

Berichte aus der Medizinischen Physik

**Ulrike Dicke**

**Neural models of modulation frequency analysis  
in the auditory system**

Shaker Verlag  
Aachen 2004

**Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available in the internet at <http://dnb.ddb.de>.

Zugl.: Oldenburg, Univ., Diss., 2003

Copyright Shaker Verlag 2004

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2712-1

ISSN 1617-2965

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

This thesis aims at understanding the processing of amplitude modulated (AM) acoustic stimuli in the mammalian auditory system. A biologically motivated neural model of AM processing has been developed. The first main component of the model allows for the simulation of the response properties of cochlear nucleus ideal onset units, a neuron type that is known to encode the modulation frequency of AM stimuli by its distinct temporal responses. The second model component consists of a neural circuit that transforms temporal AM information, provided by the ideal onset model, into a rate-based representation of AM information. This rate-based representation is given by modulation-frequency selective neurons exhibiting bandpass shaped rate modulation transfer functions with different best modulation frequencies. The neural model allows for encoding the modulation content of a variety of AM stimuli. In the third part of the thesis, the model is further extended in order to compare the simulation results to the amplitude modulation filter concept derived from recent psychoacoustical data. Overall, the biologically motivated neural model is found to be in line with results from both neurophysiological recordings and psychoacoustic concepts and might therefore provide an important step towards a better quantitative understanding of the AM processing principles in the mammalian auditory system.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Verarbeitung amplituden-modulierter (AM) akustischer Signale durch das auditorische System der Säuger zu verstehen. Hierzu ist ein biologisch motiviertes neuronales Modell entwickelt worden. Die erste Komponente des Modells ermöglicht die Simulation der Antworten sogenannter „ideal onset“ Neurone im Nucleus Cochlearis. Diese Neurone zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie die Modulationsfrequenz von AM-Signalen durch ihre zeitliche Aktivität kodieren. Die zweite Komponente des Modells besteht aus einer Verschaltung verschiedener neuronaler Antworttypen. Mit Hilfe dieser Verschaltung wird die zeitliche AM-Information, die durch das „ideal onset“ Modell bereitgestellt wird, in einen auf Feuerraten basierenden AM-Code umgewandelt. Der auf Feuerraten basierende AM-Code wird durch Neurone repräsentiert, die für bestimmte Modulationsfrequenzen selektiv sind, da sie bandpaßförmige Raten-Modulationsübertragungsfunktionen mit unterschiedlichen besten Modulationsfrequenzen besitzen. Das neuronale Modell erlaubt die Kodierung der Modulationsfrequenzkomponenten für eine Reihe von unterschiedlichen AM-Signalen. Im dritten Teil der Arbeit wird eine Erweiterung des Modells vorgestellt, mit deren Hilfe ein Vergleich zwischen den Simulationsergebnissen und dem psychoakustischen Konzept der Modulationsfilter ermöglicht wird. Dabei wird gezeigt, daß das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte neuronale Modell sich sowohl mit Ergebnissen aus neurophysiologischen Ableitungen als auch mit psychoakustischen Konzepten im Einklang befindet und somit einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der AM-Verarbeitung im auditorischen System der Säuger leistet.