

# Verbales Arbeitsgedächtnis und verbales Lernen: Wort- und Pseudowortlernen in einem Fall von pathologischer Arbeitsgedächtnisbeeinträchtigung

## Verbal Working Memory and Verbal Learning: Word and Pseudoword Learning in a Case of Working Memory Deficit

### Autoren

J. Dittmann<sup>1</sup>, St. Abel<sup>2</sup>

### Institute

<sup>1</sup>Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., Deutsches Seminar, Germanistische Linguistik

<sup>2</sup>Universitätsklinikum Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Neurolinguistik (Leiter: Univ.-Prof. Dr. phil. W. Huber)

### Schlüsselwörter

- verbales Lernen
- verbales Arbeitsgedächtnis
- verbales Kurzzeitgedächtnis
- Pseudowörter
- Paar-Assoziations-Lernen

### Key words

- verbal learning
- verbal working memory
- verbal short-term memory
- pseudowords
- paired-associates learning

### Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1253361>  
 Sprache · Stimme · Gehör  
 2010; 34: e1–e9  
 © Georg Thieme Verlag KG  
 Stuttgart · New York  
 ISSN 0342-0477

### Korrespondenzadresse

**Univ.-Prof. Dr. phil.**

**J. Dittmann**

Albert-Ludwigs-Universität  
 Freiburg i. Br.  
 Deutsches Seminar  
 Platz der Universität 3  
 79098 Freiburg  
 juergen.dittmann@  
 germanistik.uni-freiburg.de

### Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren wurde Evidenz dafür vorgelegt, dass Patienten mit pathologischer Beeinträchtigung des verbalen Arbeitsgedächtnisses nach Alan Baddeley gleichwohl zu verbalem Lernen in der Lage sind. Diese Fähigkeit erstreckt sich unter anderem auf das Erlernen von Assoziationen zwischen bedeutungsvollen Wörtern (Paar-Assoziations-Lernen), jedoch nicht im selben Maße auf Assoziationen zwischen existierenden Wörtern und Pseudowörtern. Dieser Befund legt nahe, dass das verbale Arbeitsgedächtnis in das Lernen neuen Vokabulars involviert ist. Wir überprüften diese Hypothese, indem wir bei einem Patienten mit herausragender Beeinträchtigung des verbalen Arbeitsgedächtnisses sowie bei einer Gruppe von nach Alter und Ausbildung angepassten Kontrollpersonen Paar-Assoziations-Lerntests durchführten. Es zeigte sich, dass die Lernleistungen des Patienten in Tests mit existierenden Wörtern im Bereich von Leistungen der Kontrollpersonen lagen. In Tests mit ein- und zweisilbigen Pseudowörtern hingegen brach seine Leistung ein. Unerwarteterweise konnten auch bei den Kontrollpersonen entsprechende Leistungsdissoziationen festgestellt werden. Zudem zeigte eine Kontrollperson bei zweisilbigen Pseudowörtern keine Lernleistung, im Unterschied zu unserem Patienten waren aber Annäherungen an Zielwörter und falsche Zuordnungen zu erkennen. Wir interpretieren die Dissoziation zwischen Wort- und Pseudowortlernen bei dem Patienten als Bestätigung unserer Hypothese. Bei den Kontrollpersonen kann die Dissoziation auf die Verwendung von unterschiedlichen Lernstrategien zurückgeführt werden. Die fehlende Lernleistung einer Kontrollperson bei langen Pseudowörtern wird als Problem der Zuordnungsfähigkeit und nicht als generelles Lerndefizit interpretiert.

### Abstract

Over the past years there has been increasing evidence that patients with pathological impairments of “verbal working memory” according to Baddeley still have the ability of verbal learning. This capability comprises, amongst others, learning of associations between meaningful words (paired-associates learning). After presentation of word pairs (e.g., *Rohr – Tor*, *Boot – Schiff*), the patient/control subject in the following trial is asked to respond to the first word of a pair with the second one (“cued recall”). However, the learning aptitude does not to the same degree extend to associations between words and pseudowords (pronounceable nonwords) (e.g., the pair *Weg – Mant*). These findings indicate that verbal working memory is also engaged in certain types of long-term learning, namely the learning of new vocabulary. We tested this hypothesis by performing paired-associates learning tests including a patient with outstanding impairments of verbal working memory (digit span of 3.6) and a group of matched control subjects. As a result, in tests comprising real words the patient showed learning abilities within the range of control subjects. However, in tests with one- and two-syllable pseudowords his performance remained poor. Unexpectedly, we also found dissociations in the performance of the control subjects. Furthermore, one control subject did not show improved learning performance for two-syllable pseudowords. But in contrast to our patient, approximations to target words and false assignments were observable. We interpret the dissociation between word and pseudoword learning in the patient as an affirmation of our hypothesis. The dissociation in our control subjects can be attributed to a utilization of different learning strategies. The absent learning aptitude in one control subject is interpreted as a problem in the capability of assignment and not as a general learning deficit.

## Einleitung

Bis in die 1960er-Jahre war die Vorstellung gängig, Langzeitlettern setze einen Transfer von einem kapazitätsbegrenzten Kurzzeitgedächtnis (KZG) – so der damals gebräuchliche Terminus – in das Langzeitgedächtnis (LZG) voraus und die Lernleistung sei umso besser, je länger die zu lernenden Items im KZG verweilen [1]. Diese Vorstellung wurde in der Folgezeit sowohl durch psychologische als auch – und vor allem – durch neuropsychologische Evidenz in Zweifel gezogen: Shallice & Warrington [2] präsentierten Daten eines Patienten (K.F.) mit pathologischer Beeinträchtigung des KZG, aber annähernd unbeeinträchtigten LZG-Leistungen, darunter in 2 Aufgaben zum verbalen Langzeitlernen. Vallar & Baddeley [3] beschrieben eine Patientin (P.V.), deren KZG – die Autoren verwenden den Terminus „verbales Arbeitsgedächtnis“ (VAG) – ebenfalls pathologisch gestört, während ihre Langzeitlernfähigkeit im Wesentlichen erhalten geblieben war. Jedoch mit einer Einschränkung, der Baddeley et al. [4] nachgingen: P.V. zeigte eine normale Lernfähigkeit für die Assoziation von 2 existierenden, bedeutungsvollen Wörtern (Paar-Assoziations-Lernen; vgl. unten), jedoch eine herausragende Beeinträchtigung beim Lernen der Assoziation von existierenden Wörtern mit Pseudowörtern, also aussprechbaren Nichtwörtern. Dabei war die Leistung bei auditiver Präsentation gleich null, bei visueller Präsentation zwar besser, aber immer noch deutlich unter der von angepassten Kontrollprobanden.

### Die Komponenten des verbalen Arbeitsgedächtnisse (VAG)

Der folgenden Studie liegt die von Baddeley und Hitch [5] vorgeschlagene und in der Folgezeit mehrfach modifiziert Modellierung des VAG zugrunde. Demnach besteht das VAG aus 3 Hauptkomponenten [6]:

- ▶ der *zentralen Exekutive* („central executive“): Sie hat u. a. die Aufgabe, den Informationsfluss im VAG zu regeln, auf Informationen anderer Gedächtnissysteme zuzugreifen (wie des LZG) und Informationen zu verarbeiten.
- ▶ der *phonologischen Schleife* („phonological loop“): Sie bewahrt verbal kodierte Information für eine gewisse Zeit auf.
- ▶ dem *visuell-räumlichen Skizzenblock* („visuo-spatial sketchpad“): Er ist für die Kurzzeitbearbeitung und Aufbewahrung von Informationen mit visueller bzw. räumlicher Charakteristik zuständig.

Später wurde auf der Grundlage von empirischer Evidenz eine 4. Komponente eingeführt, der episodische Zwischenspeicher („episodic buffer“; [7,8]). Dieses System von begrenzter Kapazität und mit multi-modaler Kodierung hat die Aufgabe, Informationen aus den visuell-räumlichen und phonologischen Subsystemen, aus sensorischen Quellen und dem Langzeitgedächtnis zu integrieren und in multidimensionalen „chunks“ [9] zu bündeln. Damit taugt dieses System als „workspace“, wie Baddeley [10] formuliert, für komplexes Denken, das der bewussten Wahrnehmung zugänglich ist.

