

## RSVP-basierte Aufgaben zur Prüfung der Arbeitsgedächtniskapazität

Christiane Baadte <sup>1</sup>  
Andrea Hähnel <sup>2</sup>  
Christoph Hölle <sup>1</sup>  
Mike Rinck <sup>3</sup>  
Stephan Dutke <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fachgebiet Psychologie  
Technische Universität Kaiserslautern

<sup>2</sup> Institut für Allgemeine Psychologie, Biopsychologie und Methoden der Psychologie  
Technische Universität Dresden

<sup>3</sup> Department of Medical, Clinical, and Experimental Psychology  
University of Maastricht

# Inhalt

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
2 Koordination verbaler Stimuli (KOORD-V)	
2.1 Aufgabenkonzept	4
2.2 Material und Ablaufbeschreibung	4
2.3 Auswertungsmöglichkeiten	5
2.4 Vergleichswerte	6
2.5 Anwendungsbeispiele	9
3 Lesespanne (LS)	
3.1 Aufgabenkonzept	9
3.2 Material und Ablaufbeschreibung	9
3.3 Auswertungsmöglichkeiten	10
3.4 Vergleichswerte	11
3.5 Anwendungsbeispiele	13
4 Switching (SW)	
4.1 Aufgabenkonzept	14
4.2 Material und Ablaufbeschreibung	14
4.3 Auswertungsmöglichkeiten	15
4.4 Vergleichswerte	16
4.5 Anwendungsbeispiele	17
5. Literatur	17
Anhänge	18

## Zusammenfassung

In diesem technischen Bericht werden drei Aufgaben zur Prüfung bzw. zur Beanspruchung unterschiedlicher Facetten der Arbeitsgedächtniskapazität beschrieben. Die Aufgaben beruhen zum Teil auf Material von Oberauer (1993) sowie Oberauer et al. (2000, 2003). Sie wurden in RSVP programmiert und sind auf Apple-Macintosh-Rechnern lauffähig. Die Aufgaben eignen sich zur computerunterstützten Erfassung oder Beanspruchung der Arbeitsgedächtniskapazität im Einzelversuch, teilweise auch im Gruppenversuch und werden hauptsächlich in Forschungskontexten benutzt. Für jede Aufgabe werden das Konzept, die Durchführung, Auswertungs- und Anwendungsmöglichkeiten sowie gegebenenfalls Vergleichsdaten geschildert.

# 1 Einleitung

Seit der Veröffentlichung von Baddeley und Hitch (1974) ist die Anzahl der Forschungsarbeiten zu Fragen des Arbeitsgedächtnisses sprunghaft gestiegen. In der Perspektive der Erforschung interindividueller Differenzen setzt dies die Verfügbarkeit geeigneter Messverfahren der Arbeitsgedächtniskapazität voraus. Eine Übersicht über die Vielfalt der in der Forschung verwendeten Prüfaufgaben bieten Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm und Wittmann (2000, siehe auch Oberauer, Süß, Wilhelm & Wittmann, 2003; Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm & Schulze, 2002; Wittmann, Süß, Oberauer, Schulze & Wilhelm, o.J.). Vor allem diesen Arbeiten ist eine Systematisierung von Arbeitsgedächtnisaufgaben zu verdanken, die eine Zuordnung von Prüfaufgaben zu unterschiedlichen Facetten der Arbeitsgedächtnisfunktion ermöglichen. Die ersten beiden der hier beschriebenen Aufgaben beruhen auf Material aus der Aufgabensammlung der oben genannten Autoren. Die von Oberauer und Kollegen verwendeten Aufgaben sind jedoch, sofern sie computerunterstützt sind, für PCs (DOS) programmiert, daher sind sie nur eingeschränkt in Experimentalumgebungen einsetzbar, die auf der Apple-Macintosh-Betriebssystemfamilie aufsetzen. Deshalb wurden im Rahmen des DFG-Projekts „Situationsmodelle beim Textverstehen: Interindividuelle Differenzen und diagnostizitätsorientierte Ressourcenallokation“ zwei dieser Aufgaben in RSVP (Williams & Tarr, no date) nachprogrammiert und teilweise mit erweiterten Auswertungsmöglichkeiten versehen. Drittens wurde eine als Zweitaufgabe verwendbare Switching-Aufgabe entwickelt. Für Lehr- und Forschungszwecke sind die Programme bei den Autoren verfügbar. Sie sind lauffähig unter System 8 und 9 sowie in der Classic-Umgebung von System X.

## 2 Koordination verbaler Stimuli (KOORD-V)

### 2.1 Aufgabenkonzept

Die Aufgabe KOORD-V (Oberauer, 1993) erhebt die verbale Koordinationsfähigkeit. Sie erfordert die simultane Speicherung einzelner Elemente *und* deren Integration in ein Gesamtmodell. Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm und Wittmann (2000) zufolge ist die Leistung in dieser Aufgabe der Arbeitsgedächtnisfacette „Koordination“ zuzuordnen. Damit ist gemeint, dass zunächst unverbundene Informationen präsent gehalten werden müssen, um dann zu einer neuen, umfassenderen Wissensstruktur „koordiniert“ werden zu können.

