

Juni 2013

PRESE MITTEILUNG

EEG leicht gemacht

An der Technischen Universität Braunschweig wird ein leichter Elektroden-Helm gebaut und eingesetzt, der die Diagnostik durch mobile drahtlose Übertragung der elektrischen Aktivität des Gehirns erheblich vereinfacht. Mit dem EEG-Helm können die Gehirnsignale ohne direkten elektrischen Kontakt zum Kopf gemessen werden. Ermöglicht wird dies durch die neuartigen kapazitiven Elektroden.

Es ist bereits die dritte Elektroden-Helm-Generation, die das Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik (EMG) entwickelt hat. Der neue Helm wiegt nur 500 Gramm, ist mit 24 Elektroden ausgestattet, und kann individuell an verschiedene Nutzer angepasst werden. Mittels 3D-Druckern kann er schnell und in höherer Stückzahl gefertigt werden. „Der Helm ist zwar noch nicht marktreif, aber er kann bereits für Studien in Kliniken und Arztpraxen eingesetzt werden“, so Prof. Meinhard Schilling vom EMG.

Die neue Technologie zeichnet sich durch ein gutes Signal-Rauschverhältnis aus. Sie kombiniert die kapazitive Messung der Gehirnsignale mit speziellen Maßnahmen zur Unterdrückung von elektrischen Störungen aus der Umgebung. Durch den Einsatz der kapazitiven Elektroden ist kein direkter elektrischer Kontakt zum Kopf mehr erforderlich und somit kann auf die langwierige Vorbereitung mit Kontaktgel verzichtet werden, stattdessen wird der Helm aufgesetzt und das EEG kann aufgenommen werden [1].

Das Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik erforscht bereits seit einigen Jahren biochemische Sensorik und arbeitet dabei eng mit Neurologen der Charité Berlin und Informatikern der TU Berlin zusammen. Ziel ist es, eine schnelle, einfache und drahtlose Aufnahme der Gehirnsignale für die medizinische Diagnostik wie zum Beispiel bei der Schnelldiagnostik von Epilepsie oder Schlaforschung zu erreichen. Aber auch neue Anwendungen an der Schnittstelle Mensch und Maschine, wie die Steuerung von Computerspielen und anderen Geräten sowie Einsatzmöglichkeiten in der Neuro-Ergonomie sind damit möglich. Hier könnte in Zukunft der Konzentrationszustand gemessen werden, wo Menschen blitzschnell reagieren müssen, wie zum Beispiel im Cockpit eines Flugzeugs oder am Leitstand großer Industrieanlagen.

[1] Extraction of SSVEP Signals of a Capacitive EEG Helmet for Human Machine Interface
Martin Oehler et. al., Proceedings of the 30th IEEE EMBS, Vancouver, 4495–4498, 2008 .

↓ Neuer leichter EEG-Helm zur kapazitiven Messung von Gehirnsignalen.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Meinhard Schilling
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marianne Gerloff
Telefon +49 (0) 531 391-3866
Telefax +49 (0) 531 391-5768

E-Mail: m.schilling@tu-braunschweig.de

Technische Universität Braunschweig
Fachbereich für Elektrotechnik,
Informationstechnik, Physik

Institut für Elektrische Messtechnik
und Grundlagen der Elektrotechnik

Hans-Sommer-Straße 66
D-38106 Braunschweig

<http://www.emg.tu-bs.de>



Institut für Elektrische Messtechnik und
Grundlagen der Elektrotechnik



Technische
Universität
Braunschweig

Juni 2013

HINTERGRUND INFORMATION

Übersicht

1. EEG/SSVEP
2. 3D-Druck/Herstellung
3. Anwendung: Schreiben mit Gehirnsignalen
4. Institut

Ansprechpartner

Prof. Dr. Meinhard Schilling
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marianne Gerloff
Telefon +49 (0) 531 391-3866
Telefax +49 (0) 531 391-5768

E-Mail: m.schilling@tu-braunschweig.de

Technische Universität Braunschweig
Fachbereich für Elektrotechnik,
Informationstechnik, Physik

