und wird durch die Ergebnisse dieser Studie hinsichtlich der durchgeführten Gruppenanalysen unterstrichen. Individuelle Faktoren wie Alter, Geschlecht, bestehende Vorerkrankungen, akuter COVID-19 Status, sozioökonomischer Status und die jeweilige Berufsgruppe haben einen Einfluss auf die Auswirkungen von COVID-19 auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und die Arbeitsfähigkeit. Dies verdeutlicht, dass standardisierte Rehabilitationsprogramme oftmals nicht ausreichend sind. Stattdessen ist es unerlässlich, dass Maßnahmen konsequent an die individuellen Bedürfnisse und Gegebenheiten der Patient:innen angepasst werden.

Auch die hohe Rate an arbeitsunfähigen post-COVID Patient:innen im Anschluss an die Rehabilitation sowie sechs und 12 Monate nach der Rehabilitation ist ein bedeutender Befund dieser Studie. Brehon et al. (2022) bestätigten dieses Ergebnis und stellten fest, dass nur 53 % der Arbeitnehmer:innen mit post-COVID nach einer Rehabilitation an den Arbeitsplatz zurückkehrten. Studien von Davis et al. (2021), Kedor et al. (2022), Lemhöfer et al. (2023) und Wahlgren et al. (2023) betonen, dass die Arbeitsfähigkeit über einen längeren Zeitraum (3-24 Monate) nach einer SARS-CoV-2-Infektion eingeschränkt bleiben kann. Die hohen Arbeitsunfähigkeitswerte haben nicht nur individuelle Auswirkungen auf die Betroffenen, sondern auch finanzielle Auswirkungen auf die gesetzliche Unfallversicherung und die Wirtschaft (Fehltage, eingeschränkte Arbeitsleistung, Wegbrechen von Fachkräften) im Allgemeinen (Haering et al., 2023; Gandjour 2023). Ein RTW bei bestehender eingeschränkter Arbeitsfähigkeit birgt zudem das Risiko zukünftiger Arbeitsunfälle. Die hohe Individualität und Komplexität von post-COVID unterstreicht die Notwendigkeit von weiterer Forschung, insbesondere in Bezug auf qualitative Verlaufsanalysen (Pauwels et al., 2021). Es gilt zudem Strategien zu entwickeln, um die berufliche Wiedereingliederung der Patient:innen zu unterstützen und sicherzustellen, dass diese wieder langfristig und produktiv am Arbeitsplatz tätig sein können. Dies kann langfristige Kosten für die gesetzliche Unfallversicherung senken und die Lebensqualität sowie berufliche und soziale Teilhabe der Patient:innen verbessern. In den hier vorliegenden Forschungsergebnissen zeigten sich Zusammenhänge zwischen der körperlichen Belastbarkeit, sowie der psychischen Gesundheit und Arbeitsfähigkeit. In anderen Forschungsarbeiten konnten die Faktoren neurokognitive Einschränkungen, Fatigue, Alter, weibliches Geschlecht, BMI, Rauchabusus und Hospitalisierung während der Akutinfektion in Zusammenhang mit einer reduzierten Arbeitsfähigkeit gesetzt werden (Hasenoehrl et al., 2022; Delgado-Alonso et al., 2022; Haller et al., 2022; Braig et al., 2024).

In dem am 06. Juli 2023 von der TU Chemnitz und der BG-Klinik Bad Reichenhall veranstalteten digitalen Expert:innen-Workshop „Rehabilitation von Post-COVID Patient:innen“ kamen Vertreter:innen aus verschiedensten Institutionen wie Wissenschaftseinrichtungen, Universitäts- und Rehabilitationskliniken, Sportverbänden, Unfallversicherungen und Gesundheitsorganisationen zusammen und besprachen die aktuellen Erkenntnisse und Herausforderungen.

Die Betonung der Notwendigkeit zur Reduzierung physischer Symptome und Steigerung der Leistungsfähigkeit bei post-COVID Patient:innen stand im Mittelpunkt des Workshops zur *körperlichen Belastbarkeit*. Dabei wurden Spiroergometrieuntersuchungen und Schweregrad-Kategorisierungen als hilfreiche diagnostische Instrumente empfohlen, begleitet von Diskussionen über Therapiemaßnahmen wie Atemphysiotherapie, energiebasiertes Training und phasenbasierte progressive Übungen. Eine kontinuierliche interdisziplinäre Nachsorge mit spezifischen post-COVID Bewegungsgruppen wurde als entscheidend für die langfristige Erhaltung der körperlichen Belastbarkeit betrachtet.

Im Fokus des Workshops zur *psychischen und kognitiven Gesundheit* stand die Betonung individueller Diagnostik und maßgeschneiderter Therapieansätze. Empfohlene Maßnahmen umfassten Therapietagebücher, Achtsamkeits- und Entspannungstechniken, Psychoedukation, kognitive Trainingsprogramme sowie Atem-, Kunst- und Kreativtherapie. Ziel ist die Stärkung individueller Ressourcen, ein respektvoller Umgang mit Symptomen und die Vermeidung von Stigmatisierung. Die Herausforderung besteht darin, psychische und kognitive Überforderung zu verhindern und individuelles Pacing zu vermitteln. Eine erfolgreiche Umsetzung erfordert Zeit, qualifiziertes Personal, interdisziplinäre Kooperation. Ein nahtloser Übergang, wie die Einführung digitaler Angebote, zur Nachsorge und lokale Unterstützung sind ebenfalls zentral.

Der Workshop zur *Arbeitsfähigkeit* betonte die Wiederherstellung beruflicher Teilhabe und die Prävention von Langzeit-Arbeitsunfähigkeit. Identifizierte Herausforderungen sind lange Rehabilitationswartezeiten, die Notwendigkeit einer bedarfsorientierten Rehabilitation und die Anpassung von herkömmlichen Reha-Modellen (Einbezug der Arbeitgeber:innensicht). Empfohlene Maßnahmen umfassen schrittweise Belastungssteigerung, Identifizierung von Belastungsgrenzen und Copingstrategien-Schulung. Ambulante Rehabilitation mit beruflicher Belastungserprobung sowie anderweitige unterstützende Maßnahmen sind ebenfalls zu empfehlen. Förderliche Faktoren für die berufliche Wiedereingliederung umfassen ganzheitliche Betrachtungsweisen, frühzeitiger Kontakt mit Arbeitgeber:innen, dosierte Wiedereingliederungsbeginn, personelle Unterstützung innerhalb/außerhalb des Unternehmens (Sensibilisierung von Arbeitskolleg:innen), individuelle Stufenpläne (Pacing am Arbeitsplatz), Einbindung des Betriebsarztes, individuelles Job-Coaching sowie der Wille und die Motivation der Patient:innen. Die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) hat darüber hinaus Leitfäden zu long- und post-COVID im Arbeitskontext veröffentlicht, die sich speziell an Arbeitnehmer:innen sowie Führungskräfte richten (EU-OSHA 2021a; EU-OSHA 2021b). Diese Leitfäden dienen als wertvolle Ressource, um ein besseres Verständnis für das Thema zu entwickeln und präsentieren zudem praktische Handlungsschritte für die betriebliche Wiedereingliederung.

Die ausführlichen Ergebnisse des Expert:innenworkshops sind in der Publikation von Müller et al. (2023c, Anhang 1) zusammengefasst und bieten einen umfassenden Einblick in die diskutierten Themen sowie die empfohlenen Maßnahmen zur Rehabilitation und Nachsorge von post-COVID Patient:innen.

Zusammenfassend lassen die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes darauf schließen, dass eine individualisierte Rehabilitation und Gesundheitsversorgung für post-COVID Patient:innen entscheidend für den Genesungsverlauf sind. Die gesetzliche Unfallversicherung kann die gewonnenen Erkenntnisse nutzen, um die Inhalte und Qualität der Versorgung weiter zu verbessern und sicherzustellen, damit Patient:innen die bestmögliche Unterstützung bei der Genesung und der Wiederherstellung ihrer Arbeitsfähigkeit erhalten. Die Maßnahmen sollten darauf abzielen, Rehabilitationsprogramme und Versorgungsleistungen für post-COVID Patient:innen bereitzustellen, die den individuellen Bedürfnissen gerecht werden, sowie die berufliche Wiedereingliederung und langfristige Unterstützung dieser Patient:innen zu fördern, um langfristige finanzielle Belastungen zu minimieren und die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern. Die Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Routineanwendung erfordert die enge Zusammenarbeit von Gesundheitsdienstleistern, Rehabilitationseinrichtungen und der gesetzlichen Unfallversicherung. Insgesamt tragen die Ergebnisse dazu bei, Wissenslücken im Zusammenhang mit den langfristigen Folgen von COVID-19 zu schließen und bieten konkrete Handlungsempfehlungen für die gesetzliche Unfallversicherung für das Reha-Management. Die Identifikation von Bereichen, in denen eine Anpassung der Versorgungs- und Rehabilitationsmaßnahmen notwendig ist, ermöglicht einen praxisorientierten Ansatz zur Bewältigung der Herausforderungen im Umgang mit post-COVID Patient:innen.

7. Aktueller Umsetzungs- und Verwertungsplan

1. Wissenschaftliche Nutzung: Die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes wurden/werden auf nationalen und internationalen Konferenzen präsentiert, um im wissenschaftlichen Dialog Ansätze zur Weiterentwicklung von Rehabilitationsmaßnahmen für post-COVID Patient:innen zu diskutieren. Die Ergebnisse spiegeln aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse wider und werden zur Veröffentlichung von Artikeln im Open Access genutzt. Ein systematisches Review über die Arbeitsfähigkeit und das Return-to-Work von post-COVID Patient:innen befindet sich im Reviewprozess (Ottiger et al., 2024). Eine Analyse der objektiv gemessenen (mittels Aktigraphie) physischen Aktivität und der Schlafqualität von post-COVID Patient:innen zu T1 und T2 befindet sich kurz vor der Einreichung für das Journal „BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation“ im Januar 2024. Außerdem ist eine Veröffentlichung der Längsschnittanalyse verschiedener Gesundheitsparameter über alle vier Messzeitpunkte in Vorbereitung mit Publikation im Jahr 2024. Die gesammelten Daten stellen eine bisher einzigartige Grundlage dar, die Informationen zu den Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit liefert. Die Fortsetzung der Analyse dieser Daten kann dazu beitragen, die Wirkmechanismen im Hinblick auf die langfristige Aufrechterhaltung physischer und psychischer Verbesserungen nach einer Rehabilitation bei dieser Patient:innengruppe zu verstehen. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse können spezifisch auf post-COVID Patient:innen optimierte Rehabilitationsmaßnahmen konzipiert und implementiert werden. Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse die Notwendigkeit einer Individualisierung für die zukünftige Entwicklung von Rehabilitationsmaßnahmen und Nachsorgeprogrammen. Dies unterstreicht die Bedeutung und den Nutzen der vorliegenden Forschungsarbeit für die Gestaltung von Gesundheits- und Rehabilitationsmaßnahmen in verschiedenen berufsbezogenen Gesundheitskontexten.

Außerdem waren die Ergebnisse dieses Projektes hinsichtlich der hohen Arbeitsunfähigkeit bei post-COVID Patient:innen auch 12 Monate nach einer stationären Rehabilitation Grundlage für die Erstellung eines neuen Forschungsantrages, welcher darauf abzielt, betriebliche Wiedereingliederungsprozesse von Arbeitnehmer:innen im Gesundheitsbereich mit Pflege- und Versorgungsverantwortung nach post-COVID noch genauer zu untersuchen und zugrundeliegende biopsychosoziale Einflussfaktoren auf die Arbeitsfähigkeit und den RTW-Prozess zu identifizieren.

2. Praktische Nutzung: Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden regelmäßige Treffen mit Vertreter:innen, Sachbearbeiter:innen und Reha-Manager:innen der hauptbetroffenen Unfallversicherungsträger organisiert und digital durchgeführt. Dadurch wurden diese mehrmals über die neuesten Erkenntnisse aus dem Projekt möglichst zeitnah informiert. Diese Treffen ermöglichten somit nicht nur zum Projektabschluss, sondern auch bereits während des Forschungsvorhabens die hauptbetroffenen Träger (handelnde Personen) der gesetzlichen Unfallversicherung über aktuelle Ergebnisse in Kenntnis zu setzen und ihnen zudem zu ermöglichen, Anregungen für den weiteren Projektverlauf zu geben. Dadurch ließen sich erste Anpassungen im Reha-Management, z. B. zur Bestimmung des Rehabilitationsbedarfes oder zur Steuerung von rehabilitativen Maßnahmen und Leistungen, direkt ableiten und in die Praxis umsetzen. Die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt können zusätzlich dazu dienen, ärztliches und therapeutisches Personal hinsichtlich einer adäquaten Behandlung von post-COVID Patient:innen weiterzubilden.

Zusätzlich wurde ein Expert:innenworkshop „Post-COVID und Rehabilitation“ durchgeführt. Die Erkenntnisse aus diesem Workshop wurden im Dezember 2023 veröffentlicht (Müller et al., 2023c). Handlungsempfehlungen und Hinweise zur Handlungssicherheit im Reha-Management wurden hier entwickelt.