### 2.2 Material und Ablaufbeschreibung

Bei dieser Aufgabe sind in der Mitte eines Computerbildschirms nebeneinander Kästchen zu sehen. In jeweils einem Kästchen wird für 1.1 Sekunden ein Buchstabe angezeigt. Nach dessen Verschwinden wird in einem anderen Kästchen ein weiterer Buchstabe gezeigt, bis in allen Kästchen ein Buchstabe zu sehen war. Die zeitliche Abfolge der Darbietung entspricht dabei nicht immer der Leserichtung (für ein schematisches Beispiel siehe Abbildung 1). Die Versuchsperson soll entscheiden, ob die Buchstaben, wenn sie zusammen zu sehen gewesen wären, vorwärts oder rückwärts gelesen ein deutsches Wort ergeben hätten oder nicht. Danach soll sie die erinnerten Buchstaben so auf einem Antwortblatt eintragen, wie sie, simultan sichtbar gemacht, zu sehen gewesen wären. Um zu

gewährleisten, dass die lexikalische Entscheidung auf der Grundlage der vorgestellten Buchstabenkonfiguration getroffen wird und nicht auf der Grundlage der niedergeschriebenen Buchstaben, muss die Person vor der Niederschrift zwischen zwei Spalten auf dem Antwortblatt entscheiden: in die linke Spalte dürfen nur Wörter, in die rechte nur Nicht-Wörter eingetragen werden. Bearbeitet werden in der ursprünglichen Version (Oberauer, 1993) je drei Items mit 4, 5, 6, 7 oder 8 Buchstaben. Da sich mit dieser Version gelegentlich Deckeneffekte zeigten, wurde die Aufgabe um 3 weitere Items mit je 9 Buchstaben erweitert. Insgesamt besteht die Aufgabe demnach aus der Rekonstruktion von 18 Wörtern bzw. Nicht-Wörtern (Anhang 2).

		U	
		U	M
B		U	M
B	A	U	M

Abbildung 1: Beispielitem der Aufgabe KOORD-V.  
Bei jedem Trial ist jeweils nur eine Kästchenreihe sichtbar. Während der Darbietung sind die hier grau dargestellten Buchstaben nicht sichtbar.

Das Programm dient nur der Präsentation der Stimuli und registriert keine Leistungsdaten. Der Antwortbogen (Anhang 1) enthält Daten über

- die lexikalische Entscheidung (wurde die Darbietung für ein Wort der deutschen Sprache gehalten oder nicht),
- die erinnerten Buchstaben und deren Konfiguration.

### 2.3 Auswertungsmöglichkeiten

Aus dem Antwortbogen wird zunächst ermittelt, bei welchen Items die richtige lexikalische Entscheidung getroffen wurde. Dann werden die richtig reproduzierten Buchstaben bei jedem einzelnen Item ausgezählt. Dabei wird unterschieden zwischen den überhaupt richtig reproduzierten Buchstaben, ohne Berücksichtigung ihrer Konfiguration und den in der richtigen Konfiguration reproduzierten Buchstaben. Hierfür wird eine Schablone mit der richtigen Buchstabenkombination solange auf der Antwort der Versuchsperson verschoben, bis die maximale Zahl der in korrekter Konfiguration reproduzierten Buchstaben ermittelt ist.

Aus diesen drei Variablen können folgende Scores errechnet werden:

- KV1: Relative Anzahl richtiger lexikalischer Entscheidungen.  
Dieser Score bildet nur eine Teilleistung ab, nämlich das Erkennen der Wörter, vernachlässigt hingegen das Behalten der Buchstaben, insbesondere der Nicht-Wörter.

- KV2: Relative Anzahl richtig reproduzierter Buchstaben, ohne Berücksichtigung der Konfiguration.  
Dieser Score spiegelt die Erinnerungsleistung für die einzelnen Buchstaben wider, ohne zu berücksichtigen, ob (a) gleichzeitig eine richtige lexikalische Entscheidung getroffen wurde und (b) die Buchstaben in der präsentierten Konfiguration wiedergegeben wurden.
- KV3: Relative Anzahl der maximal in Passung zu bringenden Buchstaben.  
Dieser Score spiegelt wider, wie viele Buchstaben in der präsentierten Konfiguration erinnert wurden, allerdings ohne zu berücksichtigen, ob gleichzeitig eine richtige lexikalische Entscheidung getroffen wurde. Die resultierende Werteverteilung ist deutlich rechtsschief (Abbildung 2).
- KV4: Relative Anzahl der maximal in Passung zu bringenden Buchstaben, multiplikativ gewichtet mit der relativen Anzahl der richtigen lexikalischen Entscheidungen.  
Dieser Score berücksichtigt eher die Doppelanforderung von Verarbeiten und Speichern, da die Anzahl der in korrekter Konfiguration erinnerten Buchstaben stärker gewichtet werden, wenn dabei auch viele korrekte lexikalische Entscheidungen getroffen wurden. Allerdings verflacht diese Gewichtung die Werteverteilung (Abbildung 3).
- KV5: Relative Anzahl der maximal in Passung zu bringenden Buchstaben, aber nur der Items, bei denen eine korrekte lexikalische Entscheidung getroffen wurde.  
Hier wird die Doppelanforderung von Verarbeiten und Speichern noch strenger berücksichtigt, da lediglich die korrekt wiedergegeben Buchstaben der Items gewertet werden, bei denen auch eine korrekte lexikalische Entscheidung getroffen wurde. Nachteilig ist die resultierende extrem rechtsschiefe Werteverteilung (Abbildung 4).

Die Scores KV1 bis KV4 sind jeweils bezogen auf die Gesamtzahl der dargebotenen Buchstaben über alle Items ( $N=117$ ), der Score KV5 auf die Anzahl der Wörter, die nach Eliminierung der lexikalisch falsch entschiedenen Items verbleiben.

## 2.4 Vergleichswerte

Tabelle 1 zeigt einige Vergleichsdaten. Sie basieren auf  $N = 258$  fließend Deutsch sprechenden Studierenden (79 weiblich, 151 männlich, fehlende Angabe bei 28) aus unterschiedlichen Experimenten. Das mittlere Alter beträgt 23.1 Jahre (18 bis 50 Jahre,  $SD = 3.72$ ). Für keinen der drei Scores ergaben sich Geschlechtsunterschiede (alle  $F$ -Werte  $< 1.4$ ). Tabelle 2 zeigt die Korrelationen zwischen den drei von uns am häufigsten eingesetzten Scores.

