

# Warum das Zentrale Hören für den Akustiker in Test und Training immer wichtiger wird

Wer seit seiner Ausbildung unter dem Begriff der „Schwerhörigkeit“ nichts weiter subsumiert hat als die diversen Aspekte eines beeinträchtigten peripheren Hörens, wurde erstmal aufgeschreckt durch das Konsensus-Statement von M. Ptok<sup>1</sup>, in dem sich maßgebende Phoniater und Pädaudiologen auf eine einheitliche Terminologie im Bereiche der zentralen Verarbeitung und Wahrnehmung auditiver Sinnesreize verständigt und den Begriff der AVWS geprägt hatten.

Zunächst wurde dieser Begriff vor allem als mögliche [Mit]-Ursache von lautsprachlichen Entwicklungsverzögerungen sowie von Störungen beim Erwerb der Schriftsprache diskutiert. Erst in jüngerer Zeit wird erkennbar, dass AVWS eine ebenso bedeutende Ursache für die nachlassende sprachliche Kommunikationsfähigkeit im Alter darstellen und dass sie manchmal sogar die alleinige Ursache sind.

Wesentliche Fortschritte bei dieser Erkenntnis verdanken wir der Habilitationsschrift von G. Hesse<sup>2</sup>, aus der hier nur einige zielweisende Zitate wiedergegeben seien, die auf Untersuchungen durch Hesse an 477 Klienten beruhen:

Seite 81: „So ist zu vermuten, dass die bei älteren Menschen gehäuft auftretende Hörminderung in den meisten Fällen sowohl durch eine Degeneration von Haarzellen des Innenohres als auch durch Einschränkung zentraler Funktionen der Hörverarbeitung bedingt ist.“

Seite 82: „Für die übergroße Mehrzahl der Schwerhörigkeiten im Alter sind sowohl Haarzellschäden des Innenohres als auch Veränderungen der neuronalen Hörverarbeitung verantwortlich.“

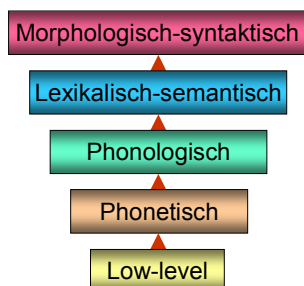
Seite 87: „Strukturen der Hörverarbeitung sind auch im hohen Alter noch regenerationsfähig (Willot 1996) und damit trainierbar.“

Seite 88: „Es wird und sollte Aufgabe der Hals-Nasen-Ohrenärzte sein, das Hören in seiner gesamten Dimension zu begreifen, sowohl in Bezug auf die Mittel- und Innenohrfunktionen als auch die weiteren zentralen Verarbeitungsprozesse.“

Seite 89: „Schwerhörigkeit im Alter kann nach dieser Studie definiert werden als Folge sowohl eines Verlustes der Funktionsfähigkeit der Haarzellen des Innenohres als auch durch Defizite in der weiteren zentralen Hörverarbeitung. Manche Schwerhörige haben sogar eine völlig normale Innenohrfunktion. Für die spezifischen Probleme schwerhöriger alter Menschen und besonders den Anspruch, sich auch im hohen Alter noch auf Kommunikation verlassen zu können, um Anteil am öffentlichen Leben zu haben, ist diese Differenzierung besonders dann nötig, wenn therapeutisch oder kompensatorisch geholfen werden soll. Gerade in Bezug auf die Hörgeräteversorgung und -anpassung ist hier ein Umdenken erforderlich.“

Die MediTECH Electronic GmbH, die sich bis vor Kurzem vor allem mit der Diagnose und Therapie zentraler Hör- und Verarbeitungsstörungen bei Kindern und Jugendlichen befasst hatte, dehnt nun – nicht zuletzt aufgrund der vorstehend geschilderten neuen Erkenntnisse – ihre Aktivitäten auf die Messung und das Training zentral-auditiver Funktionen auch bei Erwachsenen aus.

