

**Referent/in**

Jakubowitz, Eike (Hannover DE) | Dr. Dipl.-Ing.

Orthopädische Klinik der MHH - Institut für Orthopädische Bewegungsdiagnostik, Labor für Biomechanik

**Titel**

Die Vorhersagbarkeit von Greifbewegungen durch neurofunktionelle Repräsentationen: Eine Machbarkeitsstudie

**Coauthors**

Feist T, Obermeier A, Gempfer V, Hurschler C, Windhagen H, Laves MH

**Zusammenfassung**

In dieser Studie konnte festgestellt werden, dass die anstehende Greifbewegung von Probanden anhand ihrer kortikalen Aktivierung vorhergesagt werden kann. Das Ergebnis stellt eine vielversprechende Lösung dar, um die Steuerung von Armprothesen für den Anwender intuitiver und flüssiger zu gestalten.

**Hintergrund**

Trotz aller technischen Fortschritte sind intuitive, fließende und natürlich ineinander übergehende Greifbewegungen in der Prothetik der oberen Extremität immer noch nicht möglich. Ein Teil dieses Problems besteht darin, dass das menschliche Greifen ein relativ schneller Vorgang ist und Steuersignale nicht zeitnah genug erzeugt und verarbeitet werden können. Demgegenüber werden synergetische Greifkinematiken auch auf kortikaler Ebene kodiert, wobei die neurofunktionelle Aktivierung bereits während der Handlungsplanung - also vor der eigentlichen Bewegungsausführung - stattfindet. Ziel der vorliegenden Studie war es daher zu prüfen, ob es anhand dieser Aktivierung prinzipiell möglich ist, verschiedene Greifbewegungen frühzeitig genug zu unterscheiden, um diese Information z.B. komplementär für eine intuitivere Prothesensteuerung nutzen zu können.

**Material Methode; Durchführung/ Prozess**

Von 13 gesunden Probanden, die wiederholt 16 ADLs auf Basis verschiedener Greif-Taxonomien ausführten, wurden EEG-Datensätze aufgezeichnet und prozessiert. Anhand von Merkmalen, die aus dem Wachzustands- und dem Gesamtfrequenzband-Zeitbereich extrahiert wurden, konnten mehrere gängige Klassifizierungsalgorithmen trainiert werden. Mit Blick auf

eine prothetische Anwendung wurde zudem getestet, ob ein Vortraining der Klassifikatoren für eine spätere Spezialisierung für eine Zielperson Vorteile bietet oder nicht.

### **Ergebnisse**

Ein Support-Vector-Machine-Algorithmus ohne Vortraining mit räumlichen Kovarianzmatrizen als EEG-Signaldeskriptoren auf Basis der Riemannschen Geometrie zeigte mit  $0,91 \pm 0,05$  die höchste balancierte Genauigkeit bei der Unterscheidung von fünf Greifklassen nach der Cutkosky-Taxonomie in einem Intervall von 1,0s vor bis 0,5s nach der Bewegungsinitiierung. Eine Verbesserung der Ergebnisse durch eine nachgeschaltete Spezialisierung konnte bei keinem Klassifikator beobachtet werden. Beim Vergleich der beiden Frequenzbänder ( $f = 8,0 - 30,0$  Hz (Alpha- und Betaband) und  $f = 0,5 - 100,0$  Hz (Delta- und Gammaband)) zeigten sich keine signifikanten Genauigkeitsunterschiede. Obwohl ein kürzeres Zeitintervall von 1,0s vor bis genau zur Bewegungsinitiierung (0,0s) zu Genauigkeitsverlusten von 4-10% für alle Klassifikatoren führte, blieben die Klassifikationsleistungen dennoch signifikant ( $p < 0,01$ ).

### **Diskussion/ Schlussfolgerung; Fazit für die Praxis**

Neurofunktionelle Repräsentationen ermöglichen die Unterscheidung von fünf verschiedenen Greifbewegungen mit hoher Genauigkeit bereits vor der eigentlichen Greifhandlung. Sie besitzen also einen prädiktiven Charakter und es scheint somit prinzipiell möglich zu sein, sie für die Prothetik der oberen Extremität in einem zeitlich hinlänglichen Intervall nutzen zu können. Für die konventionelle EMG-Steuerung wäre somit die Einführung eines ergänzenden EEG-Steuersignals denkbar, in dem die jeweilige Greifaufgabe als diskrete Klasse vorhergesagt werden könnte, um die Prothesenhand kinematisch auf die anstehende Greifaufgabe vorzubereiten. Zeitaufwendige und unintuitive Umschaltvorgänge zwischen verschiedenen Greifarten wären damit für den Nutzer nicht mehr notwendig. Obwohl entscheidende Repräsentationen die Unterscheidungsgenauigkeit erst kurz nach der Bewegungsinitiierung positiv zu beeinflussen scheinen, sehen wir trotzdem die vielversprechende Möglichkeit einer solchen Entscheidungsfindung bereits vor der eigentlichen Greifhandlung. Ein Vortraining ist möglich, führte aber nicht zu besseren Ergebnissen, so dass darin kein Vorteil zu erkennen ist. Inwieweit die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie

tatsächlich in der Prothetik Anwendung finden können, soll nun in weiterführenden Studien mit Amputierten geprüft werden.

### **Literaturreferenzen**

-