Tabelle 1

Koordination verbaler Stimuli (KOORD-V): Kennwerte der Scores KV3, KV4 und KV5.

	<b>KV3</b>	<b>KV4</b>	<b>KV5</b>
Mittelwert	0,76	0,62	0,79
Median	0,77	0,62	0,84
Minimum	0,32	0,16	0,24
Maximum	0,98	1,00	1,00
Standardabweichung	0,13	0,19	0,17
Schiefe	-0,77	-0,08	-1,22
Exzess	0,47	-0,70	1,04

Tabelle 2

Koordination verbaler Stimuli (KOORD-V): Korrelationen der Scores KV3, KV4 und KV5.

	<b>KV4</b>	<b>KV5</b>
<b>KV3</b>	.69	.69
<b>KV4</b>		.09

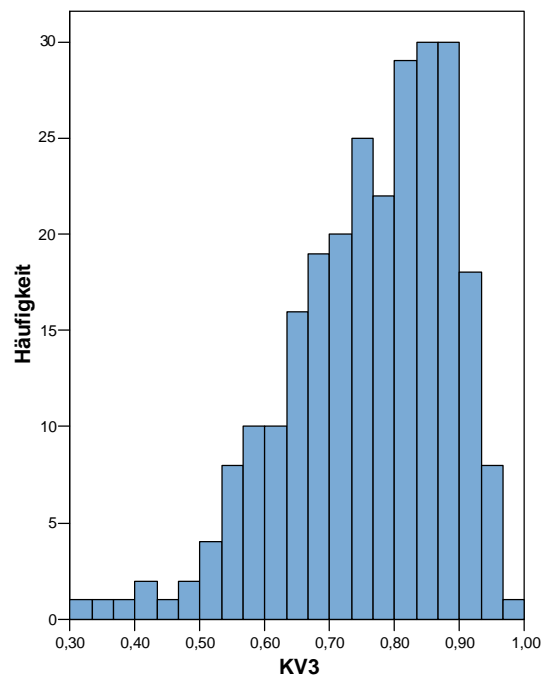


Abbildung 2: Verteilung der relativen Anzahl der maximal in Passung zu bringenden Buchstaben (KV3).

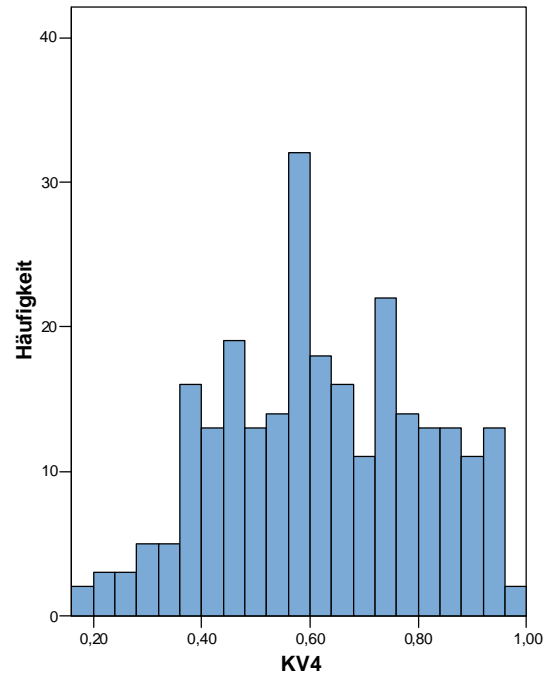


Abbildung 3: Verteilung der relativen Anzahl der maximal in Passung zu bringenden Buchstaben, multiplikatив gewichtet mit der relativen Anzahl korrekter lexikalischer Entscheidungen (KV4).

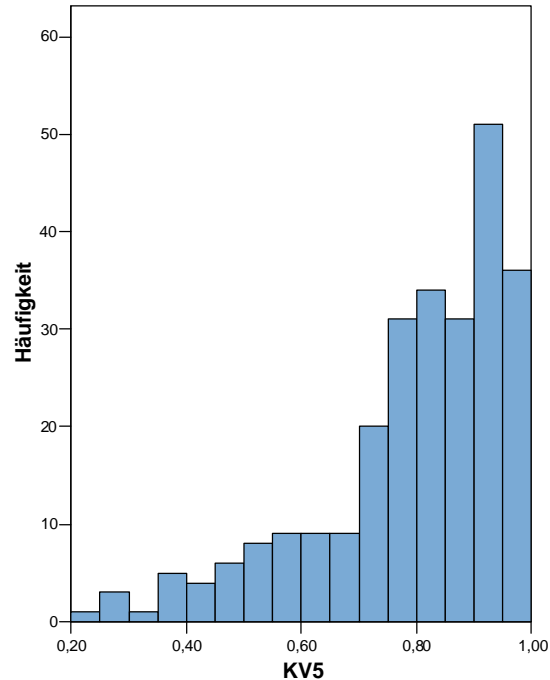


Abbildung 4: Verteilung der relativen Anzahl der maximal in Passung zu bringenden Buchstaben jener Items, bei denen eine korrekte lexikalische Entscheidung getroffen wurde (KV5).



## 2.5 Anwendungsbeispiele

Die Aufgabe KOORD-V wurde zur Erfassung interindividueller Unterschiede in der funktionalen Facette „Koordination“ des Arbeitsgedächtnisses eingesetzt. Personen mit unterschiedlicher Leistung in dieser Aufgabe profitierten beispielsweise in unterschiedlichem Maße von externen Speichermöglichkeiten, wenn es darum ging, komplexe mentale Modelle der sozialen Umgebung zu konstruieren (von Hecker & Dutke, 2004). Auch in den Experimenten des DFG-Projekts „Situationsmodelle beim Textverstehen: Interindividuelle Differenzen und diagnostizitätsorientierte Ressourcenallokation“ zeigten sich Unterschiede in der Bildung von Situationsmodellen zwischen Personen mit höheren und geringeren Werten in KOORD-V.

