

Patienten mit Post-Covid-19 Syndrom (PCS) leiden an einer Belastungsinsuffizienz und bei einem großen Teil der Patient\*innen kommt es nach akuter körperlicher, emotionaler und/oder kognitiver Belastung zu einer Verstärkung der Leitsymptome wie z.B. Fatigue, Dyspnoe, kognitive Dysfunktion und allg. Schmerzen. Diese belastungsbedingte Verschlechterung des allgemeinen Zustandes ist als Post Exertional Malaise (PEM) oder Belastungsintoleranz bekannt.

Die Patient\*innen benötigen infolgedessen individuelle und präzise Empfehlungen für den Alltag, um ausreichende Erholungsphasen zu gewährleisten und PEM zu vermeiden. Das Behandlungspersonal muss in der Lage sein, den Schweregrad der Erkrankung zu objektivieren, um gezielte therapeutische und rehabilitative Maßnahmen zu ergreifen und Verbesserungen oder Verschlechterungen festzustellen. Dies ermöglicht den Therapiezentren, den Erfolg ihrer Behandlungskonzepte objektiv (und nicht "pseudoobjektiv"; Gehstrecke, Handkraft, Fragebögen) zu bestimmen und die Patient\*innen individuell zu behandeln.

Die kardiorespiratorische Charakterisierung mittels Spiroergometrie und Laktatdiagnostik gibt einen differenzierten Einblick in die einzelnen Teilkomponenten der körperlichen Belastungsfähigkeit (Lunge, Herz, Zirkulation, Muskulatur) und ermöglicht die objektive Beurteilung des PCS-Schwergrades und die präzise Festlegung der therapeutischen Konsequenz. Die beschriebene Diagnostik gekoppelt mit einer zeit- und ortsunabhängigen Behandlung (Teletherapie) ist eine Notwendigkeit für konservative therapeutische und rehabilitative Behandlungskonzepte hin zu einer personalisierten Medizin und gibt Patient\*innen Hoffnung auf Erfolg.

**Prof. Dr. Dr. P. Simon**  
**Institut für Sportwissenschaft**  
**Abteilung Sportmedizin, Prävention und**  
**Rehabilitation**  
**sportmedizin@uni-mainz.de**



## Evaluation der Wirksamkeit von Telerehabilitation bei Patient\*innen mit Post-COVID-19 Syndrom (PCS)

Eine Studie der Abteilung Sportmedizin Mainz in Kooperation mit der Berufsgenossenschaft für Wohlfahrtspflege und Gesundheitsdienst

## Ausgangspunkt und Motivation der Studie

### Um die Arbeitsunfähigkeit und

**Rehabilitationserfolge** nicht nur symptomgeleitet, sondern auch **auf Basis belastbarer Messdaten zu objektivieren, wurden Patient\*innen** im Rahmen einer Kooperation zwischen der Abt. Sportmedizin, Mainz und der Berufsgenossenschaft für Wohlfahrtspflege und Gesundheitsdienst **belastungsphysiologisch zwischen August 2022 und März 2023 untersucht.**

Das Kollektiv bestand aus **82 Beschäftigten des Gesundheits- und Sozialsystems**, die zum Großteil bereits ein bis zwei längere Rehabilitationsmaßnahmen und oftmals auch einen Wiedereingliederungsversuch durchlaufen hatten (siehe Tab. 1) und dennoch für mehr als ein Jahr nicht mehr arbeitsfähig waren. Für das Kollektiv konnte die anhaltende Arbeitsunfähigkeit weder neurologisch oder psychiatrisch noch kardiologisch, pulmologisch oder rheumatologisch begründet werden.

### Auf Basis unserer spiroergometrischen Untersuchungen können wir festhalten:

**Über 90 %** der untersuchten Patient\*innen wiesen sowohl ein **Hyperventilationssyndrom** als auch eine **Arbeitsunfähigkeit** auf (siehe Tab. 2).

Die Werte für die maximale und submaximale Belastbarkeit (Tab. 2) lagen dabei so niedrig, dass in Verbindung mit dem pathologischen Atemmuster (**VE/VCO<sub>2</sub> Slope**) und einer pathologischen Zellatmung (**O<sub>2</sub>puls**) eine Standard-Reha-Maßnahme für dieses Patientenkollektiv nicht zielführend sein kann.

