

Auditorische Hirnrindenpotentiale auf einsilbige Sprachreize

Ulrich Hoppe¹, Frank Digeser²

¹ Funktionsabteilung Audiologie, HNO Klinik, Universitätsklinikum Erlangen, Waldstrasse 1, D-91054 Erlangen, Email: ulrich.hoppe@hno.imed.uni-erlangen.de

² Funktionsabteilung Audiologie, HNO Klinik, Universitätsklinikum Erlangen, Waldstrasse 1, D-91054 Erlangen, Email: frank.digeser@hno.imed.uni-erlangen.de

Einleitung

Auditorische Hirnrindenpotentiale spiegeln die elektrische Hirnaktivität mit einer sehr hohen zeitlichen Auflösung wider. In früheren Studien wurde untersucht, inwieweit sich sprachspezifische Verarbeitungen mit auditorischen Hirnrindenpotentialen abbilden lassen. In der Regel werden hierzu aufwändige Paradigmen mit abwechselnder Präsentation unterschiedlicher Stimuli eingesetzt. Nachteil dieser Art ist, dass sehr lange Untersuchungszeiten in Kauf genommen werden müssen. Gegenstand der aktuellen Studie war, inwieweit der phonetische Unterschied zwischen den Einsilbern /da/ und /ta/ sich in auditorischen Hirnrindenpotentialen widerspiegelt.

Material und Methoden

Es wurden 10 normalhörige Probanden im Alter von 18 bis 38 Jahren (MW 26,5 ± 6,6 Jahre) untersucht. Die Ableitung der Hirnrindenpotentiale wurde mit einer zweikanaligen elektrophysiologischen Apparatur (Evoselect, Pilot-Blankenfelde) durchgeführt. Die Ableitungen erfolgten zwischen rechten Mastoid und Vertex. Die Erdungselektrode wurde auf der Stirn angebracht. Die Übergangsimpedanzen lagen während der Messung unterhalb 3k Ω . Das EEG wurde bandpassgefiltert (von 0,3-30 Hz) und über eine Zeitdauer von 800 ms mit einer Abtastrate von 250 Hz registriert.

Je Messung wurden 200 Reize binaural über Kopfhörer mit einer Stimulationsrate von 0,7 Hz und einem Pegel von 65 dB HL präsentiert. Zur Elimination von Artefakten wurden EEG-Abschnitte verworfen, falls Amplituden von mehr als 150 μ V auftraten.

Stimuli

Als Sprachreize wurden von einer weiblichen Sprecherin aufgezeichnete Konsonant-Vokal Silben /da/ und /ta/ mit einer Länge von 287 ms verwendet. Der zeitabhängige RMS-Pegel ($\Delta t=5$ ms) der beiden Sprachreize variiert weniger als 7 dB.

Durch trennen in einen Teil vor 47 ms und einen Teil nach 47 ms (Übergangszeit 5ms) wurden die Silben in einen konsonantischen Teil /t/ und /d/ und in einen vokalischen Teil /(t)A/ und /(d)A/ aufgespalten.

Zusätzlich wurde für jede der beiden Silben ein quasiidentischer Rauschreiz /rta/ und /rda/ generiert, der durch die zufällige Multiplikation der Abtastwerte mit (+1) und (-1) entstanden ist. Das Spektrum dieser Reize entspricht dem von weißem Rauschen mit der Hüllkurve des jeweiligen Reizes /da/ und /ta/. In Abbildung 1 sind die

Schalldruckverläufe aller verwendeten Sprachreize dargestellt.