Institut für Elektrische Messtechnik
und Grundlagen der Elektrotechnik

Hans-Sommer-Straße 66
D-38106 Braunschweig

<http://www.emg.tu-bs.de>



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Elektrische Messtechnik und
Grundlagen der Elektrotechnik

EEG/SSVEP

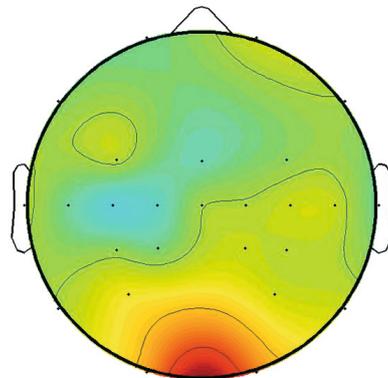
Elektroenzephalographie ist eine Routinemethode der medizinischen Diagnostik zur Beurteilung der menschlichen Gehirntätigkeit. Gemessen werden die elektrischen Signale auf der Kopfhaut, die durch Aktivität der Nervenzellen im Gehirn entstehen. Unser Denken besteht aus einem komplexen Zusammenwirken elektrischer Signalverarbeitung und chemischer Signalspeicherung im Gehirn. Dabei sind bestimmten Bereichen im Gehirn eindeutig Aktivitäten des Körpers zu zuordnen, wie beispielsweise die hier genutzte Verarbeitung der Signale aus den Augen, die bei jedem Menschen im Hinterkopf im visuellen Cortex abläuft.

Solche elektrischen Vorgänge laufen in allen Bereichen des Gehirns ab und deren Signale überlagern sich dabei nach aussen hin. Sie sind durch begleitende elektrische Spannungen auf der Haut messbar. Zur Aufnahme des Elektroenzephalogramms werden üblicherweise mittels einer elastischen Haube Elektroden angelegt, mit denen die Spannungen von wenigen Millionstel Volt gemessen werden können.

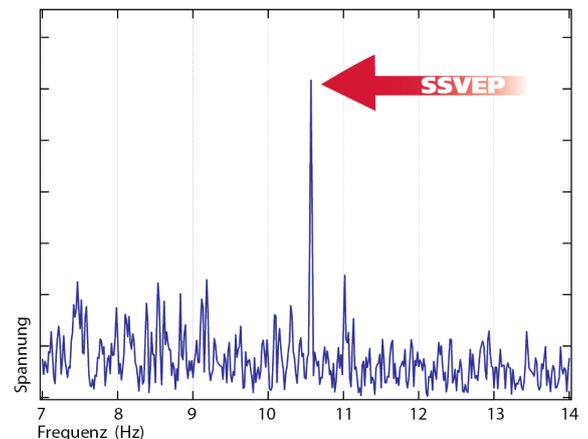
Die Signale des normalen Sehens sind zu kompliziert und zu schwach, um sie mit einem EEG aufzunehmen. Wenn aber ein Teil des Gesichtsfeldes von einem blinkenden Muster mit einer Frequenz zwischen 8 und 15 Hz eingenommen wird, bezeichnet als Musterumkehrstimulation, entstehen stärkere elektrische Signale des Sehentrums im Gehirn. Diese können mit dem EEG aufgenommen, mit dem Computer herausgefiltert und weiterverarbeitet werden. Solche durch äußere, vorgegebene Reize erzeugten Signale werden als visuell evozierte Potentiale (VEP) bezeichnet bzw. im eingeschwungenen Zustand bei längerer Stimulation als steady-state visual evoked potential (SSVEP).

Die Signale können als Landkarte dargestellt werden, so dass die höhere Signalaktivität im Hinterkopfbereich bei Verarbeitung visueller Signale deutlich wird. Darüber hinaus ist für viele Anwendungen die Betrachtung des Frequenzspektrums relevant, um fokussierte blinkende Frequenzen zu identifizieren.

↓ Landkarte der elektrischen Gehirnsignale mit erhöhter Aktivität im Hinterkopfbereich.