Auf Basis dieser Erkenntnisse ist die Studie „**Evaluation der Wirksamkeit von Telerehabilitation bei Patient\*innen mit Post-COVID-19 Syndrom**“ (Studienabkürzung: PCS-TeR) initiiert worden.

**Tabelle 1. Klinisches Profil**

N	82	<b>PCS-Symptome</b>	
Frauen	74 (90,2%)	Dauer in Monaten	25 (12-37)
KH-Aufenthalt	14 (17,1%)	Belastungsinsuffizienz	80 (97,6%)
Dauer in Tagen	3 (2-14)	Dyspnoe	75 (91,4%)
		Fatigue	64 (78,0%)
Reha-Aufenthalt (N)	65 (79,3%)	Konzentrationsstörung	43 (52,4%)
Dauer in Tagen	30 (10-90)	Schlafstörung	22 (26,8%)
Reha-Ind.		Myalgie	19 (23,2%)
Pulmologie	35 (57,4%)	Kopfschmerz	26 (31,7%)
Neurologie	5 (8,2%)	Tachykardie	15 (18,3%)
Kardiologie	2 (4,3%)	Gelenkschmerzen	14 (17,1%)
Psychosomatik	2 (3,1%)	Vergesslichkeit	14 (17,1%)
<b>Komorbiditäten</b>		KH- und Reha-Aufenthalt sowie Reha-Einweisungen nach Indikation und Symptome sind als Absolute Häufigkeiten und % angeben.	
Adipositas	39 (47,6%)	KH- & Reha-Dauer sind als Median und min.-max. angegeben.	
Bluthochdruck	28 (34,1%)		
Hypothyreose/ Hashimoto T.	16 (19,5%)		
Depression	15 (18,3%)		

**Tabelle 2. Belastungsphysiologisches Profil**

VO <sub>2</sub> peak (ml/min/kg)	15,5 (70,2 %Soll)
Leistung (Watt)	100,0 (62,5 %Soll)
Relative Leistung (Watt/kg)	1,1
VE/VCO <sub>2</sub> Slope an der VT2	35,7
PETCO <sub>2</sub> (mmHg) in der Ruhe	29,7
PETCO <sub>2</sub> (mmHg) an der VT2	33,7
PETCO <sub>2</sub> (mmHg) bei VO <sub>2</sub> peak	30,7
FVC %Soll	106,8
FEV1 %Soll	95,4
FEV1/FVC (%)	99,4
O <sub>2</sub> puls (VO <sub>2</sub> peak)	8,7

**ZIEL:** Primäre Zielstellung der Studie ist es, Erkenntnisse über die Effizienz eines teletherapeutischen Ansatzes für die Behandlung von Patient\*innen mit Post-COVID-19 Syndrom zu gewinnen.

**METHODE:** Die Interventionsstudie mit Wartelisten-Studiendesign (s.u. Abb. 1) sieht eine sportmedizinische Eingangs-, Zwischen- und Ausgangsuntersuchung (T0-T2) sowie eine online-basierte Bewegungstherapie vor (Abb. 1). Die Spiroergometrie und Laktatleistungsdiagnostik werden nach den aktuellen ACSM-Richtlinien an allen Testzeitpunkten durchgeführt (Riebe 2018).

*Primäre Zielgrößen:*

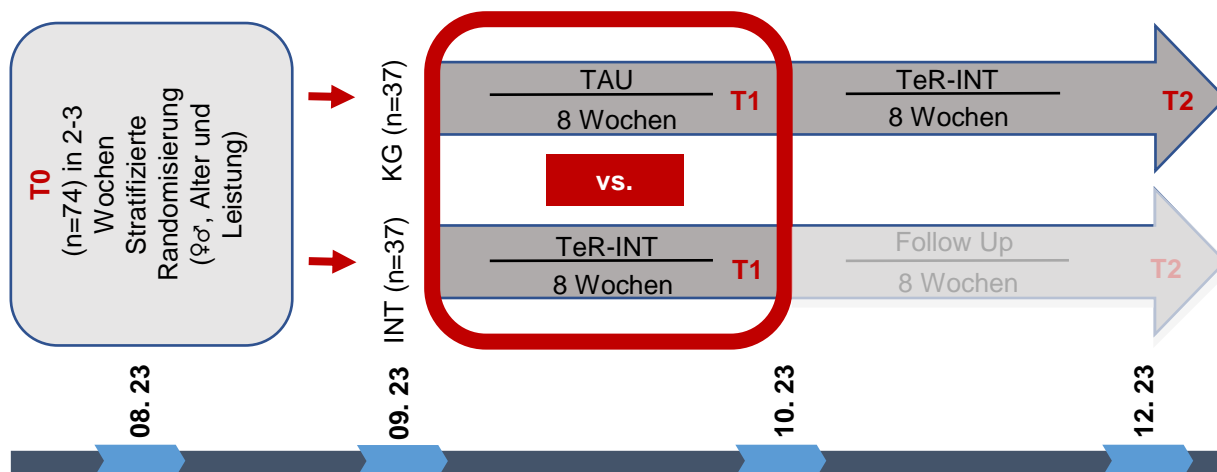
- Maximale Sauerstoffaufnahme [ $VO_2\text{peak}$  (ml/min/kg)]
- Hyperventilation (Nijmegen-Index)