Diese Daten sind nicht zuletzt deshalb von großem Interesse für die Gedächtnismodellierung, weil sie belegen, dass das VAG keineswegs nur dem kurzfristigen Merken von Listen unrelatierter Items (z. B. Zufallszahlenfolgen, mittels derer man die Zahlenmerkspanne misst) dient, seine Alltagsrelevanz sich also nicht auf das Behalten von Telefonnummern während des Wäh-

lens o. ä. beschränkt [11]. Diese Daten legen vielmehr nahe, dass das VAG in bestimmte Typen des Langzeitlernens involviert ist, die Baddeley [7] als „long-term phonological learning“ bezeichnet. Eine detaillierte Diskussion möglicher Folgerungen aus den einschlägigen neuropsychologischen Evidenzen für die Modellierung des verbalen Arbeitsgedächtnisses legen Sidiropoulos et al. [12] vor. Dass es einen Zusammenhang zwischen der Fähigkeit, Pseudowörter nachzusprechen, und dem Lernen neuen Vokabulars gibt, zeigt Gathercole [13].

### Aufbau und Rolle der phonologischen Schleife (PS)

Für das verbale Lernen spielt die phonologische Schleife (PS) eine bedeutende Rolle. Sie besteht aus 2 Subkomponenten:

- ▶ Der *phonologische Kurzzeitspeicher* („phonological short-term store“, PSTS) speichert Information in einem phonologischen Code, die mit der Zeit abgebaut wird.
- ▶ Der Prozess des *subvokalen Rehearsals* („subvocal rehearsal“, SR) dient dazu,
  - (a) die sich abschwächenden Repräsentationen im PSTS aufzufrischen und so die Information zu erhalten und
  - (b) nicht phonologisch kodierten Input („nonspeech input“, z. B. geschriebene Wörter oder Bilder) in eine phonologische Form zu transformieren, sodass er in den PSTS aufgenommen werden kann; phonologischer Input („speech input“) hingegen hat direkten Zugang zum PSTS.

Postuliert wird außerdem ein direkter Zugang der phonologischen Schleife zum Langzeitgedächtnis.

Erwartungsgemäß findet man bei Kindern, für die ja jedes neue Wort ein „Pseudowort“ ist, Korrelationen zwischen VAG-Leistung und Vokabularkennntnis [10]. Auch für nicht hirngeschädigte Erwachsene wurde die Beteiligung des VAG am Langzeitlernen gezeigt [14]: Man fand, dass unter bestimmten experimentellen Bedingungen, nämlich bei Artikulationsunterdrückung – die Probanden müssen während des Tests bedeutungslose Silben artikulieren, wodurch die Nutzung des VAG eingeschränkt wird – das Lernen von Wort-Pseudowort-Assoziationen schwer fällt. Das Lernen von Wort-Wort-Assoziationen in der Muttersprache wird hingegen nur wenig beeinträchtigt. Unterstützt wird die Hypothese, das VAG sei am Erwerb neuen Vokabulars beteiligt, weiterhin durch Daten aus dem Fremdsprachenerwerb [15].

Es gibt Hinweise darauf, dass das verbale Arbeitsgedächtnis nicht nur für das kurzfristige Merken von Listen unrelatierter Items von Bedeutung ist, sondern auch beim Langzeitlernen involviert ist.

In der vorliegenden Einzelfallstudie wird in einem Lernexperiment die Hypothese überprüft, nach der Patienten mit pathologischer Beeinträchtigung des verbalen Arbeitsgedächtnisses zwar zu verbalem Lernen fähig sind, jedoch herausragende Schwierigkeiten mit dem Erwerb von für sie neuem Vokabular haben.

## Leistungsmessung der PS

Die klassische Aufgabe zur Messung der Leistung der PS ist die Messung der Zahlenmerkspanne („digit span“): Hier bekommen die Probanden Zahlenlisten präsentiert, mit der Aufforderung, diese jeweils unmittelbar (d.h. ohne intervenierende stille oder gefüllte Pause) und in der vorgegebenen Reihenfolge (seriell) wiederzugeben. Das Prozedere ist wie folgt: Den Probanden werden je 10 Listen mit einer ansteigenden Anzahl von randomisierten Zahlen (Listenlänge 2–9 Zahlen) präsentiert. Nach der Standard-Auswertung wird die Merkspanne definiert durch jene Listenlänge, bei der 50% der Listen korrekt wiedergeben wurden. Man bezeichnet dieses Maß deshalb als „50%-korrekt-Maß“ oder „50%-Performanz-Maß“. Gibt beispielsweise ein Proband exakt 50% der 6-Wort-Listen aber weniger als 50% der 7-Wort-Listen korrekt wieder, so ist seine Zahlenmerkspanne 6,0. Liegt der Wert eines Probanden in keiner Liste bei genau 50%, so wird zu jener Liste, bei der das Maß noch erreicht wurde (Liste a), die Leistung in der nächst höheren Liste (b) anteilmäßig hinzu addiert (% korrekt in b). Die Spanne S wird dann berechnet als  $S = a + (b\%/50\%)$ . Sind beispielsweise bei einem Probanden mehr als 50% der 5-Wort-Listen und 40% der 6-Wort-Listen korrekt, so liegt seine Zahlenmerkspanne bei  $S = 5 + (40/50) = 5,8$ . Für eine 2. Berechnungsmethode, das Leistungssummenmaß, verweisen wir auf [16].

## Material und Methoden

### Merkmale einer pathologischen Beeinträchtigung des VAG

Der in dieser Studie untersuchte Patient gehört zu einer besonderen Gruppe neurologischer Patienten, die sich durch eine relativ selektive VAG-Beeinträchtigung und minimale aphasische Symptome auszeichnen („short-term memory syndrome“ im Sinne von Shallice [17]). Die typischen Merkmale einer spezifischen VAG-Beeinträchtigung sind nach Shallice & Vallar [16]:

- ▶ ein Defizit der Merkspanne (auditive Zahlenmerkspanne meist  $< 4,0$ ),
- ▶ ein vergleichbares Leistungsniveau für alle auditiv präsentierten Itemtypen (Zahlen, Buchstaben und Wörter),
- ▶ das Merkspannendefizit ist nicht durch Beeinträchtigungen der Sprachproduktion oder -rezeption verursacht und
- ▶ ein Leistungsmuster, das nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ von dem unbeeinträchtigter Kontrollprobanden abweicht und das mit Bezug auf das „Phonological-Loop“-Modell von Baddeley interpretiert werden kann.

### Einflussfaktoren auf die Leistung des VAG

Eine für die Leistung in VAG-Tests relevante Eigenschaft sprachlicher Items ist die phonologische Ähnlichkeit. Die unmittelbare Wiedergabe von auditiv und visuell präsentierten Listen ist bei gesunden Probanden schlechter, wenn die Items sich lautlich, also phonologisch ähneln, wie zum Beispiel bei sich reimenden Graphemen (B, C, D) oder Wörtern (Sohn, Ton, Mohn) [14]. Die orthografische (bei visueller Präsentation) oder semantische Ähnlichkeit der Listenitems hat hingegen keinen bedeutsamen Einfluss auf die Leistung. Der Effekt wird der PSTS-Komponente des VAG-Modells zugeschrieben [18]: Die phonologischen Repräsentationen im PSTS unterliegen

einem sukzessiven partiellen Verfall; dessen Konsequenzen sind gravierender, wenn sich die Items phonologisch ähneln. Beispielsweise genügt bei [to:n] vs. [so:n] schon der Abbau des ersten Phonems, um die Items ununterscheidbar zu machen.

