

# Entwicklung eines allzweck Brain-Computer-Interfaces

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie  
Vertiefung: Embedded Systems  
Betreuer\*innen: Dr. Ben Luca Studer, Prof. Dr. Horst Heck  
Experte: Thomas Fankhauser

Brain-Computer-Interfaces (BCIs) ermöglichen die Steuerung von Geräten mit Gedanken und bieten Menschen mit schweren Mobilitäts- oder Kommunikationsbeeinträchtigungen eine Möglichkeit, sich mitzuteilen. Diese Thesis beschreibt die Entwicklung eines EEG-basierten BCI, das Maus und Tastatur ersetzt, um die Bedienung eines Computers mit Gedanken zu ermöglichen.

## Ausgangslage und Problem

Auf einen Hirnschlag oder eine Verletzung der Wirbelsäule können schwerwiegende Konsequenzen folgen. In manchen Fällen resultieren neurologische Störungen wie das Locked-in-Syndrom, wodurch es Betroffenen nicht mehr möglich ist, sich auf konventionelle Weise zu verständigen. Auch bei neurodegenerativen Krankheiten wie der Amyotrophen Lateralsklerose (ALS) kann ein Verlust der Sprechfähigkeit folgen. Ein Ansatz, der verspricht, Betroffenen zu helfen, ist die Nutzung von Brain-Computer-Interfaces (BCIs). Durch die Messung der Hirnaktivität, z. B. durch Elektroenzephalographie (EEG), können Informationen auf unterschiedliche Weise an einen Computer übermittelt werden. Die Entwicklung und Verbesserung solcher Systeme kann die Lebensqualität der Patienten erheblich steigern. Da sich die Forschung vorwiegend auf die Untersuchung einzelner Methoden fokussiert, gibt es noch kaum brauchbare Produkte, die die Anforderungen einer erkrankten Person an ein BCI erfüllen.

## Umsetzung

Im Rahmen dieser Thesis wurde ein funktionsfähiger Prototyp entwickelt. Dafür wurde ein kommerziell erwerbliches EEG-Gerät evaluiert. Auf dessen Basis kann das System Informationen über die Aktivität

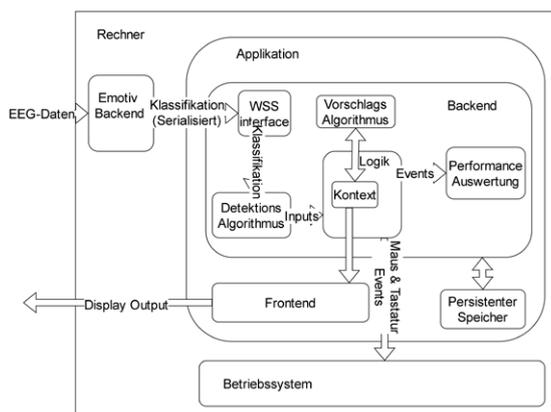
in den verschiedenen Hirnregionen einlesen und verarbeiten. Mit einem Klassifikationsalgorithmus werden die vom EEG gemessenen Daten unterschiedlichen Gedanken zugeordnet. Durch gezieltes Reproduzieren dieser Gedanken können Inputs an die Applikation gesendet werden. Der Fokus der Thesis lag darauf, den Computer mit den stark limitierten Inputs so leicht wie möglich bedienbar zu machen. Dafür wurden geeignete Algorithmen und Datenstrukturen ermittelt, die das System performanter machen sollen. Um die Geschwindigkeit, mit der im System geschrieben werden kann, zu optimieren, wurde ein Präfix-Baum implementiert, um die am wahrscheinlichsten folgenden Buchstaben zu schätzen. Ausserdem wurden Methoden für den Umgang mit Fehlklassifikationen eingeführt und ein grosser Fokus auf die Benutzerfreundlichkeit gelegt.



Malik Ramon Gningue

## Ergebnisse

Die Auswertung zeigt, dass das System die grundlegenden Anforderungen erfüllt: Es kann die wichtigsten Funktionen einer Maus und Tastatur durch das Verarbeiten der vom EEG-Gerät gemessenen Inputs simulieren. Die Schreibgeschwindigkeit ist, ähnlich wie es bei anderen BCI-Systemen aktuell der Fall ist, noch relativ langsam. In einem Test wurde eine Schreibgeschwindigkeit von ca. 0,28 Wörtern pro Minute erreicht. Jedoch konnten Optimierungsmöglichkeiten definiert werden, mit denen die Performance weiter verbessert werden könnte.



Systemarchitektur der Applikation



Schreiben von Text mit dem BCI System