*Sekundäre Zielgrößen:*

- Submaximale und maximale Belastungsfähigkeit (Watt/kg) an der ventilatorischen Schwelle 1 (VT1) und 2 (VT2) und bei Belastungsende ( $VO_2\text{peak}$ )

- Atemökonomie: Sauerstoff-Puls, Atemäquivalent für Kohlenstoffdioxid ( $ECO_2$ ) und endtidaler Kohlenstoffdioxidgehalt (PETCO<sub>2</sub>) an VT1 und VT2 und bei Belastungsende, Quotient aus Atemminuten-volumen (VE) und CO<sub>2</sub>-Abgabe (VCO<sub>2</sub>) über die gesamte Belastungszeit (VE/VCO<sub>2</sub>-Slope)
- Die Veränderung der Temperaturverteilung der Köperschale in verschiedenen Körperarealen (ROI)
- Inflammation [Zytokine & zellfreie Erbsubstanz (cfDNA)]
- Therapieadhärenz: Anzahl der durchgeführte Trainingseinheiten (TE) / Anzahl der empfohlenen TE
- Patientenzufriedenheit ([Link](#), Tab.5)
- Post-Exertionelle-Malaise (PEM-Fragebogen; [Link](#))
- Somatisierung-, Depression- und Angst-Syndrom (Brief-Symptom Inventory-18; [Link](#))
- Schweregrad der Schlaflosigkeit (Insomnia Severity Index; [Link](#))
- Soziale Unterstützung (Fragebogen zur Sozialen Unterstützung Kurzform; [Link](#))
- Optimismus und Pessimismus (Skala Optimismus-Pessimismus-2; [Link](#))
- Selbstwirksamkeit (Allgemeine Selbstwirksamkeit Kurzsкала; [Link](#))