8. Literatur

- Ahmed, I.; Mustafaoglu, R.; Yeldan, I.; Yasaci, Z.; Erhan, B. Effect of Pulmonary Rehabilitation Approaches on Dyspnea, Exercise Capacity, Fatigue, Lung Functions, and Quality of Life in Patients With COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2022**, *103*, 2051-2062, doi:10.1016/j.apmr.2022.06.007.
- Al Chikhanie, Y.; Veale, D.; Schoeffler, M.; Pépin, J.L.; Verges, S.; Hérengrt, F. Effectiveness of pulmonary rehabilitation in COVID-19 respiratory failure patients post-ICU. *Respir. Physiol. Neurobiol.* **2021**, *287*, 103639, doi:10.1016/j.resp.2021.103639.
- Al-Mhanna, S.B.; Mohamed, M.; Noor, N.M.; Afolabi, H.A.; Irekeola, A.A.; Bello, K.E.; Aldhahi, M.I.; Wan Ghazali, W.S. Effectiveness of Pulmonary Rehabilitation among COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare* **2022**, *10*, 2130, doi:10.3390/healthcare10112130.
- Alshamrani, M.M.; El-Saed, A.; Al Zunitan, M.; Almulhem, R.; Almohrij, S. Risk of COVID-19 morbidity and mortality among healthcare workers working in a Large Tertiary Care Hospital. *Int. J. Infect. Dis.* **2021**, *109*, 238-243, doi:10.1016/j.ijid.2021.07.009.
- Asaba, E.; Sy, M.; Pineda, R.C.; Aldrich, R.; Anzai, T.; Bontje, P.; Bratun, U.; Farias, L.; Kapanadze, M.; Šuc, L.; et al. Return to work after COVID-19: an international perspective. *World Federation of Occupational Therapists Bulletin* **2022**, 1-11, doi:10.1080/14473828.2022.2045819.
- Baecke, J.A.; Burema, J.; Frijters, J.E. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American journal of clinical nutrition* **1982**, *36*, 936-942.
- Bahmer, T.; Borzikowsky, C.; Lieb, W.; Horn, A.; Krist, L.; Fricke, J.; Scheibenbogen, C.; Rabe, K.F.; Maetzler, W.; Maetzler, C.; et al. Severity, predictors and clinical correlates of Post-COVID syndrome (PCS) in Germany: A prospective, multi-centre, population-based cohort study. *eClinicalMedicine* **2022**, *51*, 101549, doi:10.1016/j.eclinm.2022.101549.
- Bailly, M.; Pelissier, L.; Coudeyre, E.; Evrard, B.; Bingula, R.; Rochette, C.; Meriade, L.; Blavignac, C.; Fournier, A.C.; Bignon, Y.J.; et al. Systematic Review of COVID-19-Related Physical Activity-Based Rehabilitations: Benefits to Be Confirmed by More Robust Methodological Approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2022**, *19*, doi:10.3390/ijerph19159025.
- Beyer, S.; Haufe, S.; Meike, D.; Scharbau, M.; Lampe, V.; Dopfer-Jablonka, A.; Tegtbur, U.; Pink, I.; Drick, N.; Kerling, A. Post-COVID-19 syndrome: Physical capacity, fatigue and quality of life. *PLoS One* **2023**, *18*, e0292928, doi:10.1371/journal.pone.0292928.
- Braig, S.; Peter, R.S.; Nieters, A.; Kräusslich, H.-G.; Brockmann, S.O.; Göpel, S.; Kindle, G.; Merle, U.; Steinacker, J.M.; Kern, W.V. Post-COVID syndrome and work ability 9-12 months after a SARS-CoV-2 infection among over 9000 employees from the general population. *IJID Regions* **2024**, *10*, 67-74.
- Brehon, K.; Niemeläinen, R.; Hall, M.; Bostick, G.P.; Brown, C.A.; Wieler, M.; Gross, D.P. Return-to-Work Following Occupational Rehabilitation for Long COVID: Descriptive Cohort Study. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies* **2022**, *9*, e39883, doi:10.2196/39883.
- Burdorf, A.; Porru, F.; Rugulies, R. The COVID-19 pandemic: one year later - an occupational perspective. *Scand. J. Work Environ. Health* **2021**, *47*, 245-247, doi:10.5271/sjweh.3956.
- Carfi, A.; Bernabei, R.; Landi, F. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA* **2020**, *324*, 603-605, doi:10.1001/jama.2020.12603.
- Cevei, M.; Onofrei, R.R.; Gherle, A.; Gug, C.; Stoicanescu, D. Rehabilitation of Post-COVID-19 Musculoskeletal Sequelae in Geriatric Patients: A Case Series Study. *Int. J. Env. Res. Public Health* **2022**, *19*, 15350, doi:10.3390/ijerph192215350.

- Chen, J.; Wu, J.; Hao, S.; Yang, M.; Lu, X.; Chen, X.; Li, L. Long term outcomes in survivors of epidemic Influenza A (H7N9) virus infection. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 1-8.
- Cloitre, M.; Shevlin, M.; Brewin, C.R.; Bisson, J.I.; Roberts, N.P.; Maercker, A.; Karatzias, T.; Hyland, P. The International Trauma Questionnaire: Development of a self-report measure of ICD-11 PTSD and complex PTSD. *Acta Psychiatr. Scand.* **2018**, *138*, 536-546, doi:<https://doi.org/10.1111/acps.12956>.
- Davis, H.E.; Assaf, G.S.; McCorkell, L.; Wei, H.; Low, R.J.; Re'em, Y.; Redfield, S.; Austin, J.P.; Akrami, A. Characterizing Long COVID in an International Cohort: 7 Months of Symptoms and Their Impact. *medRxiv* **2021**, doi:10.1101/2020.12.24.20248802.
- Davis, H.E.; Assaf, G.S.; McCorkell, L.; Wei, H.; Low, R.J.; Re'Em, Y.; Redfield, S.; Austin, J.P.; Akrami, A. Characterizing long COVID in an international cohort: 7 months of symptoms and their impact. *eClinicalMedicine* **2021**, *38*, 101019, doi:10.1016/j.eclinm.2021.101019.
- Daynes, E.; Gerlis, C.; Chaplin, E.; Gardiner, N.; Singh, S.J. Early experiences of rehabilitation for individuals post-COVID to improve fatigue, breathlessness exercise capacity and cognition – A cohort study. *Chron. Respir. Dis.* **2021**, *18*, 147997312110156, doi:10.1177/14799731211015691.
- de Oliveira Almeida, K.; Nogueira Alves, I.G.; de Queiroz, R.S.; de Castro, M.R.; Gomes, V.A.; Santos Fontoura, F.C.; Brites, C.; Neto, M.G. A systematic review on physical function, activities of daily living and health-related quality of life in COVID-19 survivors. *Chronic Illness* **2023**, *19*, 279-303, doi:10.1177/17423953221089309.
- Delgado-Alonso, C.; Cuevas, C.; Oliver-Mas, S.; Diez-Cirarda, M.; Delgado-Alvarez, A.; Gil-Moreno, M.J.; Matias-Guiu, J.; Matias-Guiu, J.A. Fatigue and Cognitive Dysfunction Are Associated with Occupational Status in Post-COVID Syndrome. *Int. J. Env. Res. Public Health* **2022**, *19*, doi:10.3390/ijerph192013368.
- DGUV. Eckpunktepapier für die medizinische Rehabilitation bei Post-COVID-Syndrom. 2023. Available online: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4786> (accessed on 26.01.2024).
- DGUV. Berufskrankheiten und Arbeitsunfälle im Zusammenhang mit COVID-19. Available online: https://www.dguv.de/medien/inhalt/mediencenter/hintergrund/covid/dguv_zahlen_covid.pdf (accessed on 25.01.2024).
- Dieck, A.; Morin, C.M.; Backhaus, J. A German version of the insomnia severity index. *Somnologie* **2018**, *22*, 27-35, doi:<https://doi.org/10.1007/s11818-017-0147-z>.
- Driggin, E.; Madhavan, M.V.; Bikdeli, B.; Chuich, T.; Laracy, J.; Biondi-Zoccai, G.; Brown, T.S.; Der Nigoghossian, C.; Zidar, D.A.; Haythe, J. Cardiovascular considerations for patients, health care workers, and health systems during the COVID-19 pandemic. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2020**, *75*, 2352-2371.
- EU-OSHA. COVID-19-Infektion und Long Covid – Leitfaden für Führungskräfte. 2021a. Available online: https://osha.europa.eu/sites/default/files/COVID_19_and_long_COVID_RTW_Guide_managers_DE.pdf (accessed on 25.01.2024).
- EU-OSHA. COVID-19-Infektion und Long Covid – Leitfaden für Beschäftigte. 2021b. Available online: https://osha.europa.eu/sites/default/files/COVID_19_long_COVID_RTW_Guide_workers_DE.pdf (accessed on 25.01.2024).
- Fernandez-de-Las-Penas, C.; Notarte, K.I.; Macaset, R.; Velasco, J.V.; Catahay, J.A.; Ver, A.T.; Chung, W.; Valera-Calero, J.A.; Navarro-Santana, M. Persistence of Post-COVID Symptoms in the General Population Two Years After SARS-CoV-2 Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Infect.* **2023**, doi:10.1016/j.jinf.2023.12.004.
- Fisk, J.D.; Ritvo, P.G.; Ross, L.; Haase, D.A.; Marrie, T.J.; Schlech, W.F. Measuring the functional impact of fatigue: initial validation of the fatigue impact scale. *Clin. Infect. Dis.* **1994**, *18*, 79-83, doi:10.1093/clinids/18.Supplement_1.S79.

- Frey, I.; Berg, A.; Grathwohl, D.; Keul, J. Freiburger fragebogen zur körperlichen aktivität-entwicklung, prüfung und anwendung. *Sozial-und Präventivmedizin* **1999**, *44*, 55-64.
- Gandek, B.; Ware, J.E.; Aaronson, N.K.; Apolone, G.; Bjorner, J.B.; Brazier, J.E.; Bullinger, M.; Kaasa, S.; Leplege, A.; Prieto, L. Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *J. Clin. Epidemiol.* **1998**, *51*, 1171-1178.
- Gandjour, A. Long COVID: Costs for the German economy and health care and pension system. *BMC Health Serv. Res.* **2023**, *23*, 1-7.
- Gao, Y.-d.; Ding, M.; Dong, X.; Zhang, J.-j.; Azkur, A.K.; Azkur, D.; Gan, H.; Sun, Y.-l.; Fu, W.; Li, W. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients. *European Journal of Allergy and Clinical Immunology* **2020**, *76*, 428-455, doi:https://doi.org/10.1111/all.14657.
- Glöckl, R.; Buhr-Schinner, H.; Koczulla, A.R.; Schipmann, R.; Schultz, K.; Spielmanns, M.; Stenzel, N.; Dewey, S. DGP-Empfehlungen zur pneumologischen Rehabilitation bei COVID-19. *Pneumologie* **2020**, *74*, 496-504, doi:10.1055/a-1193-9315.
- Glöckl, R.; Leitl, D.; Jarosch, I.; Schneeberger, T.; Nell, C.; Stenzel, N.; Vogelmeier, C.F.; Kenn, K.; Koczulla, A.R. Benefits of pulmonary rehabilitation in COVID-19: a prospective observational cohort study. *ERJ open research* **2021**, *7*, doi:10.1183/23120541.00108-2021.
- Gloeckl, R.; Leitl, D.; Jarosch, I.; Schneeberger, T.; Nell, C.; Stenzel, N.; Daher, A.; Dreher, M.; Vogelmeier, C.F.; Kenn, K.; et al. Pulmonary rehabilitation in long COVID: more than just natural recovery!? *ERJ Open Res* **2021**, *7*, doi:10.1183/23120541.00454-2021.
- Gloeckl, R.; Leitl, D.; Schneeberger, T.; Jarosch, I.; Koczulla, A.R. Rehabilitative interventions in patients with persistent post COVID-19 symptoms-a review of recent advances and future perspectives. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* **2023**, doi:10.1007/s00406-023-01631-9.
- Gräfe, K.; Zipfel, S.; Herzog, W.; Löwe, B. Screening psychischer Störungen mit dem "Gesundheitsfragebogen für Patienten (PHQ-D)". *Diagnostica* **2004**, *50*, 171-181.
- Gualano, M.R.; Rossi, M.F.; Borrelli, I.; Santoro, P.E.; Amantea, C.; Daniele, A.; Tumminello, A.; Moscato, U. Returning to work and the impact of post COVID-19 condition: A systematic review. *Work* **2022**, doi:10.3233/WOR-220103.
- Haering, A.; Kottmann, R.; Ellert, C.; von Loga, I. Long/Post-COVID-Schweregrade und ihre gesellschaftlichen Folgen: Ergebnisse einer Befragung. RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen **2023**, 156.
- Haller, J.; Kocalevent, R.-D.; Nienhaus, A.; Peters, C.; Bergelt, C.; Koch-Gromus, U. Anhaltende Fatigue als Folge einer COVID-19-Infektion bei Beschäftigten im Gesundheitswesen: Risikofaktoren und Auswirkungen auf die Lebensqualität. *BUNDESGESUNDHEITSBLA* **2022**, *65*, 471-480, doi:10.1007/s00103-022-03511-4.
- Hantal, A.O.; Kayhan, S.; Sagmen, S.B.; Soy, M. Efficacy of pulmonary rehabilitation in patients with post-acute COVID-19. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* **2023**, *27*, 2117-2126, doi:10.26355/eurrev_202303_31583.
- Hasenoehrl, T.; Palma, S.; Huber, D.F.X.; Kastl, S.; Steiner, M.; Jordakieva, G.; Crevenna, R. Post-COVID: effects of physical exercise on functional status and work ability in health care personnel. *Disabil. Rehabil.* **2022**, *1-7*, doi:10.1080/09638288.2022.2111467.
- Hasselhorn, H.-M.; Freude, G. Der Work-ability-Index: Ein Leitfaden; Wirtschaftsverlag NW Bremerhaven, 2007; p. 54.
- Hayden, M.; Limbach, M.; merkl, S.; Botosch, K.; Schwarzl, G.; Nowak, D.; Schuler, M.; Schultz, K. 1 Jahr pneumologische Post-Covid-Rehabilitation (4/2020–4/2021): Unterscheiden sich die Ergebnisse der Patienten mit Post-COVID-Syndrom von jenen mit noch akuter bzw. fortwährend symptomatischer COVID-19? *Pneumologie* **2022**, *76*, S32-S32.

