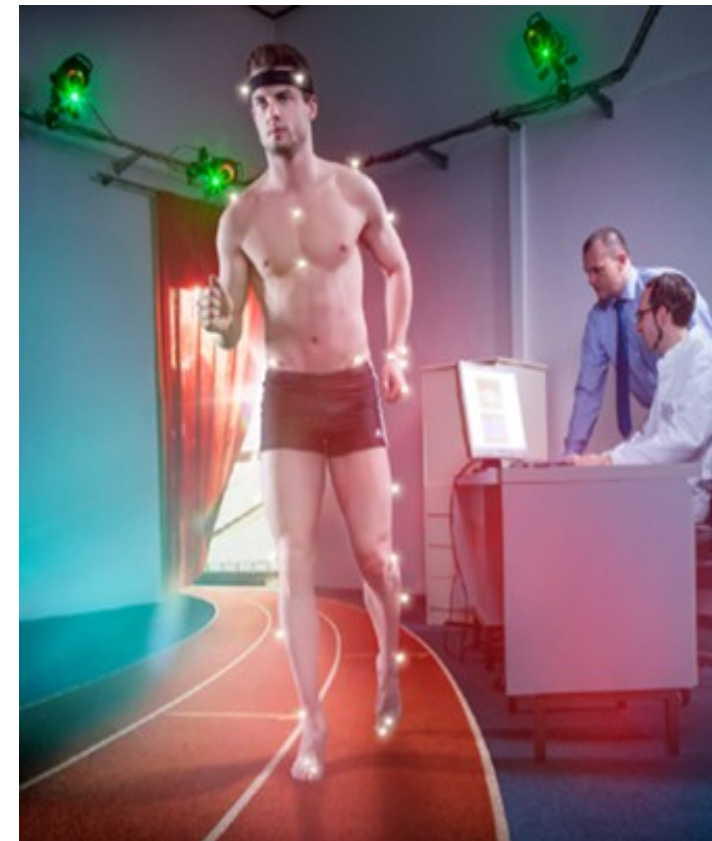


Erfordert Post COVID einen neuen Rehaprozess?

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt Post COVID E-DOC

Prof. Dr. M. Siebler

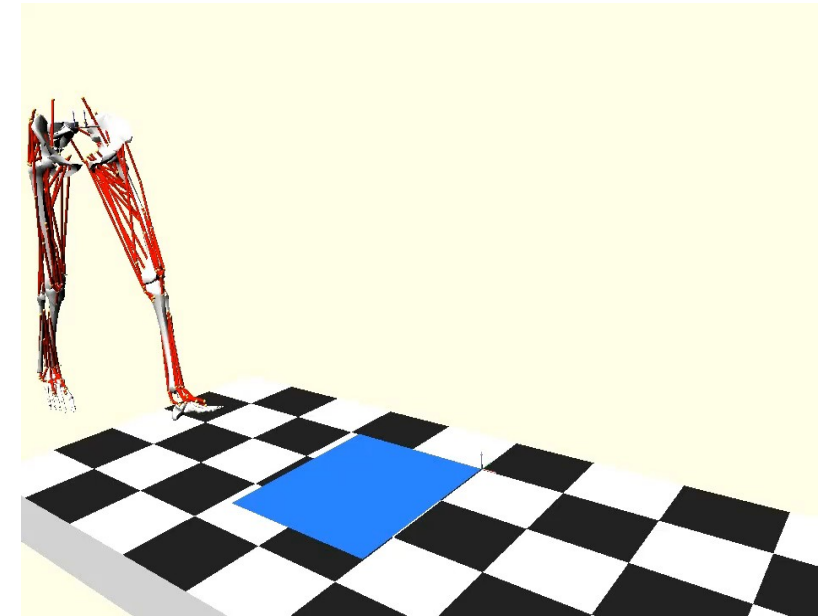
19.Reha-Fachforum 2025



Disclosures

Forschungsleiter MC Reha Research gGmbH
Mitglied des Medical Boards Asklepios/MediClin/Rhön
Berater Ärztekammer Nordrhein
Mitglied Vorstand Refonet
Mitglied in den Fachgesellschaften DGN,DGNR,
DSG, Essen Gesund Vernetzt
Kooperationen mit Universitäten (UKD,UKE,...)

Fördergelder von BMF, BMG, NRW, EU



Das Image der Rehabilitation muss verbessert werden!



