

Joachim Hüttemann

Störungen der Zahlenverarbeitung

unter Mitarbeit von Falke Schwarz

NATVerlag

Copyright 1998 by NAT-Verlag Hofheim

Dieser Band (Arbeitsblätter und Begleitheft) ist urheberrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig.

Der rechtmäßige Erwerb des Bandes erlaubt die Nutzung der Arbeitsblätter und der Auswertungsbögen im Diagnostikteil als Kopiervorlagen zum eigenen Gebrauch.

Der Autor studierte Linguistik (mit dem Schwerpunkt Psycholinguistik) und Kognitive Psychologie in Bielefeld. Nach Hochschulabschluß und einigen Jahren DFG-Forschung wechselte er in die Neurologische Rehabilitation, wo er seit Ende der Achtziger Jahre als Klinischer Linguist tätig ist. Seither beschäftigt er sich intensiv mit der Entwicklung verbaler und numerischer Therapiematerialien.

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Hüttemann, Joachim:

Störungen der Zahlenverarbeitung / Joachim Hüttemann. Unter
Mitarb. von Falke Schwarz. - Hofheim : NAT-Verl., 1998

ISBN 3-929450-11-9

Grafik-Design: Ulrich Hau Grafik-Design, D-65830 Kriftel
Grafiken im Text: Milena Neubert

NATVerlag

Claudia Neubert
Norbert Rüffer
Michaela Zeh-Hau

Fuchsweg 10
D-65719 Hofheim
Germany

INHALT

EINLEITUNG	1
THEORETISCHE HINTERGRÜNDE DER ZAHLENVERARBEITUNG	5
Theorien und Modelle	5
Kognitive und verbale Prozesse	17
Prozedurale Aspekte	20
Auswahlkriterien	25
EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN	26
Modalitäten der Darbietung	27
Zeitliche Struktur/Abfolge	27
Grenzen schriftlicher Darstellung	29
Distraktorkategorien	30
Randomisierung	31
Exklusivität der Fragestellung	33
Verarbeitungsrelevante Charakteristika	33
Diagnostischer Teil	33
Therapeutischer Teil	39
Numerische Basisprozesse	41
Transkodierung	43
Kalkulation	50
Praktische Aspekte der Zahlenverarbeitung	60
HANDHABUNG DER MATERIALIEN	63
Beispiel eines therapeutischen Designs	63
ERGÄNZENDE NUMEROLOGISCHE ÜBUNGEN	65
Numerische Basisprozesse/Transkodierungen	66
Kalkulation	67
Praktische Aspekte	70
ALLGEMEINE ASPEKTE	72
LITERATUR	73

EINLEITUNG

Die vorliegenden Materialien sind bestimmt für die therapeutische bzw. klinische Arbeit in den Bereichen Sprachtherapie und Neuropsychologie. Sie bestehen aus einem **diagnostischen** und einem **therapeutischen** Teil, wobei die Konzeption beider Teile methodisch aufeinander abgestimmt ist. Dadurch unterscheidet sich das Material von bereits existierenden Screening- und sonstigen bloß diagnostischen Verfahren. Diese Untersuchungsverfahren liefern zwar ein diagnostisches Ergebnis, ein klinischer Befund ist jedoch weitgehend unnützlich, wenn er nicht durch ein Konzept für die therapeutische Arbeit operationalisiert werden kann.

Geeignet sind die Materialien für die Arbeit mit **Patienten mit neurologischen Erkrankungen** (d.h. Erkrankungen des Zentralen Nervensystems), die Beeinträchtigungen im Vollzug der verbalen und/oder kognitiven Komponenten **numerischer Informationsverarbeitung** nach sich ziehen. Sie sind weniger geeignet für (z.B. sprachliche) Krankheitsbilder mit rein motorischen (z.B. artikulatorischen) Defiziten. Sie sind ebenfalls nicht für reine Gedächtnisübungen entwickelt worden; für einen solchen Zweck wäre (verbal bzw. numerisch) die hier zugrunde gelegte methodische Systematik gar nicht erforderlich.

Auf der **Benutzerseite** richtet sich der Band in erster Linie an Kliniker bzw. an professionelle Therapeuten aus sprachpathologischen bzw. neuropsychologischen Berufsgruppen. (In Bezug auf die mit den Materialien beschäftigten potentiellen Akteure soll im folgenden zum einen von den **Benutzern** (= "Therapeuten") und zum anderen von den **Probanden** (= "Patienten") die Rede sein.)

Die hier vorgestellten Materialien sind geeignet sowohl für die on-line-Verwendung (im therapeutischen Kontext) als auch für die Arbeit off-line (in diesem Fall bekommt der Proband vom Benutzer eine ausgewählte Anzahl numerischer Arbeitsblätter für die Zeit zwischen zwei therapeutischen Sitzungen zur Bearbeitung ausgehändigt). Besteht kein regelmäßiger Kontakt der Probanden zu den Benutzern, ist eine Verwendung der Materialien z.B. durch Angehörige von Patienten oder auch durch Therapeuten nichtverbaler bzw. nicht-neuropsychologischer Provenienz primär nicht vorgesehen. In einzelnen Fällen können jedoch Angehörige oder auch Patienten selbst - mit entsprechender Betreuung und Anleitung durch professionelle Benutzer - mit ausgewähltem therapeutischen Material arbeiten.

Der weitaus größte Teil der hier gesammelten Materialien ist in langjährigem Einsatz in der "klinischen Werkstatt" erprobt. Die Materialentwicklung war jedoch auch stets von der Leitidee geprägt, alle evtl. neu auftretenden numerischen Krankheitsbilder möglichst umgehend zu berücksichtigen. Daraus ergibt sich geradezu zwangsläufig die Anforderung, dem sich entwickelnden Sachstand der aktuellen klinischen und sonstigen Forschungen fortlaufend Rechnung zu tragen.

Wie bereits betont, vereint der Materialienband diagnostische **und** therapeutische Anteile. Nicht unerwähnt sollte dabei bleiben, daß der therapeutische Teil des Bandes kein monolithischer Block ist, sondern wiederum aus zwei Hauptkomponenten besteht.

Abbildung 1 soll diesen Umstand ein wenig illustrieren.

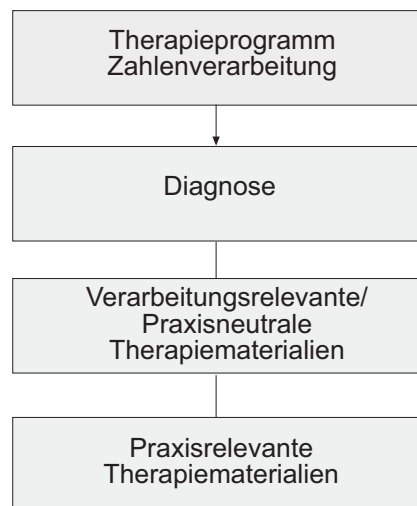


Abbildung 1: Modell *Rehabilitation der numerischen Informationsverarbeitung*

Bei dem Diagramm handelt es sich um einen kleinen Vorgriff auf die in dieser Anleitung noch zu erläuternden grundsätzlichen inhaltlichen Aspekte einer Therapie der Zahlenverarbeitung, d.h. die dargestellten numerischen Inhalte werden im folgenden im Detail beschrieben und zu den im Materialienband enthaltenen Arbeitsblattsammlungen in Bezug gesetzt. Das obige Diagramm soll hier nur einmal exemplarisch die zu empfehlende Vorgehensweise der *Rehabilitation der numerischen Informationsverarbeitung* illustrieren.

Die Orientierung an diesem Modell soll zwar eine gewisse Abfolge bei der Berücksichtigung der verschiedenen Komponenten des Materialienbandes nahelegen, dies schließt aber nicht die Möglichkeit des gezielten Vorgehens (d.h. den nur **partiellen** Rückgriff auf die therapeutischen Materialien) aus. (Vgl. hierzu auch die Überlegungen im Abschnitt "Ergänzende numerologische Übungen".)

Wozu überhaupt Therapie der Zahlenverarbeitung?

Zahlen, Daten und Fakten werden als typisch menschliche Kulturschöpfungen bereits seit mindestens 5000 Jahren verwendet. Seitdem hat die Bedeutung der numerischen Informationsverarbeitung beträchtlich zugenommen.

Ganz gleich, ob wir ein Telefongespräch führen wollen, ob wir die Uhrzeit kontrollieren oder auch uns bei anderen danach erkundigen wollen, ob wir etwas kaufen und dies in bar bezahlen oder statt dessen einen Scheck ausstellen bzw. im umgekehrten Fall einlösen wollen - numerische Informationsverarbeitung spielt in vielen Situationen des privaten Alltagslebens eine nicht selten entscheidende Rolle.

In beruflichen Bereichen besteht eine noch größere Notwendigkeit, mit numerischen Informationen umgehen zu können. In zahlreichen professionellen Kontexten wie Buchhaltung, finanzielle Transaktionen, geschäftliche Verhandlungen u.ä. ist der Einsatz von Zahlenwerten zum dominanten Element der Aktivitäten geworden (wiewohl auch einige dieser Aktivitäten in private Kontexte Eingang gefunden haben, wie neuere volkswirtschaftliche Erhebungen zeigen).

Schließlich besteht ein überwiegender Teil der individuellen Angaben zur Person (Lebensalter, Geburtsdatum, Größe, Gewicht, Privatadresse) aus numerischen Elementen, von denen das soziale Umfeld eines Individuums erwartet, daß sie jederzeit erfolgreich abgerufen werden können.

Exkurs 1: Zahlentheorie für welche Aphasiepatienten?

Überlegungen zur Therapiewürdigkeit neurologischer Krankheitsbilder

Unter das Fachgebiet *Neurologie* müssen eine ganze Reihe von Erkrankungen und Behinderungen subsumiert werden. Wenn auch die Adressaten einer Zahlentheorie mit der Bezeichnung "neurologische Patienten" schon weitgehend spezifiziert sind, so ist andererseits eine solche Therapie nicht für alle diese Patienten relevant. So ist zwar das Vorhandensein von Problemen mit der numerischen Informationsverarbeitung selbstredend eine unabdingbare Voraussetzung für eine Behandlungswürdigkeit der Beschwerden auf diesem Gebiet. Doch ist die bloße Problemlage per se noch keine hinreichende Bedingung für ein Therapieerfordernis.

Inwieweit z.B. **Aphasiepatienten** Adressaten einer Therapie der Zahlenverarbeitung sein können oder sollten, hängt vorrangig von der **Schwere** der aphasischen Erkrankung ab - hier herrscht ja bekanntlich eine ausgeprägte Spannweite z.B. zwischen leichter Amnestischer und schwerer Globaler Aphasie. Allerdings kann der Punkt der **Sinnfälligkeit** numerischer Therapie nicht allein nach schematischen Gesichtspunkten bestimmt werden. Dazu ein paar weitergehende Ausführungen:

In ihrer Eigenschaft als menschliche Kulturleistung ist - ähnlich wie die Sprache - im Falle einer Hirnschädigung die Zahlenverarbeitung potentieller Gegenstand neurologischer Symptomatik (in der klinischen Praxis inzwischen mehrheitlich mit dem Begriff "Akalkulie" belegt (vgl. zu dem Terminus auch den Abschnitt über

theoretische Hintergründe der Zahlenverarbeitung)).

Angesichts der herausragenden Bedeutung des numerischen Leistungsvermögens für die individuelle Lebensführung liegt es auf der Hand, daß auch Defizite in dieser Domäne menschlicher Informationsverarbeitung große persönliche Probleme und Konflikte herbeiführen können.

In der Schwere der mit der Erkrankung verbundenen Folgen stehen diese *abstrakten* Probleme den *konkreten* körperlichen Einschränkungen (z.B. Paresen) oft an schädlichen Auswirkungen in nichts nach. Nicht selten empfinden Patienten, bei denen die neurologische Erkrankung keine äußerlich sichtbaren Schäden verursacht hat, die postmorbide Situation gerade deswegen als besonders prekär, weil es ihnen an ad hoc wahrnehmbaren Zeichen der "Legitimation" für ihr Kranksein zu fehlen scheint.

Nichtsdestoweniger nimmt eine Therapie der Zahlenverarbeitung im klinischen Gesamtkontext einen zur Therapie der verbalen Informationsverarbeitung ganz ähnlichen Stellenwert ein. Für beide Therapiesparten gilt gleichermaßen, daß sie zwischen den Anbietern (Therapeuten, Kliniker etc.) und den Leistungsempfängern (Patienten, Klienten etc.) **dialogisch ausgehandelt** werden müssen. Das heißt, ein Therapeut kann nicht von vornherein die rückhaltlose Bereitschaft des Patienten zur Wahrnehmung der angebotenen Therapie voraussetzen. Ganz anders als beispielsweise im medizinischen Bereich, wo die Verweigerung eines ärztlichen Eingriffs in den Organismus (etwa chirurgisch oder medikamentös) durch den Patienten die große Ausnahme ist, muß in der Untersuchung und Behandlung der Kulturleistungen Sprache bzw. Zahlen die Annahme der therapeutischen Intervention ausdrücklich **ratifiziert** werden.

Besteht Aussicht auf Akzeptanz des (Aphasie-)Patienten für die Therapie, so sind immer noch drei wichtige Fragen zu klären (wobei die beiden letzten Fragen für alle Adressaten einer numerologischen Therapie relevant sind):

1. ab welchem Schweregrad der Aphasie kann oder darf die Therapie durchgeführt werden?
2. welche Probleme der numerischen Informationsverarbeitung sollen zum Gegenstand der Therapie gemacht werden?
3. welche Leistungen der Zahlenverarbeitung dürfen überhaupt vorausgesetzt werden?

Zu Punkt 1. ist zu erwähnen, daß er nicht unbedingt pauschal diskutiert werden muß. Teile aus dem (Basis-)Diagnostik- bzw. dem Therapie-Teil können u.U. auch mit Patienten mit Globaler Aphasie durchgeführt werden (dies ist auch bereits mit Erfolg praktiziert worden - es handelte sich um Patienten mit schwerer Wernicke Aphasie bzw. mit Globaler Aphasie; die Anfragen waren von den Patienten selbst gekommen). Voraussetzung ist in jedem Fall also die Zustimmung des Patienten selbst bzw. der Angehörigen, eine zumindest partielle verbale bzw. numerische Basis- Informationsverarbeitung sowie die (unbedingt erforderliche) praktische Relevanz des therapeutischen Engagements.

Die Überlegungen zu Punkt 2. ergeben sich beispielsweise im klinischen Kontext häufig schon aus der aktuellen Problemlage. So kann es vorkommen, daß ein Patient

ständig therapeutische Termine versäumt, weil er die Uhrzeit fehlerhaft einschätzt und infolgedessen u.U. mehrere Stunden zu früh oder zu spät zur Therapie erscheint. Durch numerische Paraphasien kann es aber auch in der Medikation zu Dosierungsproblemen kommen (die exakte Einhaltung von Medikamenten-Dosierungen ist später im heimischen Kontext der Rehabilitanden eine wichtige Voraussetzung für ein unabhängiges und eigenständiges Leben!).

Die in Punkt 3. angesprochenen Fragen sind auch in der Sprachtherapie - wenngleich weniger gravierend - berührt. Stoff für die Erörterung der Frage nach einer allgemeingültigen **verbale**n Ontologie gibt u.a. der von KAPLAN, GOODGLASS & WEINTRAB (1983) erarbeitete "Boston Naming Test" (vgl. dazu auch die Arbeit von NICHOLAS, BROOKSHIRE, MacLENNAN, SCHUMACHER & PORAZZO, 1989).

Die Frage nach der **numerischen** Ontologie wollen wir in unserem Zusammenhang dahingehend einschränken, daß wir die Fähigkeiten zur Bewältigung numerischer Einheiten definieren, die unterschieden werden müssen: Dazu gehören a) die Bewältigung der Qualität numerischer Einheiten (d.h. im Prinzip in allen numerischen Modalitäten), b) die prozedurale Verarbeitung (d.h. die Bewältigung der zwischen den numerischen Kodierungsformen möglichen Relationen und Konversionen), c) die mnemonisch-quantitativen Aspekte numerischer Einheiten, sowie d) der operationale Umgang mit Zahlen (m.a.W. die vier Grundrechenarten - im Umfang der durchschnittlichen Fähigkeit zum sogenannten Kopfrechnen).

Zusammenfassend ist - abgesehen von schweren bzw. sehr schweren Aphasien - bei einer großen Gruppe von Patienten mit neurologischen Erkrankungen eine Therapiewürdigkeit ihrer numerischen Probleme gegeben.

THEORETISCHE HINTERGRÜNDE DER ZAHLENVERARBEITUNG

Theorien und Modelle zur Zahlenverarbeitung

Die Wissenschaft von der Erforschung/ Untersuchung der Zahlenverarbeitung ist eine noch sehr junge, aus einem psychologischen bzw. psycholinguistischen Dunstkreis heraus entstandene Disziplin. ASHCRAFT (1996) datiert das Alter des Forschungszweigs "... *area of research known as cognitive or mental arithmetic*" (ASHCRAFT, 1996, S. 3) auf ca. 15-20 Jahre.

(Die vereinzelt sehr viel älteren Forschungsarbeiten zum Thema (vgl. hier z.B. die Arbeiten von HENSCHEN (1920) oder die Fallstudie von LEWANDOWSKY & STADELMANN (1908)) waren ohne einen kohärenten Forschungszusammenhang, so daß sie noch keine Tradition für die "Cognitive Arithmetic" darstellen.)

Terminologisch steht mit den zentralen Aufgaben des Forschungszweigs der Cognitive Arithmetic der verbreitete klinische Begriff **Akalkulie** in Zusammenhang. Dabei handelt es sich um einen nicht unumstrittenen Begriff (vgl. auch die Diskussion um die Bedeutung der numerologischen Terminologie für den Materialienband im folgenden Abschnitt).

Der Entwicklung des Forschungsgebiets *Cognitive Arithmetic* entspricht die Geschichte

der Konstruktion der verschiedensten Modelle zur Beschreibung der Zahlenverarbeitung. Ein historischer Abriß der Entwicklung von Modellvorstellungen in diesem Forschungssektor kann an dieser Stelle natürlich nicht vorgenommen werden. Daher sollen hier vor allem die neueren Modelle - insbesondere diejenigen, die bei der Entwicklung dieses Materialienbandes Pate gestanden haben - vorgestellt und diskutiert werden.

Eine dieser neueren Arbeiten zum Thema stammt von NOEL & SERON (1993). Die Autoren beschreiben in ihren theoretischen Ausführungen die makrostrukturelle Organisation des Systems der Zahlenverarbeitung. Die Binnenstruktur des numerischen Systems besteht aus hierarchisch verzweigten jeweiligen Subsystemen, sogenannten "Komponenten".

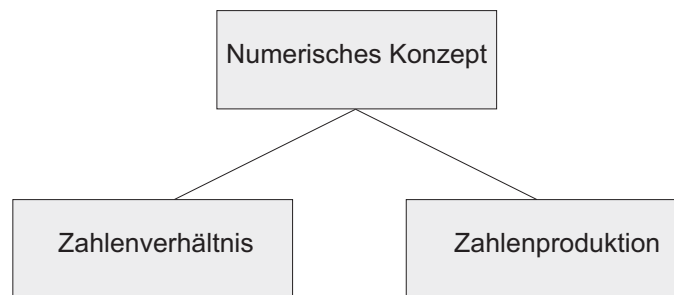


Abbildung 2: Hauptkomponenten des numerischen Systems (nach NOEL & SERON, 1993)

Zur vereinfachten Darstellung des komplexen Systems sollen hier die weiteren abwärts gerichteten hierarchischen Verzweigungen nur noch exemplarisch anhand des Ausschnitts der Komponente ZAHLENVERSTÄNDNIS dargestellt werden.

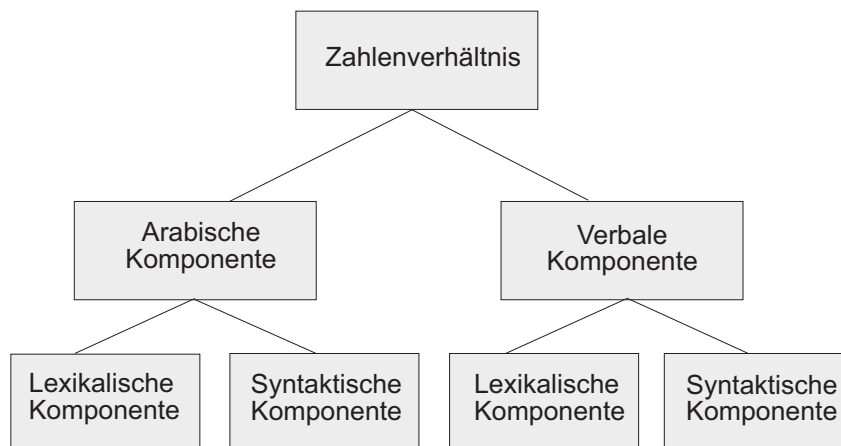


Abbildung 3: Haupt- und Subkomponenten des numerischen Systems nach NOEL & SERON, 1993

Gleichermaßen für die Hauptkomponenten ZAHLENVERSTÄNDNIS und ZAHLENPRODUKTION erfolgt im Modell der Autoren eine weitere Verzweigung im Falle des Subsystems VERBALE KOMPONENTE. Daher soll speziell dieser Ausschnitt hier noch einmal vorgeführt werden.

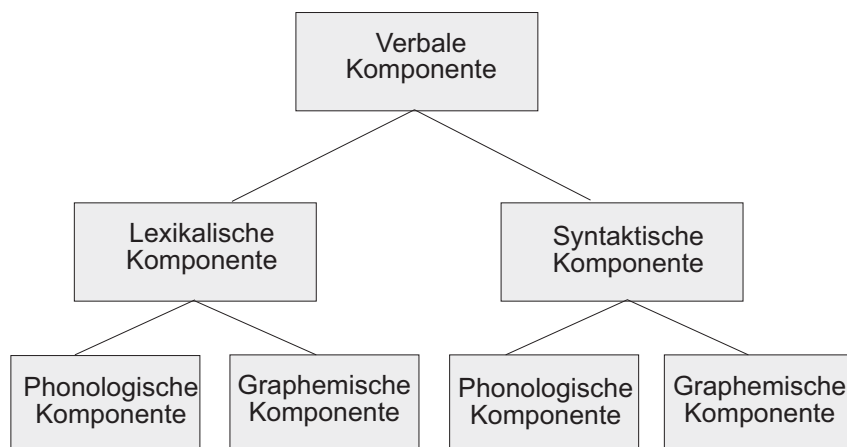


Abbildung 4: Verzweigung des Subsystems Verbale Komponente

Alle anderen Komponenten (ZAHLENPRODUKTION im Bereich NUMERISCHES KONZEPT bzw. beide genannten Komponenten im Bereich NUMERISCHE OPERATION/ARITHMETIK) sind in gleicher Weise verzweigt.

Der Vollständigkeit halber sollte nicht unerwähnt bleiben, daß es neben dem von NOEL & SERON konzipierten numerischen Subsystem ARABISCHE KOMPONENTE noch eine RÖMISCHE KOMPONENTE gibt. Jedoch dürfte die Kenntnis der römischen Zahlen in der Gesamtbevölkerung, die Auftretenshäufigkeit dieser Ziffern und damit der kommunikative Stellenwert solcher Zahlen eng begrenzt sein. Größere numerische Werte finden sich hauptsächlich noch in Untertiteln der Ausspannsequenzen von (Hollywood-)Spielfilmen zur Markierung des Erscheinungsjahres; für eine mathematische Beschreibung der Konstruktionsprinzipien römischer Zahlen vgl. ATHEN & POHLMANN, 1970, S. 33. Generell auch an zeitgenössischen numerischen Systemen in verschiedenen Sprachen Interessierte seien an dieser Stelle zusätzlich auf die Arbeit von HOLENDER & PEEREMAN (1987) verwiesen. NOEL & SERON (1993) berücksichtigen in ihrem Zahlenverarbeitungsmodell keine RÖMISCHE KOMPONENTE, und aus dem gleichen Grund soll dieser Bereich hier ebenfalls vernachlässigt werden.

Das von NOEL & SERON vorgetragene numerologische Komponenten-Modell hat nach Ansicht der Autoren als Leitschiene für das diagnostische und/oder therapeutische Vorgehen im jeweils konkreten Fall zu dienen. Dabei wird davon ausgegangen, daß die einzelnen Teilkomponenten der numerischen Informationsverarbeitung als diagnostisch bzw. therapeutisch relevante Entitäten zu werten sind:

"... by a systematic investigation of the patient's performance in various tasks involving different components of the number processing systems, we will try to locate the

source of the difficulties within the existing cognitive architecture proposed for number processing." (NOEL & SERON, 1993, S. 319).

Mit den strukturellen Eigenschaften der in den numerischen Großkomponenten integrierten numerischen Werte beschäftigen sich u.a. DELOCHE & SERON. In der Konzeptualisierung ihrer Modellvorstellungen werden in Anlehnung an quasi volkstümliche Begrifflichkeiten (einstellig, zweistellig, usw.) Bezeichnungen für jeweils unterschiedlich große (n-stellige) Ausdrücke vergeben. In der Modellbildung von DELOCHE & SERON werden die Einzelziffern als "lexikalische Primitive" aufgefaßt. Diese Einheiten stellen sozusagen das Basisinventar eines digitalen Lexikons (Ziffern '0' bis '9') dar, aus dem alle numerischen Ketten zu bilden sind (eine gewisse Ausnahme stellt die '0' dar, da sie abweichend von den anderen beliebig kombinierbaren lexikalischen Primitiven in einer multiplen Zahlenkette nicht die äußerst linke Position einnehmen kann (vgl. hierzu auch die spezielle Diskussion bei DELOCHE & SERON, 1987, S. 144)). Bei den Zahlen, die aus digitalen Ziffern oder phonologisch codierten lexikalischen Primitiven zusammengesetzt sind, differenzieren die Autoren zwischen sog. *UNITS* (einstellige Zahlen), *TEENS* (zweistellige Zahlen '11' bis '19') und *DECADES* (Sequenzen nach dem Muster N0, Grundstock für alle restlichen zweistelligen Zahlen). Aus diesem Lexikon heraus werden nach Ansicht der Autoren sämtliche numerischen Ausdrücke generiert. Für die Konstruktion der numerischen Werte, die '99' übersteigen, werden die Zahlen mit sogenannten "**multipliers**" ('Hundert', 'Tausend', 'Million(en)', 'Milliarde(n)', etc.) kombiniert.

Das Verdienst von McCLOSKEY et al. ist es, die Magnitude der einzelnen Ziffern eines numerischen Ausdrucks formalisiert zu haben. In ihrem Modell arbeiten die Autoren mit einem der mathematischen Beschreibungsform entlehnten Exponenten-Konzept. So beschreiben sie beispielsweise die Zahl '6743' bzw. '6.743' folgendermaßen: $[6]10EXP3$, $[7]10EXP2$, $[4]10EXP1$, $[3]10EXP0$, wobei " $10EXPn$ " für 10^n steht, die Exponentenzahl repräsentiert daher die Magnitude der Einzelziffer, die Basis symbolisiert die Verknüpfung mit dem lexikalischen Element, auf das die Magnitude angewendet wird. In diesem Fall $\{[6]10EXP3\}$ handelt es sich also um eine Vervielfachung ("6fach 10^3 ").

Digit Lexikon		Words Lexikon		
Positions		Lexikal Categories		
		Units	Teens	Decades
9	9 th	nine	nineteen	ninety
8	8 th	eight	eighteen	eighty
7	7 th	seven	seventeen	seventy
6	6 th	six	sixteen	sixty
5	5 th	five	fifteen	fifty
4	4 th	four	fourteen	fourty
3	3 rd	three	thirteen	thirty
2	2 nd	two	twelve	twenty
1	1 st	one	eleven	ten

Abbildung 5: Darstellung lexikalischer Einträge im numerischen System bei DELOCHE & SERON (1987)

Für die Konzeptualisierung der Zahlen '1' bis '9' (bzw. 'eins' bis 'neun') werden unterschiedliche Termini verwendet: Während DELOCHE et al. von *Units* sprechen, führen McCLOSKEY et al. den Begriff der *Ones* ein. Ebenso werden die Zahlen '10', '20', '30', usw. bis '90' entweder als Elemente der *Decades* oder *Tens* bezeichnet (vgl. DELOCHE & SERON, 1987; McCLOSKEY, SOKOL & GOODMAN, 1986; McCLOSKEY & CARAMAZZA, 1987).

McCLOSKEY et al. greifen wie DELOCHE & SERON das Phänomen der multipliers auf. Sie unterscheiden zwischen **einfachen** und **multiplen** multipliers.

So vervielfacht hundert immer nur ein einziges Zahlwort ('drei-hundert'; 'vier-hundert', 'fünf-hundert'...). Im Prinzip erfolgt also eine Kombination des einfachen multipliers mit einem Element der Klasse der UNITS, unter bestimmten Bedingungen auch mit einem Element der TEEN-Klasse (vgl. dazu auch den Abschnitt über morphologische Prozesse). Andere Kombinationen sind nicht möglich; numerische Ausdrücke wie '*achtunddreißighundert' sind danach nicht zulässig. 'Tausend' demgegenüber multipliziert jeweils den gesamten numerischen Ausdruck (es existieren also Kombinationen mit UNITS, TEENS und DECADES wie in 'sieben-tausend', in 'neunzehn-tausend' und in 'achtunddreißig-tausend' - und sogar numerische Ketten, die bereits einen multiplier beinhalten, wie 'drei-hundert-tausend' zeigt).

Wie bereits ausgeführt, sind die einzelnen Elemente einer numerischen Kette nicht als beliebige Aneinanderreihung organisiert, sondern in hierarchischer Formation

miteinander verknüpft. Dieses hierarchische Organisationsprinzip numerischer Werte - bzw. das Wissen im Sinne einer sogenannten *tacit knowledge* der Zahlenbenutzer über diese Zusammenhänge - bezeichnen DELOCHE & SERON als "stack information" (vgl. DELOCHE & SERON, 1987 (passim)).

Das magnitudenbasierte hierarchische System des Aufbaus der numerischen Konstituenten läßt sich beispielsweise in einem Säulenmodell anschaulich darstellen. Hier entspricht jede Säule einer potentiellen Menge von Elementen einer numerischen Kette. Ihre Magnitude erhalten die Einzelziffern vermittels ihrer quasi syntagmatischen Position (= Position links von der äußerst rechten Ziffer, s.u.).

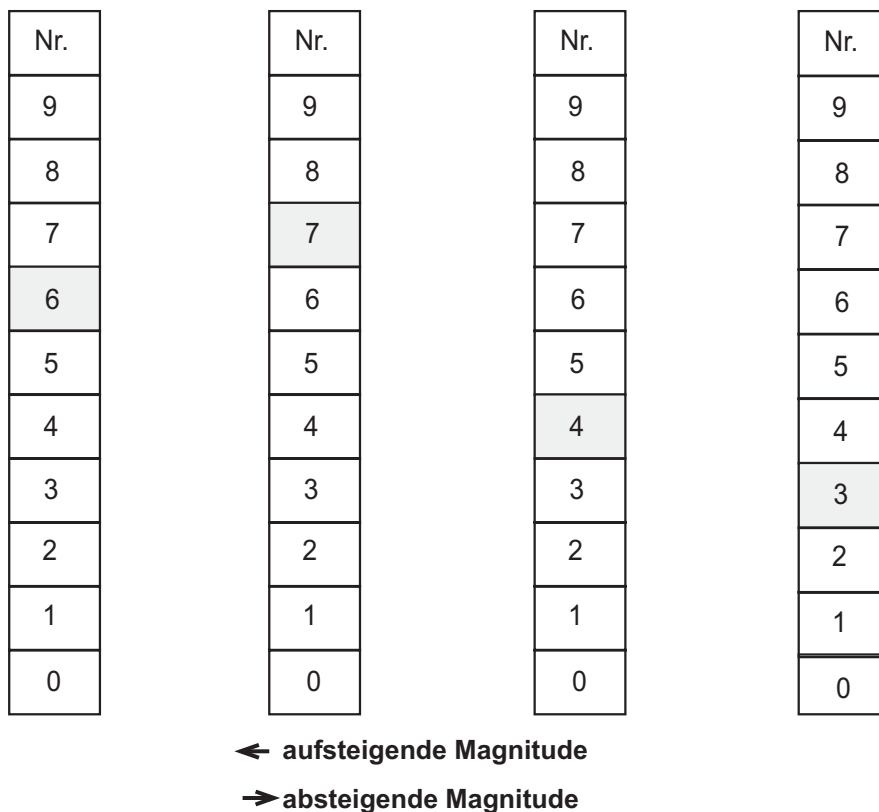


Abbildung 6: Säulenmodell der numerischen Organisation der *stack information* (vgl. Vektoren) bzw. der *stack positions* (Beispiel des vierstelligen Werts 6.743)

Zum Zwecke der Veranschaulichung können die aufgrund der Relationen in der "stack information" spezifischen Magnitudeninformationen transparent gemacht werden. Dies kann geschehen durch Umwandlung der mentalen Magnitudenrelationen in angedeutete reale Größenverhältnisse zwischen den Einzelpositionen der numerischen Kette.

Wie so etwas aussehen kann, soll hier einmal demonstriert werden am Beispiel der Zahl '333'. (Als Beispiel wurde bewusst eine Zahl mit gleichen Ziffern gewählt, um Unterschiede bzgl. der *stack position* zu vermeiden.)



Abbildung 7: Die Zahl 333 mit Andeutung der positionsbedingten Magnitudenrelationen der Einzelziffern untereinander in ihren (ungefähren) realen Größenordnungen

Die verbal-kognitive Organisation z.B. eines vierstelligen Zahlenwertes ('6.713') läßt sich in einem matrixähnlichen Strukturmodell Abbilden, wobei die vertikalen Strukturen (hier sozusagen die Ordinate) die **paradigmatischen** Relationen, die horizontalen Strukturen (Abszisse) die **syntagmatischen** Relationen im Modell symbolisieren.

...
7	8	2	4	n+1
6	7	1	3	n...
5	6	0	2	n-1
...

Abbildung 8: Paradigmatische und syntagmatische Relationen einer hierarchischen Zahlenkette (6.713)

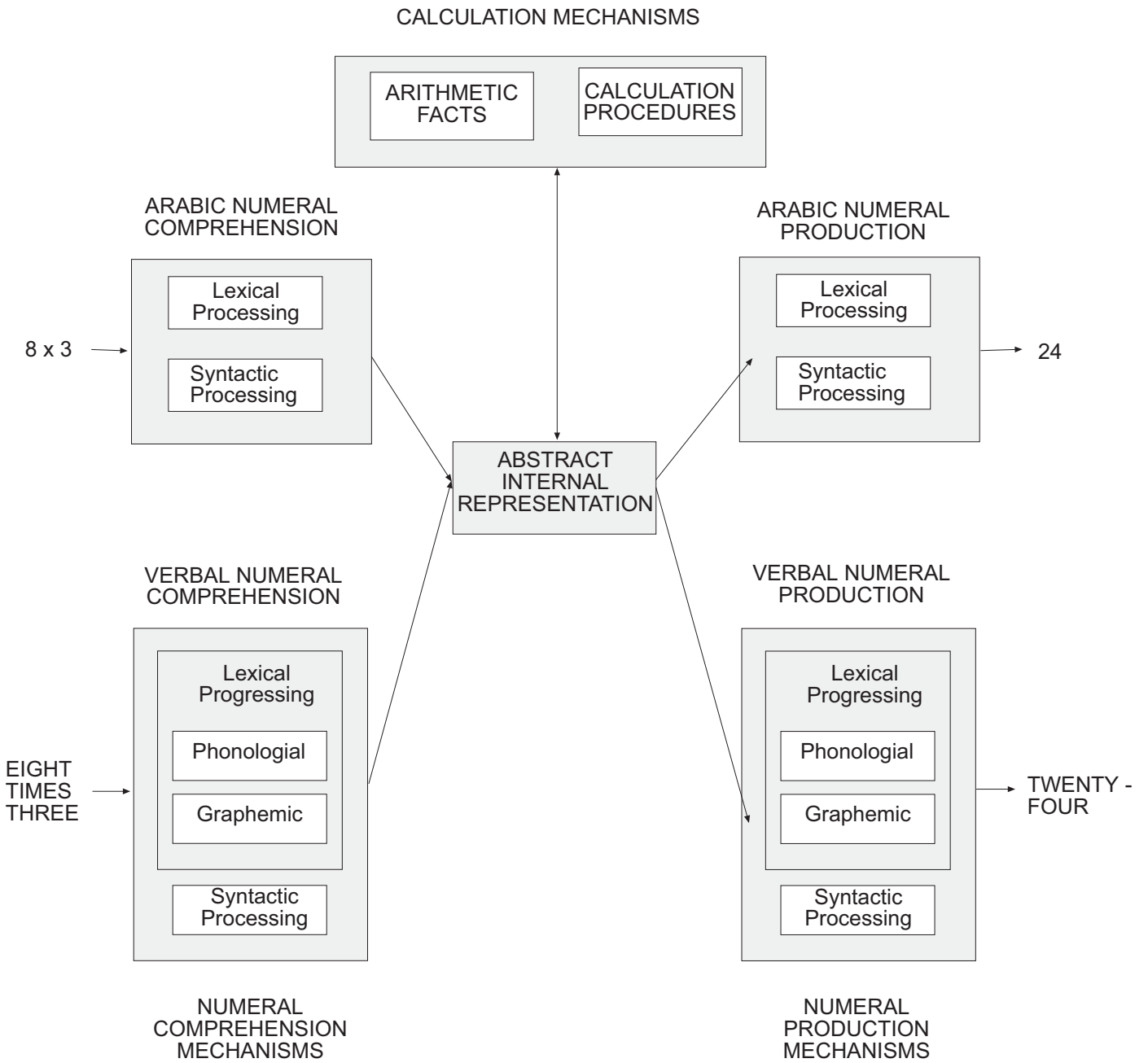


Abbildung 9: Modell der numerischen Informationsverarbeitung (McCLOSKEY et al., 1985)

Die Modellvorstellungen der oben zitierten Autoren zu den numerischen Magnitudenrelationen bilden keineswegs einen trivialen Sachverhalt ab, denn es existieren auch nicht-hierarchische Zahlenketten, wie z.B. '0731/5027790'.

In der Forschungslandschaft hat es (z.B. in der modultheoretischen Modellbildung) für längere Zeit ein - modelltheoretisch gesprochen - gewisses Konstruktdefizit gegeben. Abbildung 9 zeigt ein solches Beispiel.

Das obige Prozeßmodell von McCLOSKEY, CARAMAZZA & BASILI (1985) - erneut diskutiert in der Arbeit von McCLOSKEY (1992) - umfaßt zwar die sehr wichtige Unterscheidung zwischen den Prozeßkomponenten Zahlen**konzept** ("Numeral processing" (vgl. McCLOSKEY, 1992, S. 113)) und Zahlen**operation** ("Calculation" (vgl. ebd.)). Im Zuge der Beschränkung auf ein im wesentlichen dyadisches Modell (bestehend aus Annahmen über die **verbale** bzw. **digitale** Modalität der Zahlenverarbeitung) beschreiben die Autoren nur die Verarbeitungswege für abstrakte Symbole. McCLOSKEY (1992) erläutert den Sachverhalt in quasi programmatischer Form:

*"I use the term **numeral** to refer to a symbol or set of symbols representing a number."* (ebd., S.112 (Hervorhebung durch den Autor)).

Allerdings hat die Erkenntnis der Anzahl der obig diskutierten **numerischen Modalitäten** und die Akzeptanz eines triadischen Modells - zumindest in der aktuellen einschlägigen Literatur - nun mittlerweile auch Eingang in die Fachdiskussion gefunden, und z.B. die folgend zitierten Autoren gleichen den Phänomenüberhang konzeptuell aus:

"Numbers can be represented in three main formats: arabic (numbers in numerical format), verbal (numbers in graphemic or phonological word format), and magnitude-related." (FIAS, W., BRYLSBAERT, M., GEYPENS, F. & d'YDEWALLE, G., 1996, p. 95).

Modelltheoretisch fundiert findet sich das triadische Konzept der numerischen Repräsentation, wie es FIAS et al. (1996) vertreten, im Modell der "Triple-Code Theory" von DEHAENE (1993): Abbildung 10, S. 14.

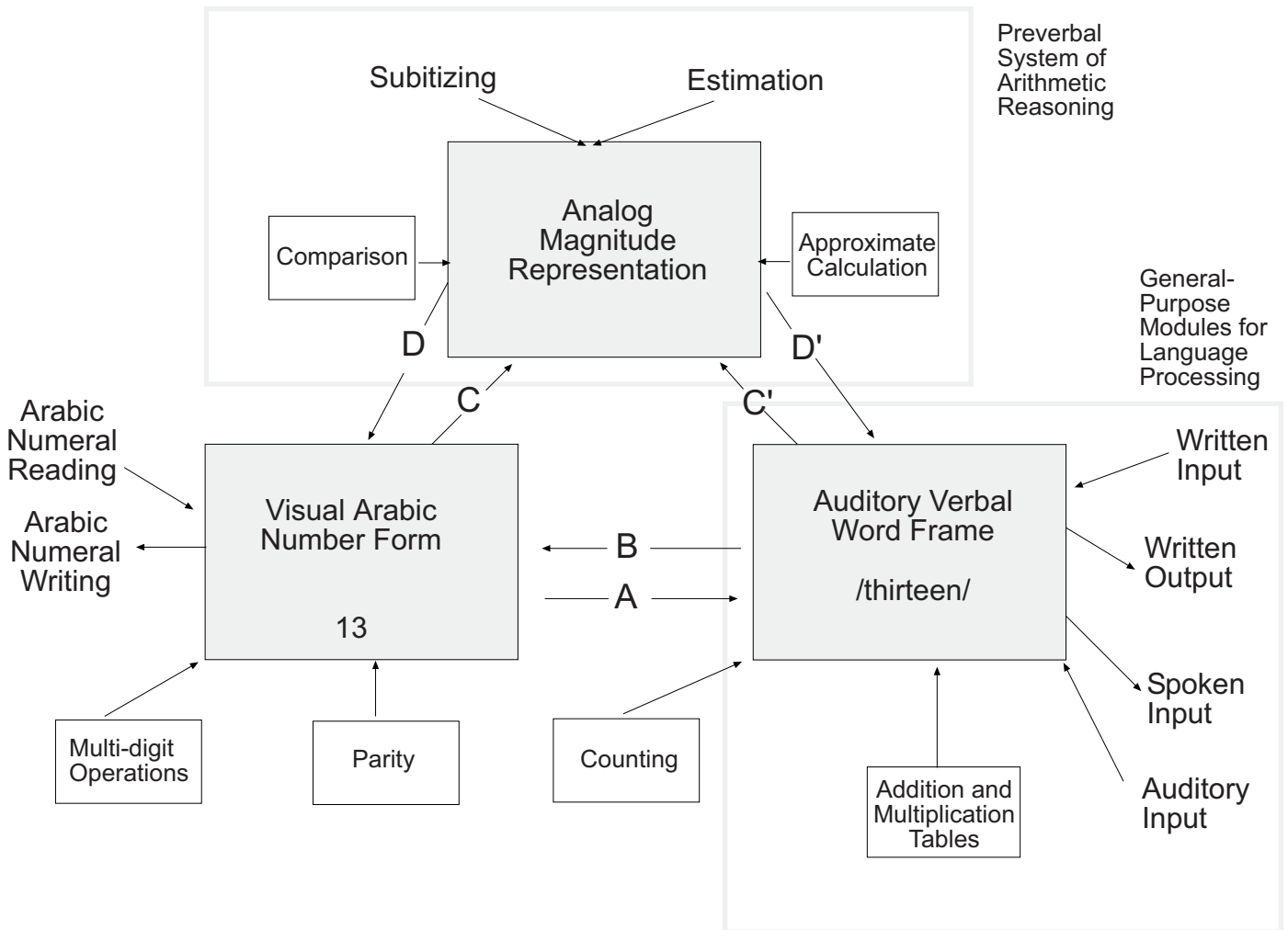


Abbildung 10: Triple-Code Modell (DEHAENE, 1993)

In der Konzeptualisierung von DEHAENE sind die genannten numerischen Kodierungsformen keine separaten Einheiten, sondern durch ein dichtes Funktionsgeflecht reziproker Beziehungen miteinander verbunden. Die Transformationen zwischen den einzelnen numerischen Domänen erfolgen als Umwandlungen von einer Kodierungsform in eine andere (unter Beibehaltung des jeweiligen semantischen Potentials in Form des numerischen Wertes/der Magnitude). Dabei müssen zahlreiche Hirnleistungen verbaler bzw. kognitiver Natur in korrekter Form aktiviert werden.

So erfolgt beispielsweise die Erweiterung eines Zahlenwertes (z.B. 'tausend') zu dem Wert 'tausendfünfzig' als eine bloße Addition der Elemente 'tausend' und 'fünfzig'. Bei der Umwandlung des Ausgangswertes in eine digitale Form (1000) müssen als Transformationsleistung zwei Nullstellen getilgt werden. Das Ergebnis dieser

Transkodierung ist also nicht '100050', sondern '1050'.

Die Elemente der analogen Repräsentation fungieren als semantisches "Bindeglied" zwischen den abstrakt codierten numerischen Einheiten. In der spezifischen Literatur heißt es dazu:

"The meaning of numbers is represented ... in ... the analogical magnitude representation. At this level, the quantity or magnitude associated with a given number is retrieved and can be put in relation with other numerical quantities." (DEHAENE & COHEN, (1996) S. 85f.).

Ein erhöhter Einsatz neuropsychologischer Informationsverarbeitung ist vor allem für den **operationellen** Umgang mit Zahlenwerten notwendig.

Im Zentrum der Kalkulationsprozesse steht die Memorierungsleistung, die entweder im Abruf von z.T. relativ früh erworbenem Weltwissen (z.B. im Rahmen einer auf automatisierten Abruf ausgerichteten Lernstrategie im Primarschulbereich) oder - so dieser Weg nicht gangbar ist, weil seinerzeit nicht im Zuge schulischen Auswendiglernens erworben - im Rahmen eines stark beanspruchten Arbeitsspeichers eingesetzt wird. Relativ übereinstimmend anerkannt ist die Überlegung, daß die mentale Basis für die Kalkulation (die numerischen Operanden wie 'Summanden', 'Minuenden', 'Faktoren', 'Divisoren') aus sogenannten "table facts" entnommen wird.

CARAMAZZA & McCLOSKEY (1987) führen zum mnemonischen Zugriff auf die in diesem Weltwissen gespeicherten arithmetischen Fakten folgendes aus:

"To calculate one must be able to ... access arithmetic or table facts ... (ebd., S. 221).

STAZYK, ASHCRAFT & HAMANN (1982) diskutieren in diesem Zusammenhang die mentale Anordnung der "table facts" in einer **matrixähnlichen Struktur** bzw. den automatischen, sprich: unwillkürlichen Abruf der kalkulatorischen Elemente daraus:

"... addition facts analog dazu selbstverständlich auch die anderen Typen von table facts are stored by adults in a network structure functionally organized as a printed addition oder Subtraktion, Multiplikation, Division table. In such a table the sum bzw. generell das mathematische Resultat of any two numbers is stored at the intersection of a column and row and is assumed to be accessed by a process of spreading activation." (STAZYK et al., 1982, p. 322).

McCLOSKEY (1992) legt einen Ansatz zur Materialisierung der Modellvorstellung einer solchen numerischen Matrix vor. Vorbild ist hierbei die in Autoatlanten übliche Entfernungstabelle, in der gleichermaßen der Distanzwert zwischen Start und Ziel im Schnittpunkt von Zeile und Spalte aufgesucht wird. Hintergrund der Vorstellung vom Prozeß der "spreading activation" bei der Kalkulation ist die automatisierte Verknüpfung zwischen den **numerischen Operanden** (d.h. den Faktoren '8' bzw. '9' (s.u.)), dem **Operationssymbol** (Rechenzeichen) und dem **Produkt** (= Resultat) der Multiplikation, das in der Zelleneintragung '72' aufgefunden wird.

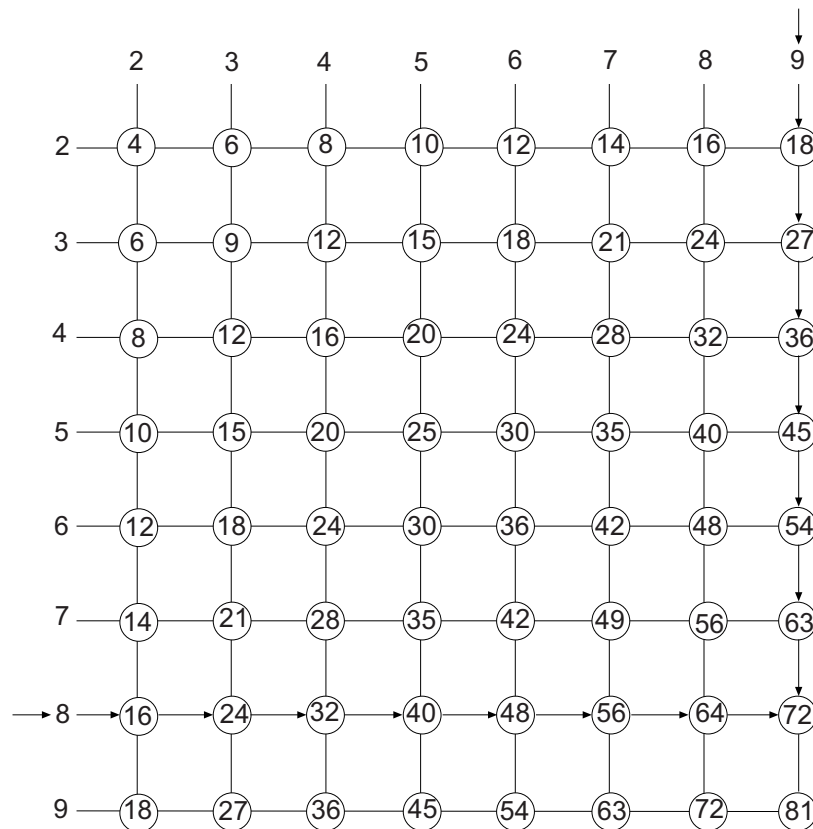


Abbildung 11: Numerische Matrix zur Kalkulation (Beispiel Multiplikation - modelltheoretische Vorstellung für den Rechenvorgang 8 x 9) bei McCLOSKEY (1992); geringfügig modifiziert

WARRINGTON (1987) setzt sich auseinander mit der **Abfolge** der im Zuge einer Kalkulation zu verarbeitenden numerischen Operanden. Sie fand heraus, daß z.B. Additionen (Grundschemata zwei Summanden; Summand #1 Summand #2, wie im Falle von '3 + 4') für manche neurologische Patienten erschwert sind gegenüber (gleich oder ähnlich schwierigen) Additionen vom Typ Summand #1 Summand #2 (wie bei '4 + 3').

Konkreter Ausdruck dieses Unterschieds in der Verarbeitung sind die im Rahmen einer Fallstudie je nach den Additionstypen festgestellten unterschiedlichen Resultate:

"His the patient's error rate was 24.7% when the smaller addend was spoken first compared with 7.4% when the smaller addend was spoken second." (WARRINGTON, 1987, S. 243).

Kognitive und verbale Prozesse numerischer Informationsverarbeitung

Wie im vorangegangenen Abschnitt bereits angekündigt, wird im vorliegenden Materialienband (vgl. u.a. Titel) auf den Begriff "Akalkulie" weitgehend verzichtet. Ein solcher Begriff birgt die suggestive Gefahr, Störungen der Zahlenverarbeitung vorrangig mit Defiziten der **Rechenfunktionen** (Kalkulation) zu verbinden. Neurologischerseits läßt sich eine solche Verengung der Perspektive aber nicht halten, es sind vielmehr Aspekte der **konzeptuellen Verarbeitung** numerischer Einheiten, die einem sehr großen Teil der neurologischen Patienten vorwiegend Probleme bereiten. Die auch kalkulatorischen Beeinträchtigungen ergeben sich dann automatisch aus den ihnen zugrunde liegenden mangelnden Kapazitäten an der Basis der numerischen Verarbeitung.

Eine bessere Differenzierung bietet hier die englischsprachige Terminologie, die für den Sachverhalt "Defizite der grundlegenden Zahlenverarbeitung" den Begriff "Innumeracy", für den nur die Kalkulation betreffenden entsprechenden Sachverhalt den Terminus "Anarithmetia" bereithält. Im Rahmen der klinischen Erprobung dieses Materials hat sich sogar gezeigt, daß in vielen Fällen Kalkulationsdefizite ausschließlich auf Probleme mit der basalen Zahlenverarbeitung zurückgehen. In diesen Fällen erweist sich die Kalkulation als solche als intakt, wenn die zugrunde liegenden Verarbeitungsaufgaben durch eine spezifische Strukturierung des Materials minimiert werden.

Zu diesem Zweck enthält das Kapitel **Kalkulation** Arbeitsblätter, mit deren Hilfe ein solcher Nachweis geführt werden kann (vgl. Materialenteil Therapie, Arbeitsblätter Kalkulation Nr. 3.73ff).

Die im Vorfeld genannten therapeutischen Bereiche **Sprache** bzw. **(Neuro-)Psychologie** definieren denn auch die für die Arbeitsblätter avisierten pragmatischen Einsatzgebiete, d.h. die hier diskutierten numerischen Materialien können von Benutzern gleichermaßen aus neuropsychologischen wie aus sprachpathologischen Kontexten heraus verwendet werden.

Methodisch ambitionierte Diagnose- bzw. Therapiematerialien sollten grundsätzlich nicht in bloß intuitiver Form, d.h. ohne vorherigen Rückgriff auf eine Sichtung der wichtigsten theoretischen Arbeiten zum Thema erarbeitet werden. Daher sollen an dieser Stelle einmal die wichtigsten kognitiven bzw. verbalen Erkenntnisse aus dem Forschungskontext *Cognitive Arithmetic* diskutiert werden.

Gleichzeitig markiert der folgende Abschnitt bereits den Einstieg in einen Streifzug durch die unten noch genauer zu diskutierenden Formen numerischer **Distraktoren**, wie sie im Materialienband zum Einsatz kommen.

Bei dem Vorhaben, die der Zahlenverarbeitung zugrunde liegenden Prozesse zu untersuchen, ergeben sich zahlreiche Gemeinsamkeiten mit der Informationsverarbeitung der natürlichen Sprache, jedoch auch Unterschiede. So können die Zahlen analog zur Sprache als ein symbolisches System aufgefaßt werden. DELOCHE & SERON (1987) fassen zumindest die Zahlwörter als ein sprachliches

System auf:

"Number words thus seem to constitute a specific and widespread microlinguistic system ... that has a restricted lexicon, a formalizable syntax, and a clear semantic component free of ambiguities." (DELOCHE & SERON, 1987, S. 146).

Die Übereinstimmung geht in der Tat so weit, daß man relativ problemlos die traditionellen (psycho-)linguistischen Domänen Syntax, Semantik (bzw. Lexik(ologie)) und Pragmatik zur Beschreibung der Struktur der Zahlenverarbeitung heranziehen kann. Entsprechend können an den Beispielen 'drei-hundert' vs. 'hundert-drei' **syntaktische**, an '3' vs. '4' **semantische** bzw. **lexikalische**, schließlich an Sprechakten wie "Herr Ober, zwei Tassen Kaffee, bitte" (was dem Adressaten signalisiert, daß offenbar eine zweite Person in nächster Zeit erscheinen wird) **pragmatische** Relationen beschrieben werden.

Auch die Bereiche **Phonologie** (am besten anhand der französischen Beispiele 'seize' vs. 'treize' zu demonstrieren, aber auch an deutschsprachigen Minimalpaaren wie z.B. 'einundzwanzig' vs 'neunundzwanzig') und **Morphologie** (erkennbar am Unterschied zwischen "fünfzig" und "fünfzehn") dürfen als gleichermaßen konstitutiv für die Beschreibung numerischer Einheiten betrachtet werden. (Streng genommen können weder die französischsprachigen Beispiele 'seize' und 'treize' noch die deutschsprachigen 'einundzwanzig' und 'neunundzwanzig' als Minimalpaare bezeichnet werden. Doch besitzt das Zahlensystem hier einfach keine geeigneten, quasi reinen Ablenker, so daß an dieser Stelle um der Praktikabilität willen die phonologische Ähnlichkeit der gegenübergestellten Items für diesen Zweck den Status eines Minimalpaars einnehmen soll. Zur näheren Erläuterung des Begriffs *Minimalpaar* in der Linguistik s.u.)

Die enge Verknüpfung der Verarbeitung numerischer Einheiten mit den sprachlichen Prozessen ist verbreitete Forschungsauffassung. So sehen CLARK & CAMPBELL (1991) die numerische Informationsverarbeitung (bzw. deren Defizite) zusammen mit der Sprache integriert in den Gesamtkontext der "höheren Hirnleistungen":

"... number skills do not comprise a separate cognitive "system" ... acalculia can reflect dysfunctions in general mechanisms that should affect other cognitive tasks." (CLARK & CAMPBELL (1991), p. 231).

Unterschiede der Zahlenverarbeitung zur natürlichen Sprache ergeben sich quantitativ gesehen in der engen Begrenztheit des Zeicheninventars sowie qualitativ durch eine nicht-ambige Syntax und Semantik, wobei es jedoch in der numerischen Semantik immerhin auch eine - jedoch begrenzte - Zahl von Synonymie-Fällen gibt. So kann im Bereich der Zahlenwerte zwischen '1100' und '1999' eine beliebige Zahl (z.B. '1800') wahlweise als 'eintausendachthundert' oder als 'achtzehnhundert' verbalisiert werden (vgl. auch speziell den Abschnitt über morphologische Prozesse).

Ähnliches gilt - allerdings ausschließlich initial - für alle mit '100' bzw. '1000' beginnenden Zahlenwerte: So kann beispielsweise '103' in den Zahlwörtern 'hundertdrei' oder 'einhundertdrei' realisiert werden. '1100' kann dementsprechend als 'elfhundert', 'tausendeinhundert' oder 'eintausendeinhundert' verbalisiert werden, *'tausendhundert' bzw. *'eintausendhundert' hingegen sind nicht zulässig (vgl. auch hierzu den Abschnitt über morphologische Prozesse). (Die an verschiedenen - jedoch nicht allen - Stellen

einer Zahlenkette gegebene Wahlmöglichkeit zwischen "tausendeins" oder "tausendundeins" soll hier vernachlässigt werden - dies wäre Gegenstand einer differenzierten Analyse der Zahlwortmorphologie). Man kann allerdings diese Relationen auch - harmloser formuliert - einfach als freie Variationen auffassen, und entsprechend ist in den numerischen Arbeitsblättern - je nachdem, ob es an der Stelle diagnostisch bzw. therapeutisch "opportun" ist - die eine oder jeweils andere Version vertreten. Letztendlich ist es jedoch vom einzelnen numerischen Ausdruck abhängig, welche Version zulässig ist - dies ist wiederum Gegenstand der Thematisierung numerischer Basisprozesse: So ist der Ausdruck "Tausendundhundert" gegenüber "Tausendeinhundert" nicht zulässig (vgl. den Abschnitt über die morphologischen Prozesse).

Zurück zu den Charakteristika numerischer Prozesse: Wie aus den obigen Beispielen über die Zulässigkeit bzw. Wohlgeformtheit von Zahlwortkonfigurationen bereits ansatzweise erkennbar, ist ähnlich einer syntaktisch geformten verbalen Kette ein numerischer Ausdruck aus **spezifischen Konstituenten** zusammengesetzt, deren Abfolge nicht beliebig, sondern **hierarchisch** geordnet ist.

Diese hierarchische Anordnung der numerischen Werte ist - wiederum analog zur natürlichen Sprache (bzw. Schrift beispielsweise in den europäischen Nationalsprachen) - konventionalisiert als Abfolge in einem links-rechts-Schema, wobei die Richtung dieser Linearität eine absteigende Magnitude beschreibt (s.o.; Abb. 6). Folglich kommt der '8' in der Zahl '8036' die größte Magnitude zu, alle weiter rechts liegenden Ziffern sind dementsprechend hierarchisch absteigend - nach Dreiergruppen geordnet - definiert. Beispielsweise im Englischen wird ein solches Drei-Ziffern-Schema gekennzeichnet durch sogenannte "separators" in Form eines Kommas, so daß der obige Zahlenwert im Englischen als '8,036' konventionalisiert ist (im Deutschen sind die *separators* nicht obligatorisch, jedoch ist fakultativ zu der oben angegebenen deutschen Schreibweise (vgl. ebd.) '8.036' ebenfalls zulässig). Die *separators* tauchen im Englischen gemäß der aufsteigenden Magnitude regelmäßig auf und separieren in rechts-links-Manier sämtliche Drei-Ziffern-Schemata von der äußerst links positionierten Ziffer (wie in '3,521,436'). Die "Auffüllung" der Drei-Ziffern-Schemata erfolgt entlang der aufsteigenden Magnitude ('8,036'; '88,036'; '888,036'; '8,888,036'; ... etc.).

Nun soll die im vorangegangenen Abschnitt vorgenommene kritische Würdigung des Begriffs *Akalkulie* nicht den Eindruck erwecken, als handele es sich bei dem operationellen Umgang mit Zahlen, d.h. der Kalkulation, um eine zu vernachlässigende Größe. Kalkulationsprozesse sind im Rahmen des Materialienbandes durchaus Gegenstand einer ganzen Reihe von Arbeitsdurchgängen. Dabei ist für die mentale Kalkulation zu differenzieren zwischen schnellen Berechnungen, die in einem einmaligen Abrufprozeß bestehen (bloßer Zugriff auf den matrixartigen Speicher einer jeweiligen Rechenart (z.B. einer "Punktrechnung" gemäß der oben diskutierten Modellvorstellung von der Multiplikation)) und komplexeren Kalkulationen, bei denen ganze Serien von Zugriffen auf diverse Matrizen kombiniert mit mnemonischen Aktