

# KI basiertes Brain-Computer Interface

Teamorientiertes Projekt – Sommersemester 2022



## Einführung

Brain-Computer-Interfaces (BCIs) wandeln die gemessenen Aktivitäten des Zentralen Nervensystems in eine künstliche Ausgabe um. Sie dienen somit als Verbindung zwischen Umwelt und Gehirn. Verwendung finden diese Schnittstellen beispielweise bei der Steuerung eines Rollstuhls für ganzkörpergelähmte Personen rein durch Impulse des Gehirns über eine Künstliche Intelligenz (KI). Zum Training dieser KI benötigt man sogenannte Trials, die mithilfe eines EEG-Geräts (Elektroenzephalogramm) erfasst werden. Ein Trial ist ein aufgenommener Gedankenstrom mit einer bestimmten Dauer, währenddessen die Testperson denselben Gedankenimpuls gibt (z.B. nach rechts denken).

## Datenanalyse

Zur Erkennung von Bewegungen werden zunächst die EEG-Daten von zwei Elektroden im Bereich des Motory Cortex genommen. Nach dem Einteilen des EEG-Datenstroms in kleinere Fenster, werden mithilfe einer Fourier Transformation für beide Elektroden das Frequenzspektrum innerhalb des Fensters berechnet. Durch die Integration über einen bestimmten Frequenzbereich, z.B. Alpha-Band mit 9-15Hz, kann nun die Energie pro Elektrode extrahiert werden. Mittels der Energiedifferenz beider Elektroden kann, wenn diese einen bestimmten Grenzwert überschreitet, die Richtung bestimmt werden.

## Projektziel

Zum Trainieren einer KI sind eine große Menge an EEG-Trials notwendig, um eine sinnvolle Qualität zu erreichen. Die Gewinnung solcher Trials soll im Rahmen dieses Projektes durch ein einfach gestaltetes Spiel realisiert werden. Die Testperson stellt sich hierbei rechts und links Bewegungen vor, welche von der Datenanalyse in Steuerungssignale für das Spiel umgewandelt werden. Währenddessen werden die Trials erfasst und gespeichert. Auf diese Weise kann sich die Testperson besser und über einen längeren Zeitraum konzentrieren. Zudem wird durch eine direkte Rückmeldung an die Testperson eine höhere Qualität der Trials erzielt.