3 weitere, für die folgende empirische Studie relevante Einflussfaktoren auf die VAG-Leistung sind der Modalitätseffekt, der Wortlängeneffekt und der „recency effect“:

- ▶ Unter dem *Modalitätseffekt* versteht man, dass Normalprobanden auditiv präsentierte Listen besser wiedergeben als visuell präsentierte. Dieser Effekt wird als Folge einer Umkodierung des visuellen Input in ein artikulatorisches und dann phonologisches Format erklärt, also durch das SR [19]. Dass diese Umkodierung postuliert werden muss, wird durch den Effekt der phonologischen Ähnlichkeit auch bei visuell präsentierten Listen bestätigt.
- ▶ Mit *Wortlängeneffekt* bezieht man sich auf den Einfluss der Länge der präsentierten Wörter auf die Wiedergabeleistung: Diese ist bei längeren Items schlechter als bei kürzeren, wobei vermutlich nicht die Länge, berechnet nach Phonemen oder Buchstaben, sondern die Artikulationsdauer des Wortes ausschlaggebend ist. Diese Frage ist noch in der Diskussion [15].
- ▶ Der „*recency effect*“ wird bei freier unmittelbarer Wiedergabe von Listen unrelationierter Items beobachtet, bei der, anders als bei „serieller“ Wiedergabe, die Probanden angehalten werden, die Listenitems in der Reihenfolge wiederzugeben, in der sie ihnen einfallen, ohne Berücksichtigung der Reihenfolge bei der Präsentation. Beim „recency effect“ zeigt sich, dass die zuletzt präsentierten Items besser wiedergegeben werden als die Items im Mittelfeld [20]. Die Standardinterpretation ist, dass die letzten Items sich zum Zeitpunkt der Wiedergabe (noch) im PSTS befinden, während die vorhergehenden bereits in das LZG mit semantischer Kodierung überführt worden sind.

Patienten mit pathologischer Beeinträchtigung des VAG zeigen, anders als Kontrollprobanden,

- ▶ einen umgekehrten Modalitätseffekt: die Patienten können sich visuell präsentierte Listen besser merken als auditiv präsentierte [16],
- ▶ einen schwächeren Wortlängeneffekt bei auditiver Präsentation [21],
- ▶ keinen Effekt der phonologischen Ähnlichkeit bei auditiver Präsentation von Buchstaben oder Wörtern, hingegen einen Effekt der phonologischen Ähnlichkeit bei visueller Präsentation von Buchstaben oder Wörtern [21],
- ▶ etwa gleiche Leistung bei auditiver Präsentation von Listen mit unterschiedlichen Items, also von Zahlen-, Buchstaben- oder Wortlisten [21],
- ▶ bei unmittelbarer freier Wiedergabe auditiv präsentierter Listen keinen „recency effect“ ([22], für Wortlisten und Patientin P.V.).

Eine pathologische Beeinträchtigung des VAG hat Folgen für eine Reihe von sprachbezogenen Leistungen, die wir hier nicht diskutieren können [23], da wir uns auf die Lernleistung konzentrieren wollen.

### Patientenbeschreibung

P1, ein zum Zeitpunkt des Ereignisses 63 Jahre alter Akademiker (Sowohl P1 als auch die Kontrollpersonen haben ihre Einwilligung zur wissenschaftlichen Auswertung der Daten gegeben), erlitt im Februar 1994 eine intrazerebrale Blutung links

temporo-parietal. Er zeigte akut eine flüssige Aphasie und eine homonyme Hemianopsie nach rechts (im oberen Quadranten inkomplett). Eine Parese lag nicht vor. Eine im Mai 1994 durchgeführte Untersuchung mit dem Aachener Aphasie-Test (AAT; [24]) ergab für P1 die Diagnose einer amnestischen Aphasie (AL-LOC 99,9%; 0,1% Wernicke). Bei der letzten AAT-Untersuchung im Februar 1995 waren Schriftsprache, Benennen und Sprachverständnis fast unauffällig, im Token Test zeigte sich eine minimale Störung (T-Wert 66) und nur im Nachsprechen lag P1 an der Grenze zu einer leichten Beeinträchtigung (T-Wert 62). Eine im August 1994 durchgeführte eingehende neuropsychologische Untersuchung (Recurring figures, Progressive Matrizen, Mosaiktest, Neglect) ergab keine Anhaltspunkte für kognitive Störungen mit Ausnahme der Restaphasie und der VAG-Störung. Um Probleme bei der Produktion und beim Verstehen von Einzelwörtern auszuschließen, wurde zunächst das Nachsprechen von Einzelwörtern, nämlich konkreten Nomina, Funktionswörtern und Pseudowörtern, getestet (Items nach der „Freiburger Funktionenvergleichsprüfung“; [25]). Dieses erwies sich als ungestört. Auch Nachsprechen und Diktatschreiben von einzelnen Wörtern und Pseudowörtern waren fehlerfrei, ebenso das schriftliche konfrontative Benennen. Das Sprachverständnis auf Einzelwortebene war erhalten: In der „Minimalprüfung“ [26] trat nur ein Fehler (mit spontaner Selbstkorrektur) auf. In der Freiburger Sprachverständnisbatterie (Mehrfachwahlaufgaben mit je 90 Mehrfachwahl-Blättern mit semantischen und formbezogenen Ablenkern) kam es im auditiven und visuellen Teil zu jeweils nur einem Fehler. Die semantische Verarbeitungsfähigkeit von P1 wurde mithilfe einer adaptierten deutschen Version des PALPA-Subtests „Picture and Word Semantics“ [27] überprüft. Hier traten Fehler auf, die auf eine leichte Einschränkung in semantischen Beurteilungsaufgaben hinweisen, aber auch mit der VAG-Beeinträchtigung von P1 in Zusammenhang stehen können.

**Diagnose der VAG-Beeinträchtigung** P1 zeigt eine pathologisch beeinträchtigte Listenmerkfähigkeit (Die Tests zur Merkfähigkeit wurden gleichzeitig mit den Lerntests 1998 durchgeführt): Er hat eine Zahlenmerkspanne bei auditiver Präsentation (50%-Performanz-Maß) von 3,6. Eine 1999 gebildete Vergleichsgruppe von 7 hirngesunden Kontrollpatienten, 5 Männer und 2 Frauen, die nach Alter (59–71 Jahre; Durchschnitt 65,7 Jahre) und Bildung angepasst war, hatte eine mit denselben Tests erhobene Zahlenmerkspanne von durchschnittlich 6,9 (Bereich 6–9). Die Merkspanne für unrelationierte Buchstaben beträgt bei P1 4,0, bei den Kontrollprobanden im Durchschnitt 5,7 (Bereich 5–6). Die Merkspanne für unrelationierte einsilbige Wörter liegt für P1 bei 3,6, für die Kontrollprobanden im Durchschnitt bei 5,2 (Bereich 4,8–6). Erwartungsgemäß zeigt P1 also im Vergleich zu den Kontrollprobanden schlechtere Leistungen in den VAG-Tests.

Weiterhin zeigt P1 die folgenden, für die Diagnose einer pathologischen VAG-Beeinträchtigung wichtigen Effekte:

- ▶ Erstens einen umgekehrten Modalitätseffekt für Zahlen (auditiv 3,6 vs. visuell 5,4), Buchstaben (4,0 vs. visuell 5,0), einsilbige Wörter (3,6 vs. visuell 4,8) und zweisilbige Wörter (3,2 vs. visuell 4,2).
- ▶ Zweitens zeigt er einen schwachen Wortlängeneffekt bei auditiver Präsentation (unrelationierte Einsilber 3,6, Zweisilber 3,2) und einen stärkeren bei visueller Präsentation (unrelationierte Einsilber 4,8, Zweisilber 4,2).

- ▶ Drittens zeigt er keinen Effekt der phonologischen Ähnlichkeit bei auditiver Präsentation (unrelationierte Buchstaben 4,0 vs. phonologisch relationierte Buchstaben 3,8; unrelationierte Einsilber 3,6 vs. phonologisch relationierte Einsilber 3,4; diese Schwankungen liegen innerhalb der individuellen Leistungsvariation), hingegen einen sehr starken Effekt der phonologischen Ähnlichkeit bei visueller Präsentation (unrelationierte Einsilber 4,8, phonologisch relationierte Einsilber 3,8).
- ▶ Auch das Kriterium der in etwa gleichen Leistung bei auditiver Präsentation von Listen unterschiedlichen Typs ist bei P1 erfüllt, während bei den Kontrollprobanden deutliche Leistungsunterschiede festgestellt werden können: So hat z.B. Kontrollproband K1 eine Zahlenmerkspanne von 6,4, aber eine Merkspanne für relationierte Buchstaben von nur 3,8 (jeweils auditive Präsentation und 50%-Performanz-Maß; zum Vergleich die Werte von P1: 3,6 und 3,8).
- ▶ Bei der unmittelbaren freien Wiedergabe von Zahlenlisten schließlich zeigte P1 erwartungsgemäß keinen „recency effect“. Seine Leistung fiel von Position 4–6 der Listen von 76,67% über 50% auf 30% korrekte Wiedergabe.

Damit vermittelt P1 das Bild eines Patienten mit herausragender Beeinträchtigung des VAG.

**Differenzialdiagnostik** Um eine Sprachproduktionsstörung als Ursache der eingeschränkten Leistungen ausschließen zu können, wurden Tests mit nonverbaler Reaktion durchgeführt.

Es wird erwartet, dass Patienten mit VAG-Beeinträchtigung bei Tests mit nonverbaler Reaktion genauso schlecht abschnitten wie bei Tests mit verbaler Reaktion.

Durchgeführt wurde der Pointing-Span-Test für Wortlisten nach PALPA [27]. Er besteht in der auditiven Präsentation von Wörtern in strukturierten Listen, Reaktion ist das Zeigen auf Abbildungen der von den einzelnen Wörtern bezeichneten Gegenstände bzw. Vorgänge, von uns für das Deutsche adaptiert. P1 schnitt bei diesem Test genauso schlecht ab wie bei der Durchführung desselben Tests mit verbaler Reaktion. Seine Schwierigkeiten bei der Listenwiedergabe können also nicht auf ein Problem bei der Sprachproduktion reduziert werden. Für die Beurteilung von Tests mit auditiver Präsentation der Items ist es außerdem wichtig, Beeinträchtigungen der auditiven Sprachperzeption auszuschließen, die mit den Leistungen bei Gedächtnisspannentests interferieren könnten [21]. Dazu wurden mit P1 Tests der auditiven Diskriminationsfähigkeit durchgeführt, bei denen der Patient die Identität oder Verschiedenheit der Items eines Paares beurteilen muss. Der erste Test umfasst 30 nominale Minimalpaare (wie *Tisch – Fisch; Rahm – Ruhm*) und 30 Paare identischer Wörter. P1 schnitt hier mit einem Fehler (Fehlerquote = 1,67%) fast perfekt ab. Beim zweiten Test werden 30 Pseudowort-Minimalpaare (*Rehm – Rihm*) und 30 Paare identischer Pseudowörter präsentiert. Hier schnitt P1 mit 2 Fehlern (Quote = 3,33%) ebenfalls fast perfekt ab. Wir schließen daraus, dass bei P1 die auditive sprachliche Perzeption ungestört ist. Man beachte außerdem, dass in diese Tests Pseudowörter involviert sind, die im Folgenden noch eine wichtige Rolle spielen werden. Zu bemerken ist schließlich, dass P1 auch bei einem Test des visuell-räumlichen Anteils des Arbeitsgedächtnisses mit den Corsi-Blöcken [28] unauffällig abschnitt, sodass, unter Berück-

sichtigung der im Folgenden zu referierenden Testergebnisse, von einer selektiven Beeinträchtigung des VAG auszugehen ist.

### Die Paar-Assoziations-Lernaufgaben

**Untertests** Im Folgenden gehen wir der Frage nach, ob auch bei P1 die für Patientin P.V. gezeigte gleiche Dissoziation zwischen der Fähigkeit zum Wortlernen und der Fähigkeit zum Pseudowortlernen vorliegt. Wir führten deshalb im Jahr 1998, wie Baddeley et al. [4] mit P.V., Paar-Assoziations-Lernaufgaben durch, und zwar modifizierte Aufgaben nach Ween et al. [29] Dem Patienten wurden jeweils 12 Wortpaare auditiv präsentiert:

- ▶ Beim ersten Untertest (a) wurden 12 Paare einsilbiger phonologisch relationierter Wörter auditiv präsentiert, und zwar Konkreta, zum Beispiel *Rohr – Tor, Welt – Zelt*. Der Mittelwert der Vorkommenshäufigkeit im Deutschen nach CELEX [30] beträgt 573.
- ▶ Beim zweiten Untertest (b) handelte es sich um 12 Paare semantisch relationierter ein- und zweisilbiger Wörter, zum Beispiel *Hand – Pfote, Boot – Schiff*. Die Worthäufigkeit wurde nach CELEX kontrolliert, der Mittelwert der Item-Frequenz beträgt 730.
- ▶ Beim dritten, von Ween et al. [29] nicht vorgeschlagenen Test (c) wurden dem Patienten 12 Paare präsentiert, die jeweils aus einem existierenden deutschen einsilbigen Wort und einem einsilbigen Pseudowort (einem aussprechbaren Nichtwort) bestanden. Die Pseudowörter hatten wir aus hochfrequenten einsilbigen deutschen Wörtern abgeleitet, zum Beispiel *Weg – Mant* (von: *Hand*); *Buch – Sapt* (von: *Saft*).
- ▶ Beim vierten Untertest (d) wurden dem Patienten 12 Paare präsentiert, die jeweils aus einem existierenden deutschen Zweisilber und einem zweisilbigen Pseudowort bestanden, zum Beispiel *Hafen – Jismeff, Belag – Kanjok*. Die 12 verwendeten Pseudowörter wurden aus einer Liste von 47 aus dem russischen abgeleiteten Pseudowörtern nach Papagno et al. [31] ausgewählt: 38 Studierende der Germanistik (Deutsch als Muttersprache, keine Russischkenntnisse; Durchschnittsalter 25 Jahre, SD=2,34) beurteilten die Wörter der Ausgangsliste auf ihre Ähnlichkeit mit deutschen Wörtern hin. Ausgewählt wurden die zwölf Wörter, die nach diesem Rating deutschen Wörtern am wenigsten ähneln. P1 hat keine Russischkenntnisse.

**Kontrollen** Getestet wurden im Jahr 2007 außerdem 10 Kontrollprobanden – 8 männlich, 2 weiblich, Altersspanne 60–65 Jahre, Mittelwert 62,4 Jahre (SD 1,8379) – die in Ausbildung und beruflicher Qualifikation P1 angepasst waren. Die Kontrollprobanden hatten keine bekannte neurologische Vorgeschichte. Im Mittelwert betrug ihre Zahlenmerkspanne 6,7 (SD 1,0682); zur Erinnerung: die Zahlenmerkspanne von P1 beträgt 3,6 (jeweils 50%-Performanz-Maß). Keiner der Kontrollprobanden verfügte über Russischkenntnisse.

**Ablauf** Das Procedere ist wie folgt: Die Wortpaare werden der Reihe nach vorgelesen, der Proband spricht jedes Wortpaar unmittelbar nach. Nachdem so die Liste einmal durchgegangen wurde, wird nach einer Pause von 1 s („immediate recall“) das erste Wort des ersten Wortpaares vorgegeben und der Proband muss das zugehörige Wort nennen („cued recall“) – usw. für die ganze Liste. Kann das Wort vom Probanden nicht korrekt abgerufen werden, so wird es vom Untersucher erneut vorgegeben. Dieses Procedere wird 3-mal wiederholt, sodass die Liste 4-mal präsentiert wird – es gibt also insgesamt 4 Lern- und Testdurch-

gänge. Dasselbe Vorgehen gilt für die Wort/Pseudowort-Paare. Ween et al. [29] sehen außerdem noch einen weiteren Wiedergabedurchgang nach 30 min gefüllter Pause vor („delayed recall“). Da wir in einer Reihe von Vortests mit anderen Items (ca. 4 Monate vor den Haupttests) festgestellt hatten, dass sich die Wiedergabeleistung des Patienten P1 bei verzögerter Wiedergabe nicht von der nach unmittelbarer Wiedergabe unterschied, verzichteten wir auf die verzögerte Wiedergabe.

Für alle Teilnehmer des Experimentes liegt die Ausgangsleistung in allen Tests bei null korrekten Items. Der endgültige Lernerfolg der Einzelfälle soll durch einen statistischen Vergleich zwischen der Ausgangsleistung und der Endleistung im 4. Durchgang aufgezeigt werden. Bei einer Gesamtmenge von 12 zu lernenden Items liegt nach dem McNemar Test [32] bei einem Leistungszuwachs von  $\geq 5$  korrekten Items ein signifikanter ( $p < 0,05$ , einseitig) und bei  $\geq 10$  korrekten Items ein hoch signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ , einseitig) vor. Zudem soll die Leistung des Patienten mit den Ergebnisbereichen der Probanden verglichen werden.

### Ergebnisse



#### Untertest (a)

○ **Abb. 1** zeigt das Abschneiden von P1 und das durchschnittliche Abschneiden unserer 10 Kontrollprobanden im Untertest (a) – phonologisch relationierte Wörter. P1 konnte sich in diesem Test auf 11 richtige Items im letzten Durchgang hoch signifikant steigern (McNemar Test,  $p < 0,001$ , einseitig). Die Leistung von 5 richtigen Items im 1. Durchgang liegt deutlich unter dem Mittelwert der Kontrollprobanden (9,5; SD 1,2693) und außerhalb von deren Ergebnisbereich (schlechtester Wert 8, bester Wert 11 Wörter), der Lernzuwachs ist aber bereits zu diesem Zeitpunkt signifikant (McNemar Test,  $p < 0,05$ , einseitig). Die Leistung von P1 im 2. Durchgang liegt mit 10 korrekten Items knapp unter dem Mittelwert der Kontrollprobanden (11,1; SD 0,9944), aber in deren Ergebnisbereich (9–12 Wörter). Die Leistung von P1 im 3. Durchgang entspricht mit 11 etwa dem Mittelwert der Kontrollprobanden (Mittelwert 11,3; SD 1,2693) und liegt wiederum in deren Ergebnisbereich (10–12), ähnlich wie im 4. Durchgang mit 11 korrekten Items (Mittelwert der Kontrollprobanden 11,8; SD 1,2693; Bereich 10–12).

#### Untertest (b)

○ **Abb. 2** zeigt das Abschneiden von P1 und Kontrollprobanden im Untertest (b) – semantisch relationierte Wörter. P1 konnte bereits im 1. Durchgang 9 Items korrekt wiedergeben, und in den folgenden Durchgängen gelang es ihm, alle 12 Wörter zu erinnern. Verglichen mit der Ausgangsleistung ist der endgültige Lernzuwachs hoch signifikant. Mit dieser Leistung liegt er im Ergebnisbereich der Kontrollprobanden und in den Durchgängen 2–4 sogar über deren Mittelwert der Leistungen. Die Kontrollprobanden steigerten sich im Mittel von 10,5 korrekt wiedergegebenen Items (SD 1,9579; Bereich 6–12) auf 11,5 im 2. Durchgang (SD 0,7071; Bereich 10–12), auf 11,9 im 3. Durchgang (SD 0,3162; Bereich 11–12). Im 4. Durchgang entsprach das Ergebnis dem des 3. Durchgangs und der Lernzuwachs ist hoch signifikant. Die bereits ab dem 2. Durchgang stark verbesserten Leistungen des Patienten und der Kontrollprobanden sprechen für einen Deckeneffekt, eine Vermutung, die durch die geringen Standardabweichungen in den Leistungen der Kontrollprobanden erhärtet wird.

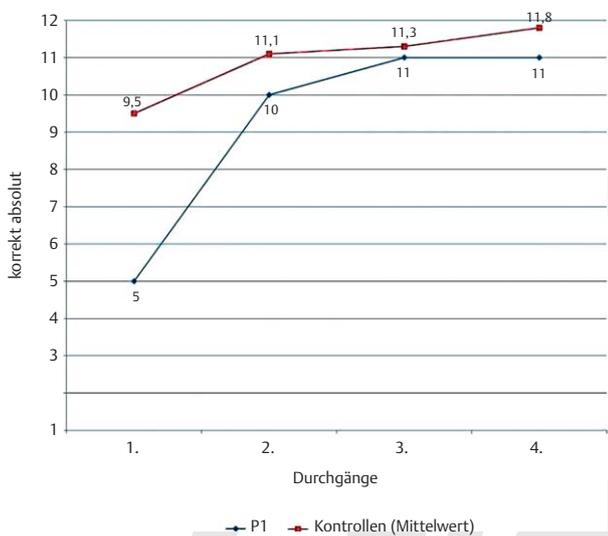


Abb. 1 Untertest (a) des Paar-Assoziationstests.

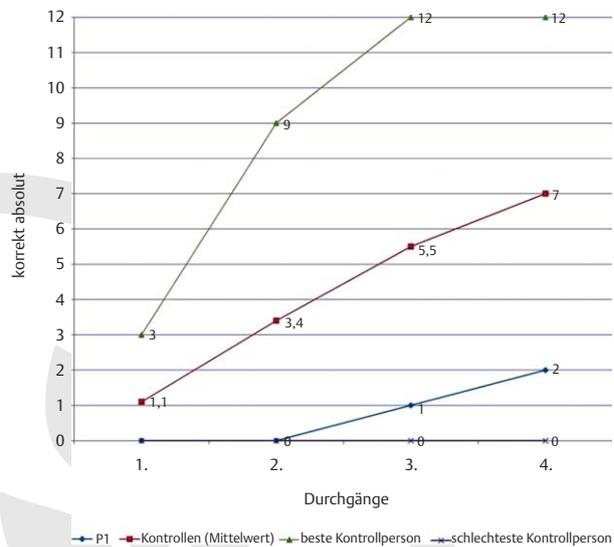


Abb. 3 Untertest (c) des Paar-Assoziationstests.

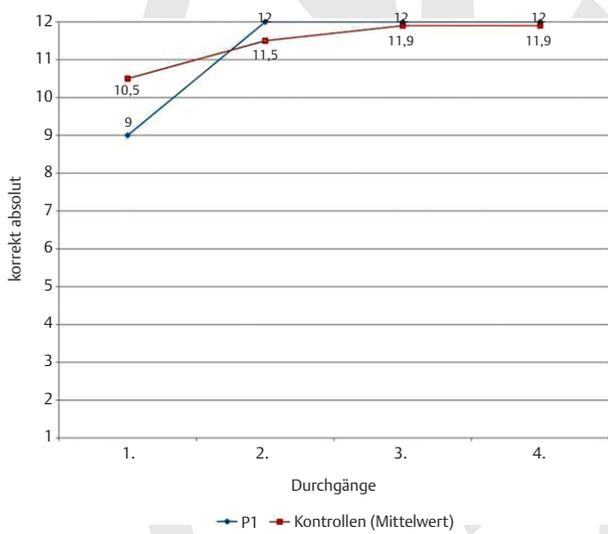


Abb. 2 Untertest (b) des Paar-Assoziationstests.

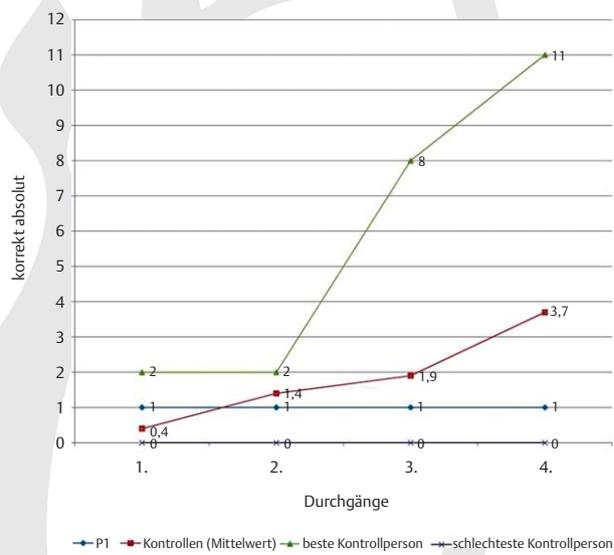


Abb. 4 Untertest (d) des Paar-Assoziationstests.

### Untertest (c) und (d)

Während Ween et al. [29] lediglich Tests mit existierenden Wörtern durchführten, interessierte uns, der Hypothese entsprechend, besonders das Abschneiden des Patienten beim Paar-Assoziations-Lernen von Pseudowörtern. Es sei daran erinnert, dass P1 Pseudowörter problemlos nachsprechen konnte. Wir führten Tests entsprechend dem für Wörter beschriebenen Procedere sowohl mit P1 als auch mit den 10 Kontrollprobanden durch. Präsentiert wurden zunächst einsilbige (Untertest c), dann zweisilbige Pseudowörter (Untertest d). **Abb. 3** zeigt das Ergebnis von Untertest (c) – einsilbige Pseudowörter.

P1 konnte in den ersten beiden Durchgängen kein Item korrekt wiedergeben, im 3. Durchgang lediglich 1, im 4. Durchgang 2. Die Kontrollprobanden gaben im 1. Durchgang im Mittel 1,1 Items wieder (SD 1,1972; Bereich 0–3), im 2. Durchgang 3,4 (SD 2,9137; Bereich 0–9), im 3. Durchgang 5,5 (SD 4,0892; Bereich 0–12), im 4. Durchgang 7 (SD 4,6188; Bereich 0–12). Die Kontrollprobanden steigerten sich, wie der Vergleich der Mittelwerte zeigt, von 9,17% korrekt auf 58,33% korrekt, also um

49,17%. Die Steigerung der Leistung von P1 beträgt 16,67%. Vergleicht man aber die Ergebnisbereiche, so sieht man, dass P1 in allen Durchgängen innerhalb des Ergebnisbereichs der Kontrollprobanden liegt.

**Abb. 4** zeigt das Abschneiden in Untertest (d) – zweisilbige Pseudowörter. P1 zeigte hier eine konstant schlechte Leistung von einem Item korrekt in allen 4 Durchgängen. Bei dem wiedergegebenen Item handelt es sich um *Jablak* aus dem Paar *Blume – Jablak*. Nach dem Grund dafür befragt, weshalb er gerade dieses Item gelernt habe, gab P1 an, sich als begeisterter Hobbybotaniker Pflanzennamen besonders gut merken zu können. Die Kontrollprobanden gaben im 1. Durchgang im Mittel 0,4 Items wieder (SD 0,8433; Bereich 0–2), im 2. Durchgang 1,4 (SD 1,9551; Bereich 0–6), im 3. Durchgang 1,9 (SD 2,6437; Bereich 0–8), im 4. Durchgang 3,7 (SD 3,5292; Bereich 0–11). Die Kontrollprobanden steigerten sich, betrachtet man die Mittelwerte, von 3,33% auf 30,83% korrekt, also um 27,5%. P1 steigerte seine Leistung hingegen gar nicht. Er liegt aber, wie bei den einsilbigen

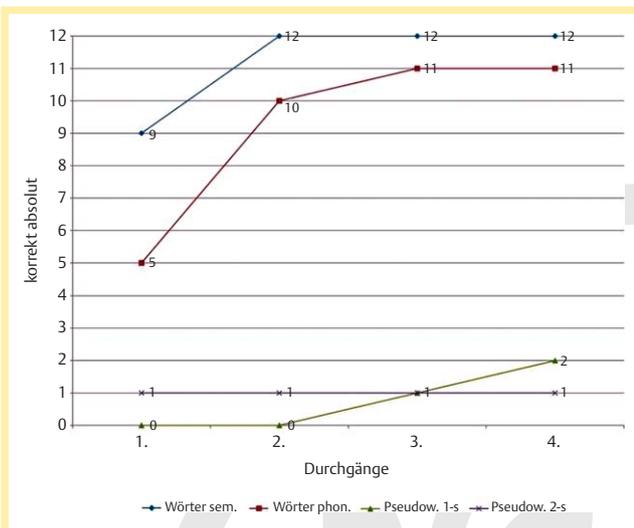


Abb. 5 Vergleich der Testleistungen von Patient P1 (-s=-silbig).

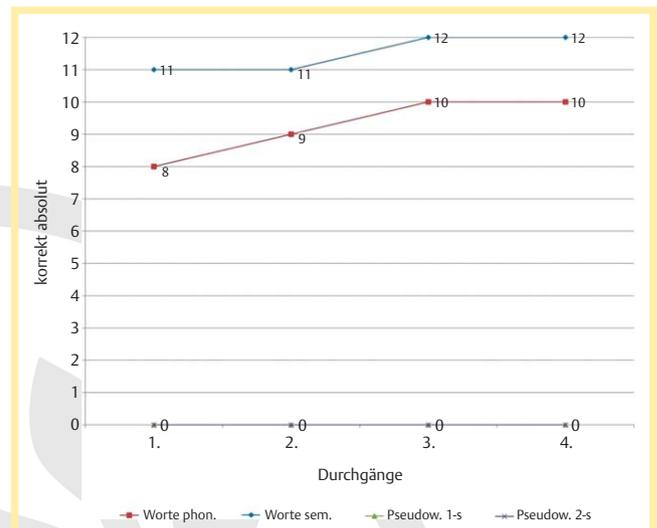


Abb. 7 Lernverlauf bei Kontrollproband K2.

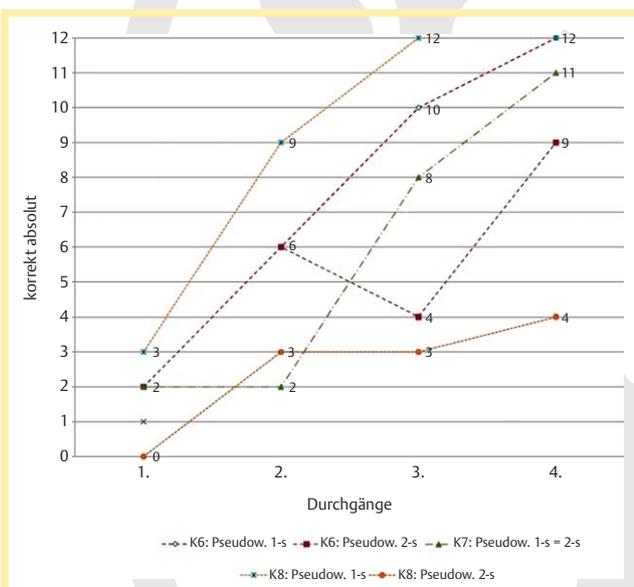


Abb. 6 Intraindividuelle Differenzen zwischen drei Kontrollpersonen (-s=-silbig).

Pseudowörtern, in allen Durchgängen innerhalb des Ergebnisbereichs der Kontrollprobanden.

### Leistung von P1 im Testvergleich

Wie in Abb. 5 illustriert, sind die Leistungen von P1 beim Pseudowortlernen (Untertests (c) und (d)) erheblich schlechter als seine Leistungen beim Paar-Assoziationslernen mit phonologisch und semantisch relationierten existierenden Wörtern (Untertests (a) und (b)).

Anders als Patientin P.V. [4], die in 10 Lerndurchgängen überhaupt kein Item korrekt produzierte, zeigt Patient P1 bei Pseudowörtern zwar eine gewisse Lernleistung, doch ist die Diskrepanz zum hoch signifikanten Leistungszuwachs bei existierenden Wörtern deutlich zu erkennen.

### Leistung der Kontrollprobanden

Eine weitere Beobachtung betrifft die individuelle Leistung der Kontrollprobanden K6, K7 und K8 im Vergleich der Untertests

zum Pseudowortlernen, die in Abb. 6 dargestellt werden. Während K6 und K7 sowohl bei den ein- als auch bei den zweisilbigen Pseudowörtern gut abschnitten (mindestens statistisch signifikante Verbesserungen), zeigte K8 bei den einsilbigen Pseudowörtern die beste Leistung von allen, schnitt aber bei den zweisilbigen Pseudowörtern im 3. und im 4. Durchgang unterdurchschnittlich schlecht ab.

Eine Sonderrolle nimmt Kontrollproband K2 ein, dessen Leistungen in den einzelnen Tests Abb. 7 zeigt. In beiden Untertests zum Pseudowortlernen schnitt er am schlechtesten von allen Kontrollprobanden ab, ebenso beim Untertest mit phonologisch relationierten Items. Dagegen zeigte er bei den semantisch relationierten Items eine im Vergleich unauffällige Leistung mit hoch signifikantem Lernzuwachs.

