

Markus Benz  
Dr. med.

## **Untersuchung der Binauralen Differenzpotentiale und ihres Zusammenhanges mit dem Richtungshörvermögen von Normalhörenden**

Geboren am 29.10.1980 in Offenburg  
Staatsexamen am 08.11.2007 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde  
Doktorvater: Prof. Dr. rer. nat. S. Hoth

Das Hören mit beiden Ohren befähigt zu einer Vielfalt auditiver Höchstleistungen wie die Lokalisation von Schallquellen oder die Störgeräuschbefreiung, die ein effektives Sprachverstehen selbst in lauter Umgebung ermöglichen. Beeinträchtigungen der Wahrnehmung können sich durch periphere oder zentrale Hörstörungen manifestieren. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) basieren auf Dysfunktionen der an der Hörbahn beteiligten Strukturen des Zentralnervensystems. Mögliche Folgen können Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibschwächen sein. Die geschätzte Prävalenz der AVWS von 2-3 % gebietet Handlungsbedarf, um frühzeitig therapeutisch intervenieren zu können. Allerdings erfordert die Diagnose eine umfassende Testbatterie, um der Vielschichtigkeit von AVWS gerecht zu werden. Bei Verdacht auf gestörte Abläufe zentraler Signalverarbeitungsprozesse wird in letzter Zeit häufig der diagnostische Nutzen der Binauralen Differenzpotentiale (BDP) diskutiert.

An 32 normalhörenden Probanden wurden mit konventioneller Ableitung Frühe Akustisch Evozierte Potentiale (FAEP) gewonnen. Die Messungen erfolgten sowohl unter monauralen als auch binauralen Stimulationsbedingungen mit hoher Genauigkeit bei acht verschiedenen Reizpegeln. Das Ergebnis einer jeden Messung lag in Form zweier Teilmittelkurven vor, die eine Bewertung der Reizantworten durch Angabe der Reproduzierbarkeit ermöglichen. Nach Bildung des BDP durch Subtraktion summierter monauraler Reizantworten von einer binauralen Reizantwort sind die dadurch im Latenzbereich von J5 entstehenden Potentialkomponenten DP1 und DN1 systematisch ausgewertet worden.

Zur Untersuchung des Richtungshörvermögens wurden die Probanden in dem Mittelpunkt eines Lautsprecherkreises platziert, bei dem in Abständen von 30° auf Ohrenhöhe zwölf Schallquellen in einer horizontalen Ebene montiert waren. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, unter schwierigen Bedingungen (gerichtetes Nutzsignal 65 dB, isotropes Störsignal 70 dB) den angespielten Lautsprecher richtig zu benennen. Ein Testdurchlauf umfasste 60 Stimuli, sodass jeder Lautsprecher insgesamt fünfmal, in einer durch einen Computer randomisierten Reihenfolge, angespielt wurde. Ausgewertet wurden neben der Trefferquote die Treffunsicherheit und der Schwerpunktvektor, die auf der Grundlage von Fehlervektoren berechnet wurden. Abschließend fand eine Korrelationsanalyse zwischen den Ergebnissen der elektrophysiologischen Untersuchung und denen des Richtungshörtestes statt, um denkbare Zusammenhänge statistisch absichern zu können.

Der Nachweis der BDP mit seinen Komponenten DP1 und DN1 gelang bei allen 32 Probanden. Allerdings zeigte sich die gemessene Reproduzierbarkeit vom verwendeten Reizpegel abhängig. Das insgesamt beste Ergebnis wurde bei einem Reizpegel von 40 dB beobachtet. Bei Betrachtung aller aufgezeichneten Reizantworten zeigte sich eine Verlängerung der

Latenz von DP1 und DN1 bei sinkendem Reizpegel. Zudem konnte eine Abnahme der Amplitude DP1/DN1 beobachtet werden, die jedoch vielfach 50 % der Amplitude von J5 betragen hat. Voruntersuchungen des Richtungshörtestes ergaben ein Signal/Rausch-Verhältnis (SNR) von - 5 dB (Nutzsignal 65 dB, Störsignal 70 dB) als vorteilhaft, um Probanden hinlänglich ihrer Schalllokalisationsfähigkeit am besten zu unterscheiden. Die weite Bandbreite daraus resultierender Testergebnisse, repräsentiert von Trefferquoten zwischen 25 % bis 58 %, bildeten den idealen Ausgangspunkt für weitere Regressionsanalysen.

Eine simultan zur visuellen Analyse stattfindende computergestützte Berechnung der Reproduzierbarkeit erlaubt dem Untersucher eine kritische Beurteilung der Daten. In die Darstellung der Ergebnisse sind nur Differenzpotentiale von EEG-Signalen mit einer Reproduzierbarkeit von mindestens 60 % eingegangen. Die Messergebnisse bestätigen die bisher bekannten Charakteristika der BDP. In der Literatur beschriebene leichte Abweichungen in Latenz und Amplitude können dort auf eine kleinere Anzahl Probanden, andere Reizform und Reizdauer, fehlende Maskierung des contralateralen Ohres, weniger Mittelungsschritte, bzw. auf eine Phasenverzerrung, bedingt durch eine andere Wahl der Filtergrenzen zurückgeführt werden. Das Auftreten von DP1 vor J5 erhärtet die Hypothese, dass die Entstehung von binauralen Interaktionen mit dem früheren Eintreten der korrespondierenden Welle V unter binauralen Stimulationsbedingungen assoziiert ist. Somit kann DP1 als der erste Peak der binauralen Interaktion angesehen werden. Trotz des in vielen Studien bestätigten Einflusses von lateralisierten diotischen Reizen auf die Morphologie der BDP konnte keine Korrelation mit dem Lokalisationsvermögen der Probanden festgestellt werden.

Es konnte gezeigt werden, dass mit dem konventionellen Ableitverfahren der FAEP der Nachweis von BDP an allen teilnehmenden normalhörenden Probanden gelingt. Sollte die Hypothese zutreffen, dass die Information des Richtungshörens bereits auf Hirnstammebene repräsentiert wird, kann aus dem vorliegenden Ergebnis abgeleitet werden, dass die interindividuellen Abweichungen bei normalhörenden Probanden zu klein sind – oder von Parametern abhängen, die nur mit größerem Aufwand gemessen werden können. Jedoch können die gewonnenen Latenzen von DP1 und DN1 und ihre Abhängigkeit vom Reizpegel bei der Beurteilung suspekter Werte bei Patienten mit Verdacht auf AVWS von diagnostischem Nutzen sein. Beim Abgleich mit der Literatur scheint die Mittelung von 4000 EEG-Abschnitten ausreichend gute Resultate zu ergeben. Mit einer höheren Mittelungszahl wird zwar ein besseres SNR erreicht, allerdings auf Kosten der Messzeit, die einen nicht unwesentlichen Faktor der Patienten-Compliance darstellt. Eine weitere Verkürzung der Untersuchungszeit kann dadurch erreicht werden, dass nicht bei allen der hier angewendeten Reizpegel gemessen wird. Ist eine zügige Messung geboten, bietet sich an, die Untersuchung auf den Reizpegel von 40 dB zu beschränken, der insgesamt die besten Ergebnisse geliefert hat.