



Interdisziplinäres Zentrum für Klinische Forschung



# Wenn 4 = „fünf“, aber 645342 > 576243: Zahlenverarbeitungs- und Rechenstörungen bei Aphasie

M. Graf, H.-C. Nuerk, & K. Willmes

Lehr- und Forschungsgebiet Neuropsychologie an der Neurologischen Klinik, Universitätsklinikum RWTH Aachen

## Einleitung und Fragestellung

Patienten mit Aphasie leiden häufig auch an Zahlenverarbeitungs- und Rechenstörungen (Akalkulien). Akalkulien sind kein einheitliches Störungsbild, sondern es können verschiedene Aspekte der Zahlenverarbeitung und des Rechnens beeinträchtigt sein.

Zahlenrepräsentationen nach dem funktionell anatomischen Modell (Dehaene & Cohen, 1995):  
- numerische Größenrepräsentation und visuelle Identifikation arabischer Zahlen bilateral  
- verbale Repräsentation linkshemisphärische perisylvische Areale

Aphasiker haben meist linkshemisphärische Beeinträchtigungen.

⇒ Aufgaben, die nur die **Größenrepräsentation** beanspruchen (wie z. B. numerischer Größenvergleich arabischer Zahlen), sind von Aphasikern relativ gut zu bewältigen

⇒ Aufgaben, die die **verbale Repräsentation** benötigen, wie z. B. Transkodieren, arithmetischer Faktenabruf („kleines 1 x 1“) oder Verarbeitung auditiver oder visueller Zahlwortstimuli („neun“), bereiten Aphasikern unter Umständen massive Probleme.

Bis auf wenige Gruppenstudien (z.B. Delazer, Girelli, Semenza & Denes, 1999) sind Zahlenverarbeitungs- und Rechenstörungen bei Aphasikern abgesehen von einer größeren Anzahl von Einzelfallstudien kaum systematisch untersucht worden (Delazer & Bartha, 2001).

Um diese Zusammenhänge von Aphasie und Akalkulie systematisch zu erforschen, haben wir retrospektiv die Testdaten von Patienten der Aphasiestation der Universitätsklinik Aachen aus den letzten zwei Jahren analysiert.

## Methode

### Stichprobe:

- **Geschlecht:** 63 Männer; 13 Frauen
- **Ätiologie:** 67 vaskulär; 1 demenziell; 2 entzündlich; 6 traumatisch
- **Dauer:** 10 Tage bis 44,4 Monate (Mittelwert: 11,6 Monate)
- **Alter:** 16-77 Jahre (Mittelwert: 48 Jahre)

Tab.1: Neurologischer Befund

Schädigungsort	Händigkeit	
	links	rechts
links	4	58
rechts	2	2
bilateral	0	8

Bei dem überwiegenden Teil der Patienten war die Läsion in der linken Hemisphäre lokalisiert. Es gab auch 2 (amnestische) Aphasiker mit gekreuzter Aphasie.

### Verwendete Tests\*:

- **AAT**
- **EC301R** (standardisiertes Verfahren zu Störungen des Rechnens und der Zahlenverarbeitung; Deutsche Version, Claros Salinas, 1994)
- **LPS** (nicht-sprachliche Untertests 3, 7 und 10), **NVLT**, **TAP** (Alertness)
- Visuelle Merkspanne (**Corsi-Block Test**); **Zahlenmerkspanne**
- digitale **Uhrzeiten** benennen und vergleichen
- **Größenvergleichsaufgabe** (1- bis 6-stellige arabische Zahlen)

\* Vereinzelt fehlen bei einigen Patienten einzelne Testdaten

## Ergebnisse

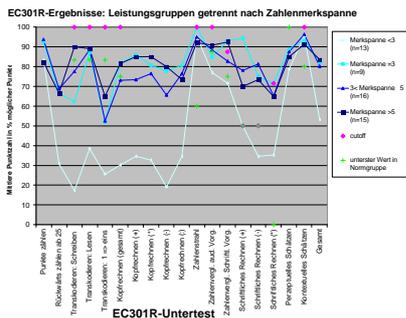
Tab. 2: Ergebnisse der neuropsychologischen Untersuchung

	Globale A.		Broca A.		Wernicke A.		Amnestische A.		Gesamt*	
	Mittelwert	n	Mittelwert	n	Mittelwert	n	Mittelwert	n	Mittelwert	n
Alter	49,9	4	39,5	17	48,9	16	46,2	10	48,1	76
Logisch-abstrahierendes Denken (LPS50+ 3): T	50,5	4	47,3	16	50,3	15	54,9	8	50,2	66
Erkennen räumlicher Rotationen (LPS50+ 7): T	45,3	4	46,2	16	41,6	14	50,4	8	46,0	66
Fluor-Hintergrund-Unterscheidung (LPS50+ 10): T	46,3	4	49,8	16	51,6	14	53,3	8	51,7	66
Räumlich konstruktive Leistung (HAWIE-R; Mosaik): WP	9,5	4	8,9	15	10,1	15	12,0	8	10,3	65
Nonverbaler Lerntest (NVLT): T	48,8	4	39,7	16	42,3	15	46,1	7	44,0	66
GO/NO-GO-Test: RZ ohne Warnreiz (TAP): T*	44,5	4	47,2	15	48,1	14	54,0	8	50,0	62
GO/NO-GO-Test: RZ mit Warnreiz (TAP): T*	45,0	4	45,4	14	46,5	13	50,4	8	48,6	58
GO/NO-GO-Test: phasische Alertness (TAP) T*	49,5	4	45,1	14	48,3	13	44,5	8	46,9	59
Sprachliche Zahlenmerkspanne vorwärts (absolut)	-	0	3,5	10	3,1	11	4,4	8	4,0	53
Corsi-Block Test (absolut)	5,0	4	5,3	16	5,1	14	5,1	8	5,2	67
Gesamtanzahl: Patienten pro Gruppe			4	17	16	10	10	10	76	

\* Anmerkungen: Gesamts alle Aphasiker inklusive nichtklassifizierte Aphasien; die Mittelwerte der einzelnen Untertests können nicht im Messwiederholungsdesign gegenübergestellt werden, weil wegen unvollständig erhobene Daten teilweise unterschiedliche Patienten in den einzelnen Untertests erfasst wurden.

Die mittlere nonverbale Intelligenzleistung (Tab. 2) der Aphasiker ist durchschnittlich bis leicht unterdurchschnittlich. Dagegen ist die auditive Zahlenmerkspanne in allen Gruppen deutlich unterdurchschnittlich.

Abb. 1: Personen, die Schwierigkeiten beim verbalen Arbeitsgedächtnis hatten, waren meist auch in den Aufgaben des EC301R beeinträchtigt. (Eine recht ähnliches Profil zeigt sich auch für den Corsi-Block Test). Nur beim Aufwärtszählen beim Punkte zählen, Einordnen von Zahlen auf einem Zahlenstrahl sowie perzeptiven und kontextuellen Schätzen unterschieden sie sich kaum.



Die positive Korrelation zwischen der Zahlenmerkspanne und Leistungen in der Akalkulie-Batterie (siehe Tab. 3) weisen darauf hin, dass viele Untertests eine nicht zu vernachlässigende explizite oder innersprachliche Verarbeitung erfordern.

Tab. 3: Korrelationen zwischen EC301R und AAT

	Kommunikation	Artikulation	Automat. Sprache	Sim. Struktur	Phon. Struktur	Synt. Struktur	Token Test (T)	Nachsprechen (T)	Schriftsprache (T)	Benennen (T)	Synchronisation (T)	Audit. Sprachverw. (T)	Lesenverst. (T)	Corsi-Block (absolut)	Zahlenmerkspanne	ALTER
Abzählen	.19	.02	.11	.13	.05	.10	.23	.03	.27	.18	.18	.23	.40	.34	-.07	-.12
Zahlen	.38	.15	.34	.38	.36	.31	.42	.34	.52	.37	.46	.33	.55	.13	.27	.03
Transkodieren: Schreiben	-.24	-.06	.47	.68	.43	.52	.74	.66	.71	.63	.54	.25	.17	.17	.08	.06
Transkodieren: Lesen	.55	.07	.59	.52	.38	.46	.65	.49	.73	.63	.51	.40	.61	.18	.46	.01
Transkodieren: 1->eins	.55	.19	.37	.55	.41	.58	.63	.45	.73	.57	.52	.36	.61	.28	.36	.07
Kopfrechnen (gesamt)	.47	.08	.46	.39	.26	.38	.62	.42	.64	.52	.47	.39	.64	.18	.46	.10
Kopfrechnen (+)	.49	.00	.52	.37	.23	.39	.64	.35	.55	.37	.41	.32	.55	.18	.45	.04
Kopfrechnen (-)	-.42	.18	.29	.29	.25	.37	.63	.46	.63	.45	.44	.31	.55	.10	.44	.13
Kopfrechnen (.)	.39	-.02	.41	.43	.22	.32	.60	.38	.55	.42	.41	.38	.51	.17	.44	.09
Kopfrechnen (/)	.39	.12	.44	.33	.23	.30	.49	.31	.59	.40	.45	.38	.57	.22	.31	.08
Zahlenstrahl	-.10	.27	.02	-.15	.04	-.14	-.20	-.16	-.14	-.17	-.21	-.15	.10	.23	-.15	-.14
Zahlenvergleich visuelle Vorg.	.48	.12	.23	.28	.29	.48	.48	.35	.44	.43	.36	.32	.44	.11	.34	.13
Zahlenvergleich auditive Vorg.	.52	.07	.40	.47	.31	.49	.47	.40	.59	.52	.49	.29	.58	.51	.37	-.04
Schriftliches Rechnen (+)	-.42	.07	.27	.32	.12	.29	.33	.19	.52	.27	.30	.21	.45	.39	.10	-.14
Schriftliches Rechnen (-)	.47	.11	.31	.47	.17	.35	.39	.36	.55	.37	.33	.23	.38	.29	.26	-.04
Schriftliches Rechnen (*)	.43	.15	.24	.39	.17	.35	.37	.33	.57	.39	.36	.21	.49	.38	.27	-.05
Perzeptuelles Schätzen	.30	.08	.30	.23	.12	.24	.27	.26	.37	.31	.11	.21	.28	.14	.02	-.01
Kontextuelles Schätzen	.29	.18	.06	.14	-.06	.22	.27	.02	.24	.25	.14	.18	.32	.16	-.10	.09
SUMME	.59	.12	.49	.53	.36	.52	.67	.50	.77	.63	.54	.42	.68	.32	.50	.04
Uhr digital: lesen	.24	-.08	.35	.49	.19	.45	.48	.65	.64	.51	.31	.52	-.09	.51	.13	
Uhr digital: Uhrzeitgeber	.24	.09	.19	.26	.13	.09	.04	.28	.32	.10	-.02	-.02	.20	.47	.20	.46
Größenvergleich: arab. Zahl	-.40	.06	-.32	-.32	-.11	-.37	-.37	-.23	-.34	-.19	-.29	-.21	.23	-.41	-.17	

\* weiß = nicht signifikant; geb = signifikant; orange = signifikant, r > .40; rot = signifikant, r > .60; beschrift. unterschiedliche n

Die Leistungen im Token-Test wie auch die in den anderen AAT-Untertests korrelieren stark mit den Leistungen in den verbalen Untertests der EC301R (z.B. alle Transkodierleistungen), jedoch nicht oder nur schwach bei Aufgaben, die mittels der semantischen Größenrepräsentation gelöst werden können (u.a. Anordnen von Zahlen auf einem Zahlenstrahl, perzeptives Schätzen, sowie Größenvergleiche).

Abb. 2: Globalaphasiker zeigten durchgehend die schlechtesten, amnestische Aphasiker die besten, und Broca- und Wernicke-Aphasiker eher mittelgradige Leistungen im EC301R. Nur das Anordnen von Zahlen auf einem Zahlenstrahl wurde von allen Aphasikern beherrscht.

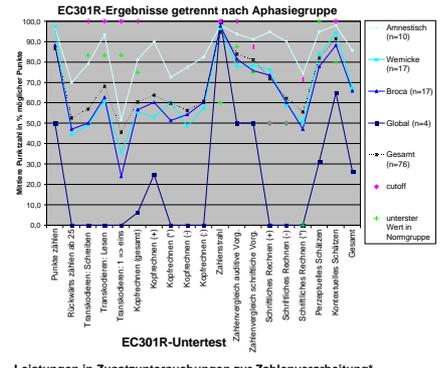
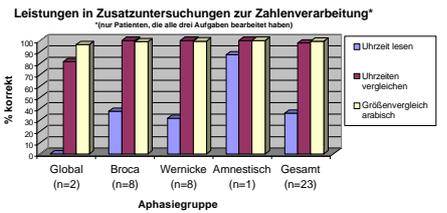


Abb. 3: Größenvergleiche mit arabischen Zahlen werden von allen Patienten sicher gemeistert (jedoch nicht mit Zahlwörtern). Uhrzeitvergleiche wurden bis auf kleine Unsicherheiten bei globaler Aphasie von allen Patienten beherrscht (jedoch nicht Uhrzeitenlesen).



## Zusammenfassung und Diskussion

Bei Aufgaben, die eine interne sprachliche Verarbeitung in der sprachdominanten (linken) Hemisphäre erfordern, zeigen Aphasiker oft deutliche Beeinträchtigungen; jedoch bleibt die Leistungsfähigkeit bei Aufgabenstellungen, die einen approximativen Umgang mit Zahlen – vermutlich auch in der nicht-sprachdominanten (rechten) Hemisphäre – verlangen, meist weitgehend erhalten.

Die Schwierigkeiten beim Größenvergleich auditiv vorgegebener Zahlwörter können als Folge der sprachlichen Probleme bei Aphasie gesehen werden und sind schlecht durch eine fehlende Größenrepräsentation erklärbar. Ferner sind Schwierigkeiten bei komplexeren Rechenaufgaben nicht notwendigerweise auf eine gestörte Größenrepräsentation oder fehlendes prozedurales Wissen zurückzuführen, sondern möglicherweise auf Störungen des verbalen Arbeitsgedächtnisses.

### Take Home Message:

Obwohl die Repräsentation der Zahlgröße bei Aphasikern meist erhalten ist, bestehen deutliche Beeinträchtigungen in der Zahlenverarbeitung und dem Rechnen. Besonders Aufgaben, die eine explizite (z.B. Transkodieren) oder innersprachliche (z.B. Kopfrechnen) Verarbeitung erfordern, können stark beeinträchtigt sein. Aufgrund der hohen Alltagsrelevanz des Umgangs mit Zahlen (z.B. Geld/Zeit) erscheint uns eine ausführliche Akalkuliediagnostik bei Aphasie dringend erforderlich.

### Literatur

- Claros Salinas, D. (1994). EC301R: Untersuchungsmaterial zu Störungen des Rechnens und der Zahlenverarbeitung. Deutsche Adaptation von Deloche et al. (1993). The EC 301 Assessment Battery for Brain-Damaged Adults. Konstanz: Kliniken Schmieder Gailingen.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83-120.
- Delazer, M. & Bartha, L. (2001). Transcoding and calculation in aphasia. *Aphasiology*, 15, 649-679.
- Delazer, M., Girelli, L., Semenza, C. & Denes, G. (1999). Numerical skills and aphasia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 213-221.