**Abbildung 1. Graphische Darstellung des Studiendesigns**



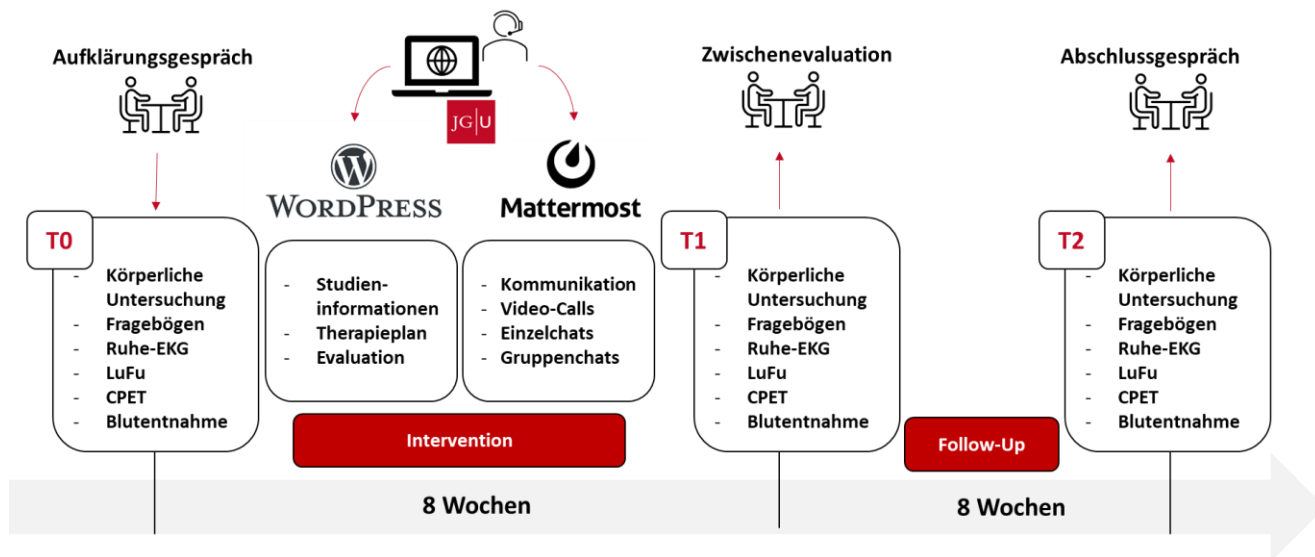
# Studienablauf

Es werden insgesamt 74 Patient\*innen in die Studie eingeschlossen. Die Patient\*innen werden stratifiziert in zwei Gruppen randomisiert (s.u. Abb. 1).

**INT-GRUPPE:** Die Interventionsgruppe (IG) erhält eine bewegungs- und atemtherapeutische Behandlung, die in Form von Heimtrainingsprogrammen durchgeführt werden (s.u. Abb. 2). Zusätzlich erfolgt eine wöchentliche Beratung per Videoanruf (1-mal/Woche) in der Interventionsphase (8 Wochen). In der Follow-Up-Phase findet die Video-Call-Beratung, in den ersten 4 Wochen 2-mal statt (jede zweite Woche) und in den letzten 4 Wochen 1-mal.

**KG-GRUPPE:** Die Kontrollgruppe (KG) erhält nach der ärztlichen und belastungsphysiologischen Eignungsuntersuchung (T0) lediglich eine Beratung und Empfehlungen nach der aktuellen S1 Leitlinie (Koczulla et al. 2021) ohne anschließend systematisch teletherapeutisch betreut zu werden (Treatment as usual; TAU). Nach 8 Wochen und einer Zwischenuntersuchung (T1) wird die KG ebenfalls einer Telerehabilitation unterzogen und die IG erhält in einer 8-wöchigen Follow-Up-Phase eine weniger engmaschige teletherapeutische Betreuung (siehe Abb. 1, IG). Zum Zeitpunkt T2 nach dem Ausgangstest erhalten alle Teilnehmenden (IG und KG) eine ausführliche ärztliche/therapeutische Beratung und Empfehlungen für das weitere alltägliche Leben und körperliches Training

Abbildung 2: Studienablauf der Interventionsgruppe



**GEPLANTES STUDIEN-ENDE:** Dez.2023

**GEPLANTE VERÖFFENTLICHUNG:** 2 Fallstudien, Diagnostisches-, Protokoll- & Follow Up-Paper

in Kooperation mit



ABTEILUNG **SPORT**  
**MEDIZIN** MAINZ

**Die Studie  
finden  
Sie bei:**



**unter**

URL: <https://www.drks.de/DRKS00032394>

## Initiator der Studie (Primärer Sponsor)

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und  
Wohlfahrtspflege  
Prof. Dr. med Albert Nienhaus  
Pappelallee 33/35/37  
22089 Hamburg  
Deutschland  
URL der Einrichtung: <http://www.bgw-online.de>

## Wissenschaftliches Team der Studie

Studienleiter:  
Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Perikles Simon  
Institut für Sportwissenschaft  
Albert-Schweitzer-Straße 22  
55128 Mainz  
Deutschland  
URL der Einrichtung: <https://www.sportmedizin.uni-mainz.de/>  
E-Mail: [simonpe@uni-mainz.de](mailto:simonpe@uni-mainz.de)  
Tel.: +49 6131 - 39 23 531

Beteiligtes sportwissenschaftliches Personal:  
M.Sc. Aleksandar Tomaskovic  
E-Mail: [altomask@uni-mainz.de](mailto:altomask@uni-mainz.de)  
Tel.: +49 6131 - 39 27 339

M.Sc. Vincent Weber  
E-Mail: [v.weber@uni-mainz.de](mailto:v.weber@uni-mainz.de)  
Tel.: +49 6131 - 39 24 727

**und bei:**



**unter**

URL: <https://trialsearch.who.int>