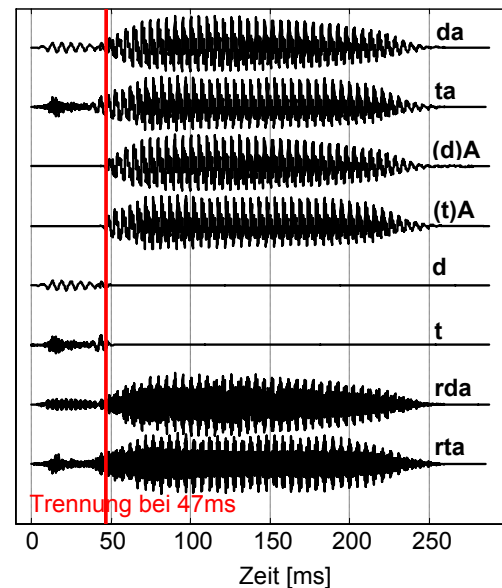


Abbildung 1: Schalldruckverläufe der verwendeten Stimuli. Aus den beiden Einsilbern /da/ und /ta/ wurden jeweils drei Reize generiert: 1. ein vokalischer Stimulus durch Begrenzung auf 47-290 ms ((d)A/, /(t)A/), 2. ein ‚konsonantischer‘ Stimulus durch Begrenzung auf 0-47 ms (/d/, /t/) und 3. ein quasiidentischer Rauschreiz durch Multiplikation der Abtastwerte mit +/- 1 (/rda/, /rta/).

Auswertung

Für die bei allen Probanden gemessenen Potentiale wurden die Latenzzeiten der N1-Komponente, der P2-Komponente und der dazwischen liegenden Nullstelle bestimmt. Des weiteren wurde die Interpeakamplitude N1-P2 aus den Messkurven ermittelt. Die Unterschiede dieser Parameter bei verschiedenen Stimuli wurden statistisch mit dem Wilcoxon-Test für die verbundene Stichproben geprüft (Signifikanzkriterium $\alpha=0,01$).

Ergebnisse

In Abbildung 2 sind die Mittelwerte über alle Probanden für jeden Stimulus dargestellt. Die durchgezogene Linie bei $t = 150,2$ ms markiert die N1 Latenz, die für den Stimulus /da/ ermittelt wurde.

In Tabelle 1 sind die aus den Einzelmessungen bestimmten Parameter aufgeführt.

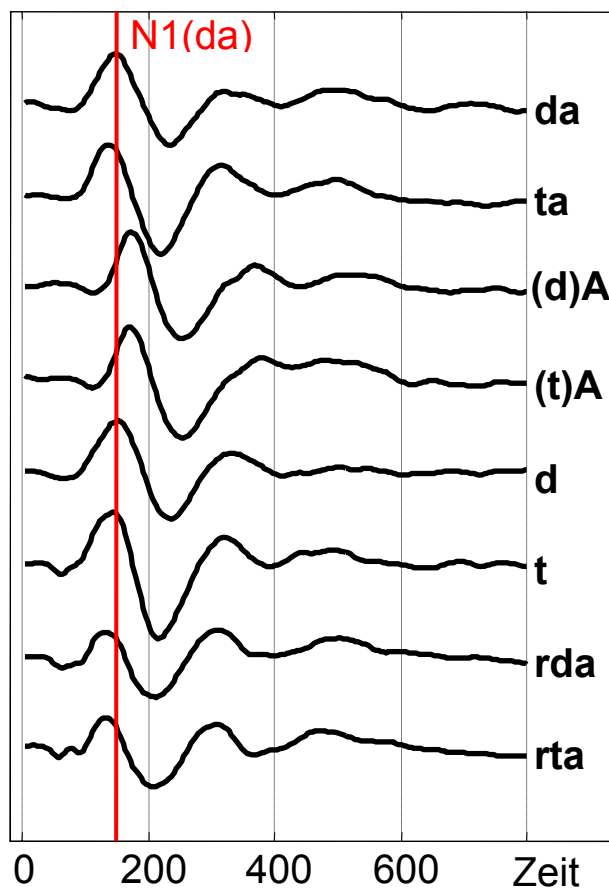


Abbildung 2: Potentialverläufe als Antwort auf die unterschiedlichen Stimuli. Dargestellt sind die Mittelwerte über alle Probanden. Der N1 Peak für den Reiz /da/ ist mit der durchgezogenen Linie gekennzeichnet.

Die Reize /da/ und /ta/ sowie /d/ und /t/ haben generell kürzere Latenzzeiten als die Reize /(d)A/ und /(t)A/. Am kürzesten sind die Latenzzeiten für die Quasirauschreize /rda/ und /rta/, die auch die geringsten Amplituden haben. Mit Ausnahme der Rauschreize haben alle Reize, die aus dem Einsilber /da/ abgeleitet wurden, signifikant längere Latenzzeiten und signifikant kleinere Amplituden als die Reize, die aus /ta/ abgeleitet wurden.

Reiz	N1 [ms]	Null [ms]	P2 [ms]	Amp. [μV]
da	150.2±2.3	190.8±3.1	230.0±3.0	10.84±1.03
ta	142.6±2.4	175.8±2.6	223.0±3.2	13.49±1.04
(d)A	175.6±1.4	208.8±2.0	256.2±2.8	12.64±1.27
(t)A	172.2±0.9	207.2±2.9	252.8±3.3	13.19±1.28
d	153.4±1.7	192.2±3.0	238.6±2.4	11.76±1.00
t	145.8±2.7	176.8±2.3	218.0±1.8	15.36±1.42
rda	133.3±3.0	167.2±2.7	212.2±3.5	8.50±0.81
rta	134.8±1.9	162.4±2.3	211.4±2.6	8.38±0.69

Tabelle 1: Mittelwerte der gemessenen Latenzzeiten und Interpeak Amplituden

Es ergeben sich signifikante Unterschiede für den Vergleich aller Parameter (Latenzen N1, P2, Nullstelle und Interpeakamplitude P2-N1) für die Stimuli /da/ und /ta/ sowie für die Reizpaare /d/ und /t/. Bei den vokalischen Stimuli /(d)A/ und /(t)A/ ergab sich für keinen der Parameter einen signifikanten Unterschied.

Diskussion

Gegenstand der Arbeit war die elektrophysiologische Messung der zentral-nervösen Verarbeitung kurzer, akustisch dargebotener Sprachreize. Insbesondere wurde untersucht, ob sich die akustischen Unterschiede des Minimalpaares /da/ und /ta/ in den auditorischen Hirnrindenpotentialen manifestieren. Im Mittel zeigten sich für alle untersuchten Parameter (N1-Latenz, P2-Latenz, Nullstelle und N1-P2-Amplitude) signifikante Unterschiede.

Die Sprachreize wurden durch digitale Beschneidung zum Zeitpunkt $t=47\text{ms}$ in einen konsonantischen und einen vokalischen Teil aufgespalten. Während für die Hirnrindenpotentiale auf den vokalischen Teil keine signifikanten Unterschiede in den Hirnrindenpotentialen nachzuweisen waren, zeigten sich bei der konsonantischen Stimulation für alle Parameter signifikante ($\alpha=0,01$) Unterschiede. Für beide Sprachreize wurden durch Multiplikation der Abtastwerte der Sprachsignale mit einer zufälligen Folge von +1 und -1 quasiidentische Rauschreize generiert. Diese haben dieselben zeitlichen Einhüllenden wie die korrespondierenden Sprachreize. Die durch die Rauschreize evozierten Hirnrindenpotentiale weisen untereinander für keinen der untersuchten Potentialparameter signifikante Unterschiede auf.

Offensichtlich lassen sich die Unterschiede in den Hirnrindenpotentialen zwischen den Einsilbern /da/ und /ta/ auf die akustischen Unterschiede der Stimuli innerhalb des konsonantischen Teils während der ersten 47 ms zurückführen. Da die zeitlichen Einhüllenden zu keinen unterschiedlichen Verläufen der Hirnrindenpotentiale führen, nehmen wir derzeit an, dass die Unterschiede in den Potentialen durch die spektralen Unterschiede der Konsonanten /d/ und /t/ bedingt sind.

Für eine Anwendung der hier vorgestellten elektrophysiologischen Messung der Sprachverarbeitung ist festzustellen, dass sie unter klinischen Bedingungen (einkanalige Ableitung mit einer nur gering modifizierten Standard-EEG-Apparatur) durchgeführt wurden. Unter den extrahierten Potentialparametern hat sich der Nulldurchgang zwischen N1 und P2 als besonders deutlich erwiesen. Für dessen Latenz zeigte sich nicht nur im statistischen Mittel eine Reduktion bei /ta/ gegenüber /da/, sondern auch in den individuellen Potentialverläufen eine Reduktion der Latenzzeit für alle Probanden. Somit lässt sich das Verfahren möglicherweise zum objektiven Nachweis der phonematischen Diskriminierung in der Hörgeräte- oder Cochlear-Implant-Versorgung einsetzen.

Literatur

- [1] Sharma A, Marsh C M, Dorman M F (2000) Relation between N1 evoked potential morphology and the perception of voicing. *J Acoust Soc Am*; **108**:3030-3035.
- [2] Ostroff J M, Martin B A, Boothroyd A (1998) Cortical Evoked Response to Acoustic Change Within a Syllable. *Ear Hear*; **19**:290-297.