Deutsches Ärzteblatt 2023

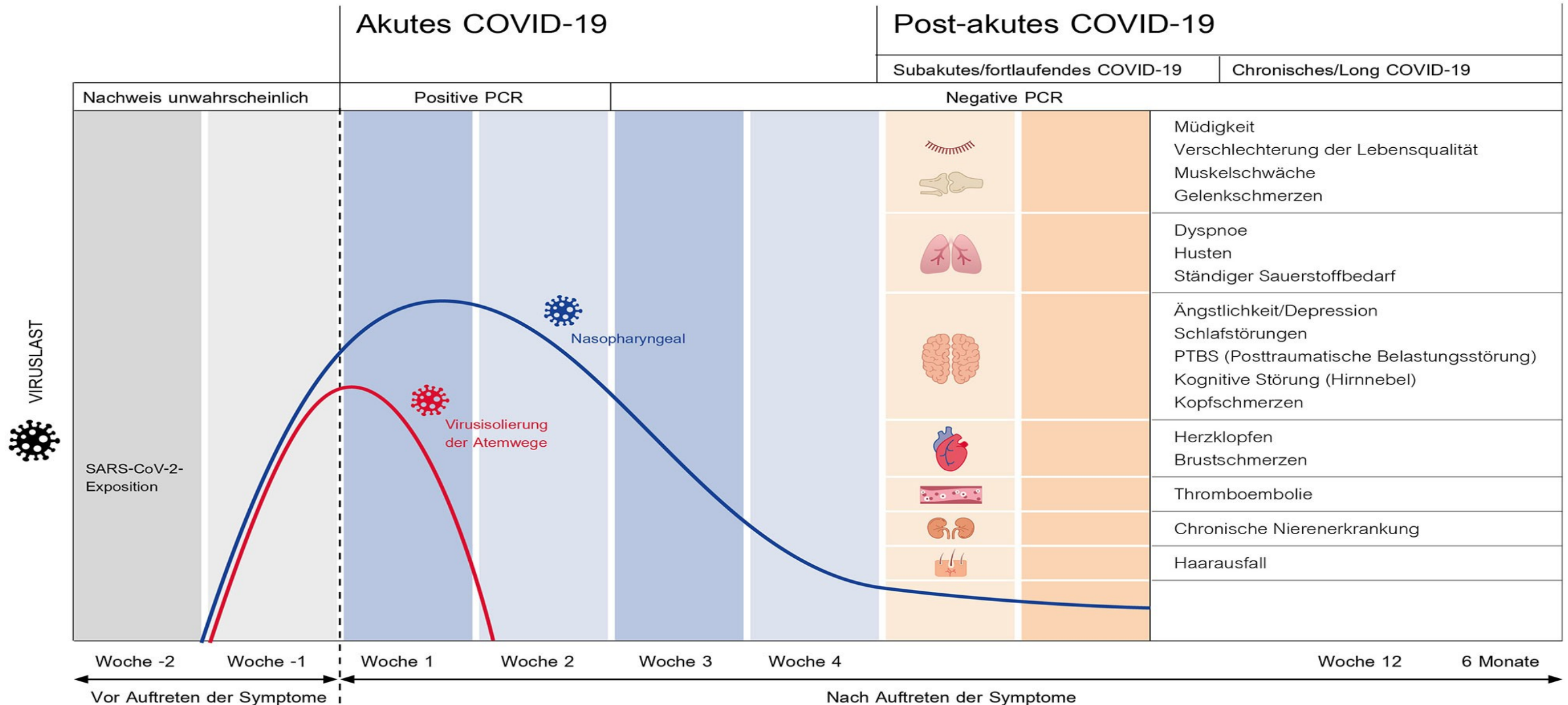


Werbebroschüre MC

Agenda

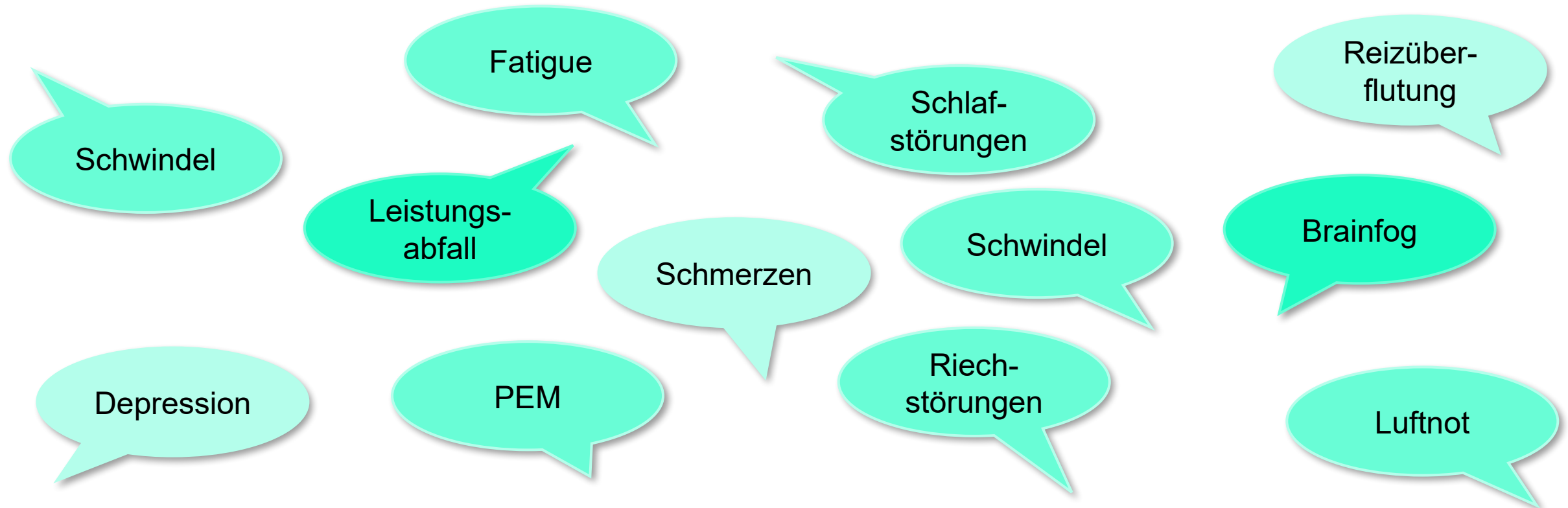
1. Neue Herausforderung Post COVID an die Rehabilitation
2. Projektansatz Post COVID E-Doc
3. Ergebnisse
4. Anforderungen an die Rehabilitation
5. Was hat sich geändert?

Das Problem der Symptompersistenz nach Infektion



Ani Nalbandian et al. Nature Medicine 2021

Post COVID ...Betroffene berichten (> 200 Symptome)



-unklar welche Facharztrichtung zuständig ist

- Krankheit wird als „psychogen, funktionell“ eingestuft, da Diagnostik negativ ist
- Stigmatisierung durch Umgebung (Angehörige, Freunde, Kollegen)
- Lange Arbeitsunfähigkeitszeiten (über Jahre)

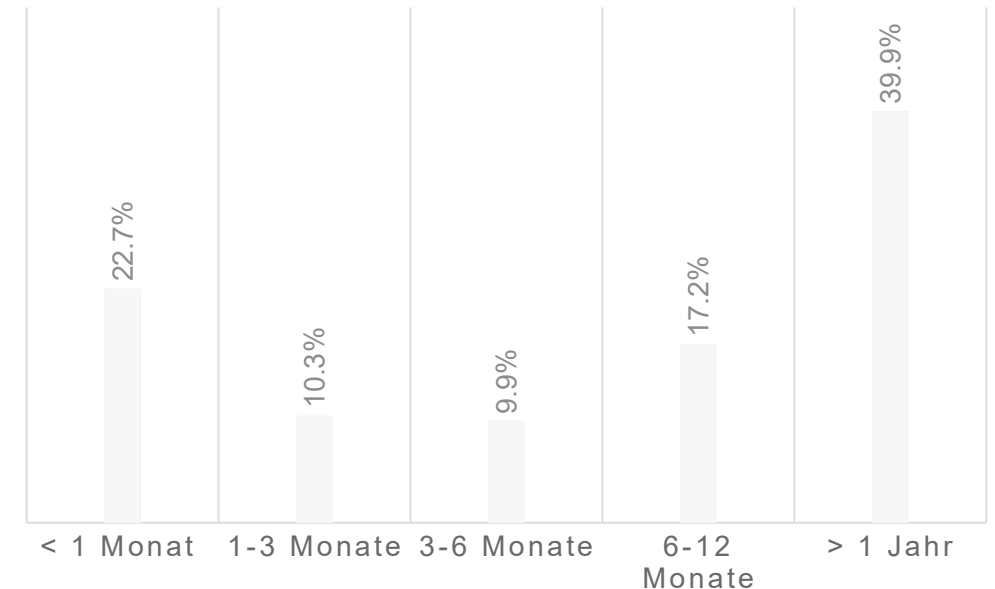
Teilhabebeeinträchtigungen bei Post-COVID als multidimensionales Problem

Im Jahr 2023 stellten Post-COVID-Betroffene 13% aller Langzeitkrankschreibungen dar

Im Durchschnitt war diese Gruppe 64.6 Tage am Stück arbeitsunfähig

Post-COVID-Betroffene werden aufgrund ihrer Beschwerden oftmals nach kurzen Arbeitsphasen erneut krankgeschrieben

Abb. 1. Prozentuale Verteilung AU-Zeiten bei Rehabilitanden, N = 203



Deutsche Rentenversicherung Bund (2023). Eckpunktepapier für die medizinische Rehabilitation bei Post-COVID-Syndrom. AOK (2024). Post-Covid und Long-Covid: sinkende Fallzahlen von Krankschreibungen, aber weiterhin lange berufliche Fehlzeiten der Betroffenen.

**Patienten mit „unklaren“
Bewegungsstörungen nach**

Corona Infektion



Kardinalfragen

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Gesundheitszustand	-	sehr gut											sehr stark beeinträchtigt
2. Erschöpfungssyndrom, Fatigue	Ja, häufig	sehr gering											sehr stark
3. PEM	Ja, häufig	sehr kurz (Minuten)											sehr lang (Tage)
4. Kardiopulmonale Symptome	Ja, selten	sehr gering											sehr stark
5. POTS	Ja, häufig	sehr gering											sehr stark
6. Husten	Ja, häufig	sehr gering											sehr stark
7. Schmerzsymptome	Ja, häufig/ständig	sehr gering											sehr stark
8. Kognitive Symptome	Ja, häufig/ständig	sehr gering											sehr stark
9. Olfaktorische / gustat. Symptome	Ja, immer noch	-											-
10. Schlafstörungen	Ja, häufig	sehr gering											sehr stark
11. Psychische Beeinträchtigungen	Ja, häufig	sehr gering											sehr stark
12. Resilienz und Stigmatisierung (Fühlen Sie sich gut verstanden?)	Nein, nur selten	sehr gering missverstanden											sehr stark missverstanden
13. Teilhabestörung	Ja, häufig	sehr gering											sehr stark
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Zusatzinformationen

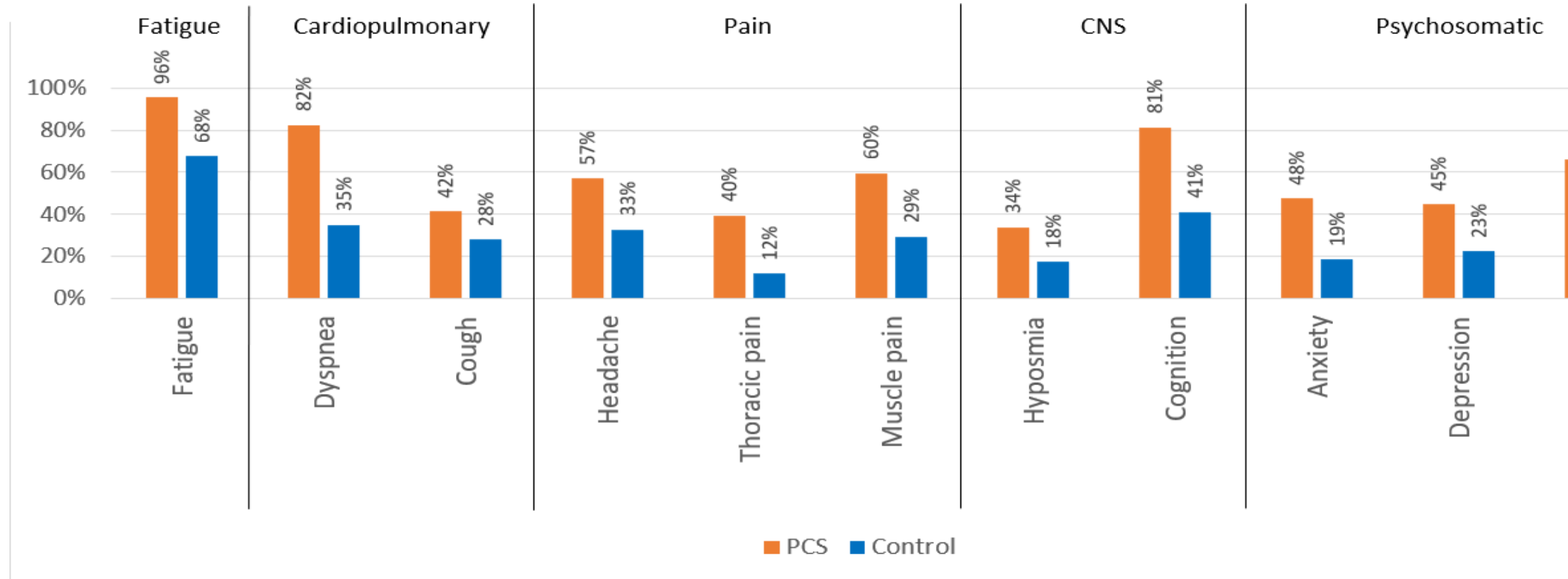
	Positiver Test (ja/nein)	1. Infektion	2. Infektion	3. Infektion
Coronainfektion	Ja	Nov. 22	Dez. 23	
Beginn Symptome	Jan. 23	Vorerkrankungen TEP rechts, LWS, Gelenkentzündungen		
Behandlung	ambulant			
Alter	62			
Geschlecht	männlich			
Gewicht (kg) / Größe (cm) / BMI	97 / 178 / 30,6	Medikamente (derzeitige Einnahme) Schmerzmittel, Blutdruck, Magenschutz, Diabetes, cbd ÖL 10%, Dronabiol (THC)		
Rauchen	Ja			