- Hayden, M.C.; Limbach, M.; Schuler, M.; Merkl, S.; Schwarzl, G.; Jakab, K.; Nowak, D.; Schultz, K. Effectiveness of a Three-Week Inpatient Pulmonary Rehabilitation Program for Patients after COVID-19: A Prospective Observational Study. *Int. J. Env. Res. Public Health* **2021**, *18*, 9001, doi:10.3390/ijerph18179001.
- Hermann-Lingen, C.; Buss, U.; Snaith, R. *HADS-D hospital anxiety and depression scale-German version*, 4 ed.; Hogrefe: Bern, 2018; p. 72.
- Hoshijima, H.; Mihara, T.; Seki, H.; Hyuga, S.; Kuratani, N.; Shiga, T. Incidence of long-term post-acute sequelae of SARS-CoV-2 infection related to pain and other symptoms: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* **2023**, *18*, e0250909, doi:10.1371/journal.pone.0250909.
- Houben, S.; Bonnechere, B. The Impact of COVID-19 Infection on Cognitive Function and the Implication for Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Env. Res. Public Health* **2022**, *19*, doi:10.3390/ijerph19137748.
- Kabitz, H.-J.; Walterspacher, S.; Mellies, U.; Criée, C.; Windisch, W. Empfehlungen der Deutschen Atemwegsliga zur Messung der Atemmuskelfunktion. *Pneumologie* **2014**, *68*, 307-314, doi:10.1055/s-0034-1365283.
- Kedor, C.; Freitag, H.; Meyer-Arndt, L.; Wittke, K.; Hanitsch, L.G.; Zoller, T.; Steinbeis, F.; Haffke, M.; Rudolf, G.; Heidecker, B.; et al. A prospective observational study of post-COVID-19 chronic fatigue syndrome following the first pandemic wave in Germany and biomarkers associated with symptom severity. *NAT COMMUN* **2022**, *13*, 5104, doi:10.1038/s41467-022-32507-6.
- Klok, F.A.; Boon, G.J.; Barco, S.; Endres, M.; Geelhoed, J.M.; Knauss, S.; Rezek, S.A.; Spruit, M.A.; Vehreschild, J.; Siegerink, B. The Post-COVID-19 Functional Status scale: a tool to measure functional status over time after COVID-19. *Eur. Respir. J.* **2020**, *56*, doi:10.1183/13993003.01494-2020.
- Knoll, N.; Rieckmann, N.; Schwarzer, R. Coping as a mediator between personality and stress outcomes: a longitudinal study with cataract surgery patients. *European Journal of Personality* **2005**, *19*, 229-247, doi:https://doi.org/10.1002/per.546.
- Kupferschmitt, A.; Jöbges, M.; Randerath, J.; Hinterberger, T.; Loew, T.H.; Köllner, V. Attention deficits and depressive symptoms improve differentially after rehabilitation of post-COVID condition – A prospective cohort study. *J. Psychosom. Res.* **2023**, *175*, 111540, doi:https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2023.111540.
- Kupferschmitt, A.; Langheim, E.; Tuter, H.; Etzrodt, F.; Loew, T.H.; Köllner, V. First results from post-COVID inpatient rehabilitation. *Front Rehabil Sci* **2023**, *3*, 1093871, doi:10.3389/fresc.2022.1093871.
- Lampert, T.; Kroll, L.; Müters, S.; Stolzenberg, H. Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *BUNDESGESUNDHEITSBLA* **2013**, *56*, 631-636, doi:https://doi.org/10.1007/s00103-012-1663-4.
- Lemhofer, C.; Sturm, C.; Loudovici-Krug, D.; Guntenbrunner, C.; Bulow, M.; Reuken, P.; Quickert, S.; Best, N. Quality of life and ability to work of patients with Post-COVID syndrome in relation to the number of existing symptoms and the duration since infection up to 12 months: a cross-sectional study. *Qual. Life Res.* **2023**, *32*, 1991-2002, doi:10.1007/s11136-023-03369-2.
- Luo, D.; Mei, B.; Wang, P.; Li, X.; Chen, X.; Wei, G.; Kuang, F.; Li, B.; Su, S. Prevalence and risk factors for persistent symptoms after COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Microbiol. Infect.* **2023**, doi:10.1016/j.cmi.2023.10.016.
- Lynch, S.; Ferrando, S.J.; Dornbush, R.; Shahar, S.; Smiley, A.; Klepacz, L. Screening for brain fog: Is the montreal cognitive assessment an effective screening tool for neurocognitive complaints post-COVID-19? *Gen. Hosp. Psychiatry* **2022**, *78*, 80-86, doi:https://doi.org/10.1016/j.genhosppsy.2022.07.013.

- Meier, I.; Gillitzer, S.; Stucke, J.; Berida, F.; Meyer, T. Erfolge pneumologischer, kardiologischer und neurologischer Rehabilitation nach COVID-19 (Eva-CoReha) In Proceedings of the 22. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF), Berlin, 2023.
- Mendoza, T.R.; Wang, X.S.; Cleeland, C.S.; Morrissey, M.; Johnson, B.A.; Wendt, J.K.; Huber, S.L. The rapid assessment of fatigue severity in cancer patients: use of the Brief Fatigue Inventory. *Cancer* **1999**, *85*, 1186-1196, doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0142\(19990301\)85:5<1186::AID-CNCR24>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0142(19990301)85:5<1186::AID-CNCR24>3.0.CO;2-N).
- Mo, X.; Jian, W.; Su, Z.; Chen, M.; Peng, H.; Peng, P.; Lei, C.; Chen, R.; Zhong, N.; Li, S. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur. Respir. J.* 2020, *55*.
- Mulfinger, N.; Lampl, J.; Dinkel, A.; Weidner, K.; Beutel, M.E.; Jarczok, M.N.; Hildenbrand, G.; Kruse, J.; Seifried-Dübön, T.; Junne, F. Psychische belastungen durch epidemien bei beschäftigten im gesundheitswesen und implikationen für die bewältigung der corona-krise: eine literaturübersicht. *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie* 2020, *66*, 220-242.
- Müller, K.; Poppele, I.; Ottiger, M.; Zwingmann, K.; Berger, I.; Thomas, A.; Wastlhuber, A.; Ortwein, F.; Schultz, A.L.; Weghofer, A.; et al. Impact of Rehabilitation on Physical and Neuropsychological Health of Patients Who Acquired COVID-19 in the Workplace. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2023a**, *20*, doi:10.3390/ijerph20021468.
- Müller, K.; Ottiger, M.; Poppele, I.; Stegbauer, M.; Schlesinger, T. Wirksamkeit rehabilitativer Maßnahmen bei Patient:innen mit berufsbedingter SARS-CoV-2 Infektion. In *Corona und Arbeit*, Nienhaus, A., Letzel, S., Nowak, D., Eds.; ecomed-Storek GmbH: Landsberg, 2023b; pp. 301-316.
- Müller, K.; Ottiger, M.; Poppele, I.; Schlesinger, T. Herausforderungen und Empfehlungen für die Rehabilitation von Patient:innen mit Post-COVID – Ergebnisse eines Expert:innenworkshops. *Die Rehabilitation* **2023c**, *62*, 325-326.
- Nasreddine, Z.S.; Phillips, N.A.; Bédirian, V.; Charbonneau, S.; Whitehead, V.; Collin, I.; Cummings, J.L.; Chertkow, H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2005**, *53*, 695-699, doi:10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x.
- Ngai, J.C.; Ko, F.W.; Ng, S.S.; TO, K.W.; Tong, M.; Hui, D.S. The long-term impact of severe acute respiratory syndrome on pulmonary function, exercise capacity and health status. *Respirology* **2010**, *15*, 543-550.
- Nopp, S.; Moik, F.; Klok, F.A.; Gattinger, D.; Petrovic, M.; Vonbank, K.; Koczulla, A.R.; Ay, C.; Zwick, R.H. Outpatient Pulmonary Rehabilitation in Patients with Long COVID Improves Exercise Capacity, Functional Status, Dyspnea, Fatigue, and Quality of Life. *Respiration* **2022**, *101*, 593-601, doi:10.1159/000522118.
- Ottiger, M.; Poppele, I.; Sperling, N.; Schlesinger, T.; & Müller, K. Work Ability and Return-To-Work of Patients with Post-COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Research Square* **2024**, PREPRINT (Version 1). doi:10.21203/rs.3.rs-3667889/v1
- Ohayon, M.; Wickwire, E.M.; Hirshkowitz, M.; Albert, S.M.; Avidan, A.; Daly, F.J.; Dauvilliers, Y.; Ferri, R.; Fung, C.; Gozal, D.; et al. National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health* **2017**, *3*, 6-19, doi:10.1016/j.sleh.2016.11.006.
- Pauwels, S.; Boets, I.; Polli, A.; Mylle, G.; De Raeve, H.; Godderis, L. Return to work after long COVID: Evidence at 8th March 2021. **2021**.
- Platz, T.; Abel, U.; Behrends, U.; Berlit, P.; Diem, L.; Ellert, C.; Fickenscher, H.; Guha, M.; Koch, M.; Köllner, V.; et al. S2k-LL COVID-19 und (Früh-) Rehabilitation. in: *Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR) (Hrsgb.), Leitlinien für die Neurorehabilitation.* **2023**. Available online: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/080-008.html> (accessed on 26.01.2024).

- Poyiadji, N.; Shahin, G.; Noujaim, D.; Stone, M.; Patel, S.; Griffith, B. COVID-19–associated Acute Hemorrhagic Necrotizing Encephalopathy: Imaging Features. *Radiology* **2020**, *296*, E119-E120, doi:10.1148/radiol.2020201187.
- Reitan, R.M.; Wolfson, D. Category Test and Trail Making Test as measures of frontal lobe functions. *The Clinical Neuropsychologist* 1995, *9*, 50-56, doi:http://dx.doi.org/10.1080/13854049508402057.
- Reuter, M.; Rigo, M.; Formazin, M.; Liebers, F.; Latza, U.; Castell, S.; Jockel, K.H.; Greiser, K.H.; Michels, K.B.; Krause, G.; et al. Occupation and SARS-CoV-2 infection risk among 108 960 workers during the first pandemic wave in Germany. *Scand. J. Work Environ. Health* **2022**, *48*, 446-456, doi:10.5271/sjweh.4037.
- Riemann, D.; Baum, E.; Cohrs, S.; Crönlein, T.; Sitter, H.; Weeß, H.-G.; Hajak, G.; Wetter, T.; Klose, P.; Langhorst, J.; et al. S3-Leitlinie Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen. AWMF online 2018.
- RKI. Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19. Available online: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html (accessed on 02.08.).
- RKI. Hinweise zu Erkennung, Diagnostik und Therapie von Patienten mit COVID-19. Available online: https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/Stakob/Stellungnahmen/Stellungnahme-Covid-19_Therapie_Diagnose.pdf?__blob=publicationFile (accessed on 02.08.).
- Rogers, J.P.; Chesney, E.; Oliver, D.; Pollak, T.A.; McGuire, P.; Fusar-Poli, P.; Zandi, M.S.; Lewis, G.; David, A.S. Psychiatric and neuropsychiatric presentations associated with severe coronavirus infections: a systematic review and meta-analysis with comparison to the COVID-19 pandemic. *Lancet Psychiatry* **2020**, *7*, 611-627, doi:10.1016/s2215-0366(20)30203-0.
- Rutsch, M.; Deck, R. Occupational Stress of Long Covid Rehabilitants and Return to Work After Pneumological Rehabilitation. *Rehabilitation (Stuttg.)* 2023, doi:10.1055/a-2105-5810.
- Rutsch, M.; Frommhold, J.; Buhr-Schinner, H.; Gross, T.; Schuller, P.O.; Deck, R. Pneumologische Rehabilitation bei Long Covid – Gesundheitliche Veränderungen am Ende der stationären Rehabilitationsmaßnahme. *Rehabilitation (Stuttg.)* **2023**, doi:10.1055/a-1964-7401.
- Sansone, D.; Tassinari, A.; Valentinotti, R.; Kontogiannis, D.; Ronchese, F.; Centonze, S.; Maggiore, A.; Cegolon, L.; Filon, F.L. Persistence of Symptoms 15 Months since COVID-19 Diagnosis: Prevalence, Risk Factors and Residual Work Ability. *Life (Basel)* **2022**, *13*, doi:10.3390/life13010097.
- Scheidt-Nave, C.; Kamtsiuris, P.; Gößwald, A.; Hölling, H.; Lange, M.; Busch, M.A.; Dahm, S.; Dölle, R.; Ellert, U.; Fuchs, J. German health interview and examination survey for adults (DEGS)-design, objectives and implementation of the first data collection wave. *BMC Public Health* **2012**, *12*, 1-16, doi:10.1186/1471-2458-12-730.
- Schomerus, G.; Riedel-Heller, S. [Focus on the stigma of mental disease]. *Nervenarzt* 2020, *91*, 777-778, doi:10.1007/s00115-020-00964-3.
- Schumann, M.; Marschall, J.; Hildebrandt, S.; Nolting, H. Gesundheitsreport 2022; medhochzwei, 2022; p. 186.
- Spector, T.; NHS; ZOE. COVID 19 Symptoms Study UK 2020 Available online: <https://covid.joinzoe.com/> (accessed on 10.01.2024).
- Stussman, B.; Williams, A.; Snow, J.; Gavin, A.; Scott, R.; Nath, A.; Walitt, B. Characterization of Post-exertional Malaise in Patients With Myalgic Encephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome. *Front. Neurol.* **2020**, *11*, 1025, doi:10.3389/fneur.2020.01025.
- Tansey, C.M.; Louie, M.; Loeb, M.; Gold, W.L.; Muller, M.P.; de Jager, J.; Cameron, J.I.; Tomlinson, G.; Mazzulli, T.; Walmsley, S.L. One-year outcomes and health care utilization in survivors of severe acute respiratory syndrome. *Arch. Intern. Med.* 2007, *167*, 1312-1320.
- Techniker Krankenkasse. Schlaf gut, Deutschland. 2017.

- Theisen, D.; Wydra, G. Untersuchung der Gleichgewichtsfähigkeit. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2011, 27, 231-239.
- Theissing, J.; Lepthin, H.-J.; Mittag, O. Veränderung der subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit im Verlauf der stationären Rehabilitation. *Die Rehabilitation* 2005, 44, 75-81, doi:10.1055/s-2004-834609.
- Tiffin, J.; Asher, E.J. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *J. Appl. Psychol.* 1948, 32, 234-247, doi:https://doi.org/10.1037/h0061266.
- Toussaint, A.; Löwe, B.; Brähler, E.; Jordan, P. The somatic symptom disorder-B criteria scale (SSD-12): factorial structure, validity and population-based norms. *J. Psychosom. Res.* 2017, 97, 9-17, doi:https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2017.03.017.
- Vaidya, T.; de Bisschop, C.; Beaumont, M.; Ouksel, H.; Jean, V.; Dessables, F.; Chambellan, A. Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the impact of pulmonary rehabilitation? Determination of the minimal important difference in COPD. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2016, 2609-2616.
- Van Wambeke, E.; Bezler, C.; Kasproicz, A.M.; Charles, A.L.; Andres, E.; Geny, B. Two-Years Follow-Up of Symptoms and Return to Work in Complex Post-COVID-19 Patients. *Journal of Clinical Medicine* 2023, 12, doi:10.3390/jcm12030741.
- Varatharaj, A.; Thomas, N.; Ellul, M.A.; Davies, N.W.; Pollak, T.A.; Tenorio, E.L.; Sultan, M.; Easton, A.; Breen, G.; Zandi, M. Neurological and neuropsychiatric complications of COVID-19 in 153 patients: a UK-wide surveillance study. *The Lancet Psychiatry* 2020, 7, 875-882, doi:https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30287-X.
- Wahlgren, C.; Forsberg, G.; Divanoglou, A.; Ostholm Balkhed, A.; Niward, K.; Berg, S.; Levi, R. Two-year follow-up of patients with post-COVID-19 condition in Sweden: a prospective cohort study. *The Lancet Regional Health Europe* 2023, 28, 100595, doi:10.1016/j.lanepe.2023.100595.
- Wechsler, D. Wechsler adult intelligence scale. *Front. Psychol.* 1981.
- Wu, Z.; McGoogan, J.M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 2020, 323, 1239-1242.

