

Ingo Keller & Ingeborg Maser

Aiblinger Akalkulie Screening

AAS

natverlag

Copyright 2004 by NAT-Verlag Hofheim

Dieser Band ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigungen ohne ausdrückliche Zustimmung des Verlags sind unzulässig.

Der rechtmäßige Erwerb des Bandes erlaubt die Vervielfältigung der Kopiervorlagen zum eigenen Gebrauch.

Die Autoren:

Dipl.-Psych. Dr. Ingo Keller arbeitet seit 1989 als Psychologe in der neurologischen Rehabilitation und leitet seit 1994 die Abteilung für Neuropsychologie der Neurologischen Klinik Bad Aibling. Er ist zertifizierter Neuropsychologe (GNP) und seit 1999 Lehrbeauftragter für neuropsychologische Rehabilitation an der Universität Regensburg.

Dr. phil. Ingeborg Maser studierte Germanistik, Anglistik und Neurolinguistik in Freiburg und promovierte in Aphasologie. Von 1993 bis 2002 war sie als klinische Linguistin (BKL) an der Neurologischen Klinik Bad Aibling tätig. Seit März 2003 betreibt sie eine eigene Praxis in Aschaffenburg. Spezialgebiete: Aphasologie, Rechenstörungen, Versprecherforschung, Mehrsprachigkeit, Demenz.

ISBN 3-929450-32-1

natverlag

Fuchsweg 10

D-65719 Hofheim

Germany

NAT-Verlag ist ein eingetragenes Warenzeichen

INHALT

Vorwort	1
Teil 1	
Testaufbau	3
Allgemeine Durchführungshinweise	3
Auswertung	4
Instruktionen und Aufgaben	5
Protokollbögen	21
Teil 2	
Testaufbau	29
Allgemeine Durchführungshinweise	30
Auswertung	30
Instruktionen und Aufgaben	37
Protokollbögen	68
Literatur	81

VORWORT

Der Begriff Akalkulie ist ein Sammelbegriff für Störungen im Umgang mit Zahlen nach einer Hirnschädigung. Eine Akalkulie tritt bevorzugt nach Schädigungen im temporo-parieto-okzipitalen Bereich der linken Hirnhälfte auf. Je nach Größe der Schädigung in diesem Gebiet zeigen sich bei manchen Patienten lediglich Ausfälle bei komplexen arithmetischen Operationen, bei anderen Patienten können bereits elementare Rechenleistungen wie das Addieren einstelliger Zahlen betroffen sein. Die Rechenfähigkeit eines Patienten hängt jedoch auch von anderen Leistungen wie Sprache, Gedächtnis, Denken und Wahrnehmung ab.

So muss für die Durchführung einer Rechnung etwa das Erkennen und Verstehen der einzelnen an einer Rechnung beteiligten Elemente möglich sein (diese Elemente sind z.B. arabische Ziffern, Zahlwörter, Rechenzeichen bzw. Symbole). Um eine Rechnung durchführen zu können, muss das Wissen um die benötigte Rechenoperation bzw. den Algorithmus für die folgerichtige Ausführung der mathematischen Operation aus dem Gedächtnis abrufbar sein und schrittweise umgesetzt werden (dafür sind kognitive Ressourcen wie Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis und Problemlöseprozesse erforderlich). Um die Lösung zu produzieren, muss die Fähigkeit vorhanden sein, das richtige Zahlwort auszusprechen bzw. die entsprechende Ziffer oder das Zahlwort aufzuschreiben, zu benennen oder durch eine symbolische Handlung auszudrücken.

Neuere kognitiv-psychologische und neuroanatomisch-funktionale Modellvorstellungen gehen davon aus, dass bei der Verarbeitung von Zahlen und beim Rechnen unterschiedliche autonome Subsysteme beteiligt sind, die die Zusammenarbeit vorwiegend links- aber auch rechtshemisphärischer Gehirnstrukturen erfordern (McCloskey et al. 1985; Dehaene & Cohen 1995; Dehaene 1997). Diese kognitiven Module können nach einer Hirnschädigung in unterschiedlicher Weise beeinträchtigt sein.

So ist z. B. die Fähigkeit, von 1 - 10 zu zählen, auch bei schwer gestörten Aphasikern oft noch erhalten, während höherstellige Zahlen neologistisch, paraphasisch oder unter Auslassung einzelner oder mehrerer Zahlen gezählt werden (Head 1926). Die Fähigkeit, Zahlen zu verstehen und zu produzieren, kann auch dissoziiert gestört sein (Benson & Dekla 1969). Auch kann die automatisierte Rechenfähigkeit (einfache Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen oder Divisionen) selektiv gestört sein, während die Fähigkeit, komplexere Rechenoperationen durchzuführen, dabei nicht betroffen ist (McCloskey et al. 1985; Claros-Salinas und von Cramon 1987; Claros-Salinas und Willmes 2000).

Dass sich die Fähigkeit zur Ausführung arithmetischer Operationen durch eine Hirnschädigung verändern kann, wurde erstmals von Henschen (1919) beschrieben. Er untersuchte insgesamt 305 Patienten und stellte bereits damals eine Dissoziation zwischen rechnerischen und verbalen Testleistungen fest. Eine Trennung zwischen

2

aphasisch bedingten Störungen des Rechnens und Störungen der Arithmetik selbst wurde später wiederholt von verschiedenen Autoren bestätigt (Berger 1926; Hécaen 1961; Luria 1972; Mc Closkey et al. 1985; Dehaene & Cohen 1995).

Akalkulie ist zwar häufig mit aphasischen Symptomen assoziiert, aber es lässt sich daraus nicht folgern, dass Störungen des Zahlenlesens und –schreibens bei Aphasikern ausschließlich auf die Sprachstörung zurückzuführen sind (Henschen 1920; Leischner 1957). Im Vergleich zur Wortagraphie und –alexie sind Störungen des Zahlenschreibens und –lesens insgesamt seltener (Peritz 1918; Kleist 1934; Leischner 1957).

Für die Diagnostik und auch für die sich daraus ergebende Therapie von Rechenstörungen ist es daher von besonderer Bedeutung, den Einfluss aphasischer Symptome auf das Rechnen zu erfassen. Aus diesem Grunde besteht das Testmaterial des Aiblinger Akalkulie Screenings (AAS) aus zwei Teilen. Der erste Teil prüft ausschließlich das sprachliche Verständnis und die mündliche und schriftliche Produktion in Bezug auf Zahlen/Ziffern, Zahlwörter und mathematische Zeichen. Eine Durchführung des zweiten Teils wird nur bei solchen Patienten empfohlen, die den ersten Teil fast fehlerfrei durchführen konnten. Patienten, die Probleme mit rein sprachlichen Anforderungen beim Umgang mit Zahlen haben, sollten zunächst mit weiteren linguistisch fundierten Tests ausführlich diagnostiziert und anschließend mit einer sprachtherapeutisch orientierten Therapie der Zahlenverarbeitung behandelt werden (z.B. mit dem Diagnostik- und Therapiematerial von J. Hüttemann 1998).

Das Besondere des zweiten Teils ist, dass er im Gegensatz zu anderen Diagnoseverfahren ausschließlich alltagsnahe Rechenleistungen prüft. Mit Hilfe einer Profilauswertung bekommt der Therapeut hierdurch unmittelbare Hilfestellungen, welche spezifischen Fähigkeiten (z. B. Umgang mit Geld oder Lesen eines Fahrplans) in der Therapie geübt werden sollten. Das Verfahren hat aufgrund seiner Alltagsnähe eine hohe Akzeptanz beim Patienten und gibt Hinweise auf den Grad der Selbständigkeit. Ein Patient, der beispielsweise nicht mehr in der Lage ist, mit Geld umzugehen, Zahlen auf der Tastatur eines Telefons einzugeben oder die Uhrzeit einer Analoguhr abzulesen, benötigt im Alltag deutlich mehr Hilfe als ein Patient, der all diese Fertigkeiten beherrscht.

TEIL 1

Testaufbau

Der Testteil umfasst vier Bereiche und überprüft die wichtigsten Komponenten der sprachlichen Verarbeitung von Zahlen. Diese sind:

- (1) Schreiben von Zahlen/Ziffern nach Diktat (die Zahlen/Ziffern umfassen Einer-, Zehner-, Hunderter-, Tausender- und Zehntausender-Stellenwerte und berücksichtigen eingebettete Nullstellen sowie die im Deutschen notwendige Inversionsregel).
- (2) Lautes Lesen von Zahlen/Ziffern und von Jahreszahlen (aufgrund der unterschiedlichen Verarbeitung von Zahlen und Jahreszahlen werden beide Notationen berücksichtigt und getrennt ausgewertet).
- (3) Schriftliches Transkodieren von Zahlen/Ziffern in Zahlwörter und umgekehrt von Zahlwörtern in Zahlen/Ziffern.
- (4) Verarbeiten von Rechenzeichen (Einsetzen von Rechenzeichen in vorgegebene Rechenaufgaben (+; -; x; :, =)).

Die Aufgabenstellung wird entweder akustisch oder visuell dargeboten. Für die Durchführung der Aufgaben benötigt man die Vorlagen für den Patienten sowie Instruktions- und Protokollbögen für den Therapeuten.

Allgemeine Durchführungshinweise

Außer den allgemeinen Anweisungen werden zunächst keine Hilfen gegeben. Ein einmaliges Wiederholen der Aufgabenstellung oder der einzelnen Aufgabe ist auf Nachfrage im Einzelfall zulässig. Selbstkorrekturen bei mündlichen oder schriftlichen Antworten werden nicht als Fehler gewertet. Werden bei den einzelnen Aufgaben sonstige Hilfen gegeben, führt dies in der Regel zu Punktabzügen.

Patienten mit einer Hemiparese rechts können die schriftlichen Aufgaben mit der linken Hand ausführen oder, falls dies nicht möglich ist, die Aufgabe am PC durchführen. Eine zeitliche Begrenzung ist bei den einzelnen Aufgaben nicht vorgesehen.

Je nach Instruktionsverständnis des Patienten und dem Schweregrad der Aphasie sollte der erste Teil des Screenings in 15 bis maximal 25 Minuten durchführbar sein.

Auswertung

In jedem Teilbereich können maximal 3 Punkte erreicht werden. Das Bewertungssystem ist einfach zu handhaben. Es werden ausschließlich 0, 1, 2 oder 3 Punkte vergeben.

Die Ergebnisse werden auf den Protokollbögen unmittelbar während der Durchführung der Untersuchung mitprotokolliert. Für die Auswertung werden die Ergebnisse der einzelnen Aufgaben addiert und in das vorgesehene Feld eingetragen. In dem zusammenfassenden Protokollbogen für die Teile 1 und 2 des Screenings (S. 79) werden die erreichten Punktzahlen der Aufgaben 1-5 noch einmal aufgeführt und zu einem Gesamtscore addiert. Dadurch kann auf einen Blick erfasst werden, in welchem Bereich der Patient Schwierigkeiten hat. Die Untersuchungsbögen werden dem Patienten vorgelegt, so dass der Patient die jeweilige Aufgabe schriftlich oder mündlich durchführen kann. Abbruchkriterien sind nicht vorgesehen. Dem Patienten sollen möglichst alle Aufgaben vorgelegt werden. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Leistungen gesunder, älterer Kontrollpersonen und Patienten. Bei einer Gesamtpunktzahl unterhalb von 12 (25% Quantil, Patientengruppe) wird von der Durchführung des zweiten Teils abgeraten, da die Testwerte aufgrund der aphasischen Symptome nicht mehr interpretiert werden können.

Tabelle 1: Normdaten Akalkulie-Screening, Teil 1
Vergleichsgruppen

	Gesunde Ältere (N=30)			Patienten (N=30)		
	Gesamtscore	Alter der Stichprobe	Geschlecht	Gesamtscore	Alter der Stichprobe	Geschlecht
Minimum	10	60	w=23	0	23	w=16
Maximum	18	96	m=7	18	82	m=14
Mittelwert	15,8	81,3		13,8	58,4	
Standard-abweichung	2,4	8,6		4,7	16,4	
25% Quantil	14			11		
5% Quantil	12			9		

Patienten: Cerebrovaskuläre Schädigungen: 25 (16 linkshemisphärische, 9 rechts-hemisphärische Hirninfarkte), Zustand nach Tumorresektion: 3, Schädel-Hirn-Trauma: 2

TEIL 2

Testaufbau

Der Testteil umfasst vier Bereiche:

1 Umgang mit Geld

1.1 Schätzen

Es soll zunächst geprüft werden, ob der Patient in der Lage ist, eine realistische Schätzung einer Gesamtsumme abzugeben.

1.2 Rechnen

Mit dieser Aufgabe soll das schriftliche Addieren geprüft werden.

1.3 Rückgeld

Der Patient soll eine einfache Kopfrechenaufgabe lösen.

1.4 Scheine und Münzen

Der alltagsnahe Umgang mit Geldscheinen und Münzen soll geprüft werden.

2 Umgang mit Zahlen und einfache Rechenoperationen

2.1 Zahlen in den Taschenrechner eingeben

Es soll geprüft werden, ob der Patient Zahlen korrekt auf eine Tastatur (Taschenrechner, Telefon, Bankautomat) übertragen kann.

2.2 Rezept umrechnen

Bei dieser Aufgabe wird geprüft, ob der Patient Rechenformeln anwenden kann (z.B. die Zahl zunächst mit 2 multiplizieren und dann durch 3 teilen).

3 Ablesen der Uhr und Umgang mit Fahrplänen

3.1 Uhrzeit ablesen

Zunächst wird untersucht, ob der Patient verschiedene Uhrzeiten einer Analoguhr richtig ablesen kann. Da das Nennen und das Aufschreiben der Uhrzeit dissoziiert gestört sein können, werden beide Leistungen geprüft.

3.2 Fahrplan

Bei dieser Aufgabe müssen mehrere Informationen gleichzeitig berücksichtigt werden (Ankunftszeit am Bahnhof, Abfahrtszeiten der Züge, Tage, an denen die Züge verkehren).

4 Berechnen von Terminen und Daten

4.1 Arzttermin

Es sollen Zeiten addiert werden. Dabei wird eine volle Stunde überschritten.

4.2 Daten berechnen

Dieser Teil prüft das Rechnen mit Jahresdaten. Es sollen das Alter von Personen sowie Geburtsjahre berechnet werden.

Zusammenstellen von Geldbeträgen beispielsweise der Situation an einer Kasse. Je nach Alltagsanforderung werden die Aufgaben akustisch oder visuell dargeboten. Um das Ausmaß notwendiger Unterstützung zur Bewältigung einzelner Aufgaben abschätzen zu können, sind Hilfestellungen erlaubt, die bei der Bewertung jedoch zu Punktabzügen führen. Neben dem Protokollbogen benötigt man für die Durchführung der Aufgaben das Blatt mit den Waren und Preisen (Flyer), Münzen und Scheine (z. B. Schubi-Lernmedien, Euro-Box), einen Taschenrechner mit Großtastatur (z.B. MBO Big Display) oder wahlweise ein Tastentelefon.

Allgemeine Durchführungshinweise

Außer der allgemeinen Anweisung werden zunächst keine Hilfen gegeben. Für jede Aufgabe sind jedoch spezifische Hilfestellungen möglich. Jede Hilfe führt zu einer niedrigeren Bewertung. Die Erfahrung zeigt, dass i. d. R. keine Zeitbegrenzungen notwendig sind. Da es in Einzelfällen jedoch zu Zeitverzögerungen kommen kann, wurde ein *Zeitlimit von 5 Minuten* für jede Aufgabe festgelegt. Korrekturen eines Ergebnisses sind nur innerhalb des Zeitlimits erlaubt, wenn der Patient den Fehler selbst bemerkt. Sollte ein Patient prinzipiell (z. B. aufgrund einer motorischen Störung) eine Aufgabe nicht durchführen können, wird diese übersprungen.

Eine Rückmeldung über die Richtigkeit der Ergebnisse kann unmittelbar nach jeder Aufgabe oder nach Beendigung des Tests gegeben werden.

Der Patient bekommt die Fragen vorgelesen. Er darf gleichzeitig mitlesen. Außer den Anweisungen werden zunächst keine Hilfen gegeben. Bei einigen Aufgaben sind spezifische Hilfen möglich. Jede Hilfe führt zu einer niedrigeren Bewertung. Selbstkorrekturen sind erlaubt. Die Wiederholung einzelner Aufgaben ist nicht möglich.

Auswertung

In jedem Teilbereich können maximal 8 Punkte erreicht werden. Die Profilauswertung ermöglicht eine Auswertung nach einzelnen Unterbereichen. Das Bewertungssystem ist einfach zu handhaben. Es werden ausschließlich 0, 1 oder 2 Punkte vergeben. Ein Vergleich zwischen Patienten und gesunden Kontrollpersonen (siehe Tabelle 2) zeigt, dass das Bewertungssystem eine klare Trennung zwischen beiden Gruppen erlaubt.

Tabelle 2: Normdaten Akalkulie-Screening, Teil 2

2.1. Gesunde Ältere, N=30

	Geld	Umgang mit Zahlen/ Rechnen	Uhrzeiten und Fahrpläne	Termine und Daten	Gesamt-score	Alter der Stichprobe	Geschlecht
Minimum	5	6	3	3	22	59	w=16
Maximum	8	8	8	8	32	87	m=14
Mittelwert	7,3	7,7	6,6	6,7	28	72,2	
Standard-abweichung	1,0	0,9	1,2	1,4	2,7	8,8	
25% Quantil (1)	6	7	6	6	27		
5% Quantil	5	6	5	4	24		

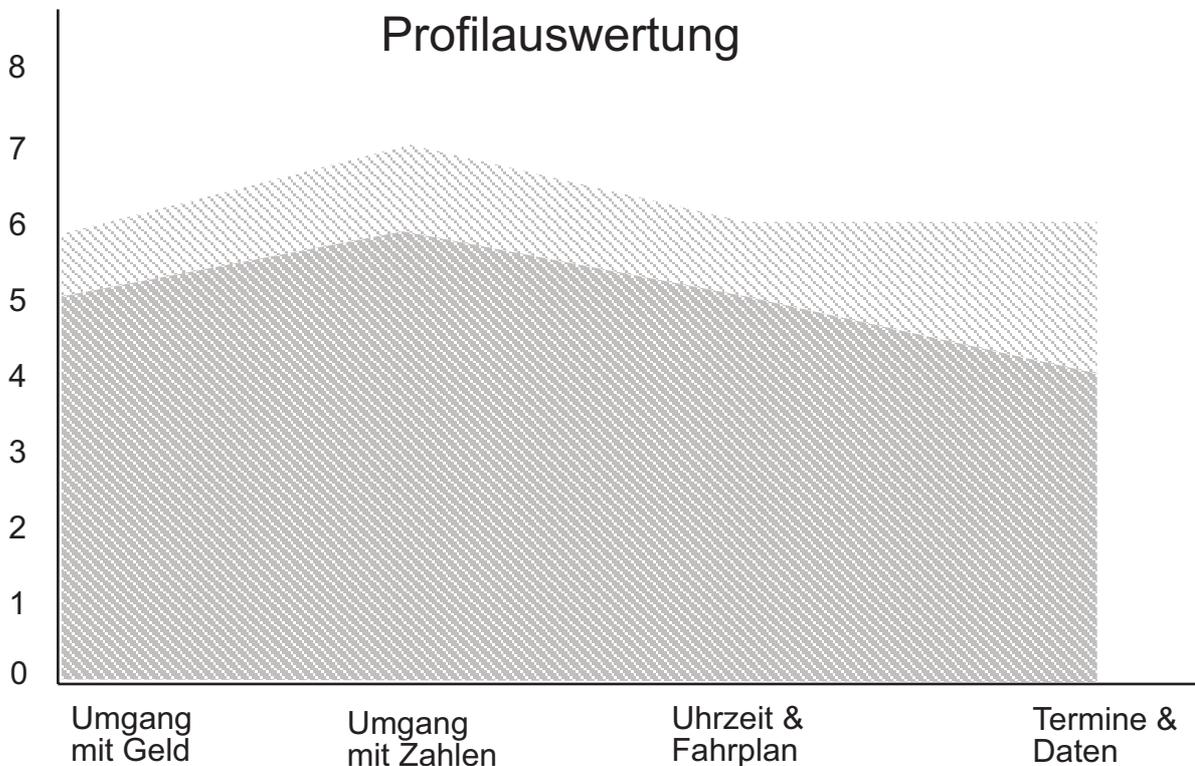
2.2. Patienten, N=45

	Geld	Umgang mit Zahlen/ Rechnen	Uhrzeiten und Fahrpläne	Termine und Daten	Gesamt-score	Alter der Stichprobe	Geschlecht
Minimum	2	2	0	0	4	59	w=25
Maximum	8	8	8	8	8	72	m=20
Mittelwert	5,2	4,2	4,7	3,6	18,2	66,8	
Standard-abweichung	2,1	2,1	2,5	2,2	8,7	4,5	
25% Quantil	4	2	2	3	12		
5% Quantil	3	2	0	1	7		

Cerebrovaskuläre Schädigungen: 40 (18 linkshemisphärische, 22 rechtshemisphärische),
Zustand nach Tumorresektion: 2, Schädel-Hirn-Trauma: 3

-
- (1) Das Quantil kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Leistung unterhalb eines bestimmten Niveaus der Vergleichsgruppe liegt. Ein Wert unterhalb des 25%-Quantils entspricht somit einer Leistung, die weniger als 25 Prozent der Personen der Vergleichsstichprobe erreichen.

Zur besseren Übersicht sind im Profilbogen die 25%-Grenze (hellgrau = auffällig) und 5%-Grenze (dunkelgrau = deutlich auffällig) aufgeführt.



Beispiele

1. Herr A., 56 Jahre, Hypoxische Encephalopathie mit amnestischem Syndrom

Neuropsychologisches Störungsprofil:

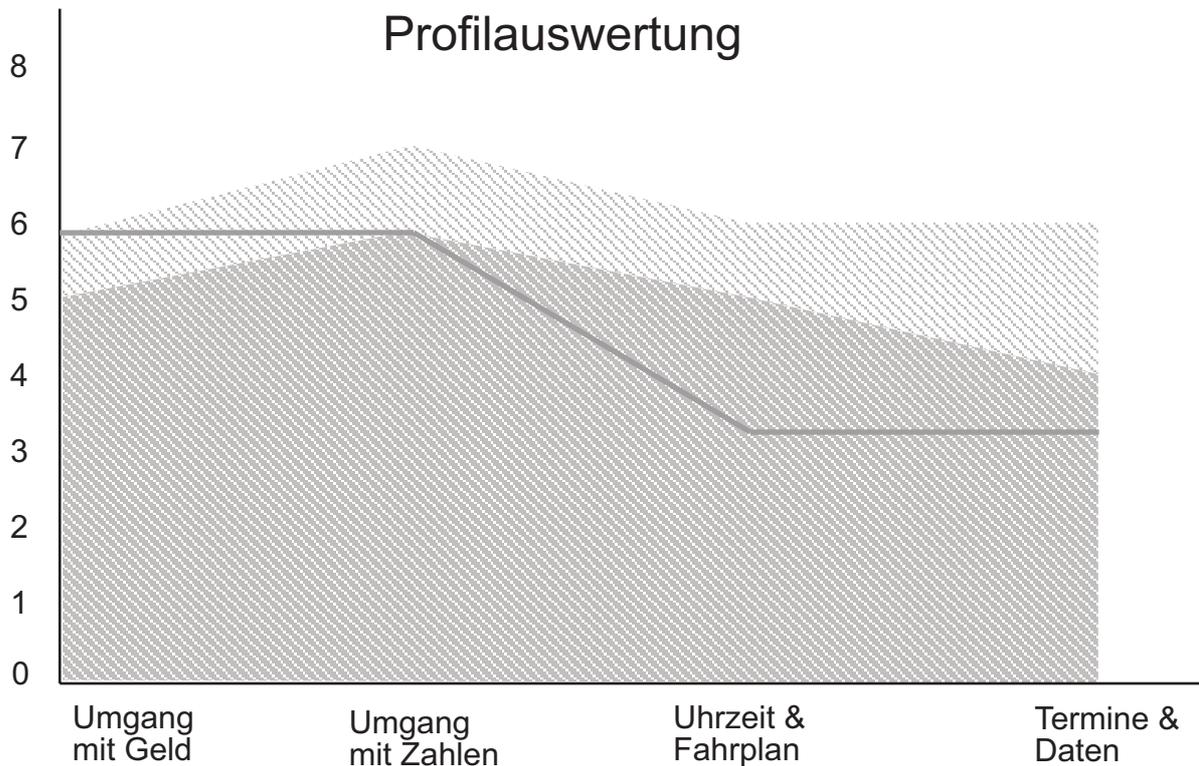
Keine Aphasie, keine motorischen Beeinträchtigungen

Leicht unterdurchschnittliche Leistungen bei Anforderungen an die Aufmerksamkeit (kognitive Verlangsamung, reduzierte Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung)

Erhaltene intellektuelle Leistungen (IQ=105)

Erhebliche Störung des kurz- und längerfristigen Behaltens, retrograde Amnesie von ca. 2 Jahren

Abgesehen von Aufgaben, die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis enthielten, konnten Aufgaben zur Prüfung der exekutiven Funktionen ohne größere Schwierigkeiten gelöst werden.



Das Ergebnisprofil zeigt, dass der Patient insbesondere bei Aufgaben Schwierigkeiten hatte, die das Halten und Verarbeiten von Informationen erfordern. Die auffälligen Leistungen bei den Aufgaben im Teil „Uhrzeit & Fahrplan“ sowie „Termine & Daten“ waren auf die Defizite in den Bereichen Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeitsteilung zurückzuführen.

2. Frau H., 62 Jahre, Subarachnoidalblutung durch ein Aneurysma der Arteria communicans anterior

Neuropsychologisches Störungsprofil:

Keine Aphasie, diskrete Hemiparese rechts, Hemihypästhesie

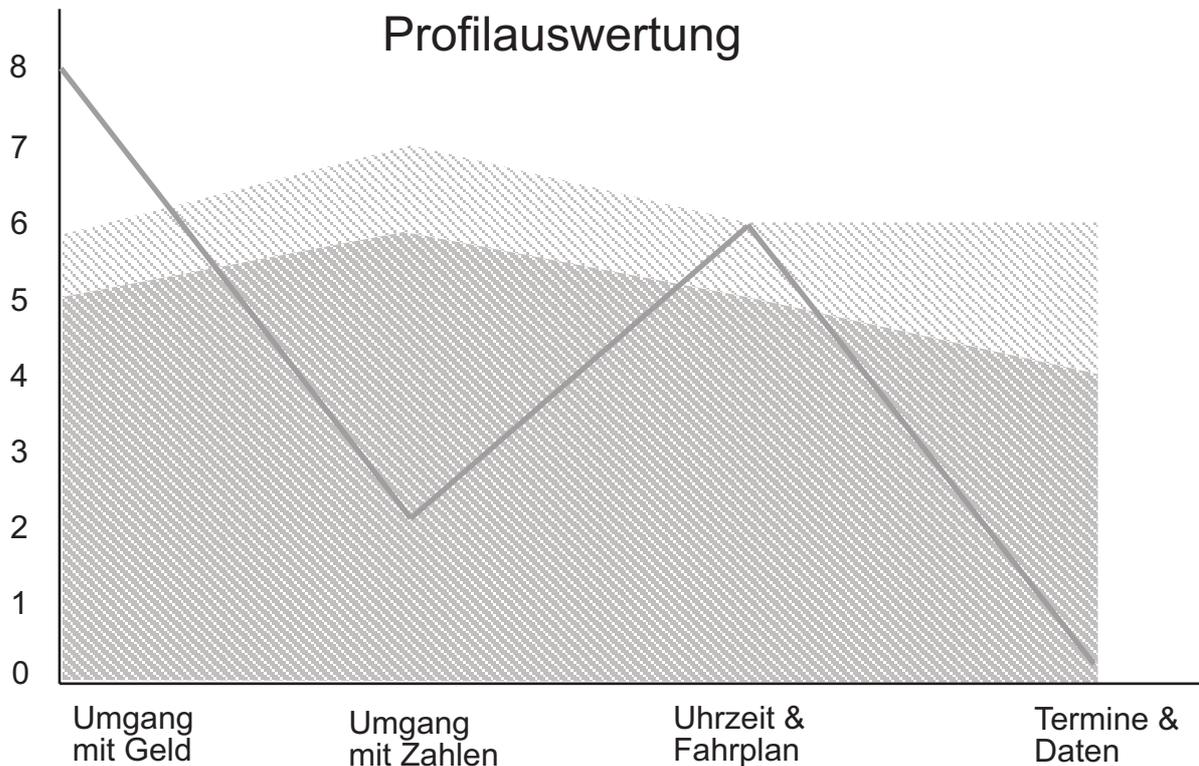
Leicht unterdurchschnittliche Leistungen bei Anforderungen an die selektive und geteilte Aufmerksamkeit (bei durchschnittlichem Arbeitstempo zeigte sich jeweils eine erhöhte Anzahl Fehler)

Knapp durchschnittliche intellektuelle Leistungen (IQ=95)

Leichtgradige Störung des kurz- und längerfristigen Behaltens mit Tendenz zu

Konfabulationen, keine retrograde Amnesie

Deutliche Störung der exekutiven Funktionen. Die Patientin war vorschnell und führte kaum Fehler- oder Plausibilitätskontrollen durch.



Das Ergebnisprofil zeigt, dass die Patientin insbesondere bei Aufgaben Schwierigkeiten hatte, die das Entwickeln eines Lösungsansatzes erfordern (Rezept umrechnen, Rechnen mit Terminen und Daten). Hier wurden vorschnelle Lösungen produziert, ohne einen Rechenansatz zu entwickeln. Im Vergleich dazu waren hoch überlernte Routineanforderungen wie das Berechnen von Geldbeträgen oder der Umgang mit Zeiten und Fahrplänen nur leicht bzw. gar nicht beeinträchtigt.

3. Frau R., 63 Jahre, rechtshemisphärischer Infarkt der Arteria cerebri media

Neuropsychologisches Störungsprofil:

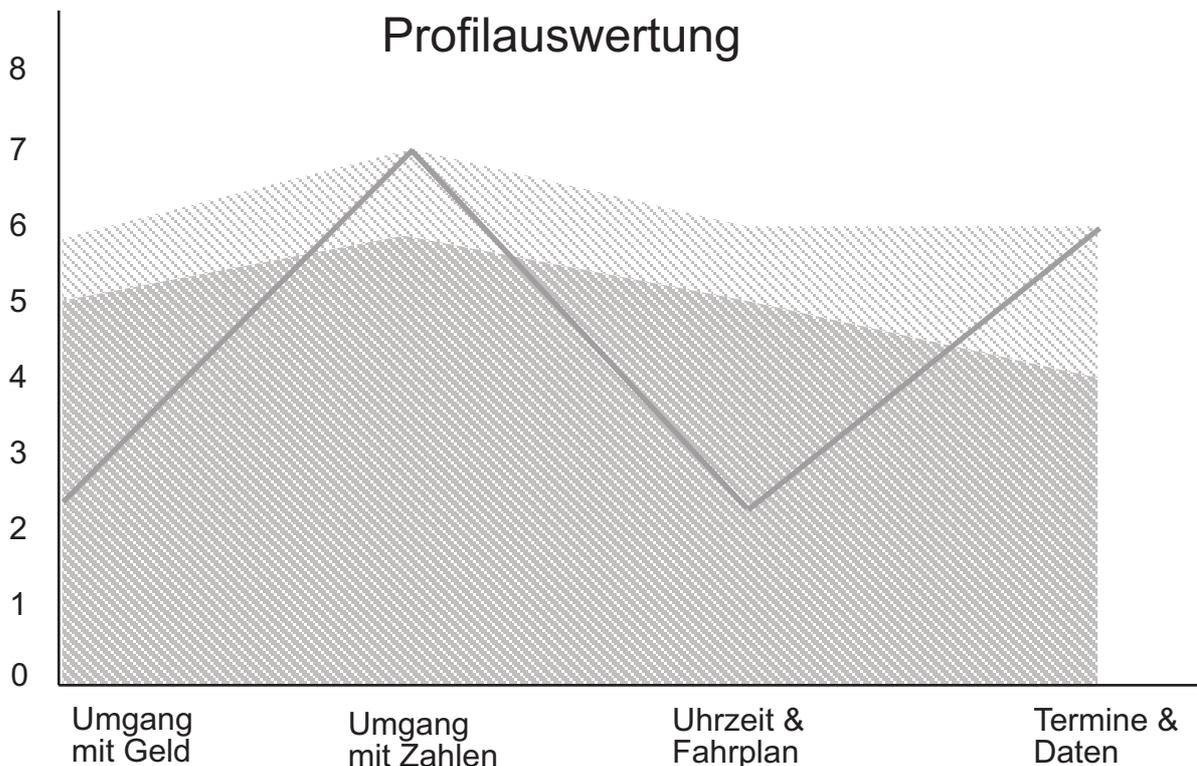
Keine Aphasie, Hemiparese links, Restneglect

Leicht unterdurchschnittliche Leistungen bei Anforderungen an die Aufmerksamkeit (kognitive Verlangsamung, reduzierte Fokussierung und Teilung der Aufmerksamkeit, geminderte Daueraufmerksamkeit)

Durchschnittliche intellektuelle Leistungen (IQ=100)

Keine Störungen des Gedächtnisses und der exekutiven Funktionen.

Störungen der visuellen Exploration und visuell-räumlichen Leistungen (Unsicherheiten bei der Schätzung der subjektiven Vertikalen und Winkelschätzung).



Das Ergebnisprofil dieser Patientin spiegelt die Probleme bei visuell-räumlichen Anforderungen wieder. Frau R. hatte insbesondere Schwierigkeiten, die Zahlen für die schriftliche Berechnung des Warenkorbes untereinander zu schreiben. Auch das Zusammenstellen der Geldbeträge gelang infolge des Neglects nicht zuverlässig. Da auch Probleme beim Winkelschätzen bestanden, konnten die Uhrzeiten nicht korrekt abgelesen werden. Der noch bestehende Neglect führte

des Weiteren dazu, dass die Patientin erhebliche Mühe hatte, Uhrzeiten aus dem Fahrplan abzulesen. Vergleichsweise gute Leistungen wurden hingegen bei Anforderungen erzielt, die primär Kopfrechnen (Rezept umrechnen, Berechnen von Terminen und Daten) erforderten.

LITERATUR

Claros-Salinas, D. und von Cramon, D. (1987) Diagnostik von Störungen im Umgang mit Zahlen (Akalkulie). Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie, 55: 239-248.

Claros-Salinas, D. und Willmes, K. (2000) Störungen der Zahlenverarbeitung. In: W. Sturm, M. Herrmann und C. W. Wallesch (Hrsg.): Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie: Swets & Zeitlinger, 521 – 538, Lisse.

Dehaene, S. und Cohen, L. (1995) Towards an anatomical and functional model of number processing. Mathematical Cognition, 1: 83-120.

Dehaene, S. (1997) The Number Sense - How the Mind Creates Mathematics. Oxford University Press (Kapitel 3 - 5 u. Kap.7), Oxford.

Head, H. (1926) Aphasia and kindred disorders, vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge.

Henschen, S. E. (1920) Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns, 5 .Teil: Über Aphasie, Amusie und Akalkulie. Nordiska Bokhandeln, Stockholm.

Hüttemann, J. (1998) Störungen der Zahlenverarbeitung. NAT-Verlag, Hofheim.

Kleist, K. (1934) Gehirnpathologie. Barth, Leipzig.

Leischner, A. (1957) Die Störungen der Schriftsprache. Agraphie und Alexie. Thieme, Stuttgart.

McCloskey, M., Caramazza, A. and Basili, A. (1985) Cognitive mechanisms in number processing and calculation: evidence from dyscalculia. Brain and Cognition 4: 171-196.

Peritz, G. (1918) Zur Pathopsychologie des Rechnens. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde 61: 234-340.