

Untersuchungsverfahren zur Beurteilung der auditiven Wahrnehmung

Einleitung

Auditive Wahrnehmungsstörung ist eine in der Praxis häufig gestellte Diagnose und hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Bislang hat sich allerdings noch keine allgemeingültig anerkannte Terminologie durchgesetzt (Esser 1994). Im angloamerikanischen Sprachraum hat die American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (1996) folgende Definition festgelegt:

Central auditory processing disorders (CAPD) as an observed deficiency in one or more of the following behaviors:

- Sound localization and lateralization
- Auditory discrimination
- Auditory pattern recognition
- Temporal aspects of audition
- Auditory performance with competing acoustic signals and/ or
- Auditory performance with degraded acoustic signals

Schwächen bei der Verarbeitung akustischer Reize werden ursächlich mit Störungen der Laut- und Schriftsprache, wie auch Konzentrationsschwächen und Verhaltensauffälligkeiten in Zusammenhang gebracht. Zur neuropsychologischen Diagnostik liegt eine Reihe unterschiedlicher Verfahren vor, die bislang allerdings nur unzureichend auf die Zuverlässigkeit ihrer Aussage überprüft wurden.

Im folgenden möchte ich grundsätzliche theoretische Überlegungen zur Beurteilung der auditiven Wahrnehmung anstellen und Ihnen anschließend einen kurzen Überblick über mögliche Untersuchungsverfahren und Probleme bei deren Anwendung geben. Schließlich werde ich über eigene Ergebnisse einer Studie berichten, die an der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie München durchgeführt wurde und deren Ziel es war, Untersuchungsverfahren zur Beurteilung der auditiven Wahrnehmung hinsichtlich ihres Aussagewertes kritisch zu überprüfen.

Wie lässt sich auditive Wahrnehmung messen?

Bei der Beurteilung der auditiven Wahrnehmungsstörung ist als erster diagnostischer Schritt zunächst einmal eine periphere Hörstörung durch Bestimmung der Hörschwelle auszuschließen. Zur Erfassung der zentralen bzw. auditiven Wahrnehmungsstörung können neurophysiologische wie neuropsychologischer Untersuchungsmethoden verwendet werden. Grundsätzlich sollte die Diagnostik von auditiven Wahrnehmungsstörungen möglichst früh, d.h. vor dem Schuleintritt, erfolgen. Hinsichtlich der Untersuchung sprachgestörter Kinder wäre es zudem wünschenswert, über nonverbale Testverfahren zu verfügen, da Sprachverständnis- oder Wortschatzprobleme das Ergebnis des Tests beeinflussen können.

Zur Erfassung auditiver Wahrnehmungsstörung mittels neurophysiologischer Methoden kommen vorwiegend akustisch evozierte bzw. ereigniskorrelierte Potentiale zum Einsatz, die bestimmten Schritten der Reizverarbeitung entsprechen. Ein akustischer Reiz

führt zu elektrischen Vorgängen in den Sinneszellen des Innenohrs, den Hörnerven, den zentralen Hörbahnen einschließlich der kortikalen Assoziationszentren.

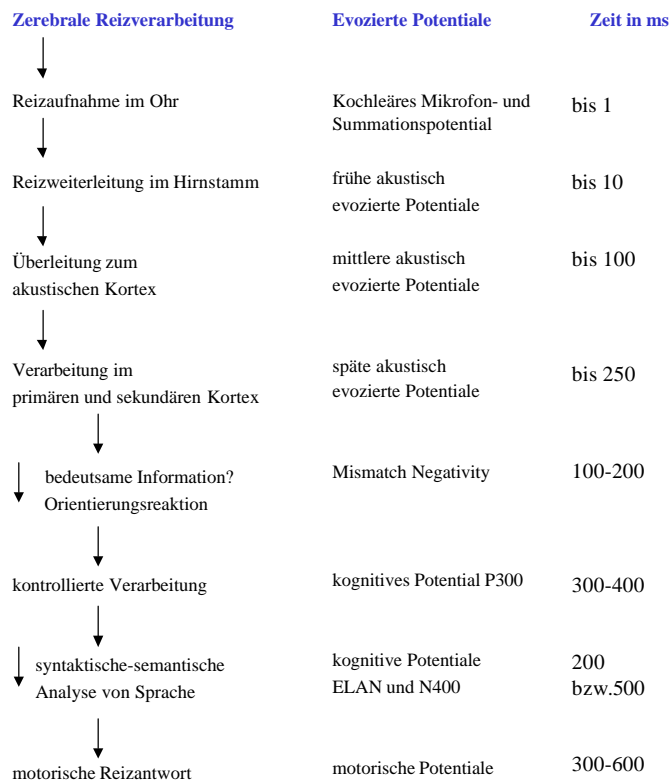


Abb. 1: Evozierte Potentiale

Wie bereits erwähnt, liegen zur Beurteilung der auditiven Wahrnehmungsstörung sehr viele neuropsychologische Testverfahren vor, die zum Teil erheblich voneinander abweichen. Zu deren Systematisierung bieten sich mehrere Möglichkeiten an:

Einteilung nach Lokalisation

Prinzipiell kann man die Testverfahren nach dem Ort der Verarbeitung einteilen, d.h., ob die auditiven Reize eher peripher, im Hirnstamm oder kortikal verarbeitet werden. Eine genaue Zuordnung einzelner Schritte der Analyse akustischer Reize zu bestimmten Hirnstrukturen ist allerdings nur schwer möglich, da die einzelnen Wahrnehmungsprozesse nicht streng hierarchisch, sondern ineinander verschränkt ablaufen. So findet z.B. Richtungshören oder die Differenzierung von Tonhöhe nach Uttenweiler im Hirnstamm statt (Uttenweiler, 1996). Eine genaue Zuordnung zu treffen, ist hier allerdings problematisch, da z.B. Tonhöhe, also Frequenz auch schon im Innenohr verarbeitet wird.

Einteilung nach Reizdarbietung

Man kann die bestehenden Verfahren danach einteilen, ob die akustischen Reize einem Ohr oder beiden Ohren dargeboten werden. Bei monauraler Darbietung werden akustische Reize nur einem Ohr angeboten und die Prüfung erfolgt für jedes Ohr getrennt.