## Diskussion

### P1

Das Abschneiden von P1 in den Paar-Assoziationstests entspricht den aus der Forschungsliteratur abgeleiteten Erwartungen: Dass P1 beim Lernen von semantisch relationierten Wortpaaren besser abschnidet als bei phonologisch relationierten, stimmt mit der theoretischen Annahme überein, dass phonologisch relationierte Wortpaare das phonologische Arbeitsgedächtnis stärker belasten, während das Lernen von semantisch relationierten Wortpaaren von der semantischen Kodierung im LZG profitiert [15,33]. Zwar waren seine Leistungen besser als die der Patientin P.V. aber auch für P1 gilt, was Papagno & Vallar [34] prägnant in Bezug auf ihre Patientin formulieren: „P.V. cannot learn foreign languages.“

### Kontrollprobanden

Auffällig scheint auf den ersten Blick das schlechte Abschneiden unserer Kontrollprobanden zu sein. Doch relativiert sich dieser Eindruck, wenn man die Leistungen unserer Kontrollprobanden mit denen der Kontrollprobanden aus Baddeley et al. [4] vergleicht: Baddeley et al. hatten 14 angepasste Kontrollprobanden. Der Paar-Assoziationstest bestand aus 8 Wort-Nichtwort-Paaren (Typ Rosa – *Svieti*), wobei die Autoren 5 zweisilbige und 3 dreisilbige Paare verwendeten. Es gab 10 Lerndurchgänge. Betrachtet

man das Abschneiden der Kontrollprobanden nach 4 Lerndurchgängen (wie in unserer Studie), kommt man aufgrund der präsentierten Grafik auf einen Durchschnittswert von unter 5 (die Autoren teilen die Zahlen nicht mit). Dieser Wert ist mit dem von uns für ein- und zweisilbige Pseudowörter gewonnenen vergleichbar, wenn man bedenkt, dass Baddeley et al. auch 3 dreisilbige Items präsentierten: Der Durchschnittswert unserer Probanden in beiden Tests liegt im 4. Durchgang bei 5,35, ist also, da wir keine dreisilbigen Pseudowörter präsentiert haben, erwartungsgemäß etwas höher als der der Probanden von Baddeley und Mitarbeitern.

Der Vergleich mit der Studie von Baddeley et al. [4] zeigt zudem, dass ihre Kontrollprobanden die Lernleistung weiter steigerten: 6 der 14 Kontrollprobanden hatten im 9. und 10. Durchgang alle Assoziationen gelernt, und weitere 6 gaben im letzten Durchgang alle Items korrekt wieder. Von unseren Kontrollprobanden zeigte nur K2 bei den einsilbigen Pseudowörtern keinerlei Leistungszunahme (konstant null Items; vgl. auch [Abb. 7](#)). K3, der zweitschlechteste Proband, steigerte sich bei den einsilbigen Pseudowörtern im 2. Durchgang immerhin von null auf ein Item korrekt, zeigte dann aber keine weitere Leistungszunahme. Alle anderen Probanden steigerten sich auch noch vom 3. zum 4. Durchgang. Bei den zweisilbigen Pseudowörtern steigerten sich K3 und K4 im 4. Durchgang von null auf zwei Items korrekt – K4 hatte bei den einsilbigen Pseudowörtern im 4. Durchgang noch mit 11 Items korrekt abgeschnitten. Der bei den zweisilbigen Pseudowörtern zweitschlechteste Kontrollproband, K5, steigerte sich im 4. Durchgang immerhin von null auf ein Item korrekt. Außer K2, der auch hier durchgängig null Items korrekt produzierte, konnten sich somit alle Kontrollprobanden (zumindest im letzten Durchgang) steigern, zeigten also noch eine Lernleistung. Wie [Abb. 6](#) zeigt, schnitt Kontrollperson K8 (im Unterschied zu K6 und K7) bei den zweisilbigen, nicht aber den einsilbigen Pseudowörtern unterdurchschnittlich schlecht ab. Wir vermuten, dass sich in dieser intraindividuellen Differenz die Nutzung von Strategien spiegelt: Die aus dem Deutschen abgeleiteten einsilbigen Pseudowörter, wie *Mant* und *Sapt*, lassen mehr semantische Assoziationen zu als die aus dem russischen abgeleiteten zweisilbigen Pseudowörter. Für erstere ist damit ein Rückgriff auf Inhalte des LZG nicht auszuschließen. Dieser „Wortähnlichkeitseffekt“ wurde von Papagno et al. [31] nachgewiesen. Sie zeigten, dass der Lerneffekt beim Paar-Assoziations-Lernen auch davon abhängt, ob aus der Sicht der Probanden die zu lernenden Items wortähnlich sind oder nicht (für weitere Effekte [35]). Papagno et al. [31] erwägen folgende plausible Erklärung:

Für das „long-term phonological learning“, in unserer Studie das Lernen von fremdem Vokabular, ist der phonologische Kurzzeitspeicher von Nutzen, doch wenn das zu lernende Material verbal-semantische Assoziationen zulässt, wird das phonologische Enkodieren umgangen.

Die Leistungsdissoziation von K8 könnte also darauf zurückzuführen sein, dass er bei den zweisilbigen Pseudowörtern nicht auf eine „semantische“ Strategie zurückgreifen konnte. Bei Kontrollproband K2 fanden wir, wie [Abb. 7](#) zeigt, eine Dissoziation zwischen den Leistungen in den Pseudoworttests und den Tests mit phonologisch relationierten Items einerseits – hier war er schlecht – und der Leistung beim Test mit semantisch relationierten Items andererseits – hier war seine Leistung gut. Dieses Muster deutet darauf hin, dass K2 ein herausragendes

Problem mit dem phonologischen Langzeitlernen hat, wobei wir dieses Problem noch eingrenzen können: Die Leistung von K2 beim Pseudowortlernen unterscheidet sich nämlich vom Leistungsmuster sowohl der Patientin P.V. als auch von dem unseres Patienten P1: P.V. gab, wie gesagt, in den 10 Lerndurchgängen überhaupt kein Zielitem wieder, also auch nicht als falsche Assoziation [4]. P1 produzierte bei den einsilbigen Pseudowörtern nur einmal eine Annäherung an das Zielitem: beim Paar *Uhr – Pint* äußerte er im 3. Durchgang, es handle sich um ein „Wort mit i“. In allen anderen Fällen produzierte er entweder keines oder das richtige Zielitem.

K2 hingegen produzierte beim ersten Pseudowort-Untertest 3 Zielitems an der falschen Stelle und eine Annäherung an ein Zielitem, ebenfalls an der falschen Stelle (statt *Platz – Tohl* produzierte er im vierten Durchgang *\*Teit*, vermutlich eine Annäherung an das Pseudowort *Teim*, das im Test mit *Tür* assoziiert ist). Beim 2. Pseudowort-Untertest produzierte er 2 Annäherungen an Zielitems: Im Paar *Giebel – Kliuk* im 4. Durchgang *\*Kliak*, im Paar *Stempel – Sivkol* im zweiten Durchgang *\*Zipkol*. Weiterhin produzierte er 2 Annäherungen an Zielitems aus anderen Wortpaaren: Im Paar *Belag – Kanjok* im 3. Durchgang falsch *\*Sitkol*, eine Annäherung an das gerade erwähnte *Sivkol* aus dem Paar *Stempel – Sivkol*, und im Paar *Pforte – Fegwar* im 4. Durchgang falsch *\*Fufait*, eine Annäherung an *Fufaik* aus dem Paar *Eiche – Fufaik*. Schließlich produzierte er im Paar *Belag – Kanjok* im 3. Durchgang falsch *\*Norfuk*, eine Form, die nicht zuzuordnen ist (möglich ist ein Bezug zum Zielitem *Fufaik* aus dem Paar *Eiche – Fufaik*, das ist das auf *Belag – Kanjok* im Test folgende Itempaar). Aus diesem Leistungsmuster schließen wir, dass K2 – anders als die berichteten Patienten – zwar Zielitems und jene Formen, die den Zielitems ähneln, lernt, aber bei der *Zuordnung* der Zielitems zu den existierenden Wörtern versagt. Bemerkenswert ist, dass K2s Problem mit dem phonologischen Langzeitlernen von seiner Zahlenmerkspanne *nicht* vorhergesagt wird, denn diese liegt mit 7,25 über dem Durchschnitt der Kontrollprobanden (6,9; Bereich 6–9). Dieser Befund steht einerseits in Widerspruch zu der in der Literatur berichteten Beobachtung, die VAG-Kapazität sei ein guter Prädiktor für die Fähigkeit (von Kindern und) Erwachsenen, eine Fremdsprache zu erlernen [15]. Andererseits könnte man aus den Daten von K2 eine Hypothese ableiten, nach der Zuordnungsprobleme bei Paar-Assoziations-Tests andere Ursachen haben als Probleme beim Lernen an sich.

