

Funktionen der auditiven Wahrnehmung

Die folgende Darstellung auditiver Wahrnehmungsfunktionen versucht, die Vielzahl möglicher Verarbeitungsprozesse aufzulisten. Sie reflektiert nicht den anatomischen Ort der Verarbeitung und nur unvollständig die Art des akustischen Reizes (Ton, Geräusch, Laut, Silbe, Wort). Die Tabelle stellt auch keine Wertigkeit dieser Funktionen für die Spracherkennung und für die Diagnostik dar. Einen Vorschlag zur Diagnostik haben wir getrennt dargestellt. Die Zuordnung mancher Funktionen könnte auch anders kategorisiert werden, da manche Funktionen wie z.B. das Richtungshören oder die Maskierung sowohl Prozesse der zeitlichen Verarbeitung als auch der Lautstärkepegelverarbeitung beinhalten. Während die Analyse von Funktionen wie der Lautstärke- oder die Tonhöhenunterscheidung schon peripher beginnt, erfordern andere Funktionen besondere kortikale Lernfähigkeiten und sind daher in der Qualität ihrer Verarbeitung von kognitiven Prozessen abhängig. Dazu gehören die Funktionen „Mustererkennung“, „Synthese“ und „Ergänzung“, die der phonologischen Bewusstheit im engeren Sinne zugerechnet werden und daher nicht überwiegend Wahrnehmungsfunktionen sondern kognitive Leistungen darstellen (siehe Anmerkung 1).

Hier liegt der Grenzbereich zwischen auditiver Wahrnehmung einerseits und Sprachverständnis und Kognition andererseits. In diesen Funktionen muss auch individuell beurteilt werden, ob eine rezepptive Sprachentwicklungsstörung und/oder eine auditive Wahrnehmungsstörung vorliegt. In den Anmerkungen 2-4 finden sich u.a. die Definitionen von Auditiver Wahrnehmung aus den Leitlinien der DGPP und dem Technical Report der ASHA und ein Hinweis zur Begrifflichkeit von „Laut“.

Wahrnehmungsbereich	Verarbeitungsleistung	Beschreibung	mögliche Beeinträchtigung im Alltag
Lautstärkeunterscheidung	Lautheitsempfindung	Subjektive Empfindung dafür, ab welchem Lautstärkepegel ein Ton oder ein Geräusch als zu laut empfunden wird, herabgesetzte Unbehaglichkeitsschwelle	Erschrecken bei Geräuschen, Vermeiden von Situationen, in denen laute Geräusche auftreten können
	Lautstärkepegelunterscheidung (<i>intensity</i>)	Fähigkeit, unterschiedliche Lautstärkepegel zu unterscheiden (z.B. zwei unterschiedlich laute Töne)	Prosodie
Frequenzunterscheidung	Tonhöhenunterscheidung (<i>frequency detection</i>)	Fähigkeit, zwei verschieden hohe Töne zu unterscheiden	Gestörte Prosodie, monotone Sprache und andere phonologische Auffälligkeiten, Störung der Formant-/Vokalanalyse

Zeitliche Verarbeitung <i>(temporal aspects of hearing)</i>	Lückenerkennung <i>(gap detection)</i>	Erkennen einer unterschiedlich langen Zeitlücke zwischen zwei akustischen Signalen gleicher Länge	Nichterkennen von Plosivlauten, den Transienten der Formanten und Silbengrenzen
	Maskierung <i>(temporal masking)</i>	Von zwei Tönen, die kurz aufeinander folgen (leiser auf lauten Ton oder umgekehrt!), wird nur der lautere wahrgenommen. Wird der zeitliche Abstand größer (> 5 ms), können beide Töne wieder differenziert werden.	Gegenseitige Überdeckung zweier rasch aufeinanderfolgender Laute
	Integration <i>(integration)</i>	Wahrnehmung unvollständiger Teile von Geräuschen und Wörtern und deren Ergänzung	Bei schnell gesprochener Sprache werden Phoneme nicht erkannt
	Ordnungsschwelle <i>(time order)</i>	Die Ordnungsschwelle ist der kleinste Zeitabstand, der verstreichen muss, um zwei nacheinander präsentierte Stimuli gerade noch als getrennt wahrzunehmen und sie in eine zeitliche Reihenfolge (Ordnung) bringen zu können: einohrig (monaural time order) oder beidohrig (binaural time order)	Ungenauere Konsonantenanalyse
	Summation <i>(binaurale Summation)</i> Verschmelzung <i>(fusion)</i>	Verschmelzung zweier gleichzeitig und seitentrennt dargebotener sprachlicher Komplexe, Verschmelzung beidseits präsentierte Stimuli	Eingeschränktes Sprachverständnis bei konkurrierenden Schallquellen

Beidohrigkeit <i>(binaural hearing)</i>	Richtungshören, Lokalisation <i>(sound localisation, spatial orientation)</i>	Lokalisieren einer Geräuschquelle in Richtung und Entfernung	akustische Orientierung erschwert; räumliche Desorientierung
	Dichotisches Hören <i>(dichotic hearing)</i>	Fähigkeit, auf beiden Ohren gleichzeitig eintreffende und unterschiedliche Stimuli zu trennen oder zu erkennen (ist auch eine Aufgabe für Separation, Lateralisation und Gedächtnis)	Schwierigkeiten, Gesprächen in Gruppen zu folgen (unterschiedliche Quellen)
Lautunterscheidung <i>(auditory discrimination)</i>		Fähigkeit, ähnlich klingende akustische Ereignisse zu unterscheiden: nichtsprachlich: Geräusche, Töne sprachlich: Konsonanten-, seltener Vokalunterscheidung	je nach Ausprägung Sprachverständnisprobleme bei Sprachentwicklungsstörungen, einfache Lautbildungsfehler, Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb
Separation <i>(separation)</i>	Nutzschall-Störschalltrennung <i>(auditory performance with competing acoustic signals)</i>	Fähigkeit, akustische Signale vor konkurrierenden Hintergrundgeräuschen zu identifizieren; ist auch eine Funktion des beidohrigen Hörens	Schwierigkeiten, Sprache aus lautem Hintergrundgeräusch oder bei ungünstiger Raumakustik zu verstehen; besseres Sprachverständnis in ruhiger Umgebung; Cocktail-Partyeffekt; Äußerungen in Telefonaten mit schlechter technischer Übertragung werden schwer verstanden
	Hoch- oder Tieftönenverstehen <i>(auditory performance with competing acoustic signals)</i>	Verstehen frequenzbeschnittener Äußerungen	
	Maskierung <i>(masking)</i>	ein akustisches Signal verdeckt ein anderes, das vorher, gleichzeitig oder danach eintrifft (siehe auch: zeitliche Verarbeitung)	
Mustererkennung <i>(auditory pattern recognition)</i>	Ergänzung	Fähigkeit, Sequenzen von unterschiedlicher Tonhöhe, Lautstärke und Ton- oder Pausendauer wiederzuerkennen.	Probleme im Schriftspracherwerb

Gedächtnis und Aufmerksamkeit

Gedächtnis und Aufmerksamkeit sind nicht Teile der auditiven Wahrnehmung. Sie beeinflussen jedoch die Funktionen der auditiven Wahrnehmung und sie stehen im Wechselspiel mit übergeordneten Bereichen wie Motivation, Emotion, Kognition. (siehe das Modell bei Lauer, 2001, 2014)

- **Speicherfähigkeit / auditive Merkspanne:** Arbeitsspeicher; grundlegende Größe, unterstützt durch die phonologische Schleife. Eingeschränkt bei vielen Kindern mit Schwierigkeiten im Erwerb der gesprochenen und geschriebenen Sprache.
 - Menge der gespeicherten Stimuli
 - Reihenfolge der Stimuli (Sequenzierungsfähigkeit) erfassen und reproduzieren
- **auditive Aufmerksamkeit**
 - selektive/fokussierte Aufmerksamkeit: gerichtete und kurzzeitige Aufmerksamkeit
 - Vigilanz: Wachheit, langfristige Aufmerksamkeit; Aufrechterhalten von Aufmerksamkeit und Kontrolle von Handlungen/aktive Hinwendung (Konzentration)
 - Geteilte Aufmerksamkeit: die Fähigkeit, zwei oder mehr Reize gleichzeitig zu beachten bzw. auf sie zu reagieren.

Vorsichtig mit der „Diagnose“ einer Aufmerksamkeitsstörung umgehen!! Aufmerksamkeitsstörungen können ein Hinweis für andere Probleme (z.B. psychische Störungen oder Bindungsstörungen) sein!

Anmerkungen:

1 Phonologische Bewusstheit

Phonologische Bewusstheit im engeren Sinne: Die phonologische Bewusstheit im engeren Sinne bedeutet den überwiegend bewussten Umgang mit den kleinsten Einheiten der gesprochenen Sprache, den Phonemen (Lauten). Sie entwickelt sich üblicherweise erst unter Anleitung im Zusammenhang mit dem Schriftspracherwerb und wird daher dem Bereich der Kognition zugeordnet. Dazu gehören auch die Funktionen der Synthese und der Ergänzung. Synthese (*auditory blending*, Verschmelzen) meint die Fähigkeit, aus Einzellauten oder Silben Wörter zusammenzuziehen. Dadurch können Probleme beim lautverbindenden Lesen entstehen. Ergänzung ist die Fähigkeit, akustisch fragmentarische Äußerungen zu sinnvollen Äußerungen zu ergänzen. Dadurch können Äußerungen in Telephonaten mit schlechter technischer Übertragung oder von Menschen mit undeutlicher Sprache trotzdem verstanden werden.

Phonologische Bewusstheit im weiteren Sinne: Unter der phonologischen Bewusstheit im weiteren Sinne versteht man die überwiegend unbewusste Wahrnehmung der größeren sprachlichen Einheiten wie Wörter im Satz und Silben in Wörtern, des Klangs der Wörter beim Reimen, die Erkennung von Silbengrenzen usw. Sie entwickelt sich in der Regel spontan im Vorschulalter. Die Phonologische Bewusstheit im weiteren Sinne wird meist noch dem Wahrnehmungsbereich zugeordnet.

2 Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) – AVWS 2010 (www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/049-012.html):
Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) sind Störungen zentraler Prozesse des Hörens, die u.a. die vorbewusste und bewusste Analyse, Differenzierung und Identifikation von Zeit-, Frequenz- und Intensitätsveränderungen akustischer oder auditiv-sprachlicher Signale sowie Prozesse der binaura-

len Interaktion (z.B. zur Geräuschlokalisierung, Lateralisation, Störgeräuschbefreiung und Summation) und der dichotischen Verarbeitung ermöglichen.

3 American Speech-Language-Hearing Association (ASHA, Technical Report, 2005) (www.asha.org/policy/TR2005-00043/): Broadly stated, (Central) Auditory Processing [(C)AP] refers to the efficiency and effectiveness by which the central nervous system (CNS) utilizes auditory information. Narrowly defined, (C)AP refers to the perceptual processing of auditory information in the CNS and the neurobiologic activity that underlies that processing and gives rise to electrophysiologic auditory potentials. (C)AP includes the auditory mechanisms that underlie the following abilities or skills: sound localization and lateralization; auditory discrimination; auditory pattern recognition; temporal aspects of audition, including temporal integration, temporal discrimination (e.g., temporal gap detection), temporal ordering, and temporal masking; auditory performance in competing acoustic signals (including dichotic listening); and auditory performance with degraded acoustic signals (ASHA, 1996; Bellis, 2003; Chermak & Musiek, 1997). (Central) Auditory Processing Disorder [(C)APD] refers to difficulties in the perceptual processing of auditory information in the CNS as demonstrated by poor performance in one or more of the above skills. Although abilities such as phonological awareness, attention to and memory for auditory information, auditory synthesis, comprehension and interpretation of auditorily presented information, and similar skills may be reliant on or associated with intact central auditory function, they are considered higher order cognitive-communicative and/or language-related functions and, thus, are not included in the definition of (C)AP.

4 Der Begriff Laut wird in zweifacher Hinsicht verwendet: einmal als Element der gesprochenen Sprache (Analyse: Position der Laute kann im Wort erkannt werden) und dann allgemein als akustisches Ereignis (Gegenseitige Überdeckung zweier rasch aufeinander folgender Laute)

5 Definitionen von Maskierung (aus: Hellbrück, Jürgen: „Hören“, Hogrefe-Verlag Göttingen 1993):

Maskierung: Die Empfindungsschwelle eines Reizes wird durch die *gleichzeitige* Darbietung eines zweiten Reizes beeinflusst.

Psychoakustische Betrachtung:

Maskierung: Der wahrzunehmende Reiz wird nicht mehr gehört.

Partielle Maskierung: Der wahrzunehmende Reiz ist hörbar, aber leiser (Lautheitsdrosselung).

- Vorwärtsmaskierung / forward masking: Ein (Maskierungs-)Reiz löst eine Erregung aus, die den physikalischen Reiz (i.d.R. $< 0,5$ sec) überdauert. Folgt nun unmittelbar ein zweiter relevanter Reiz, kann dieser ebenfalls maskiert werden.
 - Rückwärtsmaskierung / backward masking: Ein vorangegangener Stimulus wird durch einen nachfolgenden stärkeren Stimulus maskiert.
- Erklärungsmodell: Der zweite stärkere Reiz hat eine kürzere Latenzzeit und holt den ersten Reiz ein.

