

# Nachweis einer periodotopen Organisation im Lemniscus lateralis mit der 2-Deoxyglucose-Methode.

G. Langner, C. Simonis und S. Braun

Neuroakustik, Zoologisches Institut, TU Darmstadt  
Schnittspahnstr. 3, 64287 Darmstadt ([gl@neuro.bio.tu-darmstadt.de](mailto:gl@neuro.bio.tu-darmstadt.de))

## 1. Einleitung

Harmonische Signale haben eine Tonhöhe, die der Periodizität ihrer zeitlichen Umhüllenden entspricht. Diese Periodizität wird im Hörnerven durch Intervalle von Nervenimpulsen zeitlich kodiert. Eine neuronale korrelationsähnliche Analyse von verzögerten und unverzögerten Reaktionen bewirkt, daß viele Neurone im auditorischen Mittelhirn (Colliculus inferior: ICC) auf eine bestimmte Periodizität abgestimmt sind (Langner, 1992). Die neuronale Periodizitätsanalyse schlägt sich in einer räumlichen Repräsentation der Periodizitätstonhöhe (Periodotopie) im ICC senkrecht zur Frequenzrepräsentation (Tonotopie) nieder. Tonhöhen- und Frequenzinformation sind im ICC also orthogonal zueinander abgebildet (Langner, 2000).

Die Periodizitätsanalyse wird ergänzt durch hemmende Eingänge aus Nucleus lemniscus lateralis ventralis (VNLL), einem dem ICC vorgeschalteten auditorischem Gebiet, das helikal organisiert ist (Merchan und Berbel, 1996). Es ist bekannt, daß der periodotop organisierte ICC zurück in den VNLL projiziert (Malmierca et al., 1998). Deshalb haben wir untersucht, ob der VNLL ebenfalls periodotop organisiert ist.

## 2. Methoden

Der Nachweis neuronaler Aktivität in Gerbils (*Meriones unguiculatus*) erfolgte durch elektrophysiologische

Ableitung und durch 2-Desoxyfluoro-D-(U-14C)-Glukose. Aktive Neurone decken ihren Energiebedarf hauptsächlich über die Aufnahme von Glukose. Die Deoxyform der Glukose ( $18 \mu\text{C}/\text{Tier}$ ) wird von Neuronen wie normale Glukose aufgenommen, kann dann aber im Zellstoffwechsel nicht zur Energiegewinnung abgebaut werden. Sie reichert sich daher in aktiven Neuronen an und kann in Gehirnschnitten (hier: 20 - 40  $\mu\text{m}$  dick; Kryostat Leica) anhand 14-tägiger ‚Kontaktbelichtungen‘ von Röntgenfilmen (Kodak) nachgewiesen werden. Weiterverarbeitung und Falschfarbendarstellung erfolgte im PC (Photoshop). Die Stimuli waren reine Töne und harmonische Klänge mit Grundfrequenzen zwischen 40 und 800 Hz and Abschneidefrequenzen von 0.4 - 5 kHz an der unteren und 2 - 8 kHz an der oberen Grenze. Die einstündige Beschallung erfolgte in einer schallabgeschirmten Kammer durch einen störungsarmen elektrostatischen Lautsprecher (STAX, Lambda pro). Lautstärke (0-55 dB SPL) und Schallqualität wurden mit einem an einem Spektrumanalysator angeschlossenen Kondensatormikrofon (B&K) während der Experimente kontrolliert.

## 3. Ergebnisse

Unsere Ableitungen von einzelnen Neuronen im IC haben gezeigt, daß die Korrelationsmechanismen durch periodizitätssynchrone inhibitorische Eingänge ergänzt werden. Das führt dazu, daß die durch die Korrelation zunächst erzeugten Kammfilter der IC-Neurone in Bandpassfilter transformiert werden. Die dafür notwendige synchrone Inhibition stammt offenbar aus dem Lemniscus lateralis (VNLL), der dem IC vorgeschaltet ist. Dieses auditorische Kerngebiet, erhält über sogenannte Riesensynapsen einerseits präzise Information über periodische Signale aus der ersten zentralnervösen Hörbahnstation (Nucleus cochlearis) und andererseits Rückprojektionen aus dem IC. Unsere

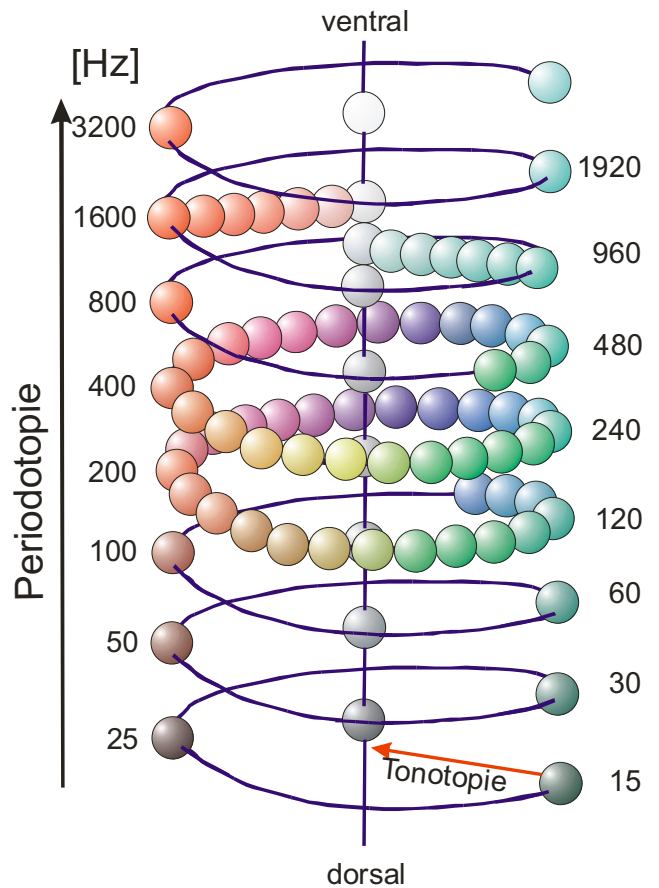
Untersuchungsergebnisse mit 2-DG zur metabolischen Aktivitätsmarkierung unterstützen die Hypothese, daß die IC-Rückprojektionen periodotop organisiert sind.

Während Tonotopie und Periodotopie im ICC in ca. 30 parallelen Laminae orthogonal zueinander angeordnet sind (Langner, 2000), scheint der VNLL helikal organisiert zu sein. Die Daten sprechen für eine Helix von acht Windungen. Frequenzen wären demnach hauptsächlich von der Seite zur Mitte hin abgebildet, die Periodentonhöhe dagegen entlang der Längsrichtung mit 1 Oktave/Windung mit 0.3 mm Windungsabstand.

## Literatur

- Langner, G. Periodicity coding in the auditory system. *Hear. Res.* 60, pp. 115-142, 1992
- Langner, G. Neural processing and representation of periodicity pitch. *Acta Oto-Laryngologica* 68-76, 1997.
- Langner G. und S. Braun. Nachweis einer orthogonalen Repräsentation von Periodizitäts- und Frequenzinformation im Colliculus inferior mit der 2-Deoxyglukose-Methode. *Fortschritte der Akustik-DAGA:300-301*, 2000.
- Malmierca, M. S., T. B. Leergaard, V. M. Bajo, J. G. Bjaalie, und M. A. Merchán. Anatomic evidence of a three-dimensional mosaic pattern of tonotopic organization in the ventral complex of the lateral lemniscus in cat. *J. Neurosci.* 18:10603-10618, 1998.
- Merchan, M. A. und P. Berbel. Anatomy of the ventral nucleus of the lateral lemniscus in rats: a nucleus with a concentric laminar organization. *J.Comp Neurol.* 372 (2):245-263, 1996.

*Gefördert durch die VW-Stiftung im Programm 'Dynamics and Adaptivity of Neuronal Systems - Integrative Approaches to Analyse Cognitive Functions'.*



## Abb.:

Ein Modell der tonotopen und periodotopen Organisation des VNLL. Die physiologischen Untersuchungsergebnisse sprechen für eine neuronale Tonhöhenspirale. Frequenzen sind in dieser Spirale vom Rand zur Mitte hin organisiert, Tonhöhen dagegen spiralförmig von unten nach oben mit einer Oktave pro Windung.