Bei binauraler Darbietung werden die Reize auf beide Ohren gleichzeitig gegeben. Hier muss der Informationsfluss aus beiden Ohren miteinander in Beziehung gesetzt werden. Entweder müssen Informationen miteinander verknüpft werden (wie z.B. bei der Integration von Informationen) oder sie müssen voneinander getrennt werden (wie z.B. bei der Diskrimination).

Einteilung nach Komplexität

Diese Unterscheidungsmöglichkeit richtet sich nach der Komplexität der Aufgabenstellung, angefangen von der Aufgabe, einzelne Töne oder Geräusche zu diskriminieren bis hin zu wesentlich komplexeren Anforderungen, wie beispielsweise das Merken von Ton- oder Zahlenfolgen.

Im folgenden möchte ich Ihnen eine Auflistung neuropsychologische Untersuchungsverfahren zur Erfassung auditiver Wahrnehmungsstörungen geben und dabei eine Einteilung in verbale und nonverbale Verfahren vornehmen.

Einteilung in nonverbale und verbale Verfahren

Diagnostik der auditiven Wahrnehmung

nonverbal

- Töne
 - ◆ Dauer
 - ◆ Frequenz
 - ◆ Lautstärke
 - ◆ Muster
- Klicks
- Rauschen
- Geräusche

verbal

- sensibilisierte Sprache
 - ◆ Frequenzbeschneidung
 - ◆ unterbrochene Sprache
 - ◆ zeitliche Komprimierung
 - ◆ alternierende Sprache
 - ◆ konkurrierende Sprache
- Diskrimination von Sprache

- Sprachmaterial
 - ◆ Silben
 - ◆ Wörter
 - ◆ Sätze

Abb. 2: Diagnostik der auditiven Wahrnehmung; Einteilung in verbale und nonverbale Verfahren

Um auditive Wahrnehmung nonverbal zu überprüfen, bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. Zum einen besteht die Möglichkeit, Töne als nichtsprachliches Material zu verwenden. Das Kind erhält dabei die Aufgabe, Töne hinsichtlich ihrer Dauer, Frequenz oder Lautstärke zu diskriminieren. Die Töne können aber auch als Paare, Muster oder kurze Melodien dargeboten werden. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von Klickreizen. Ein Klick ist ein Rechteckimpuls definierter Dauer (Böhme 1994). Dabei wird neben der sogenannten Fusionschwelle (Getrenntwahrnehmen von zwei Reizen) vorrangig die Ordnungsschwelle (Erkennen der Reihenfolge zweier Reize) bestimmt. Eine weitere

Möglichkeit ist der Vergleich von komplexen Mustern von Klickreizen. Auch Rauschen kann wieder nach bestimmten Parametern wie Lautstärke oder Dauer verglichen werden. Ein Verfahren zur Differenzierung von Geräuschen ist beispielsweise das Diagnostische Inventar: auditive Alltagshandlungen (DIAS).

Andererseits lässt sich auditive Wahrnehmung auch durch Darbietung von Sprachreizen untersuchen. Neben Sprach- und Lautdiskriminationstests liegen Verfahren mit sensibilisierter Sprache vor. Sensibilisierte Sprache ist künstlich schwer verständlich gemachte Sprache. Das Verstehen von „normaler„ Sprache kann auch bei zentraler Hörstörung gelingen, da durch verschiedene Informationen Worte auch erraten werden können. (So weiss man beispielsweise im Freiburger Sprachtest, dass lediglich Laute aus der deutschen Hochsprache vorkommen, die Laute bilden sinnvolle Wörter, es sind einsilbige Hauptwörter und jedes Wort kommt nur einmal vor.) Durch Sensibilisieren werden diese Informationen verringert. Sprache wird also künstlich schwer verständlich gemacht indem eine Verringerung von redundanter Information erfolgt. Dies kann man einmal erreichen durch Frequenzbeschneidung von Sprache (Eliminierung von hohen Frequenzen beeinträchtigt die Konsonanten, eine Eliminierung der tiefen Frequenzen die Vokale), unterbrochene Sprache (entsteht durch periodisches oder aperiodisches Ein- und Ausschalten - je schneller die Unterbrechung des Wortes ist, desto einfacher lassen sich Wörter noch erkennen), zeitliche Komprimierung, alternierende (Sprache im ms-Bereich von einem Ohr auf das andere gewechselt) und konkurrierende (zusätzlich zur zu erkennenden Sprache ein Störreiz, wie etwa ein Störschall, beigemischt) Sprache. Eine weitere Möglichkeiten ist die Diskrimination von Sprache wie z.B.: das Erkennen von Minimalpaaren beim Bremer Lautdiskriminationstest von Niemeyer.

Als Antwortmöglichkeit wird bei Lautdifferenzierungstests meist mit Bildern gearbeitet. Dabei wird die Fähigkeit vorausgesetzt, mit dem auditiven Wortklang das entsprechende optische Bild verknüpfen zu können. Die Antwort des Kindes kann entweder verbal oder nonverbal erfolgen. Bei der verbalen Antwortmöglichkeit spricht das Kind das Gehörte nach, was allerdings artikulatorische Fähigkeiten voraussetzt. Bei der nonverbalen Antwortalternative kann man das Kind beispielsweise bitten, das Gehörte nachzuklopfen oder im Falle der Ordnungsschwellenmessung auf das entsprechende Ohr zu zeigen, was wiederum motorische Geschicklichkeit und die Fähigkeit, den auditiven Reiz mit der motorischen Handlung zu koppeln, erfordert. Ebenfalls problematisch gestaltet sich die Antwortmöglichkeit mit Hilfe von Bildern, beispielsweise der bildlichen Darstellung von "gleich" und "verschieden" bei der Aufgabe, Tonpaare zu diskriminieren. Diese Abstraktionsleistung kann gerade bei jüngeren Kindern nicht unbedingt vorausgesetzt werden.

Zu fast allen der eben vorgestellten Bereiche liegt eine Reihe von Testverfahren vor. Bei der Anwendung von den meisten dieser Verfahren ergeben sich allerdings ähnliche methodische Probleme.

Probleme bei der Testanwendung

Normierung Zuverlässigkeit Beziehung zu kognitiven Faktoren Altersabhängigkeit

Abb. 3: Probleme bei der Anwendung von Untersuchungsverfahren zur auditiven Wahrnehmungsstörung

Normierung

Fast alle Tests in diesem Bereich sind nicht oder nur unzureichend normiert. Subtests aus Intelligenztests wie z.B. Zahlennachsprechen aus der Kaufman-Assessment Battery for Children (K-ABC) oder dem Hamburg-Wechsler Intelligenztest (HAWIK-R) oder Entwicklungstests wie Symbolfolgedächtnis oder Zahlenfolgegedächtnis aus dem Psycholinguistischen Entwicklungstest (PET) bilden hier die Ausnahme.

Ein an einer großen Stichprobe normiertes Verfahren ist der im englischen Sprachraum häufig verwendete Screening Test for Auditory Processing Disorders (SCAN), der die Subtests *filtered words* (40 einsilbige Wörter, tiefe Frequenzen herausgeschnitten, monaural dargeboten, 20 items pro Ohr), *auditory figure ground* (40 einsilbige Wörter vor dem Hintergrund eines Stimmengewirrs) und *competing words* (100 Einsilber werden als dichotische Wortpaare präsentiert) beinhaltet. Der Test ist für die Altersgruppe der 3 bis 11jährigen entwickelt worden. Der dichotische Test nach Uttenweiler (1980) wurde anhand einer Stichprobe von 100 Kindern im Alter von 5 bis 8 Jahren normiert. Basierend auf der Testung von 50 Kindern im Alter zwischen 5 und 7 Jahren erfolgte eine Normierung des Hörtests mit zeitkomprimierter Sprache von Nickisch und Biesalski (1984).

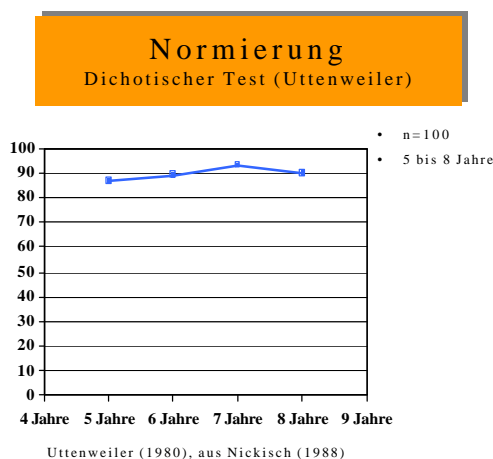


Abb. 4: Dichotischer Test

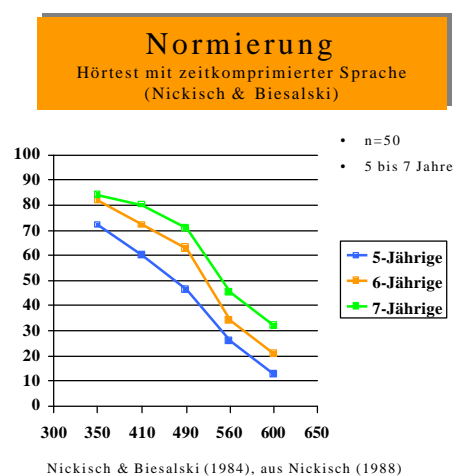


Abb.5: Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache

Zuverlässigkeit

Nur wenige Verfahren sind hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit, d.h. ihrer Messgenauigkeit, überprüft. Die Bestimmung der Retest-Reliabilität nach einem Zeitintervall von 6 Monaten (Keith, 1986) wie für 6-7 Wochen (Amos & Humes, 1998) erfolgte für den bereits erwähnten SCAN-Test. Im Hinblick auf die Forderung nach einer Test-Retest-Korrelation von mindestens $r=.80$, bezeichnen die Autoren die berechnete Retest-Reliabilität als nicht ausreichend.

SCAN -Test	
Retest-Reliabilität nach 6-7 Wochen	
(Amos & Humes, 1998)	
• filtered words (FW)	
$r = 0.27$ (first-grade)	
$r = 0.25$ (third-grade)	
• auditory figure ground (AFG)	
$r = 0.24$ (first-grade)	
$r = 0.30$ (third-grade)	
• competing words (CW)	
$r = 0.73^{**}$ (first-grade)	
$r = 0.70^{**}$ (third-grade)	
• composite (COMP)	
$r = 0.72^{**}$ (first-grade)	
$r = 0.71^{**}$ (third-grade)	

Abb. 6: Retest-Reliabilität SCAN

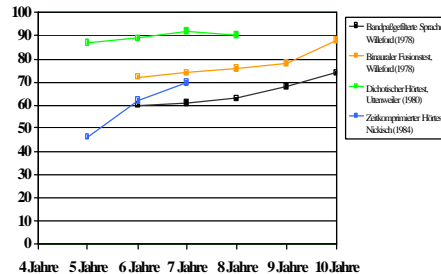
Beziehung zu anderen kognitiven Faktoren

Der Zusammenhang zu allgemeinen kognitiven Faktoren wie Intelligenz oder Konzentrationsvermögen ist meist unbekannt, d.h. es ist fraglich, inwieweit die Ergebnisse der auditiven Tests von anderen Faktoren wie etwa Konzentrationsvermögen beeinflusst sind. Es stellt sich somit also die Frage, ob das Kind in dem Test schlechte Ergebnisse erzielt, weil es eine auditive Schwäche hat oder aber nicht vielmehr, weil es sich einfach nicht konzentrieren kann.

Altersabhängigkeit der Verfahren

Schließlich stellt sich noch die Frage nach der Altersabhängigkeit eines Verfahrens. Ab welchem Alter kann das Verfahren eingesetzt werden und eignet es sich gleichermaßen für jüngere und ältere Kinder oder muss das Verfahren in unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen vorliegen? Auf folgender Grafik sehen Sie beispielsweise die Altersentwicklung bei einigen Verfahren abgetragen. Mit zunehmendem Alter nimmt die Leistung der Kinder zu.

Altersabhängigkeit



Vergleich der Mittelwerte verschiedener zentraler Hörtests (Nickisch 1988)

Abb. 7: Vergleich der Hörtests verschiedener zentraler Hörtests (Nickisch, 1988)

Im Folgenden möchte ich Ihnen nun eine Untersuchung vorstellen, die an der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie München durchgeführt wurde. Dabei wurde eine Testbatterie, bestehend aus verbalen und nonverbalen Tests, hinsichtlich ihrem Aussagewert untersucht.

In der vorliegenden Studie gingen wir dabei folgenden Fragen nach:

1. Lässt sich eine Altersabhängigkeit bei den Ergebnissen feststellen? Lässt sich somit also eine Entwicklung der auditiven Wahrnehmung nachweisen und ab welchem Alter sind die einzelnen Testverfahren überhaupt einsetzbar?
2. Beeinflussen andere kognitive Faktoren, wie z.B. Intelligenz oder die allgemeine Wahrnehmungsfähigkeit die auditiven Leistungen?
3. Wie zuverlässig, reliabel sind die Ergebnisse der einzelnen Tests? Kann man beispielsweise bei einem schlechten Resultat davon ausgehen, dass das Kind ein vergleichbares Ergebnis bei einer erneuten Messung erzielt? Im weiteren stellt sich die Frage, inwieweit der Versuchsleiter einen Einfluss auf die Testergebnisse hat. Wie objektiv sind die Verfahren?
4. Außerdem wollten wir der Fragestellung nachgehen, ob es sich bei auditiver Wahrnehmung um ein einheitliches Konstrukt handelt oder ob auditive Wahrnehmung nicht vielmehr unterschiedliche, voneinander unabhängige Dimensionen umfasst. Wenn auditive Wahrnehmung ein einheitliches Konstrukt wäre, so würde ja folglich ein Test ausreichen, um Schwächen in der auditiven Wahrnehmung zu erfassen. Bei mehreren Dimensionen wäre eine Testbatterie nötig.

In unserer Studie setzten wir nun folgende Untersuchungsverfahren ein:

Studie „Auditive Wahrnehmung“ Testbatterie

- nonverbale Intelligenz (K-ABC; Kaufman-Assessment Battery for Children)
- visuelle Wahrnehmung (MVPT; Motor-free Visual Perception Test)
- visuelle Aufmerksamkeit (TAP, Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung)
- Audiogramm
- Anamnesebogen
- CBCL (Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen)
- Lautstärkedifferenzierung
- Tondauerdifferenzierung
- Tonhöhdifferenzierung
- Mustererkennen
- Ordnungsschwelle (v. Steinbüchel)
- auditive Aufmerksamkeit (Zimmermann & Fimm, TAP)
- Erkennen von Alltagsgeräuschen
 - ◆ Einzelgeräusche,
 - ◆ Figur-Grund-Wahrnehmung (Heinemann)
- Lautdifferenzierung (Audiolog)
- Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache (Nickisch 1985)
- binaurale Summation (Matzker 1959)
- Sprache im Störgeräusch (Göttinger Kindersprachtest)
- Kunstwörter (Schöler 1998)
- Zahlen Nachsprechen (K-ABC)

Abb. 8: Verwendete Testbatterie

Die Überprüfung allgemeiner kognitiver Funktionen umfasste die nonverbale Intelligenz, gemessen mittels dem nonverbalen Teil der Kaufman-Assessment Battery for Children (K-ABC), die visuelle Wahrnehmung, gemessen mittels des Motor-free Visual Perception Test (MVPT) und die visuelle Aufmerksamkeit, überprüft mittels der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) von Zimmermann und Fimm. Außerdem wurde ein Audiogramm durchgeführt, um eine periphere Hörstörung auszuschließen. Zusätzlich erhielten die Eltern einen Anamnesebogen zur Entwicklung Ihres Kindes und als weiteren Fragebogen zum Verhalten die Child Behavior Checklist (CBCL).

Zur Überprüfung der auditiven Wahrnehmung setzten wir, soweit möglich, bereits vorhandene Testverfahren ein, in einigen Bereichen waren wir darauf angewiesen, eigene Aufgaben zu entwickeln. Dabei wurden verbale wie nonverbale Verfahren herangezogen. Zu den nonverbalen Verfahren zählt die Differenzierung von Tönen, dazu wurden vier Tests eingesetzt: Lautstärke-, Tondauer-, Tonhöhdifferenzierung und Mustererkennung. Diese vier Tests wurden in unserer Forschungsabteilung erstellt. Sie bestehen jeweils aus 60 Paaren von zwei gleichen oder verschiedenen Tönen. Dabei wurden verschiedene Schwierigkeitsstufen eingesetzt.

Als Antwortmöglichkeit wählten wir eine Abbildung, auf der die Kinder zeigen sollten, ob die Tonpaare „gleich“ oder „verschieden“ waren.

„gleich“ - „verschieden“

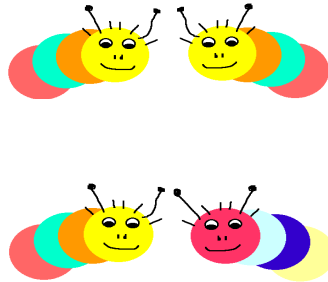


Abb. 9: Bildliche Darstellung von "gleich" vs. "verschieden"

Zur Überprüfung der zeitlichen Diskrimination wurde die Ordnungsschwelle bestimmt. Die auditive Aufmerksamkeit wurde mittels der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) überprüft. Zur Geräuscherkennung wurde das Verfahren zur Erkennung von Alltagsgeräuschen nach Heinemann ermittelt, das aus den Untertests Erkennen von Einzelgeräuschen und Erkennen eines Geräuschgemischs besteht.

Zur Überprüfung der Sprachwahrnehmung wurde die Lautdifferenzierung bei Minimalpaaren anhand eines Untertests des AUDIOLOG eingesetzt. Um die Sprachwahrnehmung bei verzerrter Sprache zu testen, verwendeten wir den Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache von Nickisch und den Test zur binauralen Summation von Matzker (beide auf Westra-CD). Außerdem wurde das Verstehen im Störgeräusch überprüft. Als Sprachmaterial diente der Göttinger Kindersprachverständnistest. Die auditive Merkfähigkeit überprüften wir mit zwei Verfahren, einmal dem Nachsprechen von Kunstwörtern in Anlehnung an Schöler und dem Zahlennachsprechen aus der Kaufman-Assessment Battery for Children.