## 3 Lesespanne (LS)

### 3.1 Aufgabenkonzept

Die Aufgabe folgt dem Prinzip aller Lesespannenaufgaben (Daneman & Carpenter, 1980; La Pointe & Engle, 1990): Es werden blockweise Sätze zu lesen gegeben, deren jeweils letztes Wort memoriert werden soll. Nach Ende des Blocks sollen die Endwörter aller Sätze reproduziert werden. Die Anzahl der Sätze pro Block steigt bei jedem neuen Block um 1 Satz. In dieser Version stellt die Aufgabe hauptsächlich Anforderungen an die Speicherkapazität des Arbeitsgedächtnisses, wenngleich parallel dazu Leseprozesse ausgeführt werden müssen.

### 3.2 Material und Ablaufbeschreibung

Die in dieser Aufgabe verwendeten Sätze bestehen ausschließlich aus einzelnen Hauptsätzen, die Aussagen über wahre (Eine Heizung spendet Wärme) oder falsche (Die Sonne passt in einen Schrank) Sachverhalte beschreiben (Wittmann et al., o.J.; Anhang 3). Um die für das Arbeitsgedächtniskonzept typische Anforderung der Parallelität von Speicher- und Verarbeitungsprozessen abzubilden, sollen diese Sätze nicht nur gelesen werden, sondern auch hinsichtlich ihres Wahrheitsgehalts eingeschätzt werden. Die Versuchspersonen werden instruiert, beide Anforderungen (Beurteilen der Sätze und Behalten der Endwörter) gleich zu gewichten.

Es werden 5 Blöcke mit jeweils 3, 4, 5, 6 und 7 Sätzen dargeboten. Jeder Satz wird für 3 Sekunden am Bildschirm gezeigt. In dieser Zeit muss (a) der Satz gelesen werden, (b) entschieden werden, ob der Satz wahr oder falsch ist, (c) eine entsprechende Antwort per Tastendruck gegeben werden und (d) das letzte Wort dieses Satzes memoriert werden. Nach einer Pause von 1 Sekunde wird der nächste Satz des Blocks angezeigt. Nachdem alle Sätze eines Blocks dargeboten wurden, soll der Proband die jeweils letzten Wörter eines jeden Satzes (in der Reihenfolge, in der die Sätze erschienen sind) auf einem Antwortbogen (Anhang 4) aufschreiben. Die Reproduktionszeit ist nicht begrenzt. Auf einen Tastendruck erfolgt die Darbietung des nächsten Blocks.

### 3.3 Auswertungsmöglichkeiten

Das Programm dient der Präsentation der Stimuli und registriert folgende Daten:

- das Urteil über die Wahrheit eines jeden Satzes (wahr vs. falsch) inklusive seiner Bewertung als falsch bzw. richtig,
- die Antwortzeit für dieses Urteil (Zeit zwischen Beginn der Darbietung des Satzes und Drücken einer der beiden Antworttasten).

Der Antwortbogen (Anhang 5) enthält:

- die niedergeschriebenen Satz-Endwörter,
- die erinnerte Reihenfolge der Endwörter.

Die ursprüngliche Auswertung sieht traditionellerweise vor, nur zu prüfen, welches die höchste Anzahl von Endwörtern ist, die richtig (wörtlich richtig und in der richtigen Reihenfolge) reproduziert werden können. Dieses Maß (die traditionelle „Gedächtnisspanne“) scheint uns wenig zuverlässig zu sein, weil es stark von kurzfristigen und zufälligen Konzentrationsfehlern beeinflusst werden kann: Wenn jemand beim Viererblock beispielsweise einen Fehler begeht, wird die Aufgabe entweder abgebrochen oder die nachfolgenden Blöcke werden bei der Auswertung nicht mehr berücksichtigt, ungeachtet der Tatsache, dass sie/er bei einem Sechserblock vielleicht nur einen Fehler hat – damit eventuell mehr „Richtige“ als im Viererblock schafft.

Wir führen die Aufgabe deshalb grundsätzlich vollständig durch und generieren folgende Scores:

- LS1: Relative Anzahl der richtig reproduzierten Endwörter aller Blöcke.  
Da jeweils aber nur gewertet wird, ob der Proband im Antwortbogen das richtige Wort an der korrekten Position eingetragen hat, lässt diese Auswertungsmöglichkeit außer Acht, ob die Sätze im verstehenden Sinne gelesen wurden, d.h. ob der jeweilige Teilnehmer tatsächlich die Doppelanforderung der Lesespannenaufgabe (speichern und verarbeiten) bewältigt hat.
- LS2: Relative Anzahl der richtig reproduzierten Endwörter nur derjenigen Sätze, die auch hinsichtlich ihres Wahrheitsgehaltes richtig beurteilt wurden.  
Mit dieser Variablen wird der Doppelanforderung der Lesespannenaufgabe Rechnung getragen. Ein Nachteil dieses Scores besteht allerdings im hohen Auswertungsaufwand.
- LS3: Hier wird die relative Anzahl aller richtig reproduzierten Endwörter mit dem relativen Anteil der richtig bewerteten Sätze multiplikativ gewichtet.  
Dieser Score berücksichtigt die Doppelanforderung von Verarbeiten und Speichern ebenfalls, ist jedoch mit geringerem Verarbeitungsaufwand verbunden. Die Werteverteilung ist weniger rechtsschief (Abbildung 7) als bei LS1 (Abbildung 5).

Die Werte sind jeweils bezogen auf die Gesamtzahl der Endwörter bzw. Sätze ( $N = 75$ ).