Anhang 1

Tab. 1 Übersicht zu den aktuellen Untersuchungsverfahren

Parameter	Finale Untersuchungsverfahren
Medizinische Untersuchungen	
Medizinische Anamnese	Anamnesegespräch zur Erfassung von kardiologischen, internistischen, neurologischen, psychologischen und muskuloskelettaler Vorerkrankungen; bisherige medizinischen Behandlungsmaßnahmen; Krankheitsverlauf (Arztbesuche, Krankenhausaufenthalt); soziodemografische Parameter (zu Aufnahme und Entlassung) Sozio-ökonomischer Status (DEGS, McArthur Scale) Abfrage COVID-Akut-Behandlungen (nach DEGS)
Lungenfunktions-parameter	Lungenfunktionsuntersuchung, Bodyplethysmographie, Messung der Atempumpe (Kabitz et al., 2014) inkl. Körpergröße, -gewicht
Blutgase	Diffusionsmessung/Single Breath, Blutgasanalyse
Labormedizinische Parameter/ Biomarker	Labormedizinische Parameter, NT-pro-BNP Biomarker: IFN-beta, IL-4, IL-6, IL-10, IL-17, TNF-Alpha, IL-1beta und BDNF
Kardiale Funktion	Ruhe- und Belastungs-EKG
post-COVID Syndrom	
Symptomatik	Abfrage post-COVID-19 Symptomatik (angelegt an AWMF-post-Covid-LL, Koczulla et al., 2021) post-COVID Syndrom Score (Bahmer et al., 2022)
Funktioneller Status	post-COVID-19-Skala (PCFS Scale; Klok et al., 2020)
Untersuchungen zur körperlichen Leistungsfähigkeit/ Belastbarkeit/ Aktivität	
Körperliche Leistungsfähigkeit	Sechs-Minuten-Gehtest mit Blutgasanalyse (ATS, 2002) inkl. Ganggeschwindigkeit über 10 Meter, Spiroergometrie mit Belastungs-EKG (Ausbelastungsmarker: anaerobe respiratorische Schwelle / 70%; Ergometer: Ergoline, Spirometrie: Jaeger plus Software „Masterscreen CPX“)
Körperliche Belastbarkeit	One-Minute Sit-to-stand test (Vaidya et al., 2016) GGT-Reha (Block 1 und 3; Theisen & Wydra, 2011)

Fortsetzung Tab. 1 Übersicht zu den aktuellen Untersuchungsverfahren

Parameter	Finale Untersuchungsverfahren
	Kraftfähigkeit mittels Handdynamometer (JAMAR® Smart Hand Dynamometer) in folgender Position: aufrecht sitzend, GriffEinstellung 2 (Norm für erwachsene Person), 90° Beugung Ellenbogen, keine Armllehne, 3-5sek Test /15sek Pause / rechts und links abwechselnd à 3 Durchgänge
	Kraftfähigkeit mittels Funktionsstemma (aktixSYSTEM) mit den Winkeleinstellungen: 90/100/100
Körperliche Aktivität	Messungen mit dem Actigraph GTX9 Link über 7 Tage (mind. 4 volle Tage & Nächte Tragezeit; zu T1, T2 und T4) Aktivitätsfragebogen (Baecke & DEGS / RKI) Einzelne Dimensionen vom Freiburger Fragebogen zur körperlichen Aktivität (Frey et al., 1999)
Feinmotorik	Purdue Pegboard Test (One-Trial Administration; Tiffin & Asher, 1948)
Untersuchungen zur psychischen und kognitiven Gesundheit	
Krankheitsbewältigung	Brief COPE (Knoll et al., 2005)
Psychische Symptomatik, Posttraumatische Belastungsstörungen	The Somatic Symptom Disorder-B Criteria Scale (SSD12; Toussaint et al., 2017) Patient Health Questionnaire (PHQ-D; Gräfe et al., 2004) Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS-D; Hermann-Lingen, 2011) International Trauma Questionnaire (ITQ; Cloitre et al., 2018) Mini-DIPS (psychologische Interviews zur Diagnosesicherung und Ursachenzuschreibung; Margraf, 2017; zu T1, T3 und T4)
Kognitive Leistungsfähigkeit	Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Nasreddine et al., 2005) Digit Symbol Substitution Test (DSST; Wechsler, 1981) Trail Making Test (TMT A/B; Reitan, 1992)
Gesundheitsbezogene Lebensqualität	Short Form 12 Health Survey (SF-12; Gandek et al., 1998)
Fatigue	Brief Fatigue Inventory (BFI; Mendosa et al., 1999) Fatigue Impact Scale (FIS; Fisk et al., 1994)
Untersuchungen zur Arbeitsfähigkeit	

Fortsetzung Tab. 1 Übersicht zu den aktuellen Untersuchungsverfahren

Parameter	Finale Untersuchungsverfahren
Wiederaufnahme der Arbeit, AU-Tage vor und nach HV	<p>Einzelfragen zum aktuell ausgeübten Beruf, Einschätzung des/der behandelnden Arztes/Ärztin zur Arbeitsfähigkeit der Versicherten im Rahmen der Abschlussuntersuchung und zu den Follow-up Zeitpunkten (zur Ableitung des weiteren Rehabilitationsbedarfes)</p> <p>AU-Zeiten aus DEGS (RKI)</p>
Bewertung der Arbeitsfähigkeit	<p>Work Ability Index Langversion (WAI; Hasselhorn & Freude, 2007)</p> <p>Skala zur Messung der subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit (SPE-Skala, in Anlehn. an Theissing et al., 2005)</p> <p>Abfrage beruflicher Veränderungen</p>
Untersuchungen des Schlafs und des funktionellen post-COVID Status	
Schlaf	Insomnia Severity Index (ISI; Dieck et al., 2018)
Untersuchungen zur Dokumentation des stationären Heilverfahrens	
Dokumentation von Besonderheiten während und nach dem stationären Heilverfahren	<p>Mittels Fragebogen und standardisierten Interviews mit Projektmitarbeiter:innen der BG Klinik Erfassung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Inhalten des stationären HV – Besonderheiten des Reha-Managements – Machbarkeit des HV, Besonderheiten bei der Umsetzung von Rehabilitationsmaßnahmen, Dokumentation unerwünschter Ereignisse, auftretende Besonderheiten im Follow-up Zeitraum <p>Subjektive wahrgenommene und objektive Behandlungserfolge</p> <p>Dokumentation der Therapieeinheiten für jede Abteilung</p> <p>Dokumentation besondere Ereignisse pro Patient:in</p> <p>Erfassung des subjektiven physischen und psychischen Befindens vor und nach dem Heilverfahren mittels FB für jede Abteilung</p>

Tab. 2 Veränderungen von ausgewählten Parametern zur körperlichen Belastbarkeit und Arbeitsfähigkeit von T1 und T2

	T1			T2			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
6MWD (m)	202,00	701,00	520,00 (448,00 – 573,00)	349,00	794,00	576,00 (522,00 – 636,00)	-9,032	<0,001**	-0,828
Max. Belastung (Watt)	32,00	288,00	101,50 (76,25 – 115,75)	20,00	280,00	105,00 (86,50 – 135,00)	2,298	0,022*	0,325
Ganggeschwindigkeit (m/s)	0,77	2,10	1,47 (1,31 – 1,65)	1,02	2,70	1,63 (1,45 – 1,80)	-7,009	<0,001**	-0,640
1-MSTS (Anzahl/Min)	6,00	43,00	20,00 (16,00 – 24,00)	8,00	43,00	22,00 (17,00 – 26,00)	-4,960	0,001*	-0,456
Beinkraft (kg)	33,02	252,09	94,43 (70,03 – 131,89)	39,94	253,89	110,13 (88,49 – 146,42)	-6,973	<0,001**	-0,581
Handkraft dom. (kg)	5,03	70,13	27,47 (20,62 – 35,02)	4,87	74,90	29,47 (21,02 – 36,17)	-0,960	0,337	-0,087
GGT Block1	0,00	18,00	12,00 (10,00 – 13,75)	2,00	18,00	12,00 (11,00 – 15,00)	-3,952	<0,001**	-0,361
GGT Block3	0,00	17,00	13,00 (11,00 – 14,00)	2,00	18,00	14,00 (12,00 – 15,00)	-3,734	<0,001**	-0,341
GGT Gesamt	3,00	35,00	25,00 (21,00 – 27,00)	4,00	36,00	27,00 (23,00 – 29,00)	-4,543	<0,001**	-0,415
Feinmotorik: dom. Hand	7,00	17,00	12,00 (11,00 – 14,00)	6,00	22,00	13,00 (11,00 – 14,00)	-2,825	0,005*	-0,259
Feinmotorik: nicht dom. Hand	6,00	17,00	12,00 (10,00 – 13,00)	6,00	22,00	12,00 (11,00 – 14,00)	-2,684	0,007*	-0,246
Feinmotorik: beide Hände	4,00	23,00	10,00 (9,00 – 12,00)	5,00	26,00	11,00 (9,00 – 13,00)	-1,923	0,055	-0,176
Feinmotorik: Türme	8,00	40,00	24,00 (20,00 – 28,00)	12,00	48,00	24,00 (20,00 – 31,00)	-3,462	<0,001**	-0,317
Subjektive körperliche Leistungsfähigkeit (0-10 Punkte)	1,33	7,89	4,67 (3,25 – 6,00)	1,67	9,00	5,78 (4,56 – 7,22)	-6,148	<0,001**	-0,581
WAI_Dim1 (0-10 Punkte)	0,00	9,00	3,00 (0,00 – 5,00)	0,00	9,00	3,00 (0,75 – 6,00)	-1,787	0,074	-0,165
WAI_Gesamt (7-49 Punkte)	14,00	35,00	24,00 (21,00 – 27,00)	15,00	40,00	24,50 (21,00 – 28,00)	-0,827	0,408	-0,077
SPE-Skala (Grad 0-3)	0,00	3,00	2,00 (1,00 – 3,00)	0,00	3,00	2,00 (1,00 – 3,00)	-0,026	0,979	-0,002
Schlafqualität (ISI, 0-28 Punkte)	0,00	28,00	15,00 (12,00 – 19,25)	2,00	27,00	15,00 (11,00 – 18,25)	-1,096	0,273	-0,101
Subjektive post-COVID Symptomatik (0-10 Punkte)	1,00	10,00	7,50 (4,00 – 8,00)	1,00	10,00	6,00 (4,00 – 8,00)	-1,735	0,083	-0,164
Post-COVID (PCFS, Grad 0-4)	0,00	4,00	3,00 (2,00 – 3,00)	0,00	4,00	3,00 (2,00 – 3,00)	-2,376	0,017*	-0,219
Baecke_ArbeitsINDEX	2,00	4,29	3,29 (3,00 – 3,71)	2,00	4,57	3,43 (3,00 – 3,57)	-0,066	0,948	-0,006
Baecke_SportINDEX	1,25	3,75	2,25 (2,00 – 2,75)	1,25	4,00	2,50 (2,00 – 2,75)	-3,075	0,002*	-0,283
Baecke_FreizeitINDEX	1,33	4,67	3,33 (2,67 – 4,00)	1,33	5,00	3,33 (2,67 – 3,67)	-0,899	0,368	-0,083

Fortsetzung Tab. 2 Veränderungen von ausgewählten Parametern zur körperlichen Belastbarkeit und Arbeitsfähigkeit von T1 und T2

	T1			T2			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
Baecke_Gesamt	6,37	11,80	8,96 (8,02 – 9,91)	5,67	12,36	9,11 (8,12 – 9,91)	-0,854	0,393	-0,079

Anmerkungen: 6MWD - Six-Minute Walking Distance, 1-MSTS – One-Minute Sit-to Stand Test, GGT – Gleichgewichtstest, WAI – Work Ability Index; SPE-Skala - Skala zur Messung der subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit; Baecke-Fragebogen – physische Aktivität *p<0,05; **p<0,001

Tab. 3 Veränderung von ausgewählten Parametern zur psychischen und kognitiven Gesundheit von T1 und T2

		T1			T2			Z	p	r	
		Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)				
Krankheitsbewältigung (Brief COPE)	Skala: 1-4	positiv-Fokus	1,00	3,50	2,00 (1,18 – 2,50)	1,17	3,83	2,16 (1,83 – 2,50)	0,715	0,474	0,066
		unterstützt	1,17	4,00	2,33 (1,83 – 2,66)	1,33	4,00	2,33 (2,00 – 2,83)	0,964	0,355	0,089
		aktiv	1,25	4,00	3,00 (2,50 – 3,50)	1,50	4,00	3,00 (2,50 – 3,50)	1,240	0,215	0,114
		ausweichend	1,00	3,50	1,67 (1,33 – 2,16)	1,00	3,33	1,66 (1,33 – 2,08)	-0,924	0,356	-0,085
Depression und Angst (PHQ-D)		Depressivität (PHQ-9) Skala: 0-27	0,00	24,00	11,00 (8,00 – 15,00)	0,00	23,00	9,00 (6,00 – 13,00)	-4,982	<0,001**	-0,449
		Somatische Symptome (PHQ-15), Skala: 0-30	1,00	28,00	15,50 (12,00 – 19,00)	2,00	27,00	14,00 (10,75 – 18,00)	-4,268	<0,001**	-0,384
		Stress (PHQ-D) Skala: 0-20	1,00	18,00	7,00 (4,50 – 10,00)	0,00	17,00	6,00 (3,00 – 9,00)	-3,253	0,001*	-0,293
		Angstsymptomatik (GAD-7) Skala: 0-21	0,00	21,00	7,00 (3,75 – 11,00)	0,00	21,00	5,00 (2,00 – 9,00)	-3,549	<0,001**	-0,320
Depression und Angst (HADS-D)		Depressivität (HADS-D _{Depression}) Skala: 0-21	0,00	19,00	7,50 (4,00 – 11,00)	0,00	19,00	6,00 (3,00 – 10,00)	-4,477	<0,001**	-0,405
		Angstsymptomatik (HADS-D _{Angst}) Skala: 0-21	0,00	18,00	7,00 (4,00 – 11,00)	0,00	20,00	5,00 (3,00 – 10,00)	-4,444	<0,001**	-0,402
Körperliche Beschwerden (SSD-12)	Skala: 0-48	1,00	47,00	25,00 (15,25 – 31,75)	0,00	44,00	24,00 (16,00 – 32,00)	-0,795	0,427	-0,072	
Fatigue (BFI)	Gesamtscore - Skala: 0-10	0,67	8,89	5,55 (4,55 – 7,00)	0,11	9,22	5,29 (3,86 – 6,58)	-2,848	0,004*	-0,257	

Fortsetzung Tab. 3 Veränderung von ausgewählten Parametern zur psychischen und kognitiven Gesundheit von T1 und T2

		T1			T2			Z	p	r
		Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
Gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-12)	Körperliche Summenskala	15,36	48,43	30,83 (25,70 – 35,61)	17,56	56,00	31,20 (26,01 – 38,34)	1,850	0,064	0,198
	Psychische Summenskala	19,65	64,97	38,57 (32,05 – 51,57)	18,54	63,97	45,69 (35,86 – 55,43)	3,801	<0,001	0,408
Kognitive Fähigkeiten	MoCA	18,00	30,00	27,00 (25,00 – 28,00)	21,00	31,00	27,00 (26,00 – 29,00)	2,434	0,015*	0,220
	DSST_1	11,00	84,00	46,00 (37,00 – 53,00)	22,00	82,00	50,00 (40,00 – 57,00)	4,666	<0,001**	0,422
	DSST_2	0,00	9,00	5,00 (3,00 – 6,25)	0,00	9,00	6,00 (4,00 – 8,00)	5,322	<0,001**	0,481

Anmerkungen: MoCA - Montreal Cognitive Assessment, DSST - Digit Symbol Substitution Test (DSST_1: Anzahl korrekter Symbole in 90 Sekunden, DSST_2: Anzahl korrekter Symbole aus der Erinnerung; *p<0,05; **p<0,001)

Tab. 4 Veränderung ausgewählter Parameter zur Bodyplethysmographie und Diffusionsanalyse von T1 und T2

	T1			T2			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
FEV1 (%predicted)	42,00	139,00	96,50 (86,00 – 108,25)	53,00	135,00	97,00 (87,75 – 109,00)	1,305	0,192	0,122
FVC (%predicted)	51,00	132,00	97,00 (87,75 – 105,00)	52,00	130,00	97,00 (86,00 – 106,00)	0,962	0,336	0,090
TLC (%predicted)	61,00	129,00	99,00 (93,00 – 110,25)	61,00	135,00	102,50 (94,00 – 113,25)	1,168	0,243	0,109
DLCO (%predicted)	31,00	123,00	79,00 (72,75 – 86,00)	47,00	110,00	79,50 (69,00 – 88,00)	-0,712	0,477	-0,075
KCO (%predicted)	57,00	144,00	85,50 (80,00 – 94,50)	55,00	133,00	88,00 (76,75 – 96,25)	-0,399	0,690	-0,042

*p<0,05; **p<0,001

Tab. 5 Veränderung der Biomarker IL-1-beta, IL-4, IL-6, IL-8, IL-10, IL-17, TNF alpha, IFN-beta und BDNF von T1 zu T2

	T1			T2			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
IL-1-beta	0,30	26,90	0,95 (0,73 – 1,31)	0,04	27,87	0,57 (0,33 – 1,38)	-1,262	0,207	-0,147
IL-4	0,34	418,08	2,68 (2,01 – 2,68)	0,34	519,25	5,39 (0,33 – 23,84)	0,837	0,403	0,097
IL-6	0,18	35,49	0,82 (0,51 – 2,03)	0,18	33,76	0,92 (0,56 – 2,23)	2,058	0,040*	0,250
IL-8	1,26	18,45	3,53 (2,56 – 5,59)	1,51	27,52	3,82 (2,71 – 5,63)	1,415	0,157	0,173
IL-10	0,24	14,66	1,56 (0,61 – 2,50)	0,25	12,67	1,50 (1,07 – 3,69)	0,581	0,562	0,068
IL-17	27,90	89,67	40,34 (34,82 – 47,06)	30,59	81,69	40,72 (35,19 – 47,65)	0,478	0,632	0,074
TNF alpha	1,04	49,23	3,01 (2,36 – 5,70)	0,71	57,45	2,92 (2,21 – 5,37)	-0,705	0,481	-0,084
IFN-beta	3,17	10,04	6,66 (5,29 – 8,42)	3,90	10,27	6,91 (5,52 – 8,71)	1,728	0,084	0,204
BDNF	1075,87	35929,00	12133,31 (7636,95-18958,07)	2756,60	34564,70	12831,15 (9220,10-18609,87)	0,685	0,494	0,093

*p<0,05; **p<0,001

Tab. 6 Veränderungen von ausgewählten Parametern zur körperlichen Belastbarkeit und Arbeitsfähigkeit von T1 und T3

	T1			T3			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
6MWD (m)	202,00	701,00	519,50 (448,50 – 575,25)	310,00	766,00	588,00 (519,00 – 644,00)	-7,841	<0,001**	-0,755
Max. Belastung (Watt)	32,00	288,00	96,50 (76,25 – 113)	26,00	324,00	108,00 (88,75 – 136,25)	3,350	<0,001**	0,469
Ganggeschwindigkeit (m/s)	0,84	2,10	1,48 (1,33 – 1,66)	1,11	2,53,00	1,69 (1,51 – 1,88)	-7,113	<0,001**	-0,684
1-MSTS (Anzahl/Min)	9,00	43,00	20,00 (16,00 – 24,00)	9,00	45,00	21,00 (17,00 – 26,00)	-2,981	0,003*	-0,288
Beinkraft (kg)	33,02	252,09	97,78 (74,08 – 133,51)	28,83	268,34	109,09 (89,41 – 141,00)	-5,766	<0,001**	-0,555
Handkraft dom. (kg)	11,60	70,13	28,20 (21,32 – 35,06)	7,67	70,60	29,17 (22,87 – 35,17)	-0,884	0,377	-0,085
GGT Block1	0,00	18,00	12,00 (10,00 – 14,00)	5,00	18,00	12,00 (11,00 – 15,00)	-3,157	0,002*	-0,304
GGT Block3	0,00	17,00	13,00 (11,00 – 14,00)	5,00	18,00	14,00 (11,00 – 15,00)	-2,386	0,017*	-0,230
GGT Gesamt	3,00	35,00	25,00 (21,25 – 27,00)	11,00	35,00	26,50 (22,00 – 30,00)	-3,072	0,002*	-0,297
Feinmotorik: dom. Hand	7,00	17,00	12,00 (10,00 – 14,00)	1,00	18,00	12,00 (11,00 – 13,00)	-0,164	0,870	-0,016
Feinmotorik: nicht dom. Hand	6,00	17,00	12,00 (10,00 – 13,00)	4,00	16,00	12,00 (10,75 – 14,00)	-0,415	0,678	-0,040

Fortsetzung Tab. 6 Veränderungen von ausgewählten Parametern zur körperlichen Belastbarkeit und Arbeitsfähigkeit von T1 und T3

	T1			T3			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
Feinmotorik: beide Hände	4,00	23,00	10,00 (9,00 – 12,00)	4,00	26,00	16,00 (11,75 – 20,00)	-6,932	<0,001**	-0,673
Feinmotorik: Türme	8,00	40,00	24,00 (20,00 – 28,00)	10,00	46,00	24,00 (20,00 – 28,50)	-0,347	0,728	-0,034
Subjektive körperliche Leistungsfähigkeit (0-10 Punkte)	1,33	8,00	4,67 (3,44 – 6,00)	1,33	9,33	5,11 (3,78 – 6,44)	-3,514	<0,001**	-0,325
WAI_Dim1 (0-10 Punkte)	0,00	9,00	3,00 (1,00 – 5,00)	0,00	9,00	3,00 (0,00 – 5,00)	-0,213	0,832	-0,020
WAI_Gesamt (7-49 Punkte)	14,00	35,00	24,25 (21,00 – 27,25)	15,00	39,00	23,00 (18,38 – 27,63)	-2,793	0,005*	-0,262
SPE-Skala (Grad 0-3)	0,00	3,00	2,00 (1,00 – 3,00)	0,00	3,00	2,00 (1,00 – 3,00)	-1,900	0,057	-0,176
Schlafqualität (ISI, 0-28 Punkte)	0,00	28,00	15,00 (11,75 – 19,50)	1,00	27,00	16,00 (11,50 – 19,00)	-0,072	0,943	-0,007
Subjektive post-COVID Symptomatik (0-10 Punkte)	1,00	10,00	7,00 (4,00 – 8,00)	0,00	10,00	7,00 (4,00 – 8,00)	-0,873	0,383	-0,081
Post-COVID (PCFS, Grad 0-4)	0,00	4,00	3,00 (2,00 – 3,00)	0,00	4,00	3,00 (2,00 – 3,00)	-0,266	0,790	-0,219
Baecke_ArbeitsINDEX	2,00	4,29	3,29 (3,00 – 3,64)	2,14	4,43	3,29 (3,00 – 3,57)	-1,404	0,160	-0,130
Baecke_SportINDEX	1,25	3,75	2,25 (2,00 – 2,75)	1,25	3,50	2,50 (2,00 – 2,75)	-1,665	0,096	-0,154
Baecke_FreizeitINDEX	1,33	4,67	3,33 (2,67 – 3,67)	1,67	5,00	3,33 (2,67 – 3,67)	-1,227	0,220	-0,113
Baecke_Gesamt	6,37	11,80	8,89 (8,05 – 9,82)	6,61	11,77	8,89 (7,92 – 9,67)	-0,200	0,841	-0,019

Anmerkungen: 6MWD - Six-Minute Walking Distance, 1-MSTS – One-Minute Sit-to Stand Test, GGT – Gleichgewichtstest, WAI – Work Ability Index; SPE-Skala - Skala zur Messung der subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit; Baecke-Fragebogen – physische Aktivität *p<0,05; **p<0,001

Tab. 7 Veränderung von ausgewählten Parametern zur psychischen und kognitiven Gesundheit von T1 und T3

		T1			T3			Z	p	r	
		Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)				
Krankheitsbewältigung (Brief COPE)	Skala: 1-4	positiv-Fokus	1,00	3,50	2,00 (1,66 – 2,33)	1,00	3,50	2,08 (1,66 – 2,50)	0,484	0,629	0,045
		unterstützt	1,17	4,00	2,25 (1,83 – 2,66)	1,17	4,00	2,25 (1,83 – 2,66)	-1,231	0,218	-0,115
		aktiv	1,25	4,00	3,00 (2,50 – 3,25)	1,50	4,00	3,00 (2,50 – 3,50)	1,014	0,310	0,095
		ausweichend	1,00	3,50	1,66 (1,33 – 2,16)	1,00	3,17	1,66 (1,33 – 2,00)	-1,888	0,059	-0,177
Depression und Angst (PHQ-D)		Depressivität (PHQ-9) Skala: 0-27	0,00	24,00	11,00 (8,00 – 15,00)	0,00	23,00	10,00 (7,00 – 15,00)	-1,964	0,050	-0,182
		Somatische Symptome (PHQ-15), Skala: 0-30	1,00	28,00	15,00 (12,00 – 19,00)	0,00	28,00	13,00 (10,00 – 17,00)	-4,414	<0,001	-0,412
		Stress (PHQ-D) Skala: 0-20	1,00	18,00	7,00 (5,00 – 10,00)	0,00	20,00	8,00 (4,00 – 10,00)	0,336	0,737	0,031
		Angstsymptomatik (GAD-7), Skala: 0-21	0,00	20,00	7,00 (4,00 – 11,00)	0,00	19,00	6,00 (3,00 – 11,00)	-1,188	0,235	-0,109
Depression und Angst (HADS-D)		Depressivität (HADS- D _{Depression}), Skala: 0-21	0,00	19,00	8,00 (4,00 – 11,00)	0,00	21,00	6,50 (3,00 – 11,00)	-1,378	0,168	-0,129
		Angstsymptomatik (HADS-D _{Angst}), Skala: 0-21	0,00	18,00	6,50 (4,00 – 11,00)	0,00	20,00	6,00 (3,00 – 9,25)	-2,041	0,041	-0,191
Körperliche Beschwerden (SSD-12)		Skala: 0-48	1,00	47,00	25,00 (17,00 – 32,00)	0,00	45,00	23,50 (17,75 – 33,00)	-0,683	0,495	-0,063
Fatigue (BFI)		Gesamtscore Skala: 0-10	0,67	8,89	5,55 (4,30 – 6,66)	0,00	9,11	5,88 (4,88 – 6,80)	1,329	0,184	0,122
Gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-12)		Körperliche Summenskala 0-100	14,73	52,00	31,68 (26,50 – 36,68)	14,54	60,14	31,60 (25,60 – 37,94)	1,018	0,309	0,101
		Psychische Summenskala 0-100	19,65	64,97	38,68 (32,22 – 51,57)	15,32	63,28	42,01 (32,34 – 54,03)	1,618	0,106	0,160
Kognitive Fähigkeiten		MoCA	18,00	30,00	27,00 (25,00 – 28,00)	18,00	31,00	27,00 (25,00 – 28,00)	-1,146	0,252	-0,110
		DSST_1	11,00	84,00	46,00 (37,00 – 53,00)	13,00	86,00	50,00 (44,00 – 57,00)	4,703	<0,001	0,455
		DSST_2	0,00	9,00	5,00 (3,00 – 6,00)	0,00	9,00	6,00 (4,00 – 8,00)	4,703	<0,001	0,455

Anmerkungen: MoCA - Montreal Cognitive Assessment, DSST - Digit Symbol Substitution Test (DSST_1: Anzahl korrekter Symbole in 90 Sekunden, DSST_2: Anzahl korrekter Symbole aus der Erinnerung; *p<0,05; **p<0,001)

Tab. 8 Veränderung ausgewählter Parameter zur Bodyplethysmographie und Diffusionsanalyse von T1 und T3

	T1			T3			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
FEV1 (%predicted)	64,00	113,00	100,00 (96,00 – 104,25)	67,00	111,00	101,00 (95,75 – 104,25)	1,017	0,309	0,099
FVC (%predicted)	51,00	132,00	97,50 (87,75 – 105,00)	32,00	144,00	97,50 (87,00 – 107,00)	1,966	0,049	0,191
TLC (%predicted)	61,00	129,00	99,00 (93,00 – 110,00)	68,00	137,00	102,00 (93,75 – 112,25)	0,749	0,454	0,073
DLCO (%predicted)	31,00	123,00	77,00 (69,75 – 85,00)	47,00	126,00	77,00 (68,75 – 86,00)	0,176	0,860	0,018
KCO (%predicted)	52,00	144,00	85,00 (79,00 – 94,00)	59,00	144,00	88,00 (80,00 – 93,25)	0,399	0,690	0,040

*p<0,05; **p<0,001

Tab. 9 Veränderung der Biomarker IL-1-beta, IL-4, IL-6, IL-8, IL-10, IL-17, TNF alpha, IFN-beta und BDNF von T1 zu T3