Stichprobe

Mit dieser umfangreichen Testbatterie untersuchten wir insgesamt 126 normal entwickelte Kinder im Alter von 5 bis 12 Jahren. Davon waren 69 Jungen und 57 Mädchen. Die Häufigkeitsverteilung in den einzelnen Altersstufen ist in Abbildung 10 dargestellt. Die Kinder stammten aus normalen Kindergärten und Regel-Grundschulen der Stadt München.

**Studie „Auditive Wahrnehmung“
 Stichprobe**

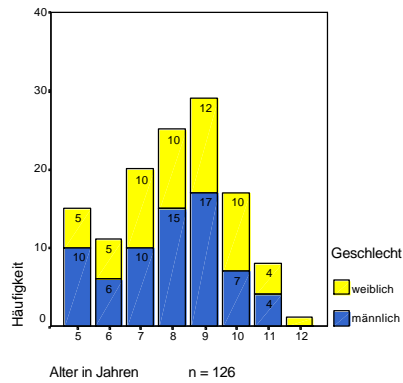


Abb. 10: Stichprobe

Ergebnisse

1. Fragestellung: Altersabhängigkeit und Durchführbarkeit der Testverfahren

Zu Beginn stellt sich die Frage, ab welchem Alter es überhaupt sinnvoll ist die einzelnen Verfahren einzusetzen – Kann man bei den Tests davon ausgehen, daß die Aufgabenstellung von allen Kindern verstanden wird und eignen sie sich somit zur Frühdiagnose.

Bei unserer Untersuchung ergab sich eine Durchführbarkeit der einzelnen Verfahren in folgenden Altersstufen:

**Durchführbarkeit der Untersuchungen
 in den einzelnen Altersstufen
 (Häufigkeit der Durchführung in %)**

Test	5. Lbj.	6. Lbj.	7. Lbj.
Selektive Aufmerksamkeit	63	100	100
Tonhöhendifferenzierung	67	100	93
Lautstärkendifferenzierung	100	100	91
Musterdifferenzierung	14	83	94
Geräuschkategorisierung	89	100	100
Tondauerdifferenzierung	62	100	100
Ordnungsschwelle	64	63	94
Kunstwörter	100	100	100
Lautdifferenzierung	100	100	100
Sprache im Störgeräusch	100	100	100
Zeitkomprimierte Sprache	100	100	100
Binaurale Summation	100	100	100
Zahlenfolgen	100	100	100

Abb. 11: Durchführbarkeit der Untersuchungen

Abbildung 11 verdeutlicht, dass alle verbalen Verfahren bereits ab dem 5. Lebensjahr durchführbar sind. Das heisst, bereits alle 5jährigen haben hier begriffen, welche Aufgaben überhaupt an sie gestellt wurden. Die nonverbalen Verfahren hingegen (mit Ausnahme

Lautstärkedifferenzierung) ließen sich erst ab dem 6., teilweise sogar erst ab dem 7. Lebensjahr durchführen. Bei der Ordnungsschwellenmessung haben beispielsweise bei den 5 und 6jährigen Kindern in etwa 60 % die Aufgabenstellung verstanden, im 7. Lebensjahr waren es 94% der Kinder, welche die Instruktion begriffen hatten. Dies bedeutet, dass sich dieses Verfahren, wie auch die auditiven Tests zur Differenzierung der Tonhöhe, Muster, Geräusche und Tondauer, nicht zur Frühdiagnostik im Vorschulalter eignet.

zur Altersabhängigkeit:

**Auditive Wahrnehmungsfähigkeit
 Altersabhängigkeit der Werte**

	Testverfahren	Korrelation zum Alter
deutliche Varianz in allen Altersbereichen	Geräuschgemisch	0.455**
	Tondauerdifferenzierung	0.422**
	Zeitkomprimierte Sprache	0.521**
	Zahlen nachsprechen	0.564**
	Kunstwörter nachsprechen	0.378**
extreme Varianz	Ordnungsschwelle	-0.350**
	Binaurale Summation	0.420**
deutliche Deckeneffekte bei älteren Kindern	Tonhöhdifferenzierung	0.580**
	Lautstärkendifferenzierung	0.431**
	Musterdifferenzierung	0.313**
	Einzelgeräusche	0.326**
	Sprache im Störgeräusch	0.548**
	Auditive Aufmerksamkeit	-0.343**

Spearman-Korrelationskoeffizient (r)
 ** = 1% Signifikanzniveau (2-seitig)

Abb. 12: Altersabhängigkeit

Bei allen Tests zur Messung der auditiven Wahrnehmung ließ sich eine Altersabhängigkeit berechnen. Die hierzu ermittelten Korrelationen sind alle hoch signifikant. Dies bedeutet, dass alle verwendeten Verfahren einer Entwicklungsabhängigkeit unterliegen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Vergleichsnormwerte für verschiedene Altersstufen zu berechnen, da sich die auditive Wahrnehmung selbst im Schulalter noch verbessert. Bei einem Großteil der Tests streuen die Ergebnisse in allen Altersbereichen deutlich. Eine erhebliche Varianz findet sich bei der auditiven Ordnungsschwelle und den Resultaten der Binauralen Summation. Abbildung 13 zeigt die Varianz der Testergebnisse am Beispiel der Ordnungsschwelle (Jeder Punkt in diesem Streudiagramm entspricht einem Testwert – in diesem Fall dem Ordnungsschwellenwert eines Kindes). Dies bedeutet für die Praxis, dass ein schlechtes Testresultat nicht zwingender Beweis für eine Therapiebedürftigkeit darstellt. Ein schlechtes Ergebnis im Einzelfall kann aufgrund der großen Streuung der Ergebnisse immer noch im Normbereich liegen.