Symptome nach Intensität und Frequenz

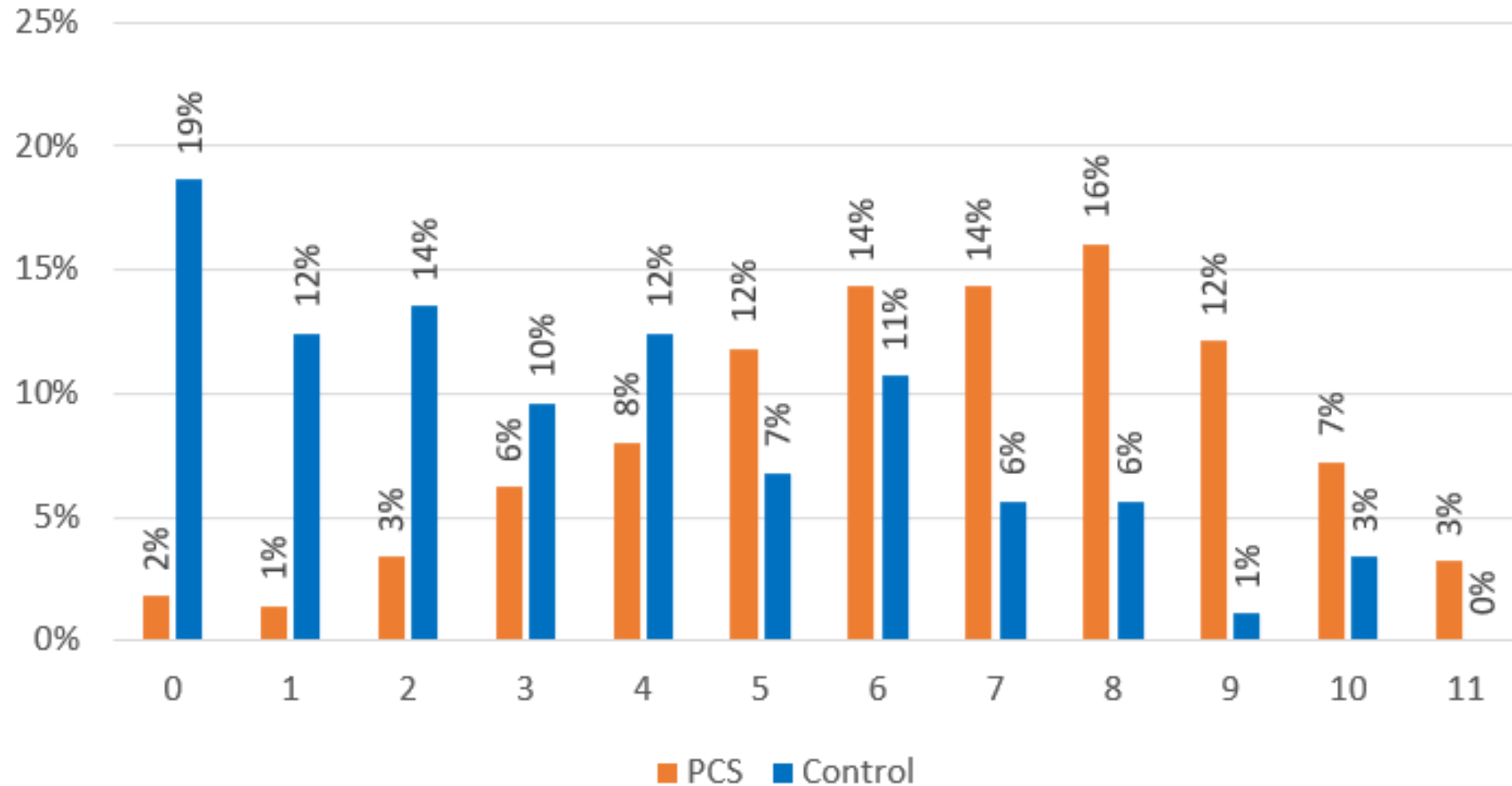
WHO Definition

PC is defined as the continuation or development of new symptoms 3 months after the initial SARS-CoV-2 infection, with these symptoms lasting for at least 2. months **with no other explanation**