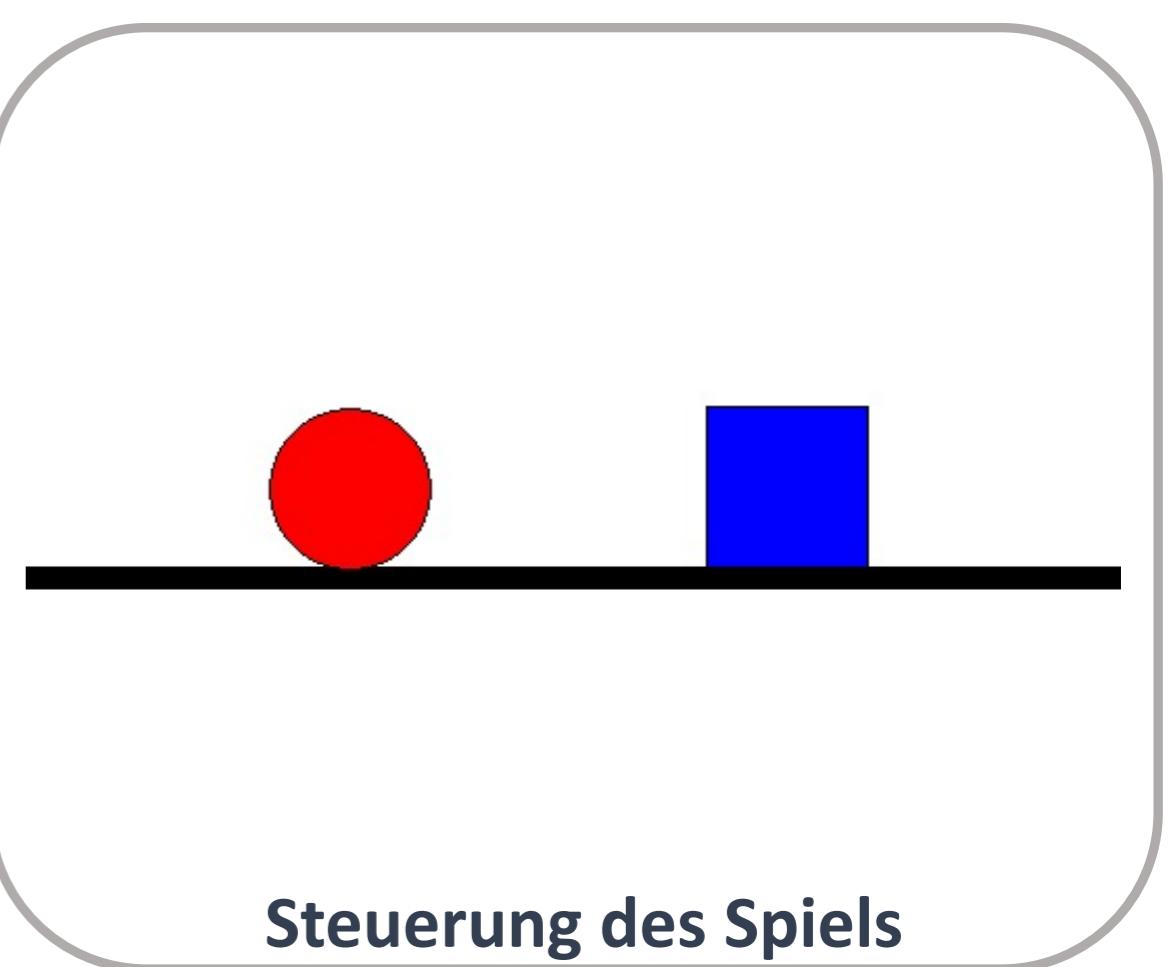
Datenerfassung

```
mean = np.mean(values)
standard_deviation = np.std(values)
normalized_h_con = (h_con - mean) / standard_deviation if

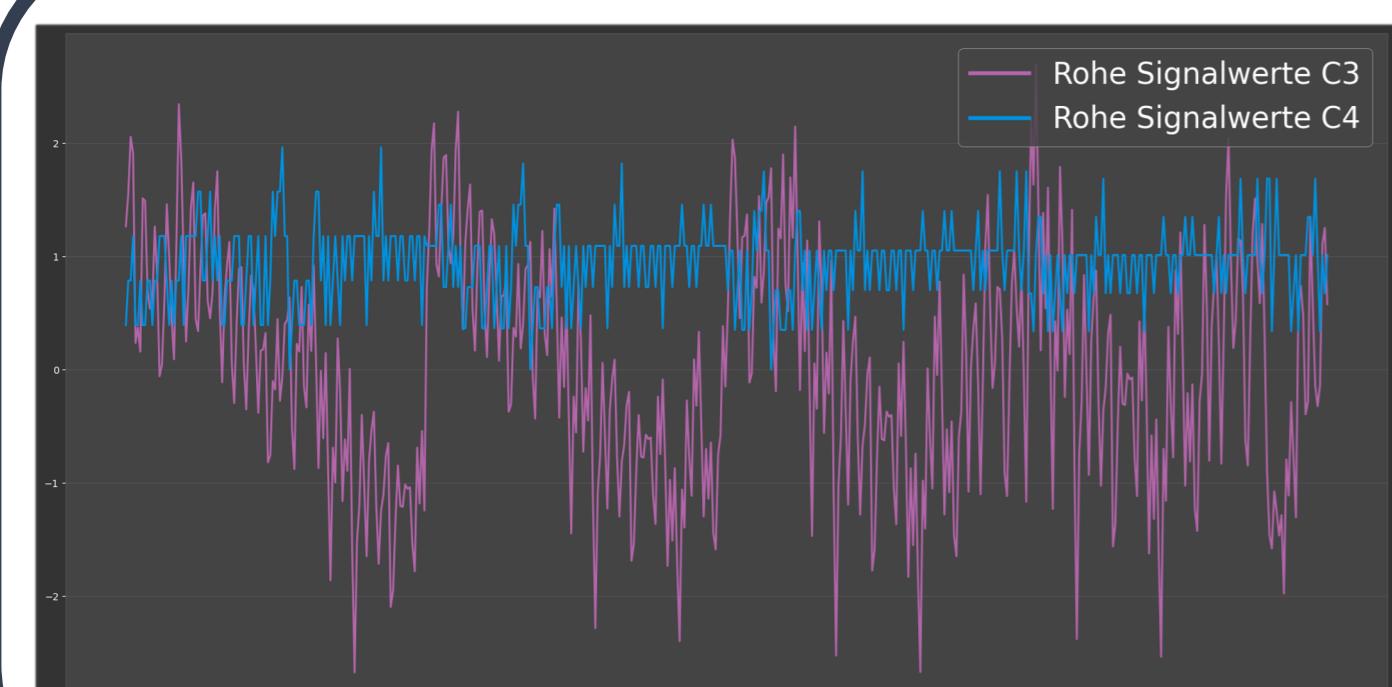
# converts the returned h_con to the corresponding label
if normalized_h_con > threshold-0.2:      # left
    calculated_label = 0
    post_event("move_left_direction")
elif normalized_h_con < -threshold:          # right
    calculated_label = 1
    post_event("move_right_direction")
else:
    calculated_label = -1

if not queue_manager.queue_hcon.full():
    queue_manager.queue_hcon_norm.put(normalized_h_con)
    queue_manager.queue_hcon.put(h_con)
if not queue_manager.queue_c3_pow.full() and not queue_manager.queue_c4_pow.full():
    queue_manager.queue_c3_pow.put(area_c3)
    queue_manager.queue_c4_pow.put(area_c4)
```

