

# MODELLSTUDIEN ALS BASIS FÜR DIE ENTWICKLUNG EINER NEUEN COCHLEARISPROTHESE

N. Dillier, L.J. Leifer

Institut für Biomedizinische Technik der Universität  
Zürich und der ETHZ/Schweiz

Die Entwicklung einer Cochlearisprothese, welche sensorisch tauben Patienten verbesserte Sprachdiskriminationsfähigkeit und vermehrte Kommunikationsmöglichkeiten verschafft, erfordert die Abklärung einer Reihe von theoretischen und konzeptuellen Aspekten. Der Realisation einer solchen Prothese liegt folgende Hypothese zugrunde: Ein neurosensorisch tauber Patient mit einem intakten nervus acusticus würde akustische Signale wahrnehmen können, wenn das Entladungsmuster der ca. 30 000 Nervenfasern seines Hörnervs ungefähr dem entsprechenden Muster eines normalhörenden Menschen äquivalent wäre. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Hörregionen im Cortex wie auch die übrigen Hirnstrukturen ebenfalls intakt sind.

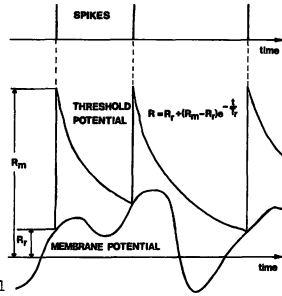


Abb.1

Aus der obigen Hypothese ergeben sich nun zwei Hauptfragen:

1. Was ist die genaue Struktur des Entladungsmusters in einem gesunden Nerv in Antwort auf einen akustischen Reiz?
2. Auf welche Art kann dieses Muster reproduziert werden, wenn die neurosensorischen Strukturen im Innenohr (die als unmittelbare Generatoren des Entladungsmusters angesehen werden müssen) pathologisch verändert sind?

Berechnung des diskreten Fourierspektrums, digitale Filterung und Autokorrelation. Abbildung 2 zeigt im Vergleich ein Histogramm nach einer akustischen Click-Stimulation einer Katze und das Histogramm für das Modellneuron (400 Durchgänge). Die Übereinstimmung in Bezug auf Anzahl und Form der Spitzen ist sehr gut, die zeitliche Verzögerung des akustischen Signals wurde im Modell jedoch nicht berücksichtigt.

In den letzten fünfzehn bis zwanzig Jahren wurden eine grosse Anzahl Untersuchungen des Hörorgans durchgeführt, insbesondere bezüglich Aufbau und Funktionsweise der Cochlea. Aufgrund der dabei gewonnenen Erkenntnisse und Daten wird versucht, mit Hilfe eines Computermodells die Aktivität einer Faser des nervus acusticus in Antwort auf einen akustischen Reiz zu simulieren. Durch systematische Parametervariation soll der Einfluss verschiedener physiologischer Variablen auf das Entladungsmuster untersucht werden. Das Modell enthält eine Übertragungsfunktion des Mittelohrs (1), variable Übertragungsfunktionen für die Basilarmembran (2,3), lineare und nicht-lineare Übertragungsfunktionen für die Haarzellenübertragung des mechanischen in einen neuronalen Reiz (4,5), ein probabilistisches Schwellwert-Neuronenmodell (4) (s. Abb. 1) mit variablen Parametern und verschiedene Hilfsroutinen für die Generierung von Eingangsdaten, für die graphische Darstellung der Ausgangsdaten sowie für Bode-diagramme, Histogramme,

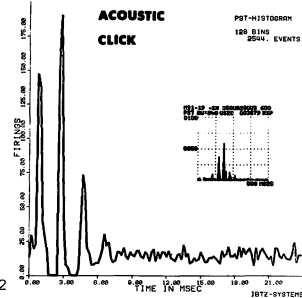


Abb.2

Abbildung 3 zeigt den Vergleich für Sinustonstimulation. Die durchgezogene dicke Linie ist der Modelloutput, die dünne Linie ist aus (7) entnommen und zeigt das Histogramm einer Einzelfaserableitung für eine Katze, wobei Skala und Massstab dem Modellhistogramm angepasst wurden.