	T1			T3			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
IL-1-beta	0,04	26,90	0,95 (0,73 – 1,27)	0,21	29,98	0,87 (0,58 – 1,19)	-1,257	0,209	-0,148
IL-4	0,34	418,08	2,66 (2,61 – 19,30)	0,43	358,86	2,81 (1,23 – 25,61)	-2,508	0,012*	-0,297
IL-6	0,18	35,49	0,79 (0,49 – 2,01)	0,18	32,73	1,12 (0,56-1,97)	0,972	0,331	0,122
IL-8	1,26	18,45	3,53 (2,55 – 5,59)	1,26	29,61	3,71 (2,79 – 5,72)	1,020	0,308	0,127
IL-10	0,24	14,66	1,55 (0,61 – 2,56)	0,04	10,67	1,60 (1,22 – 2,99)	0,568	0,570	0,068
IL-17	27,90	89,67	40,57 (35,03 – 46,89)	26,62	92,34	41,29 (35,59 – 47,28)	-0,293	0,769	-0,036
TNF alpha	1,04	49,23	2,99 (2,45 – 5,52)	0,94	45,33	2,99 (2,36 – 5,04)	-0,901	0,368	-0,110
IFN-beta	3,17	10,04	6,78 (5,29 – 8,48)	2,39	10,03	6,89 (5,24 – 8,66)	-1,464	0,143	-0,179
BDNF	1075,87	35929,00	10473,18 (7035,15 – 16331,10)	2893,90	32756,70	13254,00 (8753,02 – 17382,40)	1,694	0,090	0,235

*p<0,05; **p<0,001

Tab. 10 Veränderungen von ausgewählten Parametern zur körperlichen Belastbarkeit und Arbeitsfähigkeit von T1 und T4

	T1			T4			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
6MWD (m)	202,00	701,00	521,00 (455,00 – 581,00)	330,00	852,00	571,00 (502,00 – 628,00)	-6,635	<0,001**	-0,681
Max. Belastung (Watt)	37,00	177,00	97,00 (77,00 – 113,00)	30,00	190,00	108,00 (84,00 – 139,00)	3,005	0,003**	0,421
Ganggeschwindigkeit (m/s)	0,99	2,10	1,47 (1,35 – 1,68)	0,92	2,51	1,65 (1,47 – 1,83)	-5,668	<0,001**	-0,582
1-MSTS (Anzahl/Min)	8,00	43,00	20,00 (16,00 – 23,75)	5,00	42,00	21,00 (17,00 – 26,00)	-3,840	<0,001**	-0,392
Beinkraft (kg)	33,02	252,09	98,53 (74,08 – 134,20)	26,46	273,45	115,78 (87,47 – 158,79)	-5,525	<0,001**	-0,564
Handkraft dom. (kg)	9,67	70,13	27,47 (20,51 – 35,50)	7,97	67,57	28,92 (21,16 – 35,68)	-0,085	0,932	-0,009
GGT Block1	3,00	18,00	12,00 (10,00 – 14,00)	3,00	18,00	12,00 (11,00 – 15,00)	-2,016	0,044*	-0,206
GGT Block3	0,00	17,00	13,00 (11,00 – 14,00)	3,00	18,00	13,00 (12,00 – 15,00)	-2,192	0,028*	-0,224
GGT Gesamt	3,00	35,00	25,00 (22,00 – 27,00)	6,00	36,00	26,00 (23,00 – 29,00)	-2,552	0,011*	-0,261
Feinmotorik: dom. Hand	7,00	17,00	12,00 (10,25 – 13,00)	2,00	18,00	12,00 (11,00 – 13,00)	-0,003	0,998	-0,000
Feinmotorik: nicht dom. Hand	6,00	16,00	12,00 (10,00 – 13,00)	2,00	18,00	12,00 (10,25 – 13,00)	-2,684	0,204	-0,274
Feinmotorik: beide Hände	4,00	23,00	10,00 (9,00 – 12,00)	1,00	40,00	17,50 (10,00 – 20,00)	-1,923	<0,001**	-0,196
Feinmotorik: Türme	8,00	40,00	24,00 (20,00 – 28,00)	5,00	44,00	23,00 (20,00 – 28,00)	-3,462	0,130	-0,353
Subjektive körperliche Leistungsfähigkeit (0-10 Punkte)	1,33	8,00	4,78 (3,47 – 6,11)	0,89	9,44	5,33 (4,03 – 6,56)	-3,496	<0,001**	-0,330
WAI_Dim1 (0-10 Punkte)	0,00	9,00	3,00 (1,00 – 5,00)	0,00	10,00	3,00 (0,00 – 6,00)	-0,038	0,969	-0,004
WAI_Gesamt (7-49 Punkte)	14,00	35,00	24,50 (21,00 – 28,00)	14,00	38,00	21,00 (18,00 – 27,00)	-4,209	<0,001**	-0,340
SPE-Skala (Grad 0-3)	0,00	3,00	2,00 (1,00 – 3,00)	0,00	3,00	2,00 (1,00 – 3,00)	-2,285	0,022*	-0,216
Schlafqualität (ISI, 0-28 Punkte)	0,00	28,00	15,00 (12,00 – 19,00)	0,00	27,00	16,00 (11,25 – 19,00)	-0,769	0,442	-0,073
Subjektive post-COVID Symptomatik (0-10 Punkte)	1,00	10,00	7,00 (4,00 – 8,00)	0,00	10,00	6,00 (3,00 – 8,00)	-1,675	0,094	-0,158
Post-COVID (PCFS, Grad 0-4)	0,00	4,00	3,00 (2,00 – 3,00)	0,00	4,00	3,00 (2,00 – 3,00)	-1,997	0,046*	-0,189
Baecke_ArbeitsINDEX	2,00	4,29	3,29 (3,00 – 3,71)	1,86	4,29	3,29 (2,86 – 3,57)	-1,426	0,154	-0,134
Baecke_SportINDEX	1,25	3,75	2,25 (2,00 – 2,75)	1,25	3,75	2,25 (2,00 – 2,75)	-0,193	0,847	-0,018
Baecke_FreizeitINDEX	1,67	4,67	3,33 (2,67 – 4,00)	1,00	5,00	3,33 (2,67 – 3,67)	-1,823	0,068	-0,171

Fortsetzung Tab. 10 Veränderungen von ausgewählten Parametern zur körperlichen Belastbarkeit und Arbeitsfähigkeit von T1 und T4

	T1			T4			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
Baecke_Gesamt	6,44	11,80	8,92 (8,04 – 9,90)	6,12	11,96	8,78 (7,85 – 9,66)	-1,343	0,179	-0,126

Anmerkungen: 6MWD - Six-Minute Walking Distance, 1-MSTS – One-Minute Sit-to Stand Test, GGT – Gleichgewichtstest, WAI – Work Ability Index; SPE-Skala - Skala zur Messung der subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit; Baecke-Fragebogen – physische Aktivität *p<0,05; **p<0,001

Tab. 11 Veränderung von ausgewählten Parametern zur psychischen und kognitiven Gesundheit von T1 und T4

		T1			T4			Z	p	r	
		Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)				
Krankheitsbewältigung (Brief COPE)	Skala: 1-4	positiv-Fokus	1,17	3,50	2,00 (1,66 – 2,37)	1,17	4,00	2,16 (1,83 – 2,50)	2,104	0,035	0,201
		unterstützt	1,17	4,00	2,33 (1,83 – 2,70)	1,00	4,00	2,33 (1,83 – 2,66)	-1,735	0,083	-0,165
		aktiv	1,25	4,00	3,00 (2,50 – 3,50)	1,50	4,00	3,00 (2,50 – 3,25)	0,663	0,507	0,063
		ausweichend	1,00	3,50	1,66 (1,33 – 2,16)	1,00	3,67	1,66 (1,33 – 2,00)	-1,258	0,209	-0,120
Depression und Angst (PHQ-D)		Depressivität (PHQ-9) Skala: 0-27	0,00	22,00	11,00 (8,00 – 14,50)	0,00	24,00	10,00 (7,00 – 13,00)	-2,427	0,015	-0,228
		Somatische Symptome (PHQ-15) Skala: 0-30	1,00	26,00	15,00 (12,00 – 18,50)	0,00	26,00	12,00 (9,00 – 16,00)	-4,821	<0,001	-0,470
		Stress (PHQ-D) Skala: 0-20	1,00	18,00	7,00 (4,00 – 10,00)	0,00	18,00	7,00 (4,00 – 11,00)	0,276	0,783	0,027
		Angstsymptomatik (GAD-7) Skala: 0-21	0,00	20,00	7,00 (3,25 – 11,00)	0,00	20,00	7,00 (2,00 – 10,00)	-1,583	0,113	-0,150
Depression und Angst (HADS-D)		Depressivität (HADS- D _{Depression}) Skala: 0-21	0,00	19,00	7,00 (4,00 – 11,00)	0,00	20,00	6,00 (4,00 – 11,00)	-0,907	0,365	-0,089
		Angstsymptomatik (HADS- D _{Angst})	0,00	18,00	6,00 (4,00 – 11,00)	0,00	19,00	5,00 (3,00 – 10,00)	-2,054	0,040	-0,200

		T1			T4			Z	p	r
		Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			

Skala: 0-21

Fortsetzung Tab. 11 Veränderung von ausgewählten Parametern zur psychischen und kognitiven Gesundheit von T1 und T4

		T1			T4			Z	p	r
		Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
Körperliche Beschwerden (SSD-12)	Skala: 0-48	1,00	43,00	25,00 (17,00 – 31,00)	0,00	45,00	23,00 (16,25 – 31,00)	-1,167	0,243	-0,110
Fatigue (BFI)	Gesamtscore Skala: 0-10	0,67	8,89	5,47 (4,22 – 6,58)	0,00	9,33	6,00 (4,63 – 7,00)	2,391	0,017	0,224
Gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-12)	Körperliche Summenskala 0-100	14,73	52,00	31,80 (26,55 – 36,68)	15,43	62,03	31,83 (27,18 – 38,13)	1,522	0,128	0,154
	Psychische Summenskala 0-100	20,46	64,97	38,87 (32,97 – 52,18)	16,42	61,55	45,74 (35,44 – 53,85)	1,6780	0,093	0,170
Kognitive Fähigkeiten	MoCA	22,00	30,00	27,00 (25,00 – 28,00)	19,00	30,00	27,00 (26,00 – 28,00)	1,149	0,250	0,116
	DSST_1	11,00	84,00	46,00 (37,00 – 53,00)	13,00	88,00	49,00 (37,75 – 58,25)	3,600	<0,001	0,364
	DSST_2	0,00	9,00	5,00 (2,00 – 6,25)	0,00	9,00	6,00 (4,00 – 8,00)	4,803	<0,001	0,485

Anmerkungen: MoCA - Montreal Cognitive Assessment, DSST - Digit Symbol Substitution Test (DSST_1: Anzahl korrekter Symbole in 90 Sekunden, DSST_2: Anzahl korrekter Symbole aus der Erinnerung; *p<0,05; **p<0,001)

Tab. 12 Veränderung ausgewählter Parameter zur Bodyplethysmographie und Diffusionsanalyse von T1 und T4

	T1			T4			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
FEV1 (%predicted)	64,00	113,00	100,00 (97,00 – 105,00)	86,00	114,00	102,00 (97,00 – 105,50)	1,929	0,054	0,209
FVC (%predicted)	51,00	132,00	98,00 (87,50 – 105,00)	51,00	151,00	97,00 (87,00 – 105,00)	-0,527	0,598	-0,054
TLC (%predicted)	61,00	129,00	99,00 (93,00 – 110,50)	63,00	131,00	101,00 (91,00 – 110,50)	-1,595	0,111	-0,162
DLCO (%predicted)	31,00	123,00	77,00 (71,50 – 84,50)	50,00	116,00	78,00 (69,00 – 86,50)	0,642	0,521	0,067
KCO (%predicted)	57,00	144,00	85,00 (80,00 – 94,00)	54,00	133,00	86,00 (79,00 – 96,00)	0,235	0,814	0,024

*p<0,05; **p<0,001

Tab. 13 Veränderung der Biomarker IL-1-beta, IL-4, IL-6, IL-8, IL-10, IL-17, TNF alpha, IFN-beta und BDNF von T1 zu T4

	T1			T4			Z	p	r
	Min	Max	Median (IQR)	Min	Max	Median (IQR)			
IL-1-beta	0,04	26,90	0,95 (0,73 – 1,31)	0,18	25,92	0,90 (0,65 – 1,67)	1,355	0,176	0,163
IL-4	0,34	418,08	2,61 (2,57 – 22,93)	0,31	426,39	2,31 (1,33 – 20,96)	0,088	-1,705	0,011
IL-6	0,16	35,49	0,76 (0,44 – 2,01)	0,23	51,00	0,79 (0,50-1,89)	-0,560	0,575	-0,068
IL-8	1,26	18,45	3,69 (2,56 – 5,64)	1,05	33,99	3,40 (2,44 – 6,05)	0,107	0,912	0,013
IL-10	0,24	14,66	1,55 (0,61 – 2,45)	0,25	18,67	1,56 (0,79 – 2,05)	-0,839	0,401	-0,101
IL-17	27,90	89,82	40,34 (34,82 – 46,86)	26,67	81,77	40,46 (34,86 – 46,07)	-0,275	0,783	-0,033
TNF alpha	1,04	49,23	2,99 (2,36 – 6,03)	0,90	44,58	3,21 (2,23 – 5,15)	-0,705	0,418	-0,086
IFN-beta	3,17	10,04	6,75 (5,28 – 8,44)	3,17	10,31	6,70 (5,33 – 8,67)	-0,284	0,776	-0,035
BDNF	401,03	35929,00	11344,06 (7081,65 – 17990,12)	300,89	54872,69	12300,30 (8404,57 – 18265,611)	1,089	0,276	0,134

*p<0,05; **p<0,001

Tab. 14 Zusammenhang der körperlichen Belastbarkeit (6MGT) auf die Arbeitsfähigkeit (WAI) mediiert durch die Depressivität (HADS-D_{Depression}) zu allen vier Messzeitpunkten

	T1	T2	T3	T4
ACME	0,002+ [0,000, 0,006]	0,003+ [0,000, 0,007]	0,004* [0,000, 0,010]	0,005* [0,000, 0,010]
ADE	0,017*** [0,009, 0,025]	0,019*** [0,008, 0,030]	0,018** [0,005, 0,028]	0,014+ [0,000, 0,028]
Total Effect	0,019*** [0,012, 0,027]	0,022*** [0,012, 0,032]	0,022** [0,010, 0,032]	0,019** [0,006, 0,032]
Prop. Mediated	0,110+ [-0,006, 0,360]	0,137+ [-0,011, 0,384]	0,199* [0,021, 0,567]	0,263* [0,012, 0,981]

Anmerkungen: ACME=average causal mediation effect, ADE=average direct effect; + p < 0,1, * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Tab. 15 Zusammenhang der körperlichen Belastbarkeit (6MGT) auf die Arbeitsfähigkeit (WAI) mediiert durch die Fatigue-Schwere (BFI) zu allen vier Messzeitpunkten

	T1	T2	T3	T4
ACME	0,003* [0,000, 0,006]	0,006** [0,002, 0,012]	0,003 [-0,001, 0,007]	0,006** [0,001, 0,011]
ADE	0,017*** [0,008, 0,024]	0,016** [0,005, 0,028]	0,020*** [0,008, 0,030]	0,013* [0,002, 0,027]
Total Effect	0,019*** [0,012, 0,027]	0,022*** [0,012, 0,033]	0,022*** [0,010, 0,032]	0,019** [0,006, 0,032]
Prop. Mediated	0,130* [0,007, 0,368]	0,275** [0,077, 0,648]	0,116 [-0,032, 0,346]	0,302* [0,061, 0,757]

Anmerkungen: ACME=average causal mediation effect, ADE=average direct effect; + p < 0,1, * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Tab. 16 Physische Aktivität der post-COVID Patient:innen vor (T1) und nach (T2) einer stationären Rehabilitation

	T1	T2	Z	p	r
	Median (IQR)	Median (IQR)			
Inaktivität [h]	13,91 (12,96, 15,10)	13,88 (12,65, 15,05)	0,331	0,780	0,033
Leichte Aktivität [min]	47,11 (34,31, 74,10)	46,43 (32,78, 69,65)	0,257	0,788	0,026
Moderate Aktivität [min]	51,19 (36,58, 71,12)	53,81 (35,98, 72,87)	0,036	0,675	0,004
Intensive Aktivität [min]	0,11 (0,04, 0,31)	0,11 (0,05, 0,34)	-0,210	0,789	-0,021

Tab. 17 Schlafqualität der post-COVID Patient:innen vor (T1) und nach (T2) einer stationären Rehabilitation

	T1	T2	Z	p	r
	Median (IQR)	Median (IQR)			
Zeit im Bett [h]	7,79 (7,08, 8,46)	7,89 (7,05, 8,44)	-0,601	0,923	-0,061
Schlafdauer [h]	5,50 (4,42, 6,65)	5,52 (4,84, 6,40)	-0,590	0,783	-0,060
WASO ¹ [h]	1,97 (1,50, 2,77)	2,03 (1,55, 2,68)	0,367	0,956	0,037
Schlafregelmäßigkeit [%]	42,95 (33,53, 52,24)	41,17 (31,95, 51,06)	-0,204	0,507	-0,021
Schlafeffizienz [%]	67 (58,00, 76,00)	68,00 (58,00, 74,00)	-0,510	0,941	-0,052
Schlaflatenz [h]	0,40 (0,27, 0,57)	0,36 (0,25, 0,57)	1,250	0,590	0,126

Anmerkungen: ¹Wake after Sleep onset

Tab. 18 Ober- und Unterkategorien der Interviewtranskripte

Ober- und Unterkategorien	Häufigkeit der Codierung <i>n</i>	Anzahl der Interviewten <i>n</i>
Hinweise zu arbeitsorganisatorischen Abläufen	92	
<i>Veränderungen im Aufgabenfeld</i>		
keine Veränderung	3	3
Zeitdruck	6	6
post-COVID Rehabilitations-Konzept	7	4
Mehrarbeit	13	6
Hygienemaßnahmen	5	3
COVID-Testverfahren	9	6
zusätzliche Patient:innenbetreuung	2	1
Gründung neuer Abteilung	6	4
Datenschutz	1	1
<i>Abläufe im stationären Heilverfahren</i>		
Personal	19	8
Schichtessen	2	1
Gruppengrößen bei Gruppentherapie	6	3
Raumgröße bei Gruppentherapie	4	2
Therapiestruktur	1	1
Hygienemaßnahmen	8	6
Hinweise zum stationären Heilverfahren	281	
<i>Ziele</i>		
Belastungsgrenzen	1	1
berufliche Wiedereingliederung	5	3
Akzeptanz der Erkrankung	4	3
Diagnostik	6	1
Verbesserung der Symptomatik	1	1
psychische Stabilisierung	4	4
Patient:innenschulung	10	6
Wiederherstellung/Verbesserung der Leistungsfähigkeit	8	6
<i>Diagnostik</i>	37	9
<i>individuelle Anpassung</i>	37	9

Fortsetzung Tab. 18 Ober- und Unterkategorien der Interviewtranskripte

Ober- und Unterkategorien	Häufigkeit der Codierung <i>n</i>	Anzahl der Interviewten <i>n</i>
<i>Unterschiede zu anderen berufsbedingten Lungen- und Atemwegserkrankungen</i>		
zeitintensive Betreuung	7	4
hohe Ansprüche/Erwartungen	10	5
hohe Motivation	14	8
Fatigue-Symptomatik	1	1
Individualität & Komplexität	7	5
<i>Verbesserungen im Rehabilitationsverlauf</i>		
körperliche Belastbarkeit	9	7
psychische Gesundheit	12	8
Selbstmanagement	8	7
Akzeptanz	7	5
<i>unerwünschte/kritische Ereignisse</i>	23	9
<i>Wünsche/ Verbesserungsvorschläge</i>		
zeitnahe Rehabilitation	3	2
Schulungen	1	1
Akzeptanz der Erkrankung	2	1
mehr Personalressourcen	10	6
individuelle Anpassungen	3	1
Kommunikation	4	3
interdisziplinäre Zusammenarbeit	7	5
Diagnostik	2	2
Eigenverantwortung der Patient:innen	2	2
Optimierung der Therapien	6	5
langfristiges Nachsorgekonzept	14	6
längere Rehabilitationsdauer	16	9
Hinweise zur psychischen Gesundheit	186	
<i>Auswirkungen</i>		
Vertrauensverlust	4	1
Schlafstörungen	1	1
posttraumatische Belastungsstörung	10	4
Stress	2	1

Fortsetzung Tab. 18 Ober- und Unterkategorien der Interviewtranskripte

Ober- und Unterkategorien	Häufigkeit der Codierung <i>n</i>	Anzahl der Interviewten <i>n</i>
psychische Instabilität	5	5
Depression & Anpassungsstörung	13	5
Überforderung	16	6
Angststörung	11	4
kognitive Beschwerden	31	7
<i>Therapien & Maßnahmen</i>		
Gruppentherapie	2	1
Austausch mit anderen Patient:innen	4	3
psychologische Gespräche	3	1
Akzeptanz der Krankheit	16	6
Ressourcenmanagement/Selbstmanagement	18	4
medikamentöse Therapie	6	5
Psychotherapie & -edukation	38	7
Entspannungsverfahren	6	3
Hinweise zur körperlichen Belastbarkeit	108	
<i>Auswirkungen</i>		
Belastungsgrenzen/Überforderung	13	5
reduzierte Belastbarkeit	15	8
Erschöpfung	10	5
Schmerzzustände	10	5
kardiologische Beschwerden	5	3
pneumologische Beschwerden	3	3
<i>Therapien & Maßnahmen</i>		
Akupunktur	2	1
Treppentraining	1	1
medikamentöse Therapie	2	1
Elektrotherapie	1	1
Physiotherapie	10	4
Atemtherapie	7	3
Trainingstagebuch	2	2
Pacing	8	7
Bewegungstherapie/Ausdauertraining	13	3

Fortsetzung Tab. 18 Ober- und Unterkategorien der Interviewtranskripte

Ober- und Unterkategorien	Häufigkeit der Codierung <i>n</i>	Anzahl der Interviewten <i>n</i>
Krafttraining/MTT	6	3
Hinweise zur Arbeitsfähigkeit & Return-to-work	87	
Arbeitsfähigkeit	32	9
Return-to-work	55	9
Hinweise zur Nachsorge	52	
<i>Maßnahmen zur Vorbereitung auf die Zeit nach Entlassung aus der Rehabilitation</i>		
Schulungen	4	2
Informationsmaterial/Unterlagen	8	5
Trainingstagebuch	3	3
Trainingsvideos	2	2
Nachsorgegruppe	4	1
Gespräche	5	3
<i>Wünsche</i>		
Anpassung Nachsorgekonzept	6	4
Psychotherapie	1	1
Selbsthilfegruppen	2	2
regelmäßige Verlaufskontrollen	1	1
Sozialberater	1	1
Erreichbarkeit Rehabilitations-Manager	5	5
ambulante Tagesklinik	4	1
Selbstmanagement der Patient:innen	6	3

Abbildung 1: Post-COVID Symptomcluster in Anlehnung an Bahmer et al. (2022) vor (T1) und nach (T2) einer stationären Rehabilitation sowie sechs (T3) und 12 (T4) Monate danach. Die Abbildung stellt die Daten der verbundenen Stichprobe (n=100) dar.

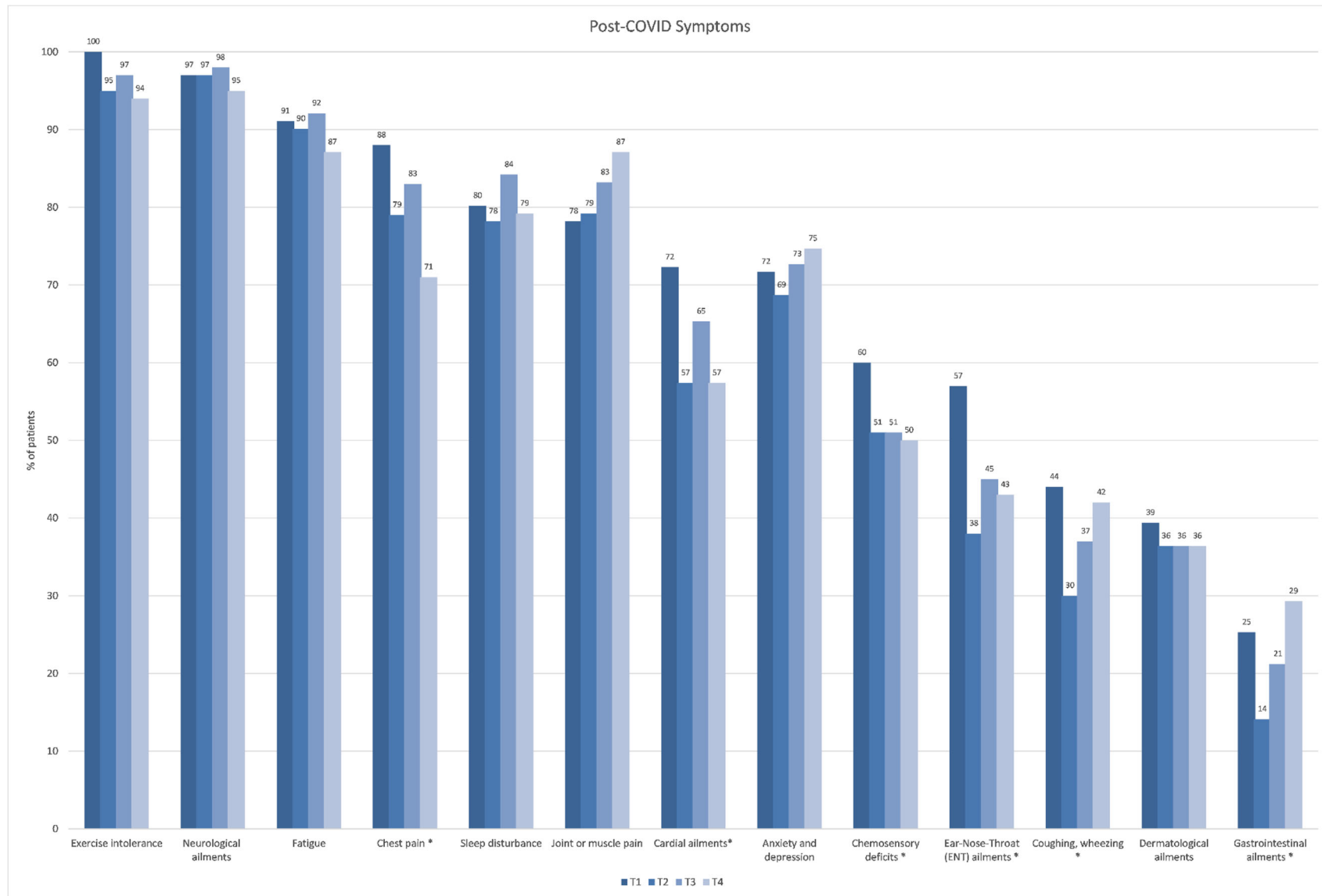
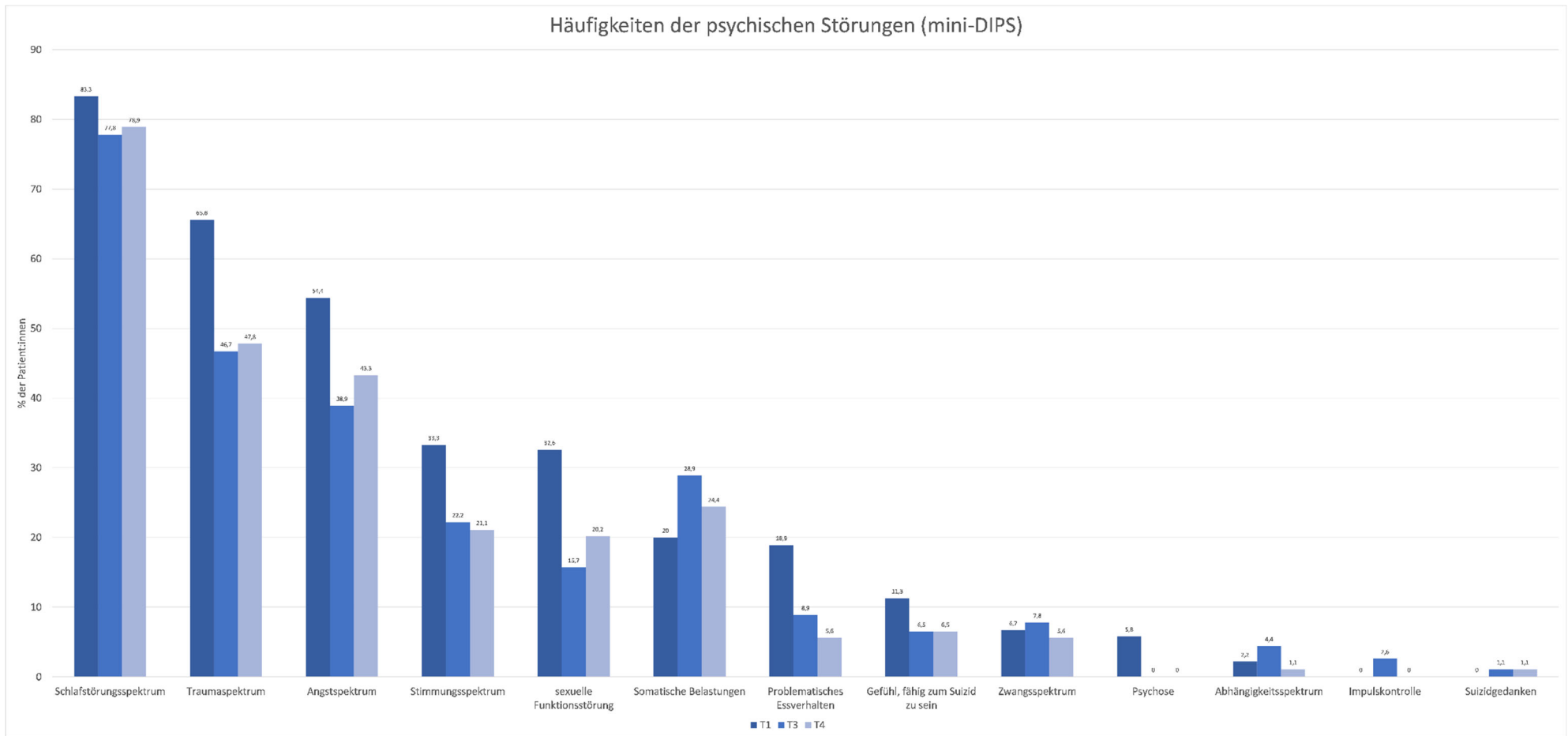


Abbildung 2: Häufigkeiten der im mini-DIPS erfassten psychischen Störungen vor (T1) einer stationären Rehabilitation sowie sechs (T3) und 12 (T4) Monate danach. Die Abbildung stellt die Daten der verbundenen Stichprobe (n=90) dar.