Symptomverteilung Post Covid Betroffener versus Kontrollen



Anzahl bestehender Symptome bei Post COVID Betroffenen versus Kontrollen



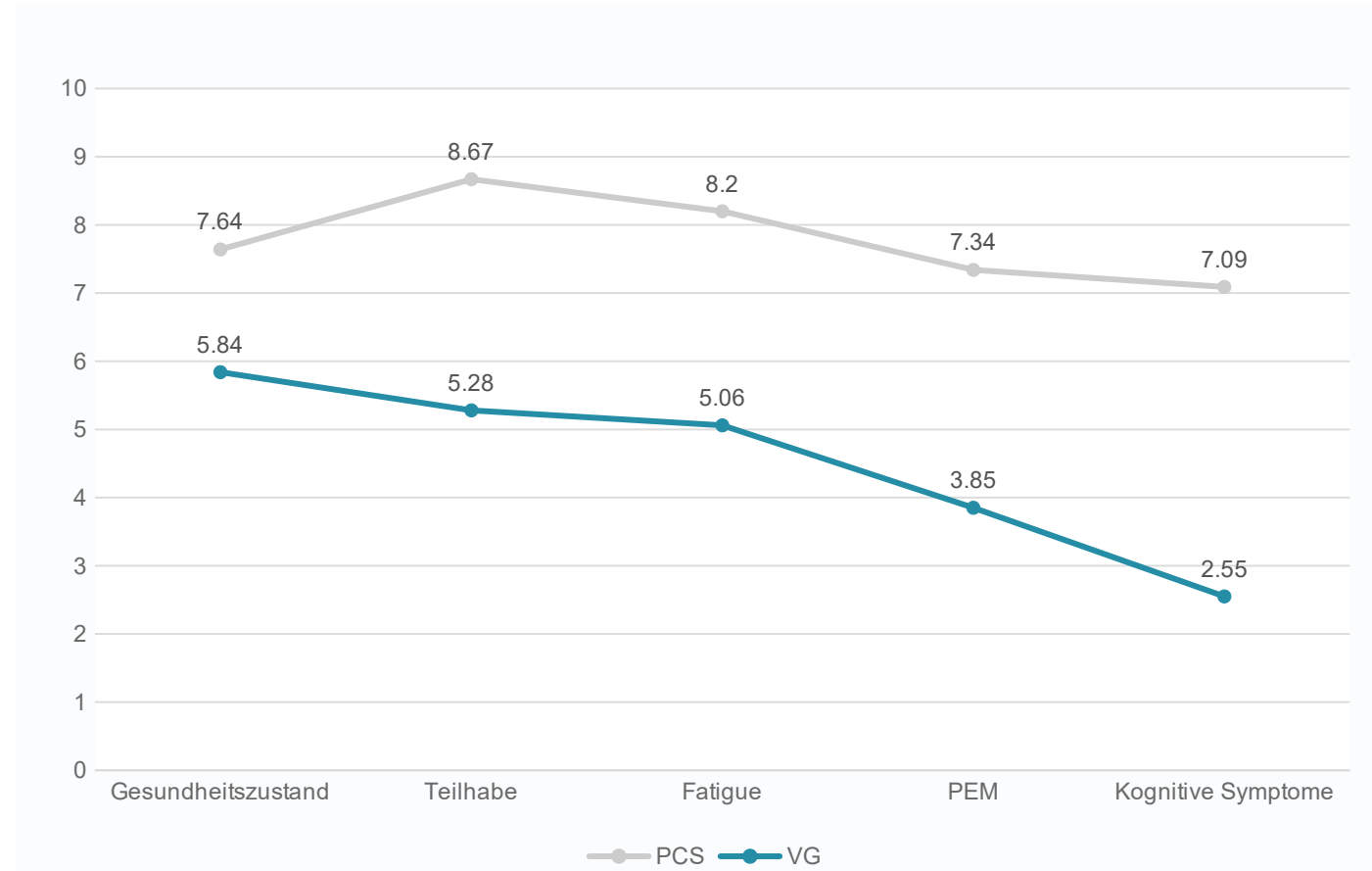


Sind die primären Belastungssymptome spezifisch für Post-COVID-Rehabilitanden?

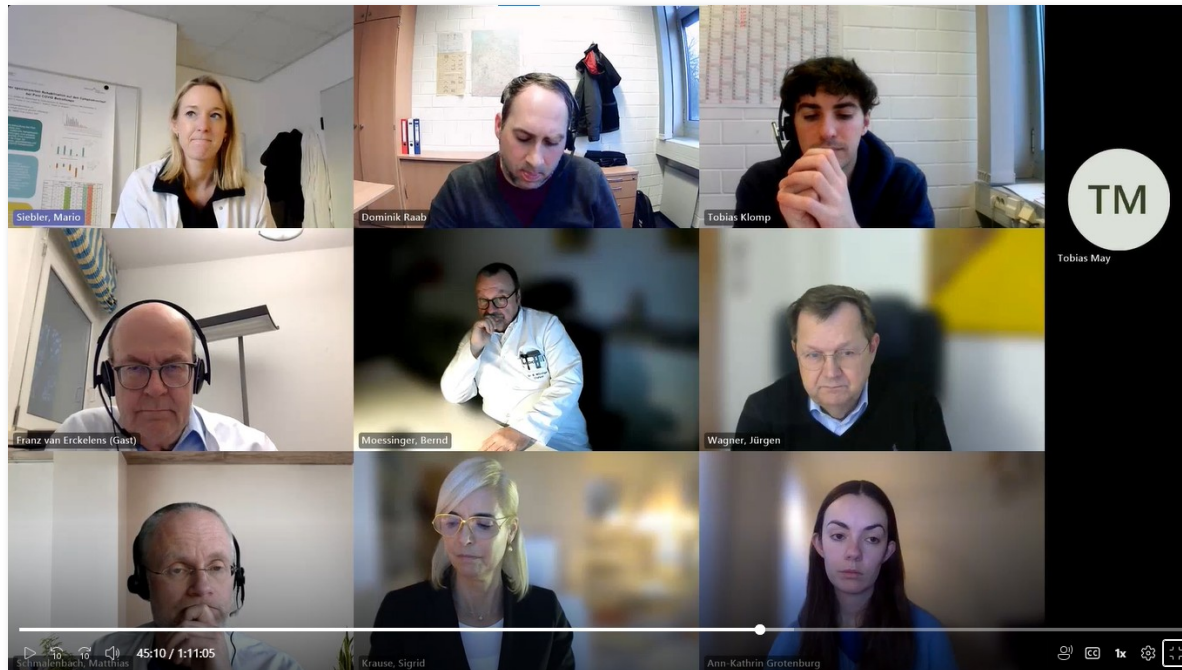
- Die PCS-Gruppe zeigte bei allen erhobenen Konstrukten eine signifikant stärkere Beeinträchtigung als die VG

Gruppenvergleiche zeigten

- Die Gruppen unterschieden sich besonders in der kognitiven Einschränkung und PEM
- Trotz dessen, dass die Betroffenen alle als nicht-gesund klassifiziert werden konnten, fiel die Teilhabebeeinträchtigung bei PCS noch einmal deutlich intensiver aus



Validierung der Diagnose und Maßnahmenempfehlungen durch ein Expertenboard



Rekrutierung vs. Boardbefundung (1. Beurteilung)

Übereinstimmung	302	90%
Abweichung	34	10%
Expertenboard - Über.	32 von 37	86%
Expertenboard - Abw.	5 von 37	14%
Miniboard - Über.	270 v. 299	90%
Miniboard - Abw.	29 v. 299	10%

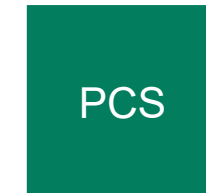
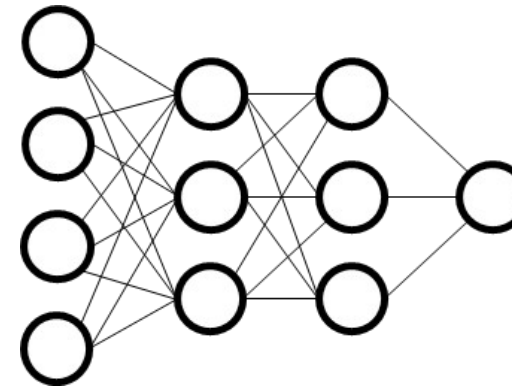
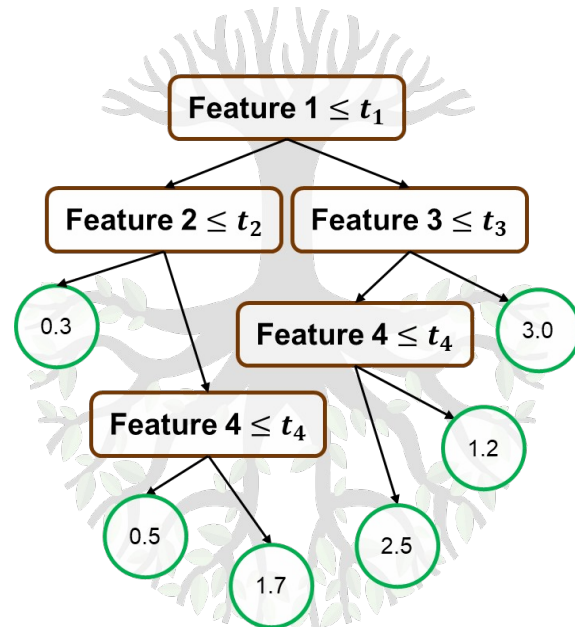
Decision Support:

- Gespräch wird aufgezeichnet, transkribiert und durch KI auf Features analysiert

Entwicklung eines
PC-Scores

Using 2 Artificial Intelligence Models:

1. Supervised Learning: Regressions Trees (RT)
2. Deep Learning (neuronal networks)



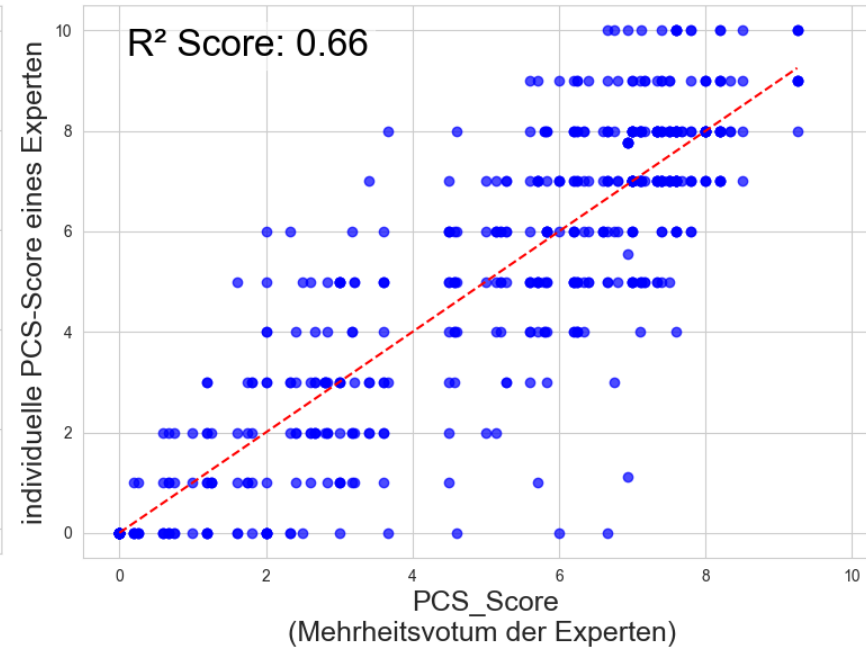
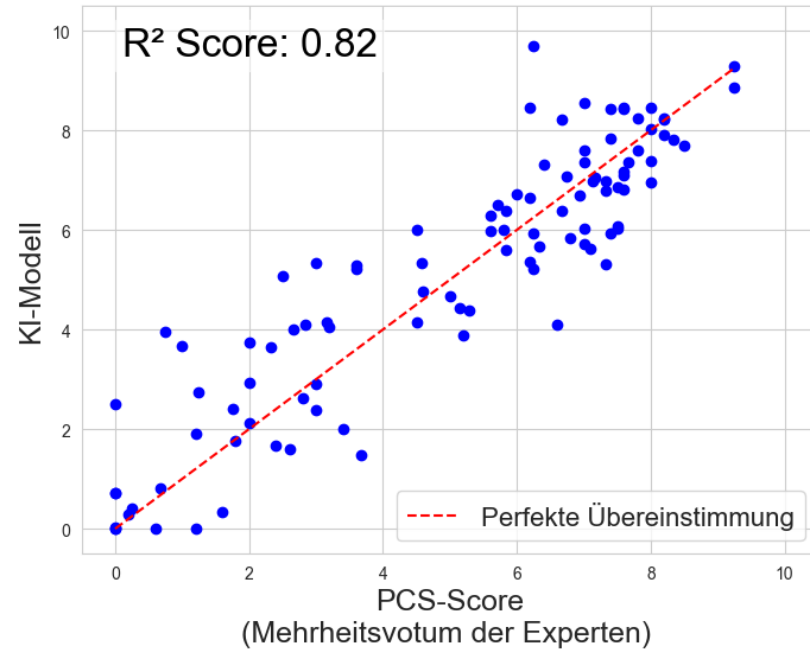
Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. the Journal of machine Learning research, 12, 2825-2830.

Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., & Stone, C. (1984). Cart. Classification and regression trees.

Was leisten die Lernalgorithmen ?

- **Modellierungsziel:** Mittelwert des Expertenboards für den PCS-Score *Offen im Denken*
- **Datensatz:** 337 vom Expertenboard befundete Patienten
- **Methode:** KI-Modell basierend auf einer schrittweisen multiplen

Lineare Regression
Trainingsdaten (n = 235), 30% Testdaten (n = 102))



Einflussgrößen

Symptom Häufigkeits Score
Positiver Coronatest (ja/nein)
Neurologie Score
Intensität POTS
Beginn 0-3 Monate nach Infektion
Geschmacksveränderung

Es gibt Subgruppen des Post COVID Syndroms

Symptom groups	Symptoms	PCS-phenotypes				Subgroups of P4		
		P1	P2	P3	P4	P4.1	P4.2	P4.3
Fatigue	Fatigue	100%	100%	100%	33%	0%	100%	100%
Cardiopulmonary	Dyspnea, Cough	100%	100%	30%	15%	23%	0%	0%
CNS	Hyposmia, Cognition	100%	21%	100%	19%	29%	0%	0%
Pains	Headache, Thoracic pain, Muscle pain	100%	55%	41%	30%	22%	57%	0%
Psychosomatic	Anxiety, Depression, Sleep disturbance	100%	33%	63%	32%	27%	53%	0%
Percentage of cases (n = 997)		23%	21%	28%	27%	18%	6%	4%

Änderung der Symptome/ -Stärke nach 4-8 Wochen Rehabilitation

Symptom	Case-by-case change				Wilcoxon signed-rank test		
	green = improvement, yellow = no changes, red = change for the worse	mean change		number of cases	p-value	effect size (Pearson's r)	
		abs.	%				
Fatigue	 69.2%  16.3%  14.4%	-1.8	-26%	478	< .001	0.61	(large)
Dyspnea	 70.5%  12.9%  16.5%	-1.6	-32%	417	< .001	0.51	(large)
Cough	 56.3%  29.4%  14.3%	-0.7	-42%	231	< .001	0.33	(medium)
Headache	 56.7%  19.9%  23.4%	-1.2	-27%	321	< .001	0.31	(medium)
Thoracic pain	 64.2%  14.2%  21.6%	-1.6	-36%	204	< .001	0.32	(medium)
Muscle pain	 57.5%  13.3%  29.2%	-1.0	-28%	339	< .001	0.26	(small)
Hyposmia	 54.9%  25.5%  19.6%	-0.9	-18%	184	< .001	0.21	(small)
Cognition	 62.2%  16.4%  21.4%	-1.3	-22%	421	< .001	0.44	(medium)
Anxiety	 63.0%  17.6%  19.5%	-1.5	-35%	262	< .001	0.31	(medium)
Depression	 65.3%  16.4%  18.3%	-1.7	-37%	262	< .001	0.38	(medium)
Sleep disturbance	 55.2%  21.2%  23.6%	-1.1	-24%	373	< .001	0.31	(medium)

Unterschiedliche Verbesserung der Subtypen durch Rehabilitation

Symptom groups	Symptoms	PCS-phenotypes				Subgroups of P4		
		P1	P2	P3	P4	P4.1	P4.2	P4.3
Fatigue	Fatigue	100%	100%	100%	33%	0%	100%	100%
Cardiopulmonary	Dyspnea, Cough	100%	100%	30%	15%	23%	0%	0%
CNS	Hyposmia, Cognition	100%	21%	100%	19%	29%	0%	0%
Pains	Headache, Thoracic pain, Muscle pain	100%	55%	41%	30%	22%	57%	0%
Psychosomatic	Anxiety, Depression, Sleep disturbance	100%	33%	63%	32%	27%	53%	0%
Percentage of cases (n = 997)		23%	21%	28%	27%	18%	6%	4%

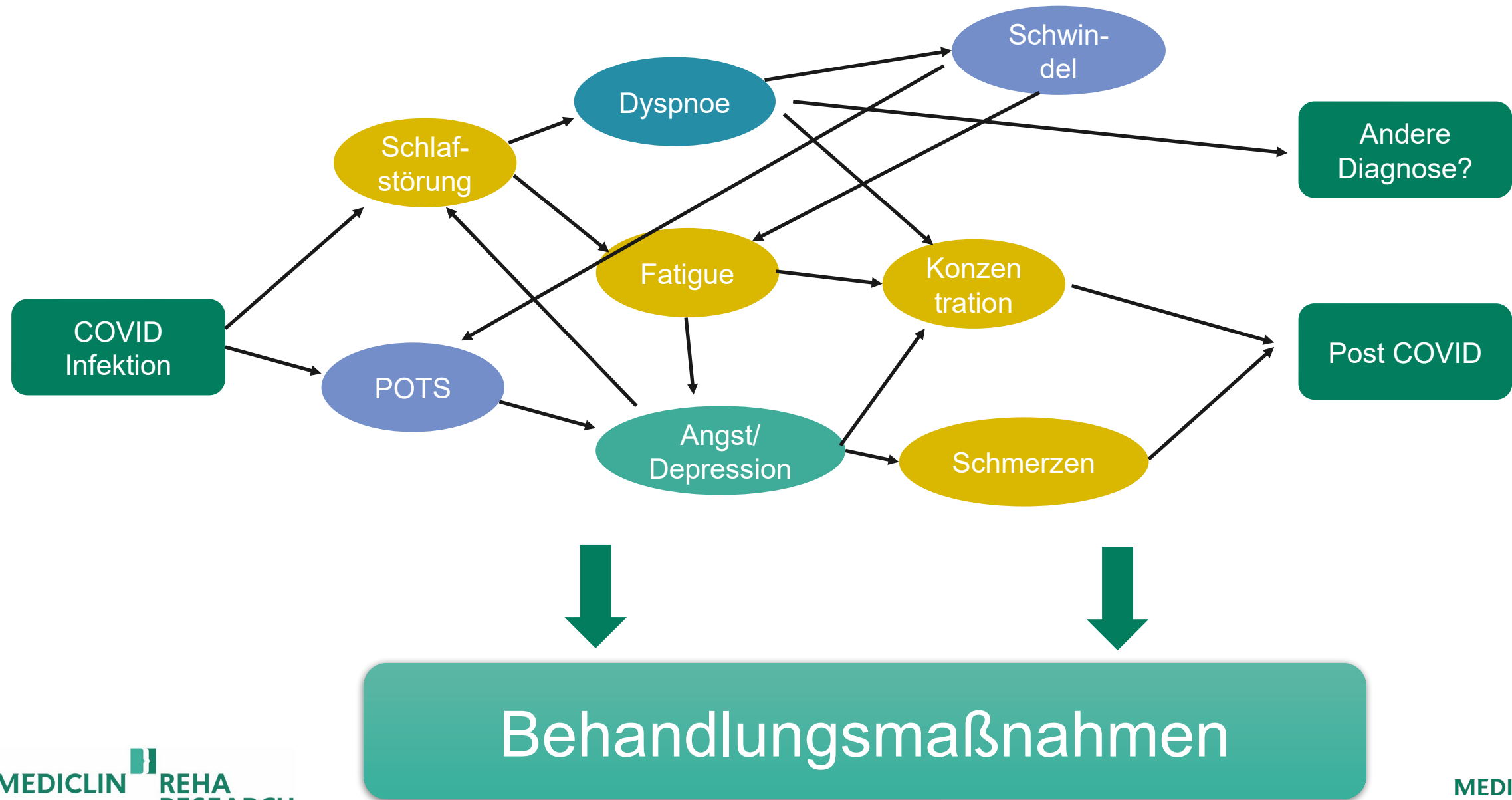
Symptom groups	Symptoms	PCS-phenotypes				Subgroups of P4		
		P1	P2	P3	P4	P4.1	P4.2	P4.3
Fatigue	Fatigue	75%	49%	64%	24%	15%	54%	26%
Cardiopulmonary	Dyspnea, Cough	53%	36%	14%	6%	5%	8%	11%
CNS	Hyposmia, Cognition	87%	18%	80%	21%	24%	8%	21%
Pains	Headache, Thoracic pain, Muscle pain	65%	26%	30%	14%	8%	35%	16%
Psychosomatic	Anxiety, Depression, Sleep disturbance	75%	23%	51%	25%	25%	38%	5%
Percentage of cases (n = 504)		23%	20%	28%	29%	20%	5%	4%