### 3.4 Vergleichswerte

In die Analyse (Tabelle 3) sind die Daten von 292 Versuchspersonen (Studenten verschiedener Fachrichtungen aus insgesamt sechs Experimenten) eingegangen (92 Frauen, 173 Männer, 27 Personen ohne Angabe des Geschlechts). Der Altersdurchschnitt lag bei 23.6 Jahren (18 bis 50 Jahre,  $SD = 3.67$ ). Für keinen der drei Scores ergaben sich Geschlechtsunterschiede (alle  $F$ -Werte  $< 1.0$ ). Ihre Interkorrelationen sind ausnahmslos hoch (Tabelle 4).

Tabelle 3  
Lesespanne (LS): Verteilung der Scores LS1, LS2 und LS3.

	<b>LS1</b>	<b>LS2</b>	<b>LS3</b>
Mittelwert	0,76	0,71	0,70
Median	0,77	0,72	0,71
Minimum	0,35	0,28	0,28
Maximum	1,00	0,97	0,97
Standardabweichung	0,13	0,14	0,15
Schiefe	-0,50	-0,42	-0,43
Exzess	-0,25	-0,27	-0,28

Tabelle 4  
Lesespanne (LS): Korrelationen der Scores LS1, LS2 und LS3.

	<b>LS2</b>	<b>LS3</b>
<b>LS1</b>	.96	.96
<b>LS2</b>		.99

Die Abbildungen 5-7 zeigen die Verteilungen der Variablen LS1, LS2 und LS3.

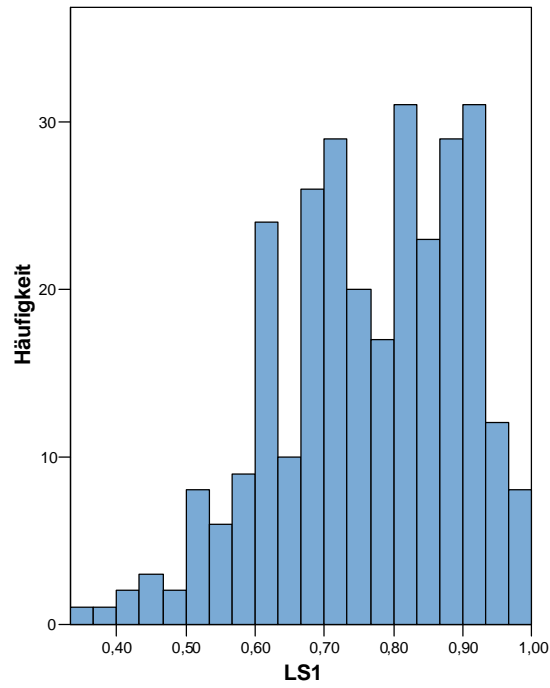


Abbildung 5: Relative Anzahl der richtig reproduzierten Endwörter aller Blöcke (LS1).

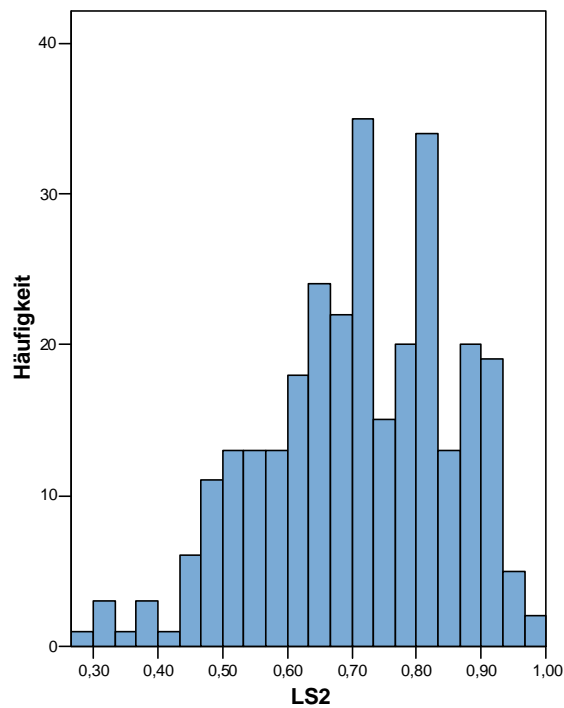


Abbildung 6: Relative Anzahl der richtig reproduzierten Endwörter aller Blöcke derjenigen Sätze, die auch hinsichtlich ihres Wahrheitsgehaltes richtig beurteilt wurden (LS2).

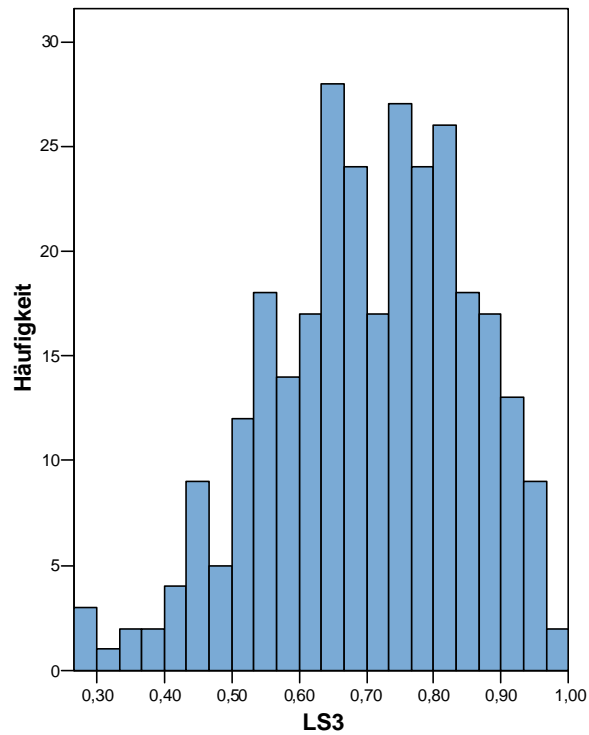


Abbildung 7: Relative Anzahl der richtig reproduzierten Endwörter aller Blöcke, multiplikativ gewichtet mit der relativen Anzahl korrekt bewerteter Sätze (LS3).

