

*Fink, Axel; Ivanova, Galina; Henning, Günter; Grießbach, Gert; Müller, D.:*

## Technische Realisierung eines Neurofeedbacksystems

---

<i>Zuerst erschienen in:</i>	Biomedizinische Technik = Biomedical Engineering. - Berlin [u.a.] : de Gruyter. - 43 (1998), s1, S. 254-255.
<i>Erstveröffentlichung:</i>	1998
<i>Datum Digitalisierung:</i>	23.10.2009
<i>ISSN (online):</i>	1862-278X
<i>ISSN (print):</i>	0013-5585
<i>DOI:</i>	<a href="https://doi.org/10.1515/bmte.1998.43.s1.254">10.1515/bmte.1998.43.s1.254</a>
<i>[Zuletzt gesehen:</i>	31.07.2019]

*„Im Rahmen der hochschulweiten Open-Access-Strategie für die Zweitveröffentlichung identifiziert durch die Universitätsbibliothek Ilmenau.“*

*“Within the academic Open Access Strategy identified for deposition by Ilmenau University Library.”*

*„Dieser Beitrag ist mit Zustimmung des Rechteinhabers aufgrund einer (DFG-geförderten) Allianz- bzw. Nationallizenz frei zugänglich.“*

*„This publication is with permission of the rights owner freely accessible due to an Alliance licence and a national licence (funded by the DFG, German Research Foundation) respectively.“*



# Technische Realisierung eines Neurofeedbacksystems

A. Fink<sup>1</sup>, G. Ivanova<sup>1</sup>, G. Henning<sup>1</sup>, G. Griebach<sup>1</sup>, D. Müller<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Biomedizinische Technik und Informatik, Technische Universität Ilmenau, D-98684 Ilmenau;

<sup>2</sup> Neurologische Fachpraxis Ilmenau

## EINLEITUNG

In diesem Beitrag wird die technische Realisierung eines Neurofeedbacksystems für die Behandlung von neurologischen Erkrankungen vorgestellt. Durch den Einsatz eines polygrafischen EEG – Gerätes und multimedialer Feedbacks ist dieses System für die Durchführung verschiedener Trainingsparadigmen geeignet. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit des Trainings von langsamen EEG – Komponenten, das als eine neue, vielversprechende Richtung im Bereich des Neurofeedback angesehen wird. [1,3,4]

Das Grundprinzip des Neurofeedbacks besteht in einer Rückkopplung von aktuellen neurophysiologischen Parametern auf den Patienten. Dieser muß während des Trainings lernen, diese Werte in eine vorgegebene Richtung zu beeinflussen.

Eine spezielle Anwendung sind Desensibilisierungsstrategien bei photosensitiven Epileptikern. Bei dieser speziellen Behandlungsform wird dem Patienten während der Photostimulation ein akustisches Feedback präsentiert. Dadurch ist es möglich, die Beeinflussung bestimmter, durch die Photostimulation hervorgerufener Hirnaktivitäten zu erlernen bzw. sich mit Hilfe des Feedbacks an kritische, d.h. anfallsauslösende Flickerfrequenzen zu gewöhnen.

## AUFBAU DES SYSTEMS

Die Grundlage des hier vorgestellten Systems bildet ein polygraphisches EEG – Gerät vom Typ SynAmps der Firma Neuroscan. Dieses bietet die Möglichkeit, die Meßanordnungen flexibel zu gestalten. Für den hier beschriebenen Einsatz wurde das Gerät so konfiguriert, daß 28 unipolare Kanäle EEG und 4 bipolare Kanäle für VEOG, HEOG, EKG und Atmung zur Verfügung stehen.

Um die erforderliche Rückkopplung herzustellen, muß zunächst der Datenstrom vom EEG – Verstärker zum Meßrechner aufgeteilt werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Zusatzmoduls des Herstellers, mit dem die digitalisierten Werte online erfaßt werden können. Anschließend wird aus den Rohdaten eine Kenngröße berechnet, die zur Steuerung des Feedbacks (z.B. eine Animation) dient (Abb.1). Dazu werden online – fähige Methoden der Signalverarbeitung verwendet, mit denen unterschiedliche Parameter des EEG ausgewertet werden.

Wichtige Verarbeitungsroutinen sind hierbei Filterung, Ermittlung der spektralen Bandleistung sowie, beson-

ders im Hinblick auf das Training langsamer EEG – Komponenten, die Berechnung des adaptiven Trends. [2,5]

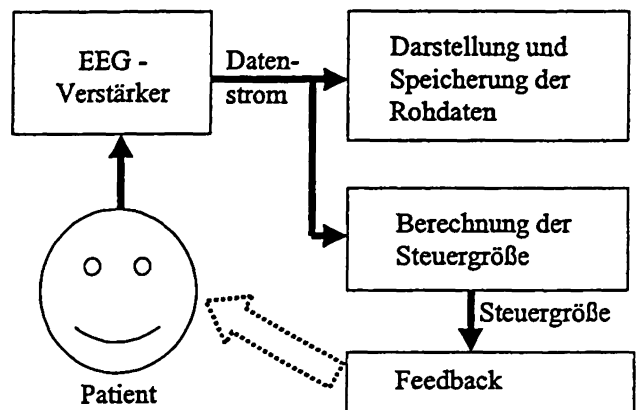


Abb. 1: Schematischer Aufbau des Neurofeedbacksystems

Das Verfahren zur Berechnung der Steuergröße variiert in Abhängigkeit vom durchzuführenden Training. Beispielsweise werden bei einem Training zur Amplitudenerhöhung einer bestimmten Frequenz Algorithmen zur Bestimmung der Bandleistung im gewünschten Frequenzbereich (Abb.2) zum Einsatz kommen, während bei einem Training zur Selbstregulation langsamer EEG – Komponenten (DC – Potentiale) Trendschätzung oder ein adaptiver Mittelwert eingesetzt wird. Neben diesem Verfahren ist auch die Auswahl des Kanales, der für das Feedback verwendet wird, ein sehr wichtiger Faktor. Durch den Einsatz des oben beschriebenen EEG – Gerätes kann die Kanalauswahl beliebig unter den zur Verfügung stehenden Meßkanälen erfolgen und ein Training verschiedener Hirnregionen wird möglich.

Die berechnete Steuergröße repräsentiert bestimmte, aktuelle physiologische Parameter des Patienten. Sie wird über eine serielle Verbindung zum Stimulationsrechner gesendet. Dort erfolgt die Transformation der Kenngröße in ein wahrnehmbares Signal, welches beim Patienten wiederum physiologische Reaktionen auslöst. Das wahrnehmbare Signal ist eine multimediale Stimulation d.h. entweder eine visuelle Stimulation in Form einer Animation und/oder eine akustische Stimulation. Die visuellen Stimulationen werden mit Hilfe des Autorensystems „Director“ erstellt. Dieses System gestattet die Realisierung von Animationen mit relativ geringem zeitlichem Aufwand. Außerdem gibt es die Möglichkeit, durch die Einbindung spezieller Zusatz-

module die erstellten Animationen über andere Prozesse oder Schnittstellen zu steuern.

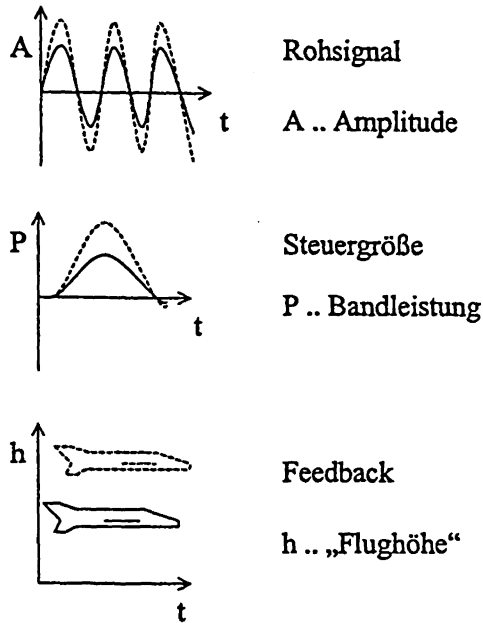


Abb. 2: Beispiel für eine Änderung im Feedback als Resultat einer Änderung der Amplitudenhöhe (als Steuergröße wird die Bandleistung eingesetzt)

Die Umsetzung der Algorithmen zur online – Signalverarbeitung und der Datenübertragung erfolgt mit Visual C++ unter Windows. Für die Realisierung der akustischen Feedbacks wird mit dem vorverarbeiteten Rohsignal ein Ton moduliert. Hierbei werden die MIDI– Funktionen von Windows zur Realisierung des Verfahrens genutzt.

## ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit dem Prinzip des Neurofeedback steht ein origineller und vielversprechender Ansatz für die Therapie neurologischer Erkrankungen zur Verfügung. Besonders bei pharmakoresistenten Patienten könnte diese neue Therapieform zu einer Verbesserung der Situation führen. [1,4]

Zugleich stellt die Realisierung dieses Ansatzes große Herausforderungen an die Meßtechnik und die digitale Signalverarbeitung, da schnelle, echtzeitfähige Systeme und Algorithmen entwickelt werden müssen.

Auch das hier beschriebene System unterliegt einem ständigen Entwicklungsprozeß. Hierbei ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den medizinischen Kooperationspartnern besonders wichtig, um aktuelle neurophysiologische Erkenntnisse zur Optimierung des Systems einsetzen zu können.

In der nächsten Zeit soll die Datenübertragung über TCP/IP realisiert werden. Damit könnte man wesentlich höhere Datenübertragungsraten erreichen und wäre in der Lage, die gesamten ankommenden Daten der 32 verfügbaren Meßkanäle zum Stimulationsrechner zu senden. Die Berechnung der Steuergröße für das

Feedback wird dann dort erfolgen und deren Übertragung an die eigentliche Stimulation erfolgt über eine interne Verbindung (DDE). Damit wird zum einen der Datenerfassungsrechner entlastet und zum anderen eine schnellere Datenübertragung erreicht.

Für die weitere Zukunft ist geplant, das gesamte System durch ein Dual – Prozessor – Board zu realisieren, so daß keinerlei externe Datenübertragungen mehr nötig wären. Auch die Gestaltung der Feedbacks wird sich, je nach den in der Testphase gemachten Erfahrungen, weiterentwickeln. Außerdem wird weiterhin an der Entwicklung moderner online – fähiger Verfahren der Signalverarbeitung gearbeitet. Hier gibt es besonders auf dem Gebiet der adaptiv – rekursiven Verfahren viele neue Ansätze, die für eine Anwendung im Bereich des Neurofeedback prädestiniert sind.[2,5]

Diese Arbeit wird durch das Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (ProjektNr.: B 301-96059) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (ProjektNr.: TSR-026-97) gefördert.

## LITERATUR

- [1] Birbaumer, N, Elbert, T., Rockstroh, B., Daum, I., Wolf, P., Canavan, A.: *Clinical – Psychological Treatment of Epileptic Seizures: A Controlled Study*. Persp. And Promises of Clin. Psychology, Plenum Press, New York, 1991
- [2] Griebbach, G., Schack, B., Putsche, P., Bareshova, E., Bolten, J.: *The Dynamic Description of a Stochastic Signal by ist Adaptive Momentary Power and Momentary Frequency Estimation and ist Application to Biological Signals*, Medical & Biological Engineering and Computing 32, Vol.6, (1994) S. 632-637
- [3] Hopkins, A., Shorvon, S., Cascino, G.: *Epilepsy, Second Edition*. Chapman&Hall Medical 1995
- [4] Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N, Wolf, P., Duechting, R.A., Reker, M., Daum, I., Lutzenberger, W., Dichgans, J.: *Cortical self-Regulation in Patients with Epilepsies*. Epilepsy-Res. 14(1), 1993, S. 63-72
- [5] Schack, B., Griebbach, G.: *Adaptive Methods of Trend Detection and ist Application in Analysis of Biosignals*. Biom. J. 36 (1994) 4, 429-452.