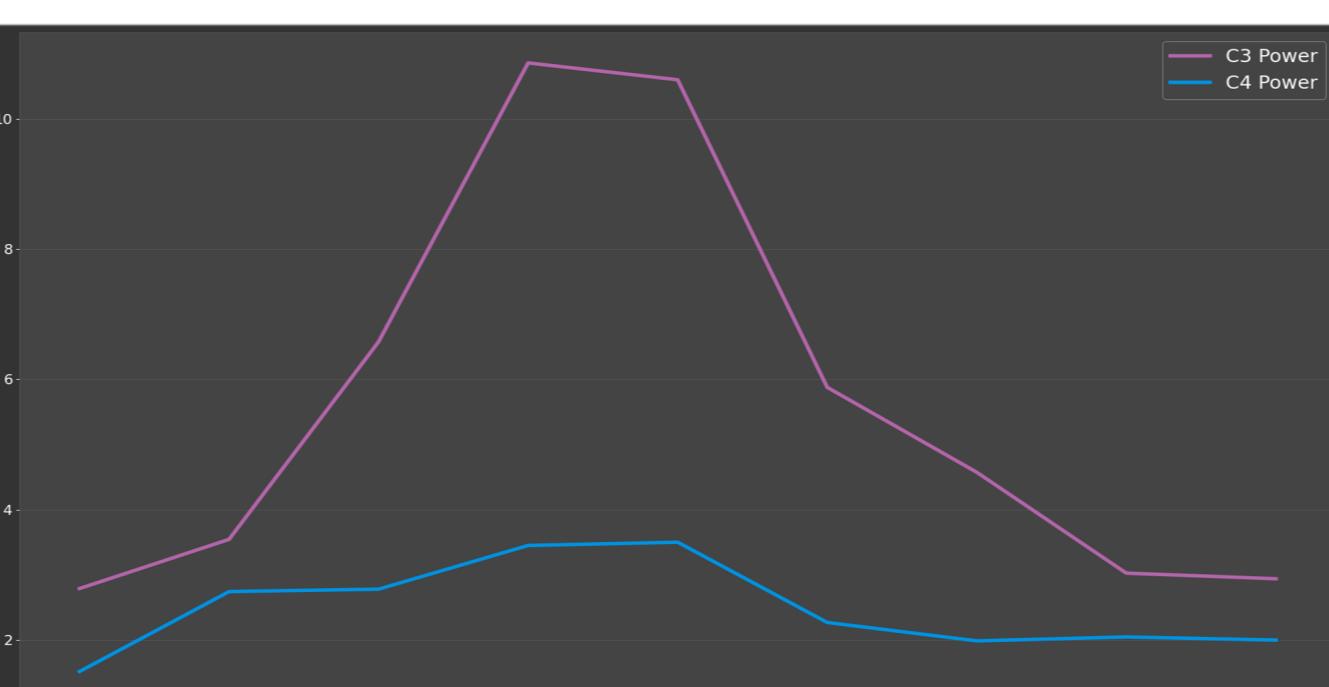
Datenanalyse



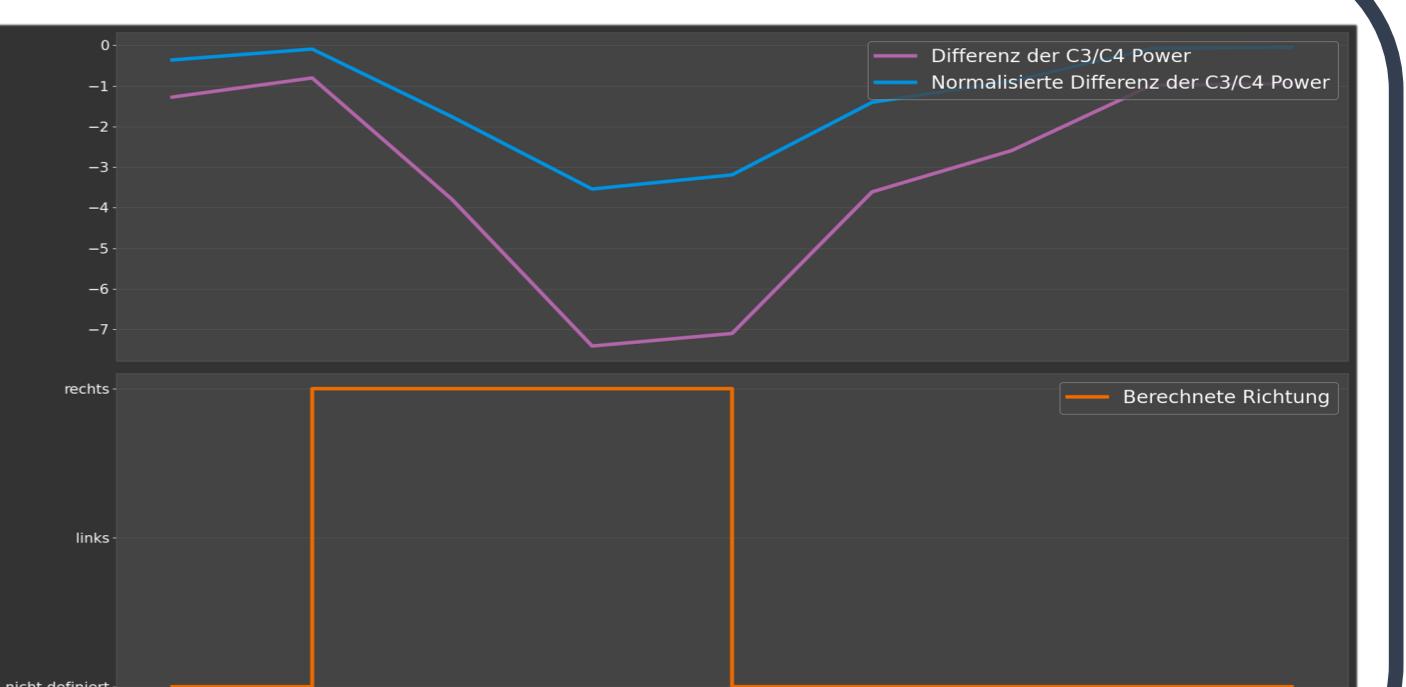
Steuerung des Spiels



Rohdaten

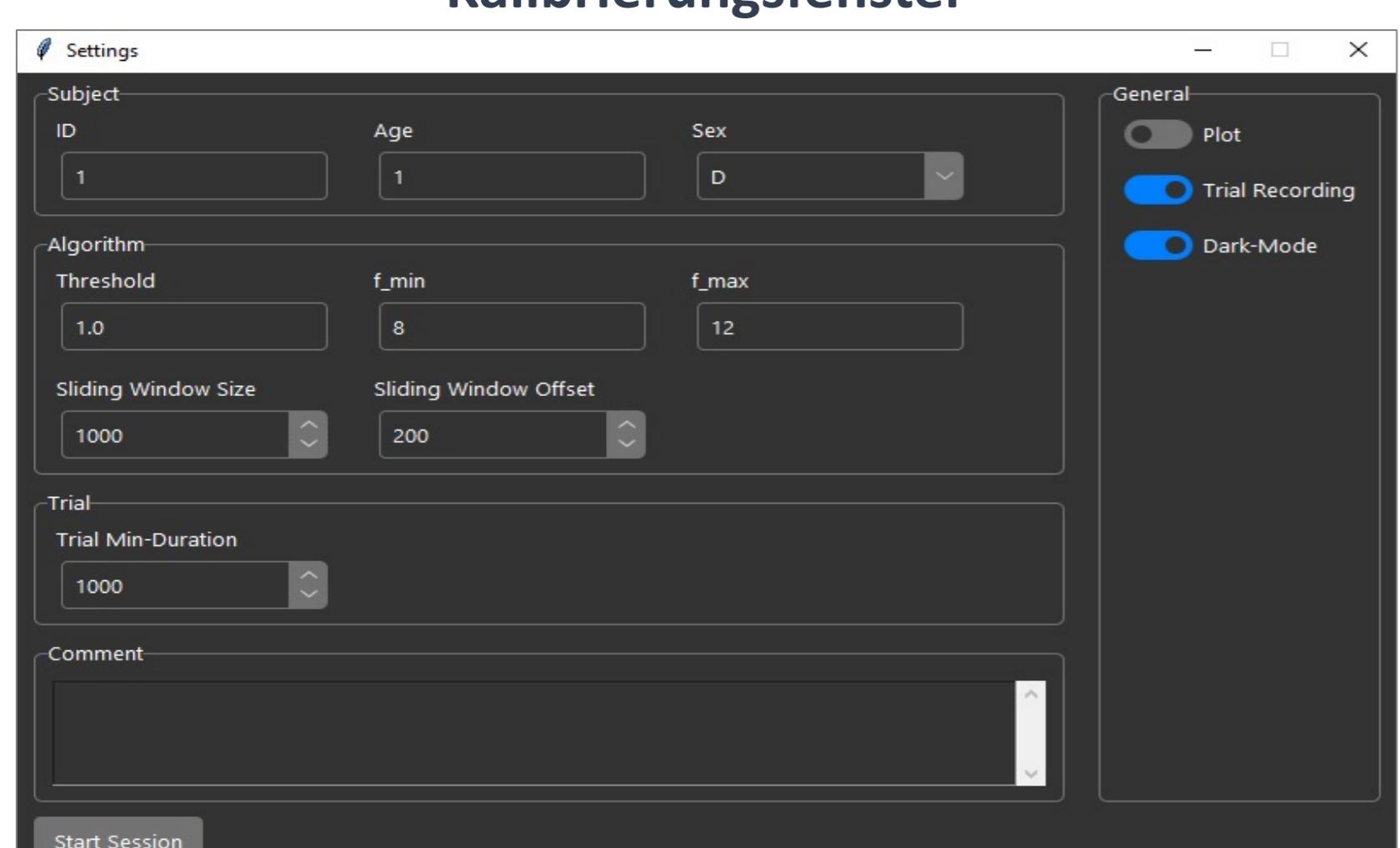


Energiekurven



Energiedifferenz und Label

## Kalibrierungsfenster



## Technisches Konzept

Datenextraktion



Testperson

Spiel

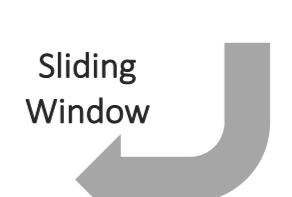


Datenerfassung



Richtungsänderung

Datenanalyse



## Ergebnis

Das Ziel, Trials spielerisch zu erfassen, wurde erfolgreich umgesetzt. Die Datenanalyse ist in der Lage, sowohl vorgestellte als auch physische Bewegungen trotz der unsensiblen Trockenelektroden zuverlässig zu erkennen. Die Identifizierung der Richtung ist noch ungenau, weshalb andere Verfahren und Elektroden ausgetestet werden sollten. Mit diesem Projekt wurde somit der Grundstein für die weitere Forschung an der Erfassung von Trials an der Technischen Hochschule Ulm gelegt.