Modellentwicklung der Kausalitäten

Ansätze für eine individuelle Therapie

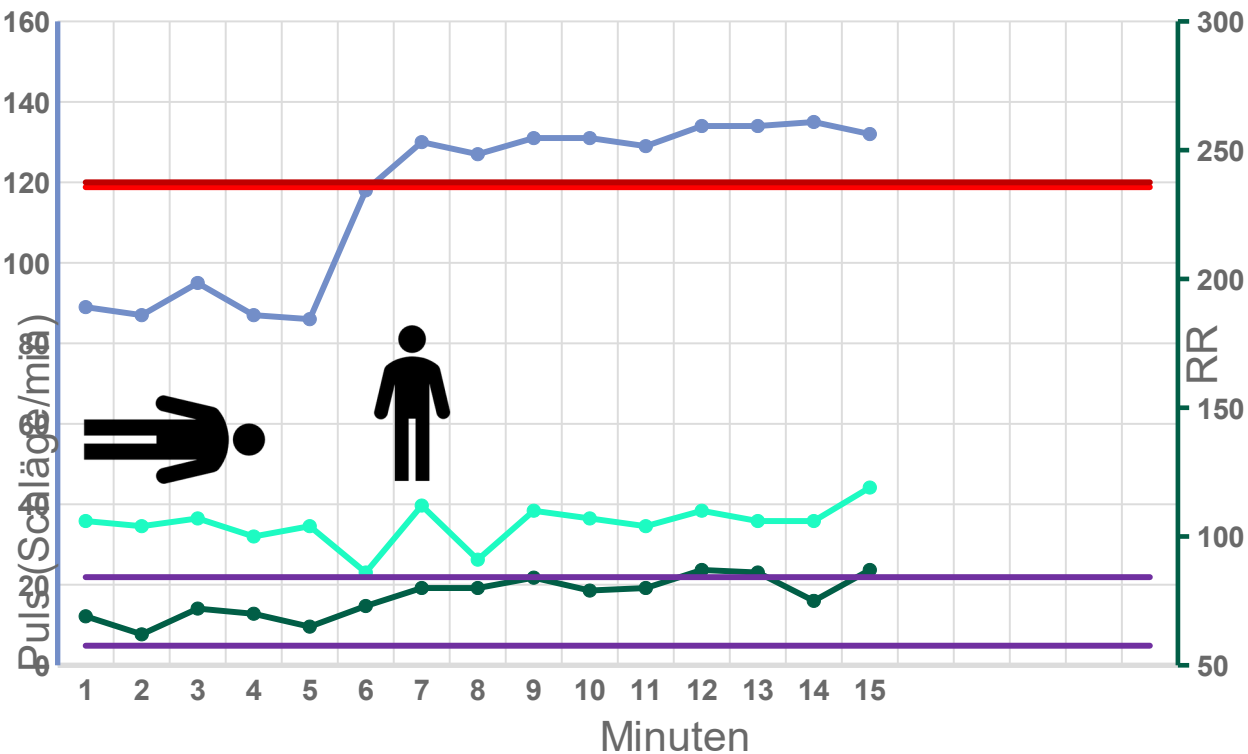
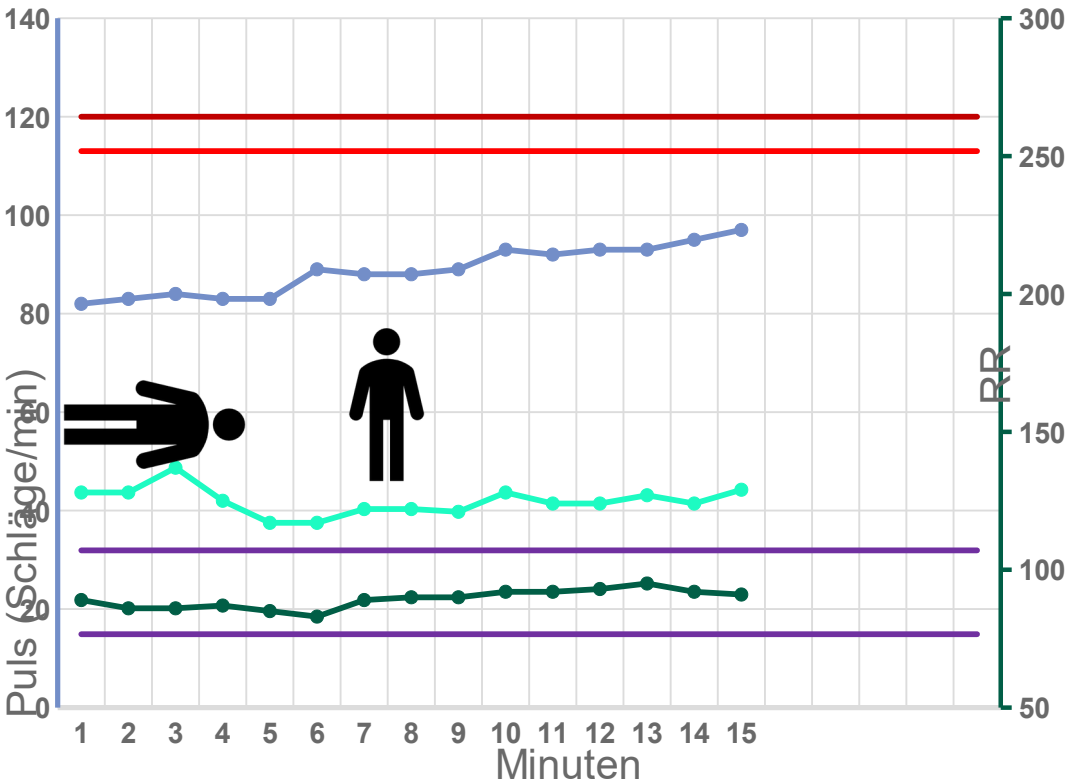
Symptom	Fatigue	Dyspnea	Cough	Headache	Thoracic pain	Muscle pain	Hyposmia	Cognition	Anxiety	Depression	Sleep disturbance	
Fatigue	x	0.41	0.15	0.37	0.27	0.36	0.17	0.48	0.33	0.31	0.36	PCS
Dyspnea	0.49	x	0.32	0.15	0.28	0.22	0.12	0.17	0.21	0.15	0.17	
Cough	0.21	0.26	x	0.14	0.25	0.14	0.08	-	0.12	-	0.08	
Headache	0.38	0.33	0.29	x	0.32	0.37	0.25	0.45	0.29	0.27	0.35	
Thoracic pain	0.30	0.31	0.31	0.38	x	0.32	-	0.22	0.23	0.22	0.21	
Muscle pain	0.47	0.43	0.26	0.57	0.35	x	0.14	0.32	0.23	0.22	0.30	
Hyposmia	0.23	0.16	0.17	0.16	-	0.19	x	0.32	0.07	0.12	0.18	
Cognition	0.50	0.35	0.18	0.33	0.25	0.49	0.17	x	0.30	0.35	0.41	
Anxiety	0.27	0.20	-	0.25	-	0.34	-	0.47	x	0.55	0.34	
Depression	0.24	0.21	-	0.31	-	0.34	-	0.43	0.56	x	0.37	
Sleep disturbance	0.42	0.33	-	0.39	0.31	0.49	-	0.52	0.35	0.44	x	
Control												

Entwicklung eines Kausalitäts- und Therapiemodells?