Auditive Ordnungsschwelle

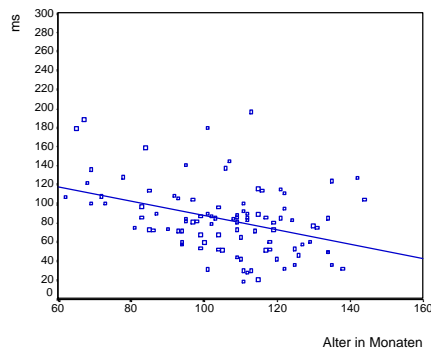


Abb. 13: Scatterdiagramm der Ordnungsschwellenwerte

Bei einigen Verfahren haben wir Deckeneffekte bei älteren Kindern verzeichnet. Dies weist darauf hin, dass diese Verfahren für gesunde Kinder eine zu geringe Schwierigkeitsstufe aufwiesen und somit nicht in der Lage sind, Leistungen gesunder und normal entwickelter Kinder „nach oben“ fein genug zu differenzieren. Hingegen ist beispielsweise für sprachentwicklungsgestörte Kinder anzunehmen, dass dieser Schwierigkeitsgrad durchaus angemessen ist.

2. Fragestellung: Beeinflussen andere kognitive Faktoren die auditiven Leistungen?

Die zweite Fragestellung bezog sich darauf, inwieweit die Testergebnisse in den von uns verwendeten auditiven Verfahren von anderen kognitiven Leistungen beeinflusst werden. Als Standarddiagnostik wurden daher bei allen Kindern die Intelligenz, das Konzentrationsvermögen und die allgemeine (visuelle) Wahrnehmungsfähigkeit erhoben.

zur Intelligenz:

Auditive Wahrnehmungsfähigkeit Abhängigkeit von Intelligenz

Testverfahren	Korr.koeff.
Lautstärkedifferenzierung	0.07
Tondauerdifferenzierung	0.18
Tonhöhendifferenzierung	0.22
Musterdifferenzierung	0.33*
Ordnungsschwelle	0.03
Zeitkomprimierte Sprache	0.08
Lautdifferenzierung	0.32*
Sprache im Störgeräusch	0.18
Binaurale Summation	0.02
Kunstwörter nachsprechen	0.37*
Einzelgeräusche	-0.22
Geräuschgemisch	0.01
Zahlen nachsprechen	0.28*

Partielle Rangkorrelation
 * = 5% Signifikanzniveau (2-seitig)
 Pearson-Korrelationskoeffizient (r)
 * = 5% Signifikanzniveau

Abb. 14: Intelligenzabhängigkeit

Für fast alle Tests konnte kein signifikanter Zusammenhang zu den Leistungen in dem Intelligenztest gefunden werden. Das bedeutet, dass die Intelligenz kaum Einfluss auf die Testergebnisse der verwendeten auditiven Testverfahren hat. Lediglich für vier Tests (Lautdifferenzierung, Mustererkennen, Zahlen nachsprechen und Kunstwörter) konnten signifikante, jedoch sehr niedrige Zusammenhänge nachgewiesen werden. Hier könnte man im Ansatz kognitive Fähigkeiten als Voraussetzungen erwarten.

zur Konzentration:

Wie beeinflusst nun die Konzentrationsfähigkeit die Leistungen in den auditiven Verfahren? Bei einigen Tests, wie z.B. Tonhöhe- oder Musterdiskrimination wird ja gefordert, eine Folge von 60 Tonpaaren anzuhören – man könnte hier erwarten, dass schlechtere Leistungen aufgrund mangelndem Konzentrationsvermögen erbracht werden und eben nicht aufgrund mangelnder Differenzierungsfähigkeit. Inwieweit wird nun also die auditive Leistung vom Konzentrationsvermögen „verfälscht“?

Auditive Wahrnehmungsfähigkeit
 Abhängigkeit von anderen kognitiven Faktoren
 - allgemeines Konzentrationsvermögen -

Testverfahren	Korrelation zur allg. Konz.
Lautstärkedifferenzierung	-0.162
Tondauerdifferenzierung	-0.147
Tonhöhendifferenzierung	-0.465**
Musterdifferenzierung	-0.121
Ordnungsschwelle	0.120
Zahlen nachsprechen	-0.387**
Lautdifferenzierung	0.171
Sprache im Störgeräusch	-0.274**
Binaurale Summation	-0.073
Kunstwörter nachsprechen	-0.207
Einzelgeräusche	-0.038
Geräuschgemisch	-0.156

Spearman-Korrelationskoeffizienten (r)
 ** = 1% Signifikanzniveau (2-seitig)
 * = 5% Signifikanzniveau (2-seitig)

Abb. 15: Konzentrationsabhängigkeit

Wie man in Abbildung 15 sieht, konnten bis auf drei Verfahren (Tonhöhendiskrimination, Zahlennachsprechen und Spracherkennung im Störgeräusch) keine Zusammenhänge zum allgemeinen Konzentrationsvermögen nachgewiesen werden. Ähnliche Werte ergaben sich für die allgemeine (visuelle) Wahrnehmungsfähigkeit: Die von uns eingesetzten Tests erfassen somit nicht die allgemeine Wahrnehmungsfähigkeit, sondern spezifische, auditive Leistungen.

3. Fragestellung Überprüfen der Testverfahren nach Zuverlässigkeit und Unabhängigkeit vom Versuchsleiter

Um die Zuverlässigkeit der verwendeten Verfahren zu erfassen, wurden Messwiederholungen nach bestimmten Zeiträumen durchgeführt: Bei einem Teil der Kinder erfolgte eine neuerliche Untersuchung nach einer Woche, ein anderer Teil der Kinder wurde nach vier Monaten erneut getestet.

Wie aus der Praxis bekannt ist, kommt es ja auch immer sehr darauf an, auf welche Art und Weise ein Test durchgeführt wird, das heisst ein Testergebnis lässt sich durch den Versuchsleiter bedeutend beeinflussen. Um den Einfluss des Versuchsleiters bei den von

uns verwendeten auditiven Verfahren zu ermitteln, erfolgte die Messwiederholung nach einer Woche durch einen zweiten Untersucher bei sonst konstanten Messbedingungen.

Ergebnisse zur Messwiederholung nach 1 Woche:

Für einen überwiegenden Teil der Verfahren ließ sich eine relativ hohe Übereinstimmung der Testergebnisse und somit hohe Zuverlässigkeit nach einer Woche berechnen. Damit kann bei genauer Einhaltung der vorgegebenen Instruktionen eine hinreichende Objektivität dieser Verfahren angenommen werden.