Mit dem „Brain-Boy® Universal Professional (BUP) lassen sich insgesamt acht so genannte Low-Level-Funktionen (LLFen) erheben. Dieser Begriff wurde in Deutschland erstmals durch einen Beitrag von M. Ptok eingeführt<sup>3</sup>. Ptok zeigt darin den hierarchischen Aufbau sprachlicher Kompetenz von der Low-Level-Stufe über die phonetische, die phonologische, die lexikalisch-semantische und die morphologisch-syntaktische Stufe bis zur Rechtschreibebene auf. Er gibt zu erkennen, dass diese hierarchische Gliederung zugleich eine Abhängigkeit der Kompetenz jeder Stufe von allen darunter angesiedelten Stufen bedeutet.



Dass die LLFen zunächst im Kindes- und Jugendlichenalter eine stetig beschleunigte zentrale Verarbeitung zeigen, hat U. Tewes durch Vergabe mehrerer Dissertationen an der Medizinischen Hochschule Hannover nachgewiesen. In einer vom Thüringer Kultusministerium unter der Leitung von Tewes durchgeführten Studie<sup>4</sup> wurden sowohl die Korrelation zwischen Not leidenden LLFen mit der Rechtschreibleistung als auch die Trainierbarkeit dieser LLFen mit einem Transfer auf die Rechtschreibebene aufgezeigt.

Erst in jüngster Zeit wurde systematisch untersucht, wie sich die LLFen weiter entwickeln, nachdem sie sich etwa bis zum zwanzigsten Lebensjahr einem optimalen Wert angenähert haben. Hier lieferte eine Dissertation an der Medizinischen Hochschule Hannover zumindest vorläufige Richtwerte für die nun offenbar einsetzende im Verlaufe des weiteren Lebens stetige Verschlechterung dieser Werte. Bei diesen acht LLFen des BUP handelt es sich um:

- **Visual Order Threshold** = Visuelle Ordnungsschwelle, wichtig für die Zeitauflösung kontinuierlicher Seheindrücke. Die visuelle Ordnungsschwelle wurde durch Ernst Pöppel<sup>5</sup> in „Grenzen des Bewusstseins“ definiert als diejenige Zeitspanne, die zwischen zwei Sinnesreizen mindestens verstreichen muss, damit diese getrennt wahrgenommen und in eine Reihenfolge gebracht werden können. Sie bestimmt somit die Segmentierung des visuellen Inputs. Gemessen wird sie mittels zweier Lichtblitze von links und von rechts, deren Reihenfolge zufallsgesteuert und vom Probanden zu bestimmen ist. Begonnen wird mit großen Zeitabständen. Nach einem vorgegebenen Algorithmus wird dieser zeitliche Abstand nach jeder zutreffenden Antwort verkürzt und nach jeder unzutreffenden Antwort verlängert, bis die visuelle Ordnungsschwelle des Probanden erreicht ist und mit den vorliegenden Richtwerten verglichen werden kann.
- **Auditory Order Threshold** = Auditive Ordnungsschwelle, wichtig für die Zeitauflösung kontinuierlicher Höreindrücke. Sie bestimmt laut

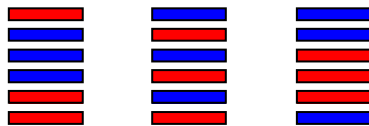
Pöppel<sup>5</sup> die Segmentierung des gesamten auditiven Inputs. Gemessen wird sie sinngemäß ähnlich dem Sehen: Hier hört der Proband zwei Klicks im Kopfhörer von links und von rechts und soll auch dabei deren Reihenfolge benennen. Nach demselben Algorithmus wie im Sehen wird dieser zeitliche Abstand nach jeder zutreffenden Antwort verkürzt und nach jeder unzutreffenden Antwort verlängert, bis die auditive Ordnungsschwelle des Probanden erreicht ist und mit den vorliegenden Richtwerten verglichen werden kann.

