

Schlegelmilch, Falk; Pellmann, K.; Schellhorn, Klaus; Henning, Günter:

## Gesichtsfelduntersuchungen mit multifokaler Blaukanalstimulation und visuell evozierten Potentialen

---

Zuerst erschienen in: Biomedizinische Technik = Biomedical Engineering. - Berlin [u.a.] : de Gruyter. - 45 (2000), S1, S. 265-266.  
Erstveröffentlichung: 2000  
Datum Digitalisierung: 2009-07-17  
ISSN (online): 1862-278X  
ISSN (print): 0013-5585  
DOI: [10.1515/bmte.2000.45.s1.265](https://doi.org/10.1515/bmte.2000.45.s1.265)  
[Zuletzt gesehen: 2019-08-20]

„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.“



# GESICHTSFELDUNTERSUCHUNGEN MIT MULTIFOKALER BLAU-KANALSTIMULATION UND VISUELL EVOZIERTEN POTENTIALEN

F. Schlegelmilch, K. Pellmann, K. Schellhorn, G. Henning

Institut für Biomedizinische Technik und Informatik,  
Technische Universität Ilmenau, Deutschland

Falk.Schlegelmilch@Informatik.TU-Ilmenau.DE

## EINLEITUNG

Die Untersuchung des Gesichtsfeldes mit blauen Reizmarken besitzt für die Diagnostik des Glaukoms, des Diabetes mellitus und der Retinitis pigmentosa eine große Bedeutung, weil Störungen des Blaukanals einen frühzeitigen Indikator für diese Augenerkrankungen darstellen können [1,2]. Für eine objektive Gesichtsfelduntersuchung des Blaukanals ist eine Stimulationsstrategie erforderlich, die einerseits selektiv die kurzwelligempfindlichen Zapfen (S-Zapfen) der Retina anspricht und andererseits eine topographische Analyse der simultan aufgenommenen visuell evozierten Potentiale (VEP) ermöglicht.

Gegenstand dieses Artikels ist es, die Möglichkeiten einer lokalen Gesichtsfelduntersuchung des Blaukanals und die topographische Analyse kortikaler VEP am Beispiel der Monitorstimulation zu demonstrieren und zu bewerten.

## MATERIALIEN UND METHODEN

Als geeignete Lichtquelle für die Stimulation der S-Zapfen erweist sich das blaue Licht eines Monitors, weil das Empfindlichkeitsspektrum der S-Zapfen [3] in guter Näherung mit dem Emissionsspektrum der blauen Phosphore übereinstimmt (Abb. 1).

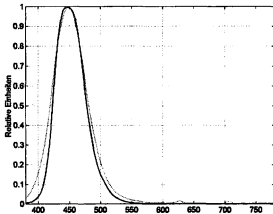


Abb.1: Relative spektrale Empfindlichkeit der S-Zapfen (durchgezogene Linie) nach HUNT [3] und gemessenes Emissionsspektrum der blauen Monitorphosphore (normierte Strahlendichte, gestrichelte Linie)

Im Hinblick auf eine kurze Untersuchungszeit wurde eine modifizierte, multifokale Stimulations-technik eingesetzt, deren Anwendung in der ophthalmologischen Forschung und Praxis zunehmend an Bedeutung ge-

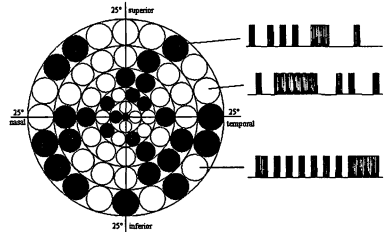


Abb. 2: Reizmarkenanordnung im 25°-Gesichtsfeld und Ausschnitte aus den Sequenzen der multifokalen Stimulation

winnt [4,5]. Innerhalb des 25°-Gesichtsfeldes der Probanden wurden 63 Positionen mit blauen Reizmarken getestet (Abb. 2). Die Reizmarkendurchmesser wurden im peripheren Bereich vergrößert (zentral: 1,9°, peripher: 6,2°), um eine bessere Anpassung an die kortikale Projektion im visuellen Kortex zu erreichen [6].

Jedes Element wurde mit einer quasisynchrone Reizfolge (binäre m-Sequenz 14. Ordnung) angesteuert und simultan wurden dabei die EEG-Signale gemäß dem VEP-Standard an den Positionen  $O_p$ ,  $O_z$ ,  $O_k$  und  $P_z$  aufgenommen (Referenz:  $F_z$ ). Ein grünes Hintergrundlicht (photopische Leuchtdichte 10  $cd/m^2$ ) diente zur Adaption der Stäbchen und eines Teils der mittel- und langwelligempfindlichen Zapfen (L- und M-Zapfen).

Die eingesetzten Stimulationsfolgen besitzen ähnliche Eigenschaften wie GAUß'sches Rauschen, so daß unter Voraussetzung eines zeitinvarianten Verhaltens des visuellen Systems eine Analyse des nichtlinearen Übertragungsverhaltens auf der Basis der Berechnung von WIENER Kernen möglich ist [7,8]. Die Ergebnisse in diesem Artikel beschränken sich jedoch auf den bei Flash-Stimulation dominierenden Kern 1. Ordnung  $h_{1,r}(\tau)$ :

$$h_{1,r}(\tau) = \frac{1}{P_{x,r}} \cdot E \{ [y_k(t) - h_0] \cdot x_r(t - \tau) \}$$

- $y_k(t)$ : EEG-Signal für Elektrode k
- $x_r$ : binäre m-Sequenz für Reizmarke r
- $h_0$ : Kern 0. Ordnung (Mittelwert von  $y_k(t)$ )
- $P_{x,r}$ : Leistung des weißen Rauschens

ERGEBNISSE

Die Abbildung 3 zeigt die Topographie der an der Elektrodenposition  $O_2$  berechneten Kerne 1. Ordnung für die getesteten Reizmarken. Deutliche Signalanteile sind dabei nur im zentralen und nasalen Gesichtsfeld zu erkennen.

