

Nutzung von gradientenähnlichen Informationen zur algorithmischen Diagnose und Behandlungsplanung beim Post-COVID-Syndrom – erste Ansätze und Erkenntnisse

Tobias May, Dominik Raab, Tobias Klomp, Jürgen Wagner, Mario Siebler, Andrés Kecskeméthy

Problemstellung und Lösungsansatz

Im vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt Post-COVID E-Doc (FKZ 16SV9164) sollen Symptome identifiziert werden, die zur maschinellen Diagnose des Post-COVID-Syndroms (PCS) beitragen können. In der Medizin werden zur Diagnose in der Regel punktuelle Informationen wie Einzelmessungen zum Gesundheitszustand verwendet. Aufgrund unterschiedlicher Symptomausprägungen bei gesunden Individuen ist jedoch der Absolutwert der Symptomausprägung oft nicht aussagekräftig, da sich die Absolutwerte von Selbsteinschätzungen aufgrund von Einflussfaktoren wie dem Alter oder Lebensstil gesunder Personen individuell unterscheiden können. In dieser Arbeit wird ein systemdynamischer Ansatz (Zustandsänderungen ist eine Funktion des Zustands) untersucht, indem aus der Zustandsänderung in Bereichen monoton veränderlicher Gradienten und deren Abfolge der Zustand bestimmt wird (Bild 1). Während kranke und gesunde Individuen gleiche Absolutwerte aufweisen, können diese anhand des zeitlichen Verlaufs der Symptomausprägungen unterschieden werden. In der Medizin haben sich solche zeitlichen Änderungen lediglich zur Prognose des Krankheitsverlaufs wie z. B. bei Depressionen [1] oder Evaluation von Therapien etabliert.