- **Spatial Hearing** = Richtungshören, eine wichtige Komponente für den Cocktail-Party-Effekt, also für das Filtern des Nutzschalls aus Nebengeräuschen. J. Blauert<sup>6</sup> hat sich mit diesem Themenkreis gründlich befasst. Typische Geräuschpegel in deutschen Schulklassen liegen zwischen 50 und 60 dB(A); das ergaben von der Universität Oldenburg veröffentlichte Messungen<sup>7</sup> von C. Sust und A. Lazarus. In gut besuchten Restaurants liegt der Stimmengewirr-Geräuschpegel zumeist deutlich über 60 dB(A). Für das „Heraushören“ des Nutzschalls aus räumlich verteiltem Störschall ist also *auch* ein gutes Richtungshören unabdingbar. Zum Prüfen seines Richtungshörens werden dem Probanden Klicks aus verschiedenen Richtungen über Kopfhörer zugespielt. Der Proband wird nach einem ähnlichen Algorithmus wie oben an seine Grenze geführt. Der erreichte Wert wird mit den vorliegenden Richtwerten verglichen.
- **Pitch Discrimination** = Tonhöhenunterscheidung, wichtig für das Erkennen von Vokalen und Sprechmelodie. Holopainen et al. haben mittels Mismatch Negativity (MMN) den Nachweis<sup>8</sup> erbracht, dass diese Fähigkeit schon bei Vorschulkindern eng mit deren sprachlicher Kompetenz verknüpft ist. Die Fähigkeit, Töne verschiedener Frequenz rasch und treffsicher zu unterscheiden, benötigt der hörende Mensch für die Vokalerkennung und die Dekodierung der Sprechmelodie, die neben Sprechtempo, -rhythmus und -lautstärke wohl die wichtigste Komponente der Prosodie darstellt: Zum Testen hört der Proband zwei kurze Töne, deren Intervall sich erfolgsabhängig verändert. Es wird nach einem ähnlichen Algorithmus wie oben an seine Grenze geführt. Dieser Bestwert wird mit den vorliegenden Richtwerten verglichen.

- **Synchronized Finger-Tapping** = auditiv-motorische Koordination, wichtig für die Koordination zwischen den Hirnhälften. Hier werden Erkenntnisse<sup>9</sup> eines Teams um Peter H. Wolff von der Universität Harvard umgesetzt, der bei LRS-Schülern deutliche Rückstände beim rhythmischen Umsetzen von Rechts-Links-Klicks in Fingertapping festgestellt hat: Der Proband hört ein solches andauerndes Klickmuster und soll im Takt damit abwechselnd zwei Tasten betätigen. Bei jedem Treffer verkürzt sich der Abstand der Klicks ganz geringfügig. Nach achtzig Sekunden wird der erreichte Endwert ausgegeben und mit den vorliegenden Richtwerten verglichen.

- **Choice-Reaction-Time** = Wahl-Reaktions-Zeit, wichtig für die rasche Entscheidung zwischen Höralternativen. Angeknüpft wird hier an umfangreiche Untersuchungen von R. Nicolson<sup>10</sup> und A. Fawcett, die zwischen LRS-Kindern und Kontrollkindern bei Wahl-Reaktionsaufgaben im Hören und im Sehen ein erhebliches Gefälle feststellten: Der Proband hört von links und von rechts je einen Ton. Das Intervall ist mit fast einer Oktave so groß, dass es sich *nicht* um eine Variante der Tonhöhenunterscheidung handelt. Vielmehr soll der Proband hier möglichst rasch die Taste auf der Seite mit dem tieferen Ton betätigen. Gemessen wird seine durchschnittliche Reaktionszeit bei vierzig aufeinander folgenden Tonpärchen. Der errechnete Wert wird ausgegeben und mit den vorliegenden Richtwerten verglichen.

- **Frequency-Pattern-Test:** Wichtig für das präzise Erfassen Frequenzstrukturierter Höreindrücke. Hier ist Frank E. Musiek der Ideengeber<sup>11</sup>. Er hat mit seinem „Frequency-Pattern-Test“ ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen LRS-Kindern und Kontrollkindern ermittelt: Der Proband



hört eine Folge von drei Tönen. Davon sind zwei identisch, einer weicht ab. Das ergibt die obenstehenden sechs Möglichkeiten. Der Proband soll angeben, an welcher Stelle – vorn, mittig, hinten – er den abweichenden Ton gehört hat. Die Dauer der Töne und Pausen verändert sich erfolgsabhängig. Der Proband wird nach einem ähnlichen Algorithmus wie oben an seine Grenze geführt.

Dieser Bestwert wird mit den vorliegenden Richtwerten verglichen.