### 3.5 Anwendungsbeispiele

Die Lesespannen-Aufgabe wurde zur Erfassung interindividueller Unterschiede in der funktionalen Facette „Speichern und Verarbeiten“ des Arbeitsgedächtnisses eingesetzt. In den Experimenten des DFG-Projekts „Situationsmodelle beim Textverstehen: Interindividuelle Differenzen und diagnostizitätsorientierte Ressourcenallokation“ zeigten sich Unterschiede in der Bildung von Situationsmodellen zwischen Personen mit höheren und geringeren Werten in LS.

## 4 Switching-Aufgabe (SW)

### 4.1 Aufgabenkonzept

Die Switching-Aufgabe basiert auf dem Paradigma von Rogers und Monsell (1995), bei dem die Versuchspersonen zwischen zwei verschiedenen „mental sets“ hin- und herwechseln müssen, eine Anforderung, die zu sogenannten Wechselkosten führt. Die Aufgabe stellt hauptsächlich Anforderungen an die zentral-exekutive Komponente des Arbeitsgedächtnisses, da sie nur dann erfolgreich ausgeführt werden kann, wenn der stetige Wechsel von Inhibition und Aktivierung der entsprechenden Kategorien gelingt.

Die hier entworfene Version hat die Besonderheit, als Zweitaufgabe neben dem Lesen von Sätzen eingesetzt werden zu können. In dieser Funktion absorbiert sie zentral-exekutive Verarbeitungskapazität, und der Leseprozess muss unter dieser Ressourceneinschränkung ausgeführt werden.

### 4.2 Material und Ablaufbeschreibung

Bei der Switching-Aufgabe erscheint jeweils in einer der Ecken des Computerbildschirms eine geometrische Figur (Kreis oder Dreieck) in den Farben blau oder gelb. Die erste Darbietung erfolgt in der oberen linken Ecke wobei die Darbietungsposition von Item zu Item in regelmäßiger Folge im Uhrzeigersinn über die vier Ecken wechselt. Aufgabe der Versuchspersonen ist, die Figur einer der jeweils angegebenen Kategorien zuzuordnen (Form: Dreieck/Kreis oder Farbe: blau/gelb). In den beiden oberen Ecken muss entschieden werden, ob die Figur ein Kreis oder ein Dreieck ist, in den unteren Bildschirmecken dagegen ist die Figur hinsichtlich ihrer Farbe (blau oder gelb) zu beurteilen (vgl. Abbildung 8). Die Bewertung erfolgt über zwei Tasten der Computertastatur, die mit den Begriffen „rechts“ und „links“ beklebt sind. Hat die Versuchsperson eine Figur der entsprechenden Kategorie zugeordnet, erscheint für einen kurzen Augenblick der zu lesende Satz in der Mitte des Bildschirms. Die Darbietungszeit des Satzes wird dabei so gewählt, dass es den Probanden nicht gelingt, diesen während der ersten Präsentationsphase komplett zu lesen und den Inhalt in das bereits Gelesene zu integrieren. Durch diese Maßnahme soll gewährleistet werden, dass die Versuchspersonen auch tatsächlich einige Male zwischen den beiden unterschiedlichen Aufgabenanforderungen (Bewerten der Figur / Lesen und Verstehen des Satzes) hin und her wechseln müssen. Zur Reduzierung der Belastung, die sich aufgrund der sehr kurzen Darbietungszeit ergibt, wird den Probanden bereits in der Instruktion zu Beginn des Experiments mitgeteilt, dass die Möglichkeit besteht, den Satz so oft zu lesen, bis das Gefühl eintritt, den Satz verstanden zu haben. Der Satz ist aber nur dann ein weiteres Mal am Bildschirm zu sehen, wenn zuvor wieder die Zusatzaufgabe ausgeführt wurde (Bewertung der Figur in der rechten oberen Ecke, usw.). Die Aufgabe ist so programmiert, dass die Probanden durch das Drücken einer Taste, die mit „N“ (nein) gekennzeichnet ist, den Präsentationszyklus jederzeit verlassen können.



Abbildung 8: Exemplarische Bildschirmansicht während der Switching-Aufgabe. In diesem Trial wäre die linke Antworttaste zu drücken, da der Stimulus ein Kreis ist. Würde der gleiche Stimulus rechts unten präsentiert, müsste mit der rechten Taste geantwortet werden, weil der Stimulus blau ist.

### 4.3 Auswertungsmöglichkeiten

Ausgewertet werden die Leistungen der Probanden sowohl bei der Erst- als auch bei der Zweitaufgabe. Da sich die Auswertung der Erstaufgabe (im vorliegenden Fall die Lesezeit des Satzes) allerdings an der Fragestellung der jeweiligen Studie orientiert, wird im Folgenden ausschließlich auf die Auswertung der Zweitaufgabe Bezug genommen.

Wie bereits unter Punkt 4.1 beschrieben, führt das bei der Switching-Aufgabe erforderliche Wechseln zwischen den zwei unterschiedlichen Kategorien Form und Farbe zu sogenannten Wechselkosten, die sich aus dem Zusammenspiel zwischen Aktivierung der einen Kategorie bei gleichzeitiger Inhibition der anderen ergeben. Diese Kosten in Form verlängerter Reaktionszeiten sollten sich demnach insbesondere bei denjenigen Trials zeigen, die einen Kategorienwechsel erfordern (beispielsweise von einer Darbietung oben rechts zu einer Darbietung unten rechts, vgl. Abbildung 8). Basierend auf diesen Annahmen können folgende Scores generiert werden:

- SW1: Mittlere Reaktionszeit beim jeweiligen Anfangstrial (links oben).  
Die Reaktionszeiten bei den Anfangstrials sind in der Regel etwas länger, da sich die Probanden meist erst auf die Aufgabe einstellen müssen. Aufgrund der Tatsache, dass diese Anfangstrials in einem „Switch“-Quadranten (links oben) ausgeführt werden, somit Einfluss auf die mittleren Reaktionszeiten der „Switch“-Trials nehmen könnten, erscheint es sinnvoll, diese Reaktionszeiten gesondert auszuwerten.

- SW2: Mittlere Reaktionszeit bei den „No-Switch“-Trials (rechts oben und links unten).  
Die Reaktionszeiten bei den „No Switch“-Trials bilden die Baseline für die Zuordnung der Begriffe zu der jeweils angegebenen Kategorie unter „normalen“ Bedingungen (ohne Zusatzbelastung durch Kategorienwechsel).
- SW3: Mittlere Reaktionszeit bei den „Switch“-Trials (rechts unten und links oben).  
Angenommen wird, dass sich die Reaktionszeiten bei den „Switch“-Trials zusammensetzen a) aus den Reaktionszeiten für die Zuordnung der Begriffe zu der jeweiligen Kategorie (Baseline) und b) aus der Zeit, die für den Kategorienwechsel benötigt wird.
- SW4: Differenz der Reaktionszeiten von SW3 und SW2 = „Wechselkosten“.

#### 4.4 Vergleichswerte

In die Analyse (Tabelle 5) sind die Daten von 25 Versuchspersonen (Studenten verschiedener Fachrichtungen) eingegangen (7 Frauen, 18 Männer). Der Altersdurchschnitt lag bei 24 Jahren (18 bis 34 Jahre,  $SD = 3.01$ ). Für keinen der drei Scores ergaben sich Geschlechtsunterschiede (alle  $F$ -Werte  $< 1.1$ ). Die Korrelationen der Scores SW1, SW2 und SW3 sind in Tabelle 6 aufgeführt. Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse von Paarvergleichen zwischen den drei Scores.

Tabelle 5  
Switching (SW): Verteilung der Scores SW1, SW2, SW3 und SW4.

	SW1	SW2	SW3	SW4
Mittelwert	2497,82	2287,73	2584,85	297,17
Median	2429,34	2171,36	2639,87	241,55
Minimum	1098,75	951,46	1181,39	-476,21
Maximum	5104,00	3986,43	4862,50	1027,02
Standardabweichung	902,89	804,42	880,81	463,90
Schiefe	1,14	0,50	0,81	-0,21
Exzess	2,29	-0,45	1,36	-1,15

Tabelle 6  
Switching (SW): Korrelationen der Scores SW1, SW2 und SW3.

	SW2	SW3
SW1	.61	.44
SW2		.85



Tabelle 7  
Switching (SW): Paarvergleich SW1/SW2; SW1/SW3; SW2/SW3.

	SW2	SW3
SW1	t(24)= 1.48; n.s.	t(24)= -.46; n.s.
SW2		t(24)= -3.20; p<.05

#### 4.5 Anwendungsbeispiele

Die Switching-Aufgabe wurde bereits als Zweitaufgabe beim selbstgesteuerten Lesen (self-paced reading) personenbeschreibender Texte eingesetzt und zwar genau an der Stelle, an der eine Zusatzinformation über die Targetperson dargeboten wurde, die die Leser zur Revision ihres initialen stereotypen Personenmodells nutzen konnten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Revision eines initialen Personenmodells ein ressourcenintensiver Prozess ist, der der zentral-exekutiven Steuerung obliegt. So führte die experimentell herbeigeführte Reduktion zentral-exekutiver Ressourcen mittels der Zweitaufgabe zu verminderten Revisionsleistungen bei Probanden, die ohnehin über geringere exekutive Ressourcen („Switching-Fähigkeit“) verfügen.

## 5. Literatur

- Hecker, U. von & Dutke, S. (2004). Integrative social perception: Individuals low in working memory benefit more from external representations. *Social Cognition*, 22, 336-365.
- Oberauer, K. (1993). Die Koordination kognitiver Operationen - eine Studie über die Beziehung zwischen Intelligenz und "working memory". *Zeitschrift für Psychologie*, 201, 57-84.
- Oberauer, K., Süß, H.- M., Schulze, R., Wilhelm, O. & Wittmann, W. W. (2000). Working memory capacity - facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29, 1017-1045.
- Oberauer, K., Süß, K. O., Wilhelm, O. & Wittmann, W. W. (2003). The multiple faces of working memory. Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31, 1-27.
- Süß, H. - M., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O. & Schulze, R. (2002). Working-memory capacity explains reasoning ability-and a little bit more. *Intelligence*, 30, 261-288.
- Williams, P., & Tarr, M. J. (No date). *RSVP: Experimental control software for MacOS* [Online]. Available: <http://www.cog.brown.edu/~tarr/RSVP/> (Jan. 2005).
- Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- La Pointe, L. B. & Engle, R. W. (1990). Simple and complex word spans as measures of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 1118-1133.
- Rogers, R. D. & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 207-231.
- Wittmann, W. W., Süß, H.-M. Oberauer, K., Schulze R. & Wilhelm, O. (o.J.). Arbeitsgedächtnis und Intelligenz. <http://www.psychologie.uni-mannheim.de/psycho2/proj/wmc/Projektbeschreibung.html>.

## Anhänge

Anhang 1: Antwortbogen KOORD-V	19
Anhang 2: Korrekte Entscheidungen KOORD-V	20
Anhang 3: Stimulussätze LS	21
Anhang 4: Antwortbogen LS	22
Anhang 5: Korrekte Endwörter LS	23

# Antwortbogen: Wo erschienen welche Buchstaben?

Deutsches Wort  
(vorwärts oder rückwärts)

**Kein** deutsches Wort



## Korrekte Entscheidungen KOORD-V

Deutsches Wort  
(vorwärts oder rückwärts)

B R O K

B E I N

R E D E L

L E M A K

M O R G E N

A R B E I T

R E K I S U M

T E L E F O N

R E I T E G A N

E I G E N A R T

E G A L D N U R G

F I N G E R H U T

**Kein** deutsches Wort

S O R G

T O L E M

N I E S A R

K A L O S I E

A R T I L O P E

L A U G A B E R T

## Stimulussätze LS

Eine Schwalbe ist ein Vogel.  
Alle Männer tragen einen Bart.  
Der Blitz kommt vor dem Donner.