Zeitverlauf der Symptomausprägung

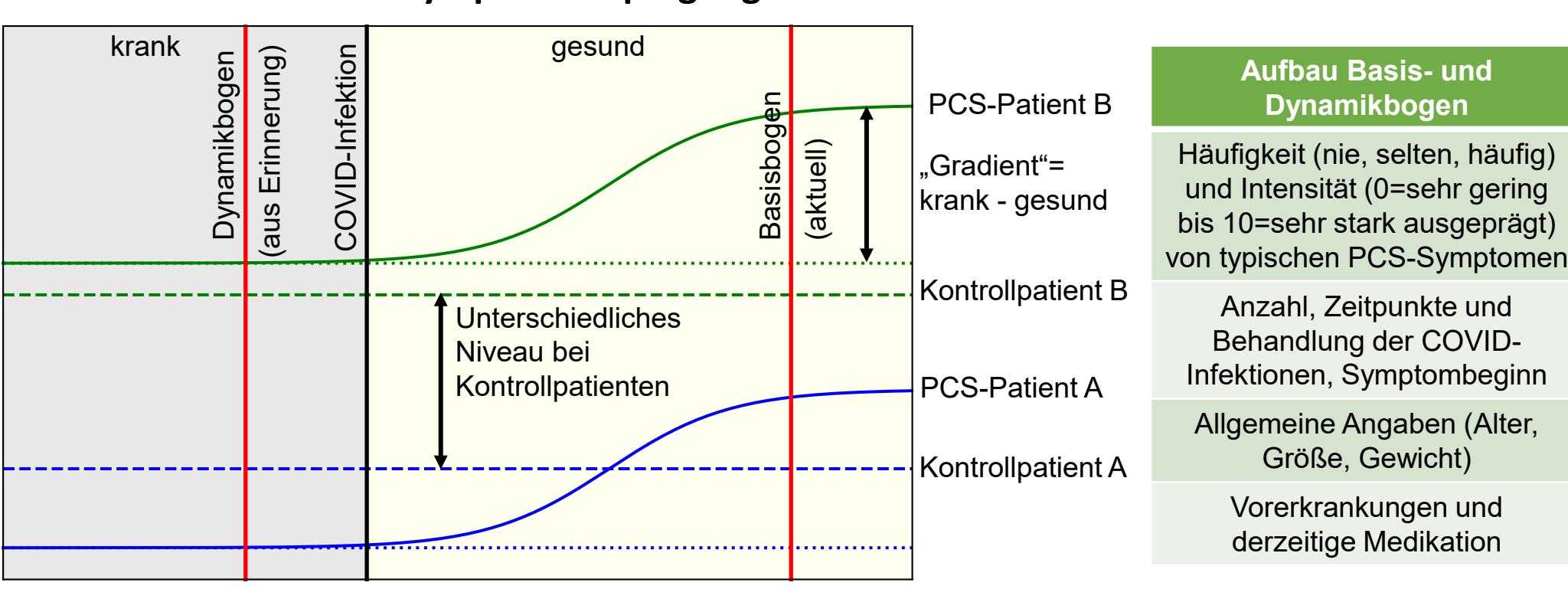


Bild 1: Konzept zur Modellierung und Erfassung des Krankheitsverlaufs

Anwendung auf Post-COVID

Wünschenswert zur Modellierung des Krankheitsverlaufs wären Messungen und mehrere Abtastpunkte. Da die PCS-Symptome vielfach nicht objektiv gemessen werden können [2], werden die Häufigkeiten und Intensitäten typischer PCS-Symptome über Selbsteinschätzungen mittels Fragebögen erfasst. Aufgrund der eingeschränkten Belastbarkeit und Erinnerungsvermögens der Patienten kann hier der Krankheitsverlauf lediglich über zwei Abtastpunkte als gradientenähnliche Informationen bewertet werden (Bild 1). Über einen Basisbogen wird der aktuelle Gesundheitszustand und in einem entsprechend aufgebauten Dynamikbogen der Gesundheitszustand im Bezugsjahr, dem Jahr vor der potenziell auslösenden COVID-Infektion, erfasst. Da apparative Diagnostik und Leitlinien zur PCS-Diagnose fehlen, wird als PCS-Diagnose und Zielgröße der Modellierung das Mehrheitsvotum eines interdisziplinären Expertenboards verwendet [2]. Der Fokus dieser Arbeit liegt aufgrund des systemdynamischen Ansatzes auf der Evaluation der Gradienten und Einzelmessungen zur Unterscheidung zwischen PCS- und Kontrollpatienten (Bild 2, grünes Feld). Spätere Arbeiten betrachten auf dieser Basis maschinelle Lernverfahren einschließlich Feature-Extraktion für die maschinelle Diagnostik (Bild 2, gelbes Feld). Kontinuierliche Messungen sind für zukünftige Projekte vorgesehen.