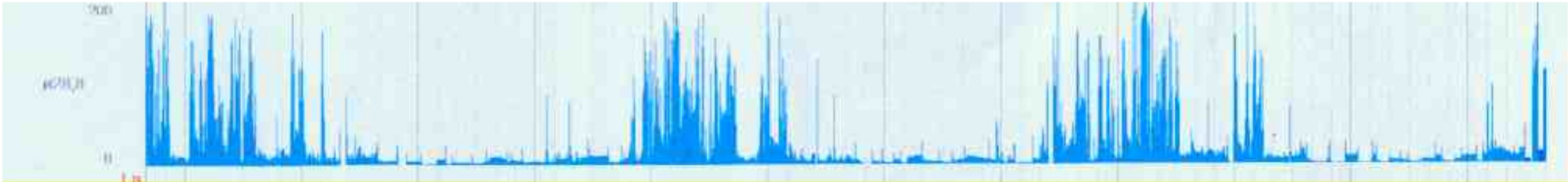
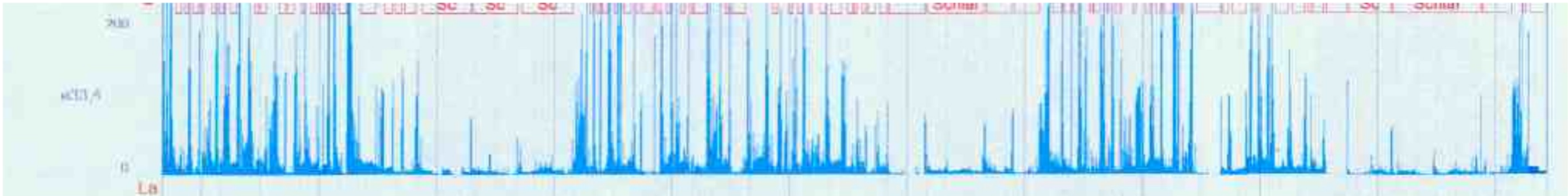
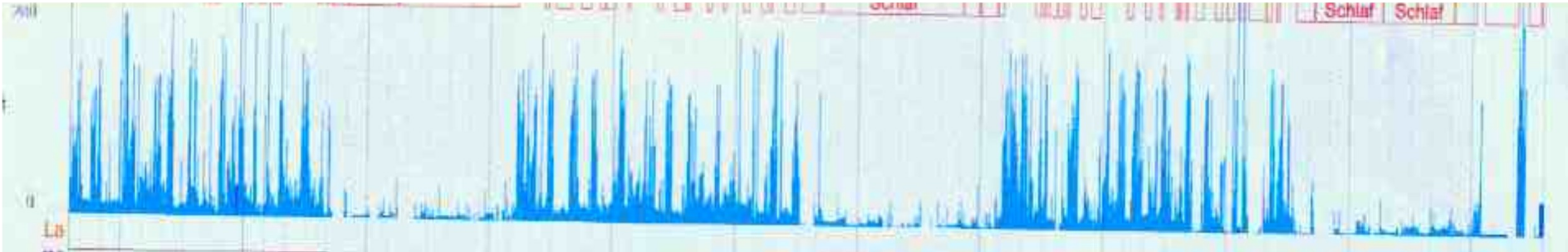
Neue Messmethoden notwendig

Posturales orthostatiches Tachykardie Syndrom (POTS)