Ein Pferd ist größer als eine Katze.  
Eine Glühbirne verbraucht viel Wasser.  
Ein Hammer ist ein Werkzeug.

Silber ist wertvoller als Gold.  
Alle Frauen tragen eine Brille.  
Eine Tulpe ist ein Baum.

Holz ist härter als Eisen.  
Alle Rentner haben einen Hund.  
Ein Elefant hat einen Rüssel.  
Eine Rose ist eine Blume.

Manche Häuser sind aus Holz.  
Alle Menschen haben einen Vater.  
In der Post kauft man Schnitzel.  
Der Himmel hat eine Ecke.

Die Erde ist größer als die Sonne.  
Ein Auto verbraucht viel Kohle.  
Alle Indianer tragen einen Hut.  
Eine Apfelsine ist eine Frucht.

Ein Adler hat eine Flosse.  
Die Banane hat eine gelbe Schale.  
Salz ist heller als Pfeffer.  
Ein Mensch hat eine Nase.  
Jedes Haus hat ein Dach.

Licht ist ein Metall.  
Unter Wasser gibt es kein Leben.  
Die Sonne passt in einen Schrank.  
Blei ist schwerer als Watte.  
Alle Häuser haben eine Tür.

Ein Auto hat einen Motor.  
Mehrere Sätze ergeben ein Wort.  
Der Tag beginnt mit dem Morgen.  
In Frankreich gibt es Käse.  
Viele Flaschen sind aus Glas.

Alle Rosen wachsen im Kamin.  
In Bonbons ist viel Zucker.  
Die Bäume blühen im Winter.  
Ein Papagei hat einen Schnabel.  
Honig enthält viel Fett.  
Eine Autobahn führt immer ans Meer.

Eine Pflanze braucht Licht.  
Im Frühjahr fällt der meiste Schnee.  
Diebstahl verstößt gegen das Gesetz.  
Eine Melone ist größer als ein Apfel.  
Alle Engländer leben in der Stadt.  
Im Hallenbad spielt man Fußball.

Ein Wasserkraftwerk erzeugt Strom.  
Eine Eiche hat eine Wurzel.  
Jedes Haus hat einen Garten.  
Wolken bestehen aus Kupfer.  
Ein Auto braucht Benzin.  
Auf dem Mond wächst Gras.

Zahlen ergeben das Alphabet.  
Haare hat man nur auf dem Kopf.  
Der Bäcker macht Wurst.  
Auf einem Konzert hört man Musik.  
Ein Fahrradreifen besteht aus Gummi.  
Im Kino gibt es eine Leinwand.  
In Bolivien wächst Kaffee.

Bären leben unter der Erde.  
Eine Heizung spendet Wärme.  
Jede Katze hat ein Fell.  
Auf dem Mond lebt ein Huhn.  
Alle Teller sind aus Blech.  
Züge fahren auf der Straße.  
Die Erde hat einen Mond.

Im Sommer gefriert der See.  
Jede Blume ist eine Tulpe.  
Zum Kochen braucht man ein Netz.  
Sieben Tage hat die Woche.  
Mehrere Stufen ergeben eine Treppe.  
Schuhe sind immer aus Wolle.  
Mit Streichhölzern macht man Feuer.

# Antwortbogen LS

Vpnr.

Beispiel 1	1	2	3				
Beispiel 2	1	2	3				
Aufgabe 1	1	2	3				
Aufgabe 2	1	2	3				
Aufgabe 3	1	2	3				
Aufgabe 4	1	2	3	4			
Aufgabe 5	1	2	3	4			
Aufgabe 6	1	2	3	4			
Aufgabe 7	1	2	3	4	5		
Aufgabe 8	1	2	3	4	5		
Aufgabe 9	1	2	3	4	5		
Aufgabe 10	1	2	3	4	5	6	
Aufgabe 11	1	2	3	4	5	6	
Aufgabe 12	1	2	3	4	5	6	
Aufgabe 13	1	2	3	4	5	6	7
Aufgabe 14	1	2	3	4	5	6	7
Aufgabe 15	1	2	3	4	5	6	7

## Korrekte Endwörter LS

Beispiel 1	Geld	Leder	Ei				
Beispiel 2	Spinne	Roller	Schule				
Aufgabe 1	Vogel	Bart	Donner				
Aufgabe 2	Katze	Wasser	Werkzeug				
Aufgabe 3	Gold	Brille	Baum				
Aufgabe 4	Eisen	Hund	Rüssel	Blume			
Aufgabe 5	Holz	Vater	Schnitzel	Ecke			
Aufgabe 6	Sonne	Kohle	Hut	Frucht			
Aufgabe 7	Flosse	Schale	Pfeffer	Nase	Dach		
Aufgabe 8	Metall	Leben	Schrank	Watte	Tür		
Aufgabe 9	Motor	Wort	Morgen	Käse	Glas		
Aufgabe 10	Kamin	Zucker	Winter	Schnabel	Fett	Meer	
Aufgabe 11	Licht	Schnee	Gesetz	Apfel	Stadt	Fußball	
Aufgabe 12	Strom	Wurzel	Garten	Kupfer	Benzin	Gras	
Aufgabe 13	Alphabet	Kopf	Wurst	Musik	Gummi	Leinwand	Kaffee
Aufgabe 14	Erde	Wärme	Fell	Huhn	Blech	Straße	Mond
Aufgabe 15	See	Tulpe	Netz	Woche	Treppe	Wolle	Feuer