Herausforderungen und Empfehlungen für die Rehabilitation von Patient:innen mit Post-COVID – Ergebnisse eines Expert:innenworkshops

Katrin Müller, Marcel Ottiger, Iris Poppele, Torsten Schlesinger

TU Chemnitz

Eine akute Infektion mit SARS-CoV-2 kann zu verschiedenen, mitunter längerfristig anhaltenden Symptomen führen. Studien belegen, dass körperliche, kognitive und psychische Beeinträchtigungen sowie Einschränkungen in der Arbeitsfähigkeit mehrere Monate nach Akutinfektion bestehen bleiben können. Vor diesem Hintergrund und aufgrund der Neuartigkeit der Erkrankung stellt die Rehabilitation von Patient:innen mit Post-COVID eine komplexe Herausforderung dar.

Im am 06.07.2023 digital durchgeführten Expert:innenworkshop „Rehabilitation von Post-COVID-Patient:innen“ haben Teilnehmende aus verschiedenen Institutionen (Universitäten, Forschungsinstitute, Universitäts- und Rehabilitationskliniken, Sportverbände, Unfallversicherungen und Gesundheitsorganisationen) aktuelle rehabilitationswissenschaftliche Erkenntnisse sowie daraus resultierende Konsequenzen und Herausforderungen diskutiert. Der Workshop wurde im Rahmen des Forschungsprojektes *„Auswirkungen von COVID-19 als BK-Nr. 3101 oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit – ein Beitrag zur Handlungssicherheit im Reha-Management“* (finanziert: DGUV e. V., Nr.: FF-FB 326) umgesetzt. Veranstalter war die TU Chemnitz in Kooperation mit der BG Klinik für Berufskrankheiten Bad Reichenhall. Nach vier Impulsvorträgen konnten sich die Teilnehmenden in drei Workshops zur körperlichen Belastbarkeit, psychischen/kognitiven Gesundheit sowie Arbeitsfähigkeit bei Post-COVID austauschen.

Aktuelle rehabilitationswissenschaftliche Forschungsergebnisse

Dr. Rainer Glöckl (Schön Klinik Berchtesgadener Land) stellte erste Ergebnisse der *„ReLoAd after COVID-19-Studie - eine randomisiert, kontrollierte Reha Studie“* vor, welche die Auswirkungen einer symptomorientierten, stationären, multidisziplinären Rehabilitation auf die Lebensqualität von Patient:innen mit Post-COVID im Vergleich zur üblichen ambulanten Versorgung untersucht. Die Zwischenergebnisse zeigen, dass die Rehabilitation eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität bei den Patient:innen bewirkte. Im Vortrag wurde die Notwendigkeit hochwertiger randomisierter kontrollierter Studien zur Wirksamkeit von Rehabilitationsprogrammen für Patient:innen mit Post-COVID betont.

Dr. Katrin Müller (TU Chemnitz) erläuterte im Anschluss das in der BG Klinik Bad Reichenhall umgesetzte Forschungsprojekt, in dem mittel- und langfristige Auswirkungen von COVID-19 als Berufskrankheit (BK-Nr. 3101) oder anerkannter Arbeitsunfall auf die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und Arbeitsfähigkeit der Patient:innen analysiert werden. Die körperliche Belastbarkeit, psychische Gesundheit und kognitiven Fähigkeiten verbesserten sich signifikant im Anschluss an die Rehabilitation. Die Aufrechterhaltung 6-12 Monate nach der Rehabilitation variiert in Abhängigkeit der erhobenen Parameter. Persistierende Einschränkungen in Bezug auf die Arbeitsfähigkeit sind noch 6-12 Monate nach der Rehabilitation beobachtbar.

Mercedes Rutsch (Universität zu Lübeck) stellte Entwicklungen der subjektiven Gesundheit zum Ende einer pneumologischen Anschlussheilbehandlung oder eines pneumologischen Heilverfahrens bei Patient:innen mit Post-COVID dar. Patient:innen in der Anschlussheilbehandlung wiesen im Vergleich zu Patient:innen im Heilverfahren zu Beginn der Rehabilitation ähnlich hohe Belastungen und Einschränkungen auf. In Bezug auf die subjektive

Gesundheit wurden signifikante Verbesserungen zum Rehabilitationsende beobachtet, insbesondere hinsichtlich der Fatigue.

Dr. Markus Hayden (Klinik Bad Reichenhall) gab abschließend einen Überblick zur Psychopathologie bei Post-COVID. Als aktuelle Herausforderung wurde die korrekte Zuweisung der Patient:innen zur passenden Rehabilitation aufgrund der vielfältigen Symptomatik sowie der heterogenen Verläufe betont. Eine umfassende Diagnostik bereits vor und zu Beginn der Rehabilitation, verstärkte interdisziplinäre Zusammenarbeit, die Bereitstellung angemessener personeller und technischer Ressourcen sowie eine mögliche Verlängerung der Rehabilitationsdauer wurden als bedeutsam berichtet.

Workshop „Post-COVID und körperliche Belastbarkeit“

Der Workshop zur körperlichen Belastbarkeit konzentrierte sich auf die Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und die Reduzierung von physischen Symptomen. Zu den herausfordernden Aspekten zählte die Schwierigkeit, die Einschränkungen der körperlichen Leistungsfähigkeit der Patient:innen zu Beginn der Rehabilitation möglichst differenziert und valide zu erfassen, da die Symptome vielfältig sind und sich im Krankheitsverlauf verändern. Die Durchführung der Spiroergometrie ist auch bei diesen Patient:innen zu empfehlen, wenn auch die Ausbelastungskriterien nicht von allen Patient:innen erreicht werden. Außerdem bestanden bei Patient:innen fehlerhafte Atemmuster und Atemmuskelschwäche sowie unerklärliche Belastungsdyspnoe (trotz normaler Lungenfunktionswerte). Laut Expert:innen besteht die Notwendigkeit, Patient:innen in verschiedene Schweregrade der Belastbarkeit entsprechend ihrer Symptomatik zu kategorisieren. Zur Steigerung der körperlichen Belastbarkeit wurden folgende Therapiemaßnahmen diskutiert: Atemphysiotherapie, die Anpassung des Trainings an das tagesaktuelle Energielevel der Patient:innen, phasenbasiertes und progressives Training (v. a. der Arm- und Beinmuskulatur) sowie die schrittweise, individuelle Steigerung der Belastbarkeit. Die Wahrnehmung von Belastungsgrenzen im Sinne des Pacing unter Beachtung von PEM (Post-Exertional Malaise) ist bedeutsam und soll sowohl über subjektive (Borg-Skala) als auch objektive Parameter (Herzfrequenz, Wattangabe) sensibel ermittelt werden. Für die langfristige Aufrechterhaltung der körperlichen Belastbarkeit ist eine andauernde interdisziplinäre Nachsorge mit spezifisch auf Post-COVID gerichtete Bewegungsgruppen essentiell.

Workshop „Post-COVID und psychische/kognitive Gesundheit“

Der Workshop zur psychischen und kognitiven Gesundheit betonte die Notwendigkeit einer standardisierten, validen Diagnostik in der Rehabilitation, die die individuellen Leitsymptome, den Umgang mit psychischen Faktoren und mögliche Alters- und Geschlechterunterschiede berücksichtigt. Die Anpassung der Rehabilitationsinhalte im zeitlichen Verlauf und die Bildung von Clustern entsprechend der Hauptsymptomatik wurden als erfolgsversprechende Ansätze betrachtet. Als Therapiemaßnahmen bewährten sich in der Rehabilitation Therapietagebücher zur Erfassung des subjektiven Befindens und der aktuellen Symptomatik, Achtsamkeits- und Entspannungstechniken, Psychoedukation sowie kognitive Trainingsprogramme. Atemtherapie, Kunst- und Kreativtherapie sowie das Erfahren von Naturerlebnissen wurden ebenfalls als förderlich angesehen. Die Stärkung von individuellen Ressourcen und Selbstmanagementstrategien sollte im Fokus stehen. Besonders betont wurde die Bedeutung des Ernstnehmens der Symptomatik der Patient:innen und die Vermeidung von Stigmatisierung. Eine Herausforderung besteht darin, Patient:innen vor Überforderung (PEM, Crashes) zu schützen und adäquates, individuelles Pacing zu vermitteln. Die Umsetzung von stationären und ambulanten Rehabilitationen erfordert ausreichend Zeit und Personal sowie eine enge Zusammenarbeit von Fachspezialist:innen. In der Nachsorge spielen digitale und telemedizinische Angebote unter Beachtung individueller Belastungsgrenzen eine wichtige Rolle, um die Patient:innen auf ihre Zeit nach der Rehabilitation vorzubereiten. Der Übergang von der Rehabilitation zur Nachsorge sollte möglichst nahtlos erfolgen. Auch wohnortnahe Möglichkeiten und spezielle Post-COVID-Rehabilitationssportgruppen sowie Selbsthilfegruppen sind bedeutsam im Nachsorgeprozess.

Workshop „Post-COVID und Arbeitsfähigkeit“

Der Workshop zur Arbeitsfähigkeit legte den inhaltlichen Schwerpunkt auf die Wiederherstellung der beruflichen und sozialen Teilhabe der Patient:innen. Dazu zählen neben der Symptomreduzierung, die Vermeidung langfristiger bzw. erneuter Arbeitsunfähigkeit und die Entwicklung individueller Rehabilitationspläne. Die größten Herausforderungen werden in den langen Wartezeiten auf eine Rehabilitation, der Notwendigkeit einer bedarfsorientierten Rehabilitation und der Anpassung von herkömmlichen Reha-Modellen (Einbezug der Arbeitgeber:innensicht) gesehen. Die schrittweise Heranführung an Belastung, die Identifizierung von Belastungsgrenzen, die Schulung der Patient:innen z. B. in Bezug auf Copingstrategien und die enge Abstimmung mit den Kostenträgern wurden als wichtige Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsfähigkeit genannt. Ebenso wurden weiterführende Maßnahmen wie ambulante Rehabilitation (mit Belastungserprobung im beruflichen Setting) und unterstützende Maßnahmen (z. B. Haushaltshilfe) empfohlen. Vor allem lange Phasen der Arbeitsunfähigkeit, verbunden mit finanziellen Sorgen und Existenzängsten der Betroffenen, sowie der beruflichen Wiedereingliederung wurden als komplexe Herausforderung angesehen. Laut der Expert:innen passen standardisierte herkömmliche Modelle zur beruflichen Wiedereingliederung aufgrund der diversen Post-COVID-Symptomatik oft nicht zu den individuellen Bedarfen der Patient:innen. Zu den förderlichen Faktoren einer beruflichen Wiedereingliederung gehören eine ganzheitliche Betrachtung der Patient:innen, ein möglichst frühzeitiger Kontakt mit Arbeitgeber:innen im Rahmen des betrieblichen Eingliederungsmanagements, ein dosierter Beginn der Wiedereingliederung sowie Erstellung eines individuellen Stufenplanes, die konsequente Einbindung des/der Betriebsarztes/-ärztin, Sensibilisierung von Arbeitskolleg:innen, individuelles Job-Coaching sowie der Wille und die Motivation der Patient:innen.

Synapse der Workshops - Gemeinsame Empfehlungen und Herausforderungen

Die drei Workshops zur Rehabilitation von Post-COVID Patient:innen brachten wichtige gemeinsame Einsichten hervor. Ein zentraler Schwerpunkt lag auf der individuellen Anpassung und Flexibilität der Rehabilitation an den Gesundheitszustand. Dies erfordert eine standardisierte Diagnostik sowie flexible Ansätze, um den unterschiedlichen Verläufen und der Heterogenität der Symptome gerecht zu werden. Hervorgehoben wurden die Bedeutung von PEM und Pacing. Die Anwendung und Weiterentwicklung von Assessment-Tools zur Beurteilung des Gesundheitszustands und der Symptomatik der Patient:innen sind entscheidend, um eine gezielte Therapie zu ermöglichen, die Wirksamkeit von Therapien entlang des Genesungsverlaufs besser einzuschätzen und den Patient:innen individuell angepasste Strategien zum Selbstmanagement weitergeben zu können. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fachspezialist:innen und verschiedenen Gesundheitsdienstleister:innen wurde als unerlässlich betont. Die Rehabilitation bei Post-COVID erfordert einen ganzheitlichen, multidisziplinären und patient:innenzentrierten Ansatz, der körperliche, kognitive, psychische und berufliche Aspekte gleichermaßen mitberücksichtigt. Die Bedarfe und Wünsche der Patient:innen sollten stärker im Fokus stehen. Dies schließt die Befähigung zum Selbstmanagement und Selbstfürsorge sowie die Einbeziehung von Angehörigen ein. Die Integration von Telemedizin und digitalen Lösungen in die Rehabilitation sollte zukünftig stärker Beachtung finden, insbesondere für den Übergang von der Rehabilitation in die Nachsorge. Die vorgestellten Empfehlungen stellen weiterführende Ansatzpunkte zur Optimierung der Rehabilitation und Nachsorge dar. Die Herausforderung, Patient:innen mit Post-COVID in ihre Aktivitäten des täglichen Lebens und in den Arbeitsmarkt erfolgreich zu reintegrieren, bleibt eine komplexe Aufgabe, die weitere Forschungsbemühungen erfordert.