Autonome Messungen in Kooperation mit RWTH Aachen/Neurologie

Was „erzählen“ uns die Aktivität Tracker



0

24

48

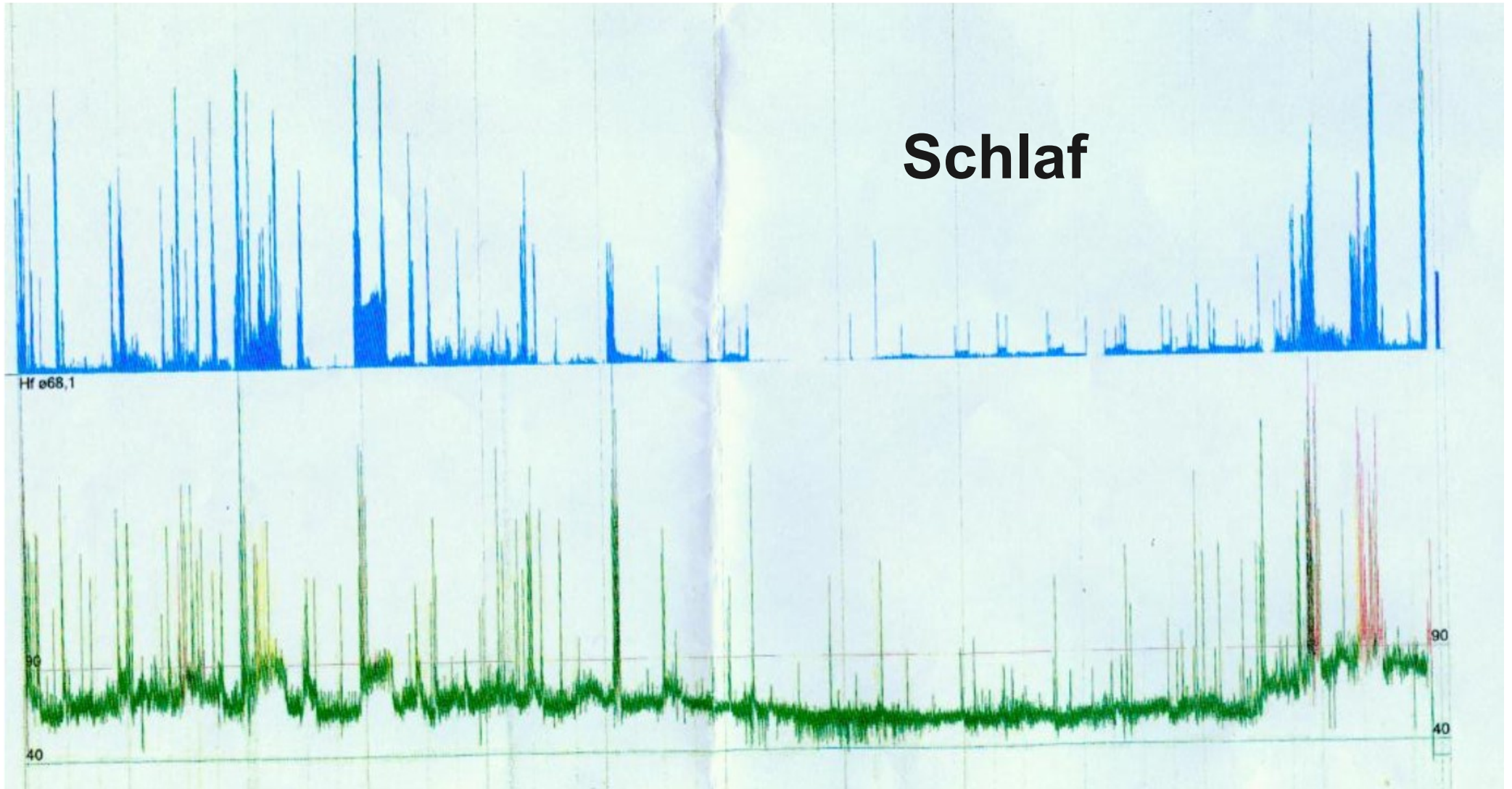
74 Stunden

Bewegungsaktivität kombiniert mit EKG/ Herzfrequenzmessung

Bewegung

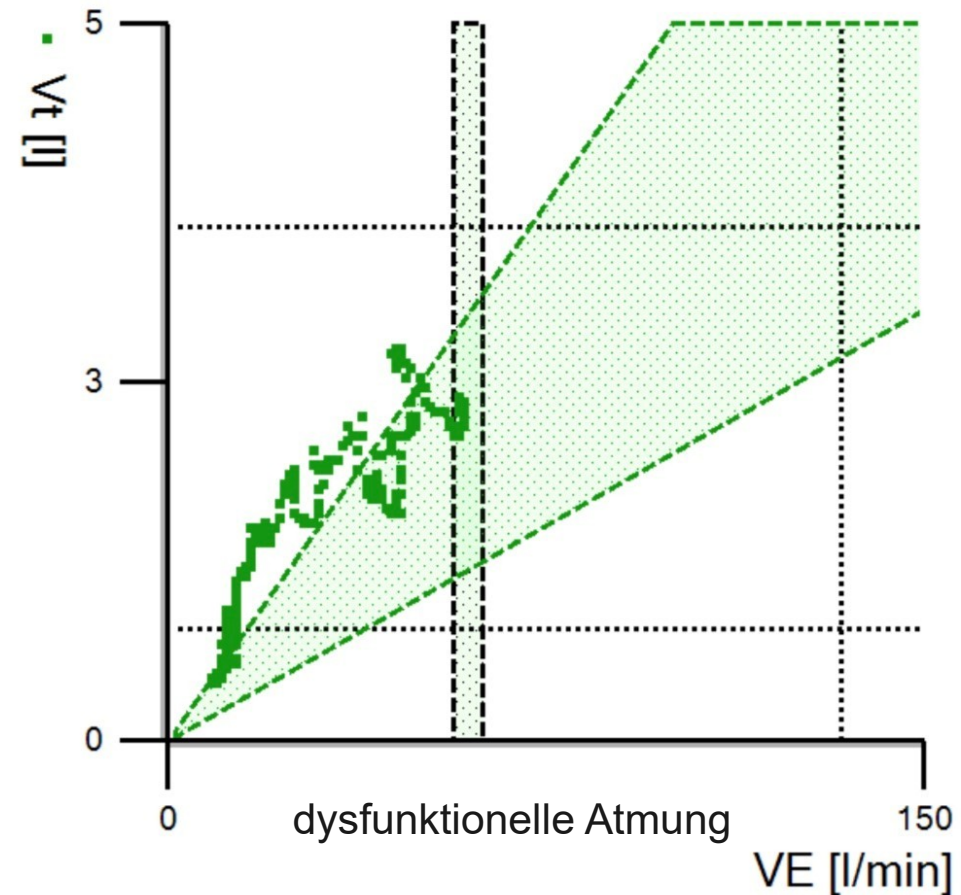
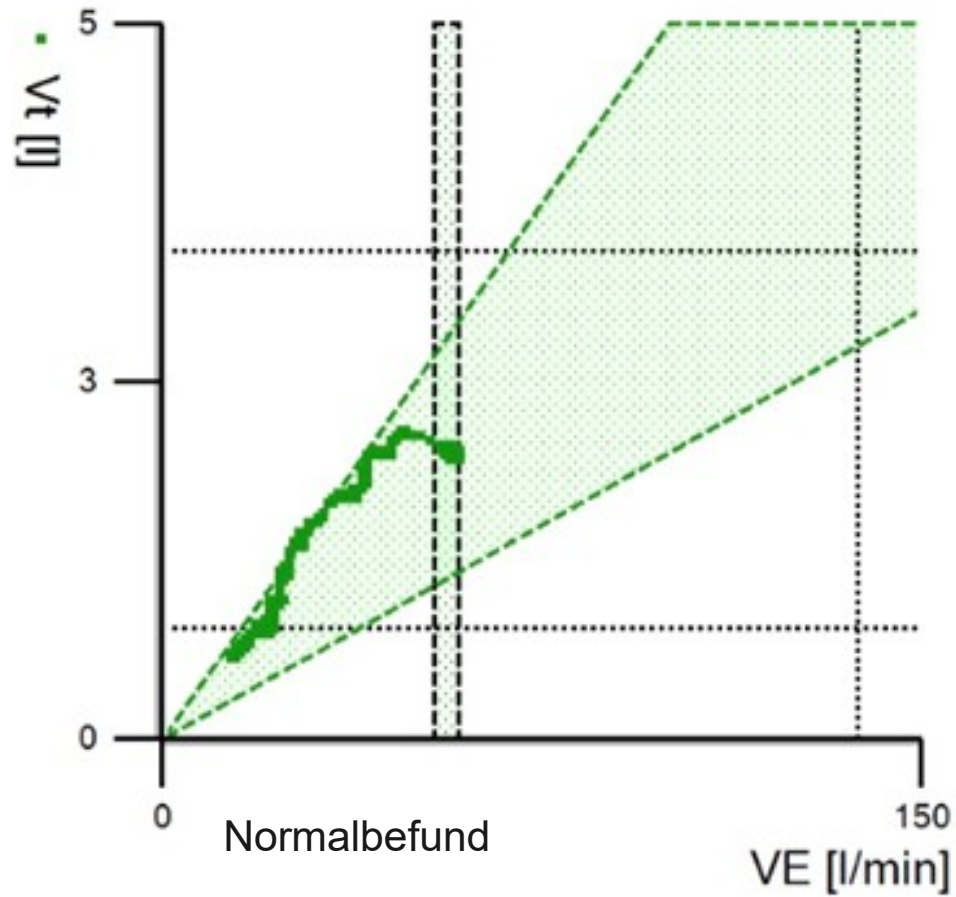
Schlaf

Herzfrequenz



24 Stunden

Dysfunktionelle „chaotische“ Atmung in der Spiroergometrie



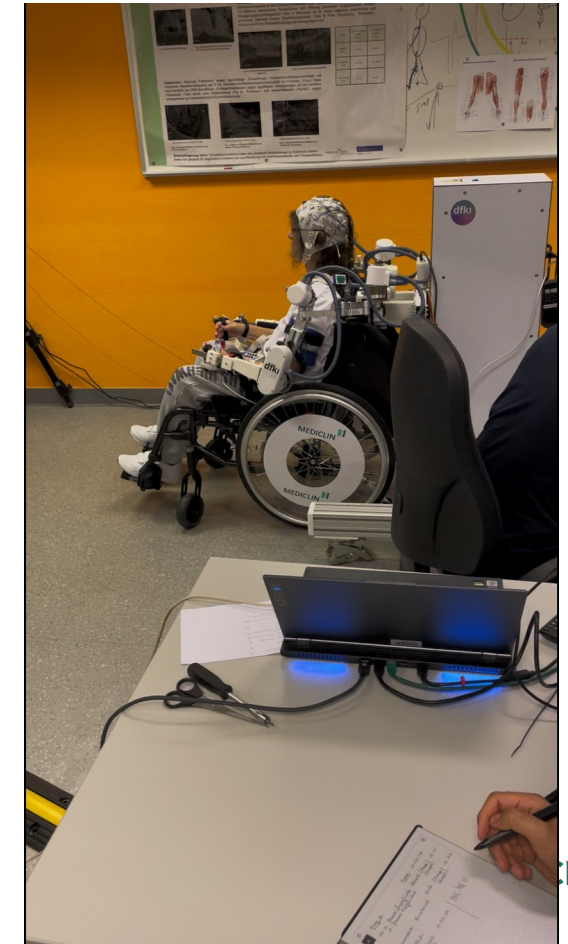
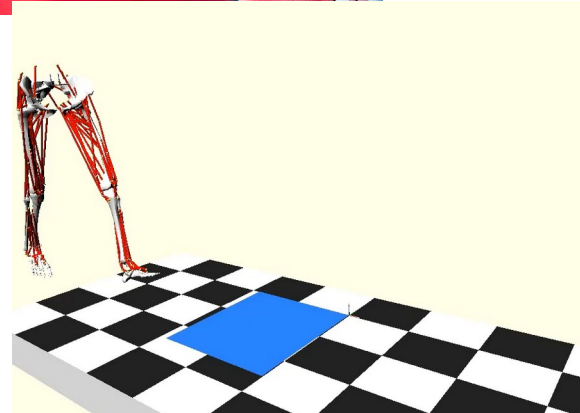
Was hat sich geändert durch Corona?

1. Rehaportal – neue Leistungen: Post COVID Rehabilitation
2. Interdisziplinäre Zusammenarbeit verstärkt z.B. Expertenboards
3. Nutzung von digitalen Systemen: Televisite, Telesprechstunde, KI
4. Partizipation der Rehabilitanden erhöht
5. Brauchen wir Reha- Leistungs- Zentren?
6. Stärkung der Reha- Forschung?

Unsere Vision Reha- Leistungs - Zentren



Wir müssen die Rehabilitation wissenschaftlich weiter entwickeln und aktiv mitgestalten



Post COVID scheint ein gallisches Dorf zu sein!

Wir sind auf der Suche nach dem Zaubertrank



Verbundprojekt „Post-COVID_E-Doc“



**Vielen Dank dem Bundesministerium für Gesundheit
(BMBF) für die Förderung des Projektes „Post-
COVID_E-Doc“!**

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