↓ Frequenzspektrum der Gehirnsignale mit SSVEP-Peak bei stimulierter Frequenz von 10,5 Hz.



Ansprechpartner

Prof. Dr. Meinhard Schilling
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marianne Gerloff
Telefon +49 (0) 531 391-3866
Telefax +49 (0) 531 391-5768

E-Mail: m.schilling@tu-braunschweig.de

Technische Universität Braunschweig
Fachbereich für Elektrotechnik,
Informationstechnik, Physik

Institut für Elektrische Messtechnik
und Grundlagen der Elektrotechnik

Hans-Sommer-Straße 66
D-38106 Braunschweig

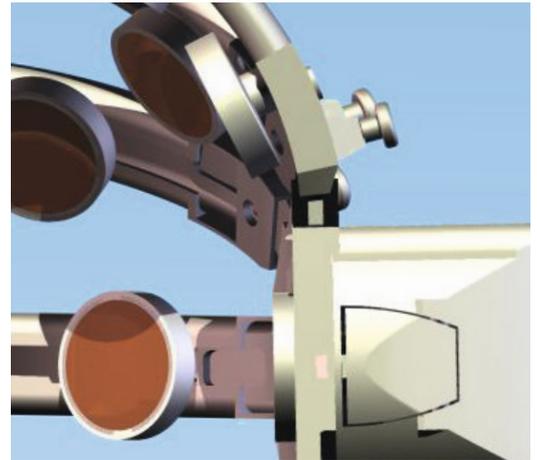
<http://www.emg.tu-bs.de>



Ein leichter Helm für EEG-Anwendungen sollte aus Kunststoffteilen aufgebaut sein, die gleichzeitig stabil und flexibel genug sind, um für die sehr verschiedenen Kopfformen und –durchmesser angepasst zu werden. Für die Herstellung solcher Kunststoffteile sind Spritzgussverfahren am Besten geeignet, jedoch sind die Formen für solche Verfahren extrem teuer, so dass sich die Herstellung von Einzelstücken auf diese Weise nicht lohnt.

Diese Lücke wird heute von den Methoden zur schnellen Erstellung von Prototypen („Rapid Prototyping“) ausgefüllt. Mit Hilfe der sogenannten 3D-Drucker ist die Herstellung auch sehr komplexer dreidimensionaler Objekte möglich.

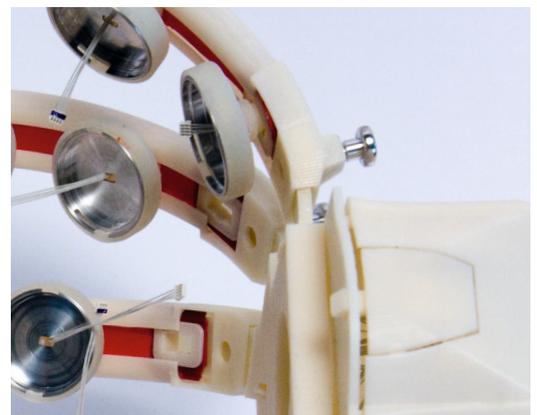
Auch für den hier vorgestellten Helm wurden alle Kunststoffteile mit 3D-Druckern hergestellt. Die Elektronik der einzelnen kapazitiven Elektroden ist dann in die gedruckten Kunststoffteile eingebaut worden. Eine Mechanik erlaubt die Anpassung des Helms an die verschiedenen Kopfgrößen der Versuchspersonen. Die Verkabelung der Elektroden mit der Elektronik erfolgt verdeckt in den Bügeln. Über den Ohren sind in zwei Boxen die Akkumulatoren und die Elektronik mit der Bluetooth-Funkschnittstelle untergebracht.



↑ CAD-Modell.

↑ Kunststoffteile mit montierten Elektrodengehäusen.

↓ Helmbügel.



Ansprechpartner

Prof. Dr. Meinhard Schilling
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marianne Gerloff
Telefon +49 (0) 531 391-3866
Telefax +49 (0) 531 391-5768

E-Mail: m.schilling@tu-braunschweig.de

Technische Universität Braunschweig
Fachbereich für Elektrotechnik,
Informationstechnik, Physik

Institut für Elektrische Messtechnik
und Grundlagen der Elektrotechnik

Hans-Sommer-Straße 66
D-38106 Braunschweig

<http://www.emg.tu-bs.de>



Farbabhängiges BCI: Schreiben mit Gehirnsignalen

Bei manchen schweren Erkrankungen des zentralen Nervensystems (Locked-In Syndrom) ist eine normale Kommunikation nicht mehr möglich. In solchen Fällen konnte in der Vergangenheit durch den Einsatz technischer Systeme zur Analyse der Gehirnsignale (Brain-Computer-Interface durch EEG) eine Verständigung ermöglicht werden. Solche Systeme basieren auf der Idee, dass ein Computer Buchstaben zur Auswahl vorschlägt und vom Patienten nur ein Signal zur Auswahl der Buchstaben erforderlich ist, welches aus den Gehirnsignalen gewonnen werden kann. Eine solche Anwendung haben wir mit unserem kapazitiven EEG-Helm ebenfalls realisiert und getestet.

Für die Auswahl der Buchstaben nutzen wir blinkende farbige Schachbrettmuster und haben untersucht, wie sich die Farbkombinationen auf die Erkennungsleistung verschiedener Testpersonen auswirken. Dabei wurden große Unterschiede zwischen den Individuen gefunden [2]. Aber auch für eine Testperson ist die Erkennungsleistung abhängig von der Konzentrationsfähigkeit und jeder hat ein subjektiv als am angenehmsten empfundenes Farbmuster.

Den Farbmustern sind auf dem Bildschirm die Buchstaben zugeordnet und bei Konzentration auf ein bestimmtes Farbmuster kann im Sehzentrum des Gehirns dessen Blinkfrequenz ermittelt werden und damit der ausgewählte Buchstabe erkannt werden. So können nacheinander Buchstabe an Buchstabe gereiht und Wörter zur Kommunikation gebildet werden.

CC 1
Black (FF 00 00 00)
White (FF FF FF FF)



CC 2
Red (FF FF 00 00)
Green (FF 00 FF 00)



CC 3
Red (FF FF 00 00)
Blue (FF 00 00 FF)



CC 4
Green (FF 00 FF 00)
Blue (FF 00 00 FF)



CC 5
Magenta (FF FF 00 FF)
Yellow (FF FF FF 00)



CC 6
Blue (FF 00 00 FF)
Yellow (FF FF FF 00)



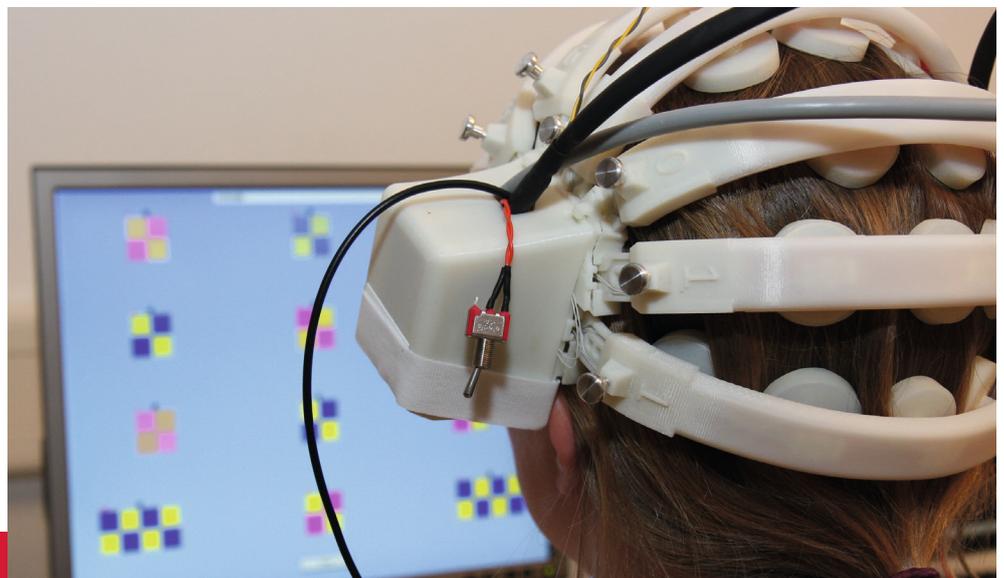
CC 7
Brown (FF A5 2A 2A)
Turquoise (FF 5A D5 D5)



[2] Subject response variability in terms of colour and frequency of capacitive SSVEP measurements, Marianne Gerloff, Meinhard Schilling, Proceedings BMT 2012, Jahrestagung, Jena, 46. DGBMT, 95-98, 2012.

↓ Anwendungsbeispiel Schreiben mit Gehirnsignalen.

↑ Farbmuster.



Ansprechpartner

Prof. Dr. Meinhard Schilling
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marianne Gerloff
Telefon +49 (0) 531 391-3866
Telefax +49 (0) 531 391-5768

E-Mail: m.schilling@tu-braunschweig.de

Technische Universität Braunschweig
Fachbereich für Elektrotechnik,
Informationstechnik, Physik

Institut für Elektrische Messtechnik
und Grundlagen der Elektrotechnik

Hans-Sommer-Straße 66
D-38106 Braunschweig

<http://www.emg.tu-bs.de>



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Elektrische Messtechnik und
Grundlagen der Elektrotechnik



Im Haushalt und im Auto, ebenso wie in der Industrie und Wirtschaft: Überall werden für die Steuerung und Bedienung von Geräten elektrische Sensoren eingesetzt. Das Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik der TU Braunschweig unter der Leitung von Prof. Dr. rer. nat. Meinhard Schilling untersucht, wie Sensoren kleiner, präziser und zuverlässiger produziert und in neuen Systemen für neuartige Mess- und Diagnoseverfahren eingesetzt werden können. Dazu werden Sensoren in einem modernen Reinraum mittels nanotechnologischer Verfahren hergestellt und mit analoger und digitaler Elektronik versehen. So entstehen Systeme für neue Messaufgaben für die Magnetfeldsensoren, biochemisch/medizinische Messtechnik, die Höchstfrequenz-Messtechnik bis in den Bereich über 1000 GHz und für metrologische Anwendungen von Nanosystemen. Auf diesen Gebieten bestehen enge Kooperationen mit zahlreichen internationalen Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Die **magnetischen Sensoren und Systeme** werden in der magnetischen Abschirmkammer getestet. Dort ist auch ein SQUID-Magnetometersystem für biomagnetische Messungen am Herzen und Gehirn aufgebaut.

Für die Entwicklung und den Test von **biochemischer Sensorik** wird eng mit Biologen, Chemikern und Medizinern zusammengearbeitet.

Für Messungen der **Höchstfrequenztechnik** steht ein Mikrowellenlabor mit Ferninfrarot-Lasersystem zur Verfügung, in dem auch das Terahertz-Mikroskop aufgebaut ist.

Im Laboratory for Emerging Nanometrology and Analytics (LENA) werden gemeinsam mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt neue Verfahren der **Nanometrologie** untersucht.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Meinhard Schilling
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marianne Gerloff
Telefon +49 (0) 531 391-3866
Telefax +49 (0) 531 391-5768

E-Mail: m.schilling@tu-braunschweig.de

Technische Universität Braunschweig
Fachbereich für Elektrotechnik,
Informationstechnik, Physik

Institut für Elektrische Messtechnik
und Grundlagen der Elektrotechnik

Hans-Sommer-Straße 66
D-38106 Braunschweig

<http://www.emg.tu-bs.de>

Prof. Dr. Meinhard Schilling

Leiter des Instituts für
Elektrische Messtechnik und
Grundlagen der Elektrotechnik
der Technischen Universität Braunschweig



Technische
Universität
Braunschweig