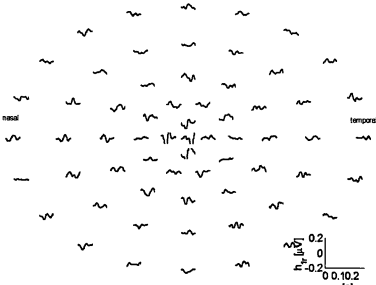


Abb. 3: Topographie der Kerne 1. Ordnung für die Elektrode  $O_2$

Der Vergleich der Kerne 1. Ordnung der Reizmarken entlang des horizontalen Meridians (Abb. 4) zeigt, daß die Signale eine große Variabilität bzgl. der Signalform zwischen zentraler und peripherer Stimulation aufweisen. Bei der Stimulation des nasalen Gesichtsfeldes ( $2,6^\circ$  nasal) treten bereits nach 100 ms starke Komponenten im Kern 1. Ordnung auf, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht als Antwort der S-Zapfen, sondern als kortikal projizierte Antwort der schnell reagierenden L- und M-Zapfen anzusehen sind. Im Gegensatz dazu zeigen die Signalverläufe im temporalen Gesichtsfeld nur geringe Signalanteile bei 100 ms, dafür aber stärkere Oszillationen zwischen 150 und 300 ms. Es wird vermutet, daß diese Oszillationen von der Aktivierung der langsameren S-Zapfen stammen und deshalb eine größere Latenz besitzen.

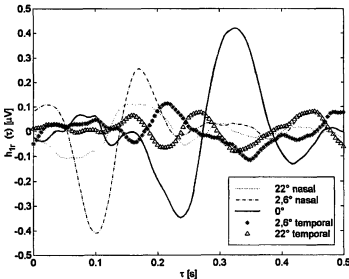


Abb. 4: Kerne 1. Ordnung für unterschiedliche Exzentrizitäten auf dem horizontalen Meridian

Der Kern 1. Ordnung bei zentraler Stimulation zeigt einen ähnlichen Signalverlauf, der von GOURAS [9] bei einer Flash-Stimulation ermittelt wurden. Eine gemeinsame Signalform, die eindeutig der isolierten Stimula-

tion der S-Zapfen im zentralen und peripheren Gesichtsfeld zugeordnet werden kann, konnte nicht ermittelt werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Für die Gesichtsfelduntersuchungen mit multifokaler Blaukanalstimulation sind weiterführende Untersuchungen dahingehend notwendig, zu untersuchen, inwieweit die chromatische Adaption zur stärkeren Unterdrückung der Signalanteile der L- und M-Zapfen beitragen kann oder ob der Einsatz substituierender Stimulationstechniken notwendig wird [10]. Erstrebenswert für einen eindeutigen Nachweis einer isolierten Stimulation der S-Zapfen sind dabei auch Untersuchungen an Probanden mit Blaumonochromasie.

LITERATURHINWEISE

- [1] Matthias Korth, Nhung X. Nguyen, Anselm Jünemann, Peter Martus, Jost B. Jonas, „VEP Test of the Blue-Sensitive Pathway in Glaucoma“, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, Vol. 35, No. 5, pp. 2599-2610, 1994
- [2] Vivienne C. Greenstein, Donald C. Hood, Robert Ritch, David Steinberger, Ronald E. Carr, „S (Blue) Cone Pathway Vulnerability in Retinitis Pigmentosa, Diabetes and Glaucoma“, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, Vol. 30, No. 8, pp. 1732-1737, 1989
- [3] R. W. G. Hunt, *Measuring Colour*, Kingston-upon-Thames: Fountain Press, 1998
- [4] H. A. Baseler, E. E. Sutter, S. A. Klein, T. Carney, „The topography of visual evoked responses properties across the visual field“, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* (90), pp. 65-81, 1994
- [5] Stuart L. Graham, Alexander Klistorner, John R. Grigg, Francis A. Billson, „Objective perimetry in glaucoma: recent advances with multifocal stimuli“, *Survey of Ophthalmology* Vol. 43, Suppl. 1, pp. 199-209, 1999
- [6] Jonathan C. Horton, Williams F. Hoyt, „The representation of the visual field in human striate cortex – a revision of the classic holmes map“, *Arch Ophthalmol*, Vol. 109, pp. 816-824, June 1991
- [7] Panos Z. Marmarelis, *Analysis of physiological systems (Computers in biology and medicine)*, Plenum Press, New York, 1978
- [8] A. Koblasz, S. Yasui, „Real-Time Computer for First- and Second-Order Wiener Kernels“, *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, Vol. BME-25, No. 6, pp. 559-562, 1978
- [9] P. Gouras, C. J. MacKay, M. Roy, S. Yamamoto, „Brain Responses of short-wavelength cones“, *Clin. Vision Sci.*, Vol. 8, No. 6, pp. 519-527, 1993
- [10] O. Estévez, H. Spekreijse, „The silent substitution method in vision research“, *Vision Research*, 22, pp. 681-691, 1982