Klinisch ebenso relevant und definiert:

Adaption: Anpassung der Empfindlichkeit der Sinnesorgane an die jeweiligen Reizverhältnisse. Eine konstante Reizung kann bewirken, dass die Intensität der Empfindung für diesen Reiz sinkt.

Fatigue: Ermüdung eines Sinnesorgans aufgrund anhaltender Stimulation.

- Ermüdung *während* Stimulation (perstimulatory fatigue)
- Ermüdung *nach* Stimulation (poststimulatory fatigue)

Eine Trennung beider Phänomene (Adaption – Fatigue) ist nicht immer möglich!

Lautheitsadaption: Abnahme der Empfindlichkeit der Rezeptoren, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht wird (2-3 min), wahrscheinlich neuronalen Ursprungs. Hierbei ist eine Abnahme der neuronalen Feuerungsrate – und dies im übrigen als Folge von niedrigen Reizintensitäten – festzustellen. Nach Abschaltung (Ende der Stimulation) erhöht sich die Feuerungsrate unmittelbar (innerhalb von 2 min). Eine Adaption bei hohen Reizintensitäten wird, analog der Schmerzempfindung, nicht vermutet. Siehe auch: http://www.bseeber.de/itg_page/maskierung.html, <http://de.wikipedia.org/wiki/Maskierungseffekt>

In dramatischer Weise wirkt sich eine Schwäche dieser Teilleistung im Unterricht aus: „Der Lärm einer Klasse ist durchschnittlich 60 dB SPL (Schalldruckpegel) laut, die Lehrerstimme aber nur 65 DB SPL – und das auch nur aus einem Meter Entfernung gemessen. Die Schallintensität nimmt aber mit dem Quadrat der Entfernung ab, das heißt, die Lehrerstimme ist umso leiser, je weiter der Schüler wegsitzt. Dieses Phänomen ist hinreichend bekannt, wird aber immer wieder vergessen. Weil nämlich Normalhörende durchaus in der Lage sind, auch Sprache noch zu verstehen, wenn diese bis zu 15 dB leiser ist als der Lärm. [... M.B.] Weil nämlich jemand, der keinen Hörverlust [oder eine eingeschränkte auditive Wahrnehmung hat – M.B.] eine Vielzahl von Informationen heranzieht um Sprache zu verstehen. In langen Jahren des Trainings hat der Mensch gelernt zu kommunizieren. Bestimmte Frequenz- und Zeitmuster, spektrale Verteilungen, Dynamikverhalten, Modulation, Intonation und inhaltliche Zusammenhänge sind nur einige Beispiele von Informationen, die ausgewertet werden, um „Hund“ und „rund“ zu unterscheiden und aus dem Lärm herauszufiltern. [...M.B.] Da kann es passieren, dass die Lehrerstimme in der hinteren Reihe bis zu 30 dB zu leise ist. Und 30 dB sind in der Audiologie ganze Welten. 30 dB trennen einen Normalhörenden von einem Menschen, der ein Hörgerät verordnet bekommt.“ aus: Warncke (2000)

Literatur:

- Böhme, G. (2006): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Huber, Hogrefe, Bern
- Fachtagung der LehrlogopädInnen des DBL e.V.: Curriculum erstellt von der Arbeitsgruppe Fachdidaktik “Kindersprache”
- Keith, R.W. (2000): Diagnosing Central Auditory Processing Disorders in Children: in Roeser, R., Valente, M., Hosford-Dunn, H. (Hrsg): Audiology Diagnosis, Thieme, New York, 2000.
- Lauer, N. (2001): Zentral-auditive Verarbeitungsstörungen im Kindesalter. Thieme, Stuttgart-New York
- Lauer, N. (2014): Evidenzbasierte Betrachtung auditiver Verarbeitungsstörungen. Ein Überblick über AVS und die aktuelle Evidenzlage. Forum Logopädie, 1, 6-14.
- Ptok, M. et al. (2000): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung – Konsensus-Statement. HNO. 2000 – 48. SS 357-360
- Nikisch, A. et al. (2006): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen, Konsensus-Statement, überarbeitete und aktualisierte Version
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (1996): Central Auditory Processing: Current status of research and implications for clinical practice, American Journal of Audiology 5, 41-54
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (2005): (Central) Auditory Processing Disorders, www.asha.org/members/deskref-journals/deskref/default
- Rosenkötter, H. (2003): Auditive Wahrnehmungsstörungen, Klett-Cotta, Stuttgart
- Warncke, H. (2000): Hörakustik 7, 6