Tests zur auditiven Wahrnehmungsfähigkeit
Retest-Reliabilität
Zeitabstand: 6 - 8 Tage

Testverfahren	Korrelationen
Sprache im Störgeräusch	0.853**
Zeitkomprimierte Sprache	0.844**
Tonhöhendifferenzierung	0.844**
Lautdifferenzierung	0.780**
Tondauer	0.696**
Binaurale Summation	0.675**
Geräuschgemisch	0.662**
Ordnungsschwelle	0.648**
Kunstwörter nachsprechen	0.617**
Einzelgeräusche	0.605**
Mustererkennen	0.563*
Lautstärkedifferenzierung	0.500*
Zahlen nachsprechen	0.376*
Auditive Aufmerksamkeit	-0.276

Spearman-Korrelationskoeffizient (r)

* = 5% Signifikanzniveau (2-seitig)

** = 1% Signifikanzniveau (2-seitig)

Abb. 16: Retest-Reliabilität nach 1 Woche

Wie bereits erwähnt, wurde als weiteres Maß zur Bestimmung der Genauigkeit der verwendeten Verfahren die Zuverlässigkeit der Ergebnisse über längere Zeit geprüft. Der Zeitraum zwischen den beiden Testdurchführungen betrug vier Monate.

Tests zur auditiven Wahrnehmung
Retest-Reliabilität
Zeitabstand: 4 Monate

Testverfahren	Korrelationen
Zahlen nachsprechen	0.615**
Tondauerdifferenzierung	0.595**
Mustererkennen	0.589**
Ordnungsschwelle	0.512**
Sprache im Störgeräusch	0.491**
Einzelgeräusche	0.450**
Geräuschgemisch	0.422**
Kunstwörter nachsprechen	0.407*
Lautdifferenzierung	0.407*
Binaurale Summation	0.383*
Tonhöhendifferenzierung	0.367
Lautstärkendifferenzierung	0.244
Zeitkomprimierte Sprache	0.168

Spearman-Korrelationskoeffizient (r)

** = 1% Signifikanzniveau

* = 5% Signifikanzniveau

Abb. 17 Retest-Reliabilität nach 4 Monaten

Wie aus Abbildung 17 ersichtlich wird, konnten nur mehr mittlere bis niedrige Übereinstimmungen gefunden werden.

4. Fragestellung: Handelt es sich bei auditiver Wahrnehmung um ein einheitliches Konstrukt oder um unterschiedliche Dimensionen?

Wie zu Beginn des Vortrages dargestellt, liegen zur auditiven Wahrnehmungsstörung eine Reihe unterschiedlicher Verfahren vor, die sich zum Teil deutlich in der Komplexität ihrer Anforderungen unterscheiden. Wenn es sich bei auditiver Wahrnehmung nun um ein einheitliches Konstrukt handeln würde, dann wäre es im Grunde irrelevant, welchen Test man zur Diagnostik heranzieht, da schlechte Leistungen in jedem dieser Verfahren verzeichnet werden müssten. Es stellt sich nun die Frage, inwieweit es sich bei auditiver Wahrnehmungsstörung nun tatsächlich um ein einheitliches Konstrukt handelt, welches somit ja auch mit einem entsprechenden Test zu diagnostizieren wäre oder ob auditive Wahrnehmungsstörung nicht vielmehr eine Reihe unterschiedlicher Dimensionen umfasst, welche man mit einer Reihe unterschiedlicher Verfahren untersuchen müsste. Um dieser Frage nachzugehen, haben wir Interkorrelationen zwischen den einzelnen Verfahren berechnet, da sich ja bei Annahme eines einheitlichen Konstruktes deutliche Übereinstimmungen ergeben müssten.

Insgesamt gesehen, ergaben sich lediglich mittlere bis niedrige Zusammenhänge. Untergliedert man nun die verwendeten Verfahren in verbale und nonverbale Tests, so ergeben sich im einzelnen folgende Korrelationen:

**Korrelationen zwischen
 Untersuchungsergebnissen
 - nonverbale Verfahren -**

	Tonhöhe	Lautstärke	Tondauer	Muster	Einzel- geräusche	Ordnungs- schwelle
Lautstärke	0.43**					
Tondauer	0.29*	0.35*				
Muster	0.53**	0.28	0.32**			
Einzel- geräusche	0.24*	0.23	0.25*	0.06		
Ordnungs- schwelle	-0.32	-0.05	-0.28	-0.05	-0.30**	
Geräusch- gemisch	0.37**	0.48**	0.08	0.18	0.43**	-0.38**

Spearman-Korrelationskoeffizient

** = 1% Signifikanzniveau

* = 5% Signifikanzniveau

Abb. 18: Interkorrelationen der nonverbalen Verfahren

Hier sieht man beispielsweise, daß zwischen Ordnungsschwelle und dem Erkennen von Tonmustern kaum ein Zusammenhang besteht. Eine schwache Leistung im Musterdiskriminationstest hat nicht unbedingt eine erhöhte Ordnungsschwelle zur Folge. Am ehesten gehen Testergebnisse von Einzelgeräuscherkennen mit Figur-Grund-Wahrnehmung (also Geräuschgemisch) einher.

Ähnlich niedrige Zusammenhänge bei den verbalen Verfahren:

**Korrelationen zwischen
 Untersuchungsergebnissen zur
 Sprachwahrnehmung**

	Zeitkomprimiert	Störgeräusch	Binaurale Summation	Laut- differenzierung	Zahlen nachsprechen
Störgeräusch	0.32**				
Binaurale Summation	0.39**	0.19			
Laut- differenzierung	-0.17	-0.39**	-0.35**		
Zahlen nachsprechen	0.08	0.14	0.20*	0.01	
Kunstwörter	0.25**	0.32**	0.33**	-0.14	0.47**

Spearman-Korrelationskoeffizient (r)

** = 1% Signifikanzniveau

* = 5% Signifikanzniveau

Abb. 19: Interkorrelationen der verbalen Verfahren

Hier finden sich beispielsweise kaum Zusammenhänge zwischen der Binaurale Summation und dem Spracherkennen im Störgeräusch, etwas höher Spracherkennen im Störgeräusch und Lautdifferenzierung oder Zahlen nachsprechen und Kunstwörtern. Hier überrascht der niedrige Zusammenhang von lediglich 0.41**, da ja beides die auditive Merkfähigkeit untersucht. In Übereinstimmung zu diesem Ergebnis fand Schöler (1998) insgesamt niedrige

Interkorrelationen zwischen einzelnen Behaltensleistungen (Zahlenfolgen, Wortlisten und Symbolfolgen).

Die Ergebnisse unserer Studie deuten somit darauf hin, dass auditive Wahrnehmungsstörung nicht als einheitliches Konstrukt angesehen werden kann, vielmehr zerfällt es in mehrere, voneinander mehr oder weniger unabhängige, Dimensionen. Dies bedeutet für die Praxis, dass zur Diagnostik von auditiver Wahrnehmungsstörung nicht ein einziger Test ausreichend ist, sondern dass vielmehr eine Testbatterie erforderlich ist, die aus mehreren Bausteinen besteht.

Abschließend ergeben sich aus den Ergebnissen unserer Untersuchung folgende Schlussfolgerungen:

1. Verbale Verfahren sind bereits im Vorschulalter, die nonverbalen hingegen erst ab dem Schulalter durchführbar. Das heisst, eine Frühdiagnostik mittels nonverbaler Tests ist zur Zeit nicht möglich.
2. Auditive Wahrnehmung entwickelt sich bis ins Schulalter – Normwerte für verschiedene Altersstufen sind daher notwendig.
3. Die Ergebnisse sind weitgehend unabhängig von der Intelligenz, dem Konzentrationsvermögen und der allgemeinen (visuellen) Wahrnehmung, d.h. die Tests messen spezifische auditive Leistungen.
4. Die Zuverlässigkeit der meisten Verfahren ist in kurze Zeiträume gegeben, nicht jedoch über längere Zeiträume.
5. Bei Einhalten der Testanleitung kann man von einer Unabhängigkeit vom Versuchsleiter ausgehen.
6. Auditive Wahrnehmung ist kein einheitliches Konstrukt, sondern umfasst mehrere Dimensionen.
7. Zur Diagnostik von auditiver Wahrnehmungsstörung ist eine Testbatterie, bestehend aus unterschiedlichen Bausteinen, erforderlich.

Aus den Ergebnissen unserer Studie können wir für die Praxis folgende vorsichtige Empfehlung abgeben:

Testempfehlung nach Altersstufen

5 Jahre	6 Jahre	ab 7 Jahre
	Tondiskrimination	Tondiskrimination
	aud. Aufmerksamkeit	aud. Aufmerksamkeit
Lautdifferenzierung	Lautdifferenzierung	Lautdifferenzierung
	Geräuscherkennen	Geräuscherkennen
sensibilisierte Sprache	sensibilisierte Sprache	sensibilisierte Sprache
aud. Merkfähigkeit	aud. Merkfähigkeit	aud. Merkfähigkeit

Abb. 20: Testempfehlung nach Altersstufen

Literatur:

- Amos, N., Humes, L. (1998). SCAN Test-retest reliability for first- and third-grade children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 834-845.
- Angermeier, M. (1977). Psycholinguistischer Entwicklungstest - PET. Weinheim: Beltz Verlag.
- Chilla, R., Gabriel, P., Kozielski, (1977). Die Göttinger Kindersprachverständnistests. *Die Sprachheilarbeit*, 22 (1), 1-10.
- Colarusso, R., Hammill, D. (1996). Motor-free Visual Perception test-R. Novato: Academic Therapy Publications.
- Eggert, D., Peter, T. (1992). Diagnostisches Inventar auditiver Alltagshandlungen. Dortmund: borgmann publishing.
- Esser, G. (1994). Zentrale Hör- und Wahrnehmungsstörung. In Plath, P. (Hrsg.), *Zentrale Hörstörungen. Materialsammlung vom 7. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung* (Bd. 10). Bonn: Schriftenreihe Geers-Stiftung.
- Flexoft Education (1996). AudioLog: Computerprogramm zur Förderung der auditiven Funktionen. CSEG mbH.
- Kaufman, A. (1994). K-ABC - Kaufman Assessment Battery for Children. Deutschsprachige Fassung von P. Melchers & U. Preuß (2. Aufl.), Amsterdam: Swets & Zeitlinger .
- Keith, R. W. (1986). SCAN: A screening test for auditory processing disorders. San Antonio, TX: The Psychological Corporation, Harcourt, Brace, Jovanovich, Inc.
- Matzker, J. (1958). Ein binauraler Hörsynthese-Test zum Nachweis zerebraler Hörstörungen. Stuttgart: Thieme-Vlg.

- Nickisch, A., Biesalski, P. (1984). Ein Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache für Kinder. *Sprache - Stimme - Gehör*, 8, 31-34.
- Niemeyer, W. (1976). Bremer Lautdiskriminationstest. In: *Bremer Hilfen für lese-rechtschreibschwache Kinder*. (2. Aufl.), Herbig, Bremen.
- Schakib-Ekbatan, K., Häring, M., Schöler, H. & Spohn, B. (1997). Arbeitsberichte aus dem Forschungsprojekt "Differentialdiagnostik": Entwicklung von Aufgaben für die Diagnostik von Sprachentwicklungsauffälligkeiten im Vorschulalter. Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- Schöler, H., Fromm, W. & Kany, W. (1998). *Spezifische Sprachentwicklungsstörung und Sprachlernen, Erscheinungsformen, Verlauf, Folgerungen für Diagnostik und Therapie*, Heidelberg. Universitätsverlag C. Winter, 192-194.
- Schöler, H., Spohn, B. (1997). Arbeitsberichte aus dem Forschungsprojekt "Differentialdiagnostik": Entwicklung eines Inventars diagnostischer Informationen bei Sprachentwicklungsauffälligkeiten (IDIS). Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development (1996). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology*, 5, 41-54.
- Tewes, U., Rossmann, P. Schallberger, U. Hamburg -Wechsler-Intelligenztest für Kinder- 3. Auflage HAWIK-III. Bern: Hans Huber.
- Uttenweiler, V. (1980). Dichotischer Diskriminationstest für Kinder. *Sprache - Stimme - Gehör*, 4, 107-111.
- Uttenweiler, V. (1996). Diagnostik zentraler Hörstörungen, auditiver Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen. *Sprache - Stimme - Gehör*, 20, 80-90.
- Zimmermann & Fimm (1993). Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Würfelen: Psy-Test-Verlag.