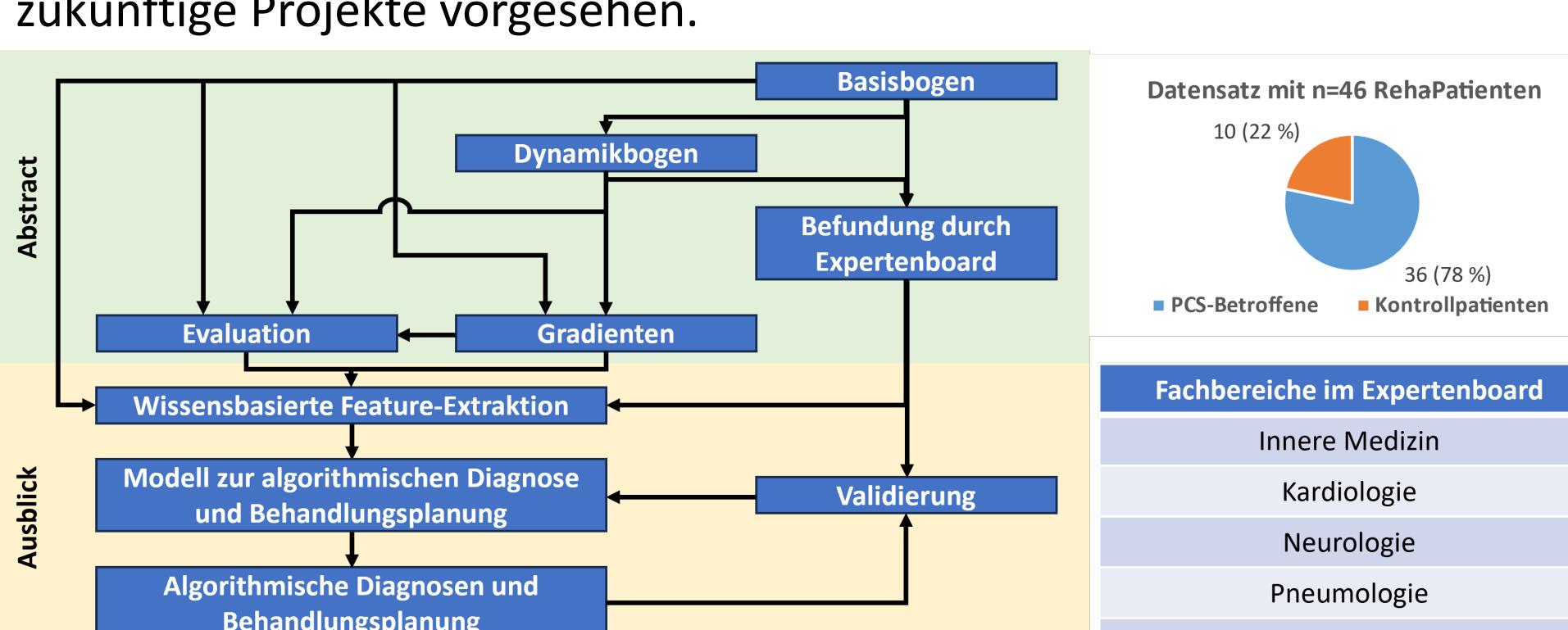


Bild 2: Konzept zur Modellentwicklung

Erste Erkenntnisse der Auswertung

Eine erste Auswertung für Intensitätsgradienten von 36 PCS-Patienten und 10 Kontrollpatienten zeigt, dass bei einigen Symptomen (Teilhabe, psychische und kardiopulmonale Belastungen) mittels Gradienten größere Differenzen zwischen

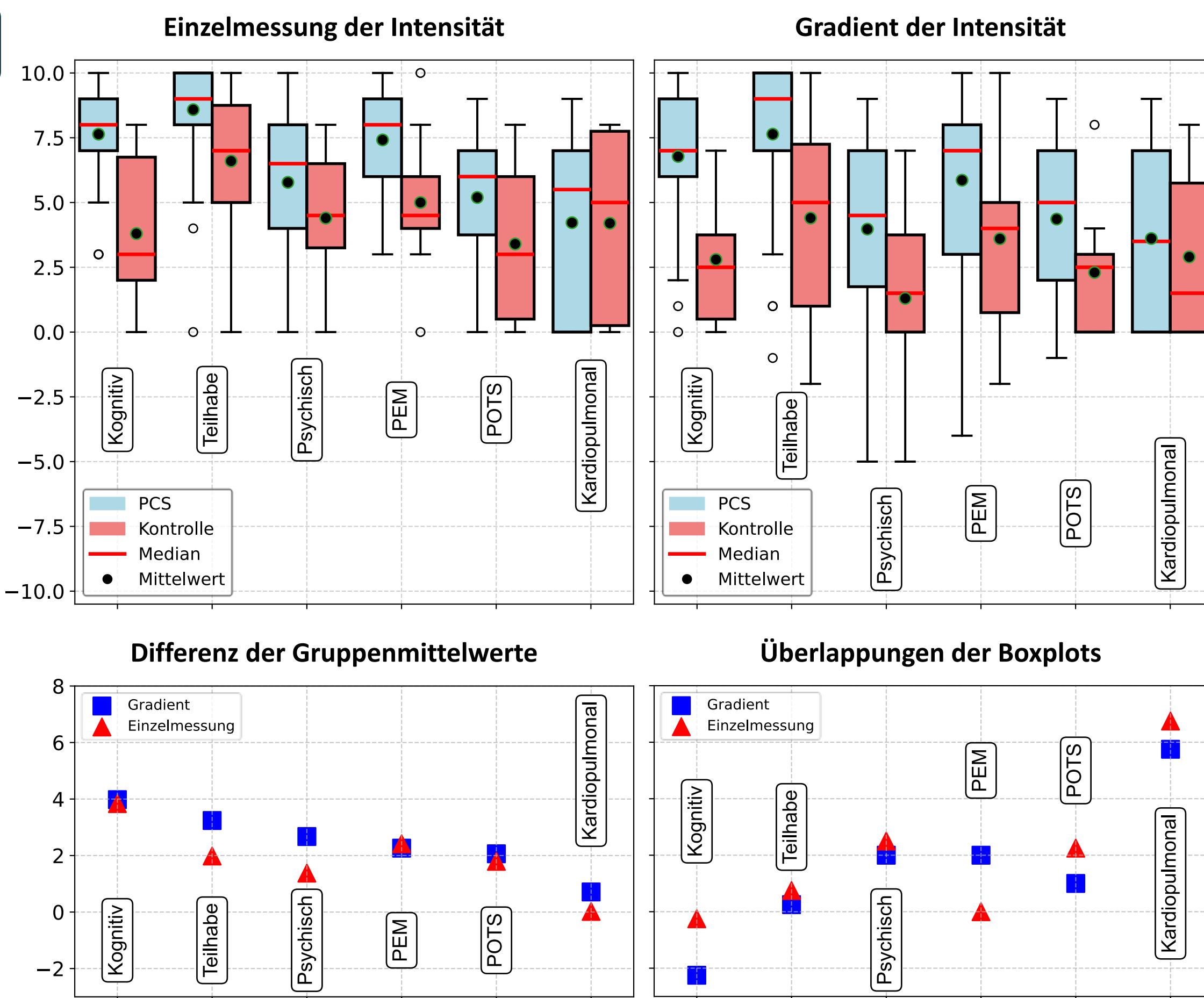


Bild 3: Vergleich der Unterscheidung von PCS- und Kontrollpatienten mittels Einzelmessungen und gradientenähnlicher Informationen zur Intensität kognitiver Symptome, Teilhabe, psychischer Symptome, post-exertionalen Malaise (PEM), posturalen orthostatischen Tachykardie-Syndrom (POTS) und kardiopulmonaler Symptome

den Gruppenmittelwerten von PCS- von Kontrollpatienten als bei Einzelmessungen auftreten (Bild 3). Dagegen liegen bei anderen Symptomen (kognitive Einschränkungen, POTS und PEM) die Gruppenmittelwertdifferenzen auf einem Niveau. Wird zusätzlich die Trennschärfe als Überlappung der Boxplots (plus=Überlappung, negativ=Trennung) berücksichtigt, werden deutliche Unterschiede zwischen den Gradienten und den Einzelmessungen für die Fälle gleicher Gruppenmittelwertdifferenzen (kognitiv, POTS und PEM) feststellen. Erste Erkenntnisse sind wie folgt: Bei komplexen und subjektiven Erkrankungen wie PCS scheinen systemdynamische (hier gradientenähnliche) Kriterien eine bessere Trennschärfe zur Diagnostik als Einzelmessungen zu erzielen. Naheliegende objektive Kriterien wie z. B. kardiopulmonale Belastungen ergeben gegenüber subjektiven Empfindungen keine deutlichen Unterscheidungsmerkmale sowohl in der Einzelmessung als auch in der differenziellen Betrachtung. Dies ist möglicherweise auch darauf zurückzuführen, dass neurologische Patienten im Datensatz überrepräsentiert sind. Auffällig ist die große Überlappung in einigen Kriterien der differenziellen (psychische und kardiopulmonale Belastungen), die auf die weite Verbreitung psychischer und kardiopulmonaler Belastungen in der Allgemeinbevölkerung zurückzuführen ist.

Einschränkungen und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit erzielen systemdynamische Gradienten eine schärfere Trennung zwischen PCS- und Kontrollpatienten als Einzelmessungen. Die statistische Signifikanz dieser Erkenntnisse ist aufgrund der geringen Fallzahl noch nicht gesichert. Die Hypothesen sollen in Zukunft mit einem größeren Datensatz untersucht werden. Ferner soll die Eignung der Gradienten und Einzelmessungen zur algorithmischen Rekonstruktion der Diagnosen des Expertenboards mittels maschinellen Lernens beurteilt werden.

Literaturverzeichnis

1. Paulus S (2023) Erschöpfungsdepression. Zur zeitlich-dynamischen Erfassung von Krankheitsverläufen. Psychotherapie-Wissenschaft 13(2):39–47
2. Davis HE, Assaf GS, McCorkell L, Wei H, Low RJ, Re'em Y, Redfield S, Austin JP, Akrami A (2021) Characterizing long COVID in an international cohort: 7 months of symptoms and their impact. EClinicalMedicine 38. doi:10.1016/j.eclim.2021.101019

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Förderlinie „Hybride Interaktionssysteme zur Aufrechterhaltung der Gesundheit auch in Ausnahmesituation-en“. Wir danken allen Beteiligten der MediClin-Kliniken Bad Düben, Bosenberg, Deister, Essen, Gernsbach, Königsfeld, Reichshof, Staufenburg für ihren Einsatz bei der Erhebung der Daten.

QR-Code
zum Poster