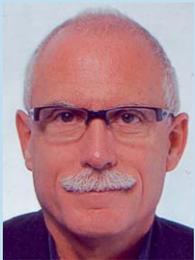
## Danksagung

Zu danken haben wir vor allem Gerhard Blanken (Erfurt): Er hat uns auf den Patienten aufmerksam gemacht, die Erforschung des Arbeitsgedächtnisdefizits angeregt und eine frühere Fassung des Artikels kritisch gelesen. Klaus Willmes (Aachen) gebührt unser Dank für seine Beratung in Fragen der Statistik. Weiterhin danken wir Katja Schulz und Martin Herbert (beide Rehasentrum Bad Orb) für kritische Bemerkungen zu einer früheren Fassung, Constanze Schwan (Freiburg i.Br.) für die Erhebung von Daten von 7 Kontrollprobanden und Karolin Schmidt und Petra Landwehr (Freiburg i.Br.) für ihre Hilfe bei der Manuskripterstellung. Unser besonderer Dank gilt Astrid Bergbreiter (Freiburg i.Br.), die im Rahmen ihrer Magisterarbeit die Paar-Assoziations-Lernaufgaben mit 10 Kontrollpersonen durchgeführt und ausgewertet hat. Nicht zuletzt sind wir einem anonymen Gutachter für eine Reihe von Anregungen zu Dank verpflichtet.

## Fazit

Insgesamt konnten wir zeigen, dass das Pseudowortlernen bei P1 im Vergleich zum Wortlernen herausragend gestört ist. Die Hypothese, dass Personen mit pathologischer Beeinträchtigung des VAG normale Lernleistungen bei vertrautem Material zeigen, aber Probleme mit dem Erwerb von für sie neuem Vokabular haben, hat sich somit bei unserem Einzelfall als zutreffend erwiesen. Zugleich weisen einige unserer Kontrollprobanden beim Pseudowortlernen schlechte Leistungen auf, wobei wir Proband K2s Problem als Zuordnungsproblem interpretieren. Es wäre wünschenswert, durch weitere Untersuchungen an älteren Kontrollprobanden – im Kontrast zu den hinsichtlich dieser Fragestellung bereits gut untersuchten Kindern – dem Zusammenhang von Arbeitsgedächtniskapazität und Langzeitlernen vertiefend nachzugehen.

## Zur Person



Jürgen Dittmann habilitierte sich 1977 an der Universität Freiburg i.Br. für das Fach Germanische Philologie und hat seit 1980 am Deutschen Seminar dieser Universität die Professur für Neuere deutsche Sprachwissenschaft inne. Seit Mitte der 1980er Jahre befasst er sich mit neurolinguistischen Fragestellungen (u.a. im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Neuropsychologie/Neurolinguistik“ des Landes Baden-Württemberg 1992–1996 und des Graduiertenkollegs „Menschliche und maschinelle Intelligenz“ 1993–2002). Weitere Forschungsgebiete sind Gegenwartsdeutsch, Schreibforschung und Sprache in den neuen Medien.



Stefanie Abel absolvierte 2001 ihr Magisterstudium (Linguistik, Philosophie, Politische Wissenschaft) an der RWTH Aachen. Bis zu ihrem Promotionsstipendium bei der Studienstiftung des deutschen Volkes arbeitete sie als Sprachtherapeutin und promovierte 2007 bei Prof. Walter Huber (Neurolinguistik der RWTH). Seit 2006 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin der Neurologischen Klinik der Universität Freiburg und der Aachener Neurolinguistik. Sie wird im Mai 2010 zur Neuropsychologie (Leitung: Prof. Klaus Willmes-von Hinckeldey) wechseln und ihre eigene Stelle bei der DFG antreten.

## Literatur

- Atkinson RC, Shiffrin RM. Human memory: A proposed system and its control processes. In: Spence KW, Hrsg. *The Psychology of Learning and Motivation. Advances in Research and Theory* Vol. 2. New York: Academic Press; 1968; 89–195
- Shallice T, Warrington EK. Independent functioning of the verbal memory stores: A neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 1970; 22: 261–273
- Vallar G, Baddeley AD. Fractionation of working memory: Neuropsychological evidence for a phonological short-term store. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1984; 23: 151–161
- Baddeley AD, Papagno C, Vallar G. When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language* 1988; 27: 586–595
- Baddeley AD, Hitch GJ. Working memory. In: Bower GH, Hrsg. *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol. 8. New York: Academic Press; 1974; 47–89
- Hasselhorn M, Grube D. Das Arbeitsgedächtnis. Funktionsweise, Entwicklung und Bedeutung für kognitive Leistungsstörungen. *Sprache – Stimme – Gehör* 2003; 27: 31–37
- Baddeley AD. The episodic buffer: a new component of working memory. *Trends in Cognitive Sciences* 2000; 4: 417–423
- Baddeley AD. Is working memory still working? *American Psychologist* 2001; 56: 851–864
- Miller GA. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* 1956; 63: 81–97
- Baddeley AD. Working memory: Multiple models, multiple mechanisms. In: Roediger L, Dudai Y, Fitzpatrick SM, Hrsg. *Science of Memory: Concepts*. Oxford: Oxford University Press; 2007; 151–153
- Baddeley AD, Gathercole S, Papagno C. The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review* 1998; 105: 158–173
- Sidiropoulos K, De Bleser R, Preilowski B et al. Ist die Unterscheidung zwischen einem phonologischen Kurzzeit- und dem Langzeitgedächtnis noch zeitgemäß? Ein Streifzug durch die Literatur. *Neurolinguistik* 2005; 19: 5–23
- Gathercole SE. Nonword repetition and word learning: The nature of a relationship. *Applied Psycholinguistics* 2006; 27: 513–543
- Baddeley AD, Lewis V, Vallar G. Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 1984; 36A: 233–252
- Baddeley AD. Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience* 2003; 4: 829–839
- Shallice T, Vallar G. The impairment of auditory-verbal short-term storage. In: Vallar G, Shallice T, Hrsg. *Neuropsychological Impairments of Short-Term Memory*. Cambridge: Cambridge University Press; 1990; 11–53
- Shallice T. From Neuropsychology to Mental Structure. Cambridge: Cambridge University Press; 1988
- Salamé P, Baddeley A. Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1982; 21: 150–164
- Baddeley AD. *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press; 1986
- Capitani E, Della Sala S, Logie RH et al. Recency, primacy and memory. Reappraising and standardising the serial position curve. *Cortex* 1992; 28: 315–342
- Shelton JR, Martin RC, Yaffee LS. Investigating a verbal short-term memory deficit and its consequences for language processing. In: Margolin DI, Hrsg. *Cognitive Neuropsychology in Clinical Practice*. Oxford: Oxford University Press; 1992; 131–167
- Vallar G, Papagno C. Phonological short-term store and the nature of the recency effect: Evidence from neuropsychology. *Brain and Cognition* 1986; 5: 428–442
- Vallar G, Papagno C. Neuropsychological impairments of verbal short-term memory. In: Baddeley AD, Kopelman MD, Wilson BA, Hrsg. *The Handbook of Memory Disorders*. 2. Ed. Chichester: Wiley; 2002; 249–270
- Huber W, Poeck K, Weniger D et al. *Der Aachener Aphasietest*. Göttingen: Hogrefe; 1983
- Blanken G, Döppler R, Dittmann J et al. Die Funktionenvergleichsprüfung (FVP). Experimentelle Version. Freiburg/Br.; 1988
- Steiner J. Die phonologische Dimension gestörter Sprache. Theoretische Reflexion, Diagnose und Therapie bei Aphasie. München: Fink; 1992
- Kay J, Lesser R, Coltheart M. PALPA. *Psycholinguistic Assessments of Language Processing in Aphasia*. Hove: LEA; 1992
- Milner B. Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin* 1971; 27: 272–277
- Ween JE, Verfaellie M, Alexander MP. Verbal memory function in mild aphasia. *Neurology* 1996; 47: 795–801
- Baayen RH, Piepenbrock R, Gulikers L. *The CELEX Lexical Database (CD-ROM)*. Philadelphia, PA: Linguistic Data Consortium, University of Pennsylvania; 1995
- Papagno C, Valentine T, Baddeley A. Phonological short-term memory and foreign-language vocabulary learning. *Journal of Memory and Language* 1991; 30: 331–347
- Bortz J. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer; 2005
- Baddeley AD. *Human Memory. Theory and Practice*. Revised Edition. Hove: Psychology Press; 1996
- Papagno C, Vallar G. To learn or not to learn: Vocabulary in foreign languages and the problem with phonological memory. In: Campbell R, Conway MA, Hrsg. *Broken Memories: Case Studies in Memory Impairment*. Oxford: Blackwell; 1995; 334–343
- Papagno C, Vallar G. Phonological short-term memory and the learning of novel words: The effect of phonological similarity and item length. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 1992; 44A: 47–67