- **Duration-Pattern-Test** = Zeit-Muster-Test, wichtig für das präzise Erfassen zeitlich strukturierter Höreindrücke. Auch hier stammen die ursprünglichen Veröffentlichungen von Frank E. Musiek<sup>11</sup>. Auch mit seinem „Duration-Pattern-Test“ konnte er deutliche Unterschiede zwischen sprachauffälligen und Kontrollkindern nachweisen: Der Proband hört eine Folge von drei Tönen identischer Tonhöhe, die sich nur dadurch unterscheiden, dass einer dieser Töne *länger* ist als die beiden anderen. Der Proband soll angeben, an welcher Stelle – vorn, mittig, hinten – er den längeren Ton gehört hat. Die Dauer der Töne und Pausen verändert sich erfolgsabhängig. Der Proband wird nach einem ähnlichen Algorithmus wie oben an seine Grenze geführt.

Diese LLFen kann nun jeder Wissenschaftler und jeder Praktiker mit dem BUP<sup>12</sup> bei seinen Klienten erheben, um parallel zur Diagnose des peripheren Hörens auch eine Aussage über Trainingsbedarfe bei der zentralen Hörverarbeitung machen zu können. Die Bedienung dieses Gerätes im Dialog mit dem Display ist so einfach und übersichtlich gestaltet, dass sie mühelos innerhalb weniger als einer Stunde erlernt werden kann:

Nach dem Einstecken einer Flashcard mit den Klientenstammdaten, also seinem Namen und Geburtstag, werden nacheinander die für diesen Klienten vorgesehenen LLFen erhoben. Dazu werden vorn an die mittlere Buchse ein Kopfhörer und an die beiden äußeren



Buchsen je ein Taster angeschlossen. Beispielsweise wird der Klient für das Erheben des auditiven Hirntaktes instruiert, dass er gleich dicht nach einander in seinem Kopfhörer von links und von rechts je einen Klick hören werde. Er möge jeweils durch Tastendruck entscheiden, von welcher Seite er den ersten Klick gehört habe. Mittels des oben beschriebenen Algorithmus

wird der Klient nun an seine Grenze geführt:

Der zeitliche Abstand der beiden Klicks verkürzt sich bei richtigen Tastenentscheidungen des Klienten und verlängert sich bei Fehlentscheidungen wieder. So ist in der Regel nach weniger als zwei Minuten der aktuelle Hirntakt dieses Klienten festgestellt und vom BUP mit seinem alterstypischen Richtwert verglichen. Mit einem Tastendruck wird dieser Wert auf der Flashcard abgespeichert. In ähnlicher Weise werden die restlichen LLFen erhoben, mit den Richtwerten verglichen und ebenfalls abgespeichert. Die Endergebnisse können nun im Display des BUP betrachtet und ausgewertet werden. Durch Auslesen der Flashcard über einen PC mit geeigneter Software lassen sich die erhaltenen Daten in eine Datenbank übertragen, um dort für eine genauere Verlaufsbetrachtung und Besprechung mit dem Klienten verfügbar zu sein.



Gelangt der Berater mit seinem Klienten zur Schlussfolgerung, dass entweder parallel zu der gebotenen Versorgung mit einem Hörgerät oder sogar anstelle dieser Hörgeräteversorgung auch das Training von LLFen angezeigt sei, so empfiehlt er dem Klienten die Anschaffung eines entsprechenden Trainingsgerätes<sup>12</sup> vom Typ AT-3000. Zusätzlich bietet er ein begleitendes Hörtraining von in der Regel 6-8 Trainingssitzungen an. Nähere Informationen zu diesem unter dem Markenzeichen *hörFit*<sup>®</sup> etablierten Trainingsverfahren zur Verbesserung der zentralen Hörfähigkeit finden sich auch unter [www.hoerfit.ch](http://www.hoerfit.ch). Das vom zertifizierten Hörtrainer begleitete Training fördert alle zuvor gemessenen LLFen, und zwar auf eine besondere Weise durch das so genannte assoziative Lernen:

Im Lernmodus mit dem Kopfhörer in der linken Anschlussbuchse *hört* der übende Klient die Tonsignale nicht nur, sondern er *sieht* leicht verzögert zusätzlich diejenige Leuchtdiode aufblitzen, die ihm die zutreffende Antwort signalisiert. Nach einem vollständigen Durchlauf steckt der Proband den Kopfhörerstecker in die rechte Buchse um und macht nun einen neuen, nun ungestützten Vertiefungsdurchlauf. Dabei verbessern sich nach den bisherigen Erfahrungen die Testwerte oft schon nach wenigen Trainingsdurchgängen um einige Lebensjahrzehnte, wie die durch eine weitere Studie<sup>13</sup> nachgewiesen werden konnte.

Je nach Motivation und zeitlichen Reserven kann der Klient so entweder jede der Übungen entweder täglich oder einen Teil dieser Übungen einen um den anderen Tag absolvieren. Zweckmäßigerweise dokumentiert der Klient die erreichten Werte und vergleicht sie mit den Zielwerten, die er tatsächlich um wenigstens zwei Lebensjahrzehnte niedriger ansetzen sollte als seine gegenwärtig erreichten Werte. Da der Auswertungsalgorithmus auf dem Trainingsgerät AT-3000 identisch mit dem BUP-Gerät in der Praxis des Hörakustikers ist, lassen sich die erhobenen Werte auch zuverlässig und mühelos in beiden Richtungen mit einander vergleichen.

Entscheidend für den Erfolg des Hörtrainings nach der *hörFit*<sup>®</sup>-Methode ist, dass der Trainer umfassend und kompetent den Lernprozess über die genannten 6-8 Trainingssitzungen verfolgt und begleitet. Dabei gibt er dem Klienten wichtige Anregungen und Hinweise, um den Transfer in den Höralltag des Klienten sicherzustellen und möglichst erfolgreich zu gestalten.

*Hersteller:*

MediTECH Electronic GmbH  
Langer Acker 7  
D-30900 Wedemark

Telefon +49 (5130) 977 78 0  
Telefax +49 (5130) 977 78 22  
e-Mail [info@meditech.de](mailto:info@meditech.de)  
Internet [www.meditech.de](http://www.meditech.de)

- <sup>1</sup> Ptok-M et al. (2000), Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen - Konsensus-Statement, Sprache - Stimme - Gehör 24: pp. 90-94
- <sup>2</sup> Hesse-G „Altershörigkeit - Audiometrische Befunde zur Differenzierung peripherer und zentraler Anteile der Hörfähigkeit im Alter“, (2003), Habilitation am HNO-Lehrstuhl der Universität Witten-Herdecke
- <sup>3</sup> Ptok-M. (2000) „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen und Legasthenie“ Hessisches Ärzteblatt 2/2000, pp. 52-54
- <sup>4</sup> Tewes-U. et al., (2003) „Automatisierungsstörungen als Ursache von Lernproblemen“, Forum Logopädie 1/2003, pp. 24-30
- <sup>5</sup> Pöppel-E „Grenzen des Bewusstseins“, Insel-Verlag (1997) ISBN 3458168 788, pp. 9-42
- <sup>6</sup> Blauert-J „Spatial Hearing - The Psychophysics of Human Sound Localization“, MIT-Press, Cambridge (1997), BLATH 0-262-02413-6
- <sup>7</sup> Sust-CA & Lazarus-H „Die Wirkung von Lärm auf das Verständnis gesprochener Sprache“ in „Hören in Schulen“, Symposium der Universität Oldenburg, 11.-14.09.2002
- <sup>8</sup> Holopainen-IE et al. „Attenuated auditory event-related potential (mismatch negativity) in children with developmental dysphasia“, Neuropediatrics, (1997) Oct; 28(5): pp. 253-256
- <sup>9</sup> Wolff-PH, „Impaired motor timing control in specific reading retardation“, Neuropsychologia, 22 (5) pp. 587-600 (1984)
- <sup>10</sup> Nicolson-RI „Reaction Times and Dyslexia“, Quarterly Journal of Experimental Psychology A, 47(1), (1994 Feb), pp. 29-48
- <sup>11</sup> Musiek-F „Auditory Perception Problems in Children“, Lyrangoscope 90 (1980), pp. 962-971
- <sup>12</sup> Lieferer: MediTECH Electronic GmbH, Langer Acker 7, 30900 Wedemark, Ruf 05130-977780, Fax 05130-9777822
- <sup>13</sup> Warnke-F „Wie misst der HNO-Arzt die Low-Level-Funktionen“, Otology 8, Juli 2005, pp. 36-44

*Vertrieb Schweiz:*

STAPES GmbH – Marketing & Training  
Postfach 216  
6403 Küssnacht

Telefon 041 850 81 75  
Telefax 041 850 81 77  
e-Mail [info@stapes.ch](mailto:info@stapes.ch)  
Internet [www.stapes.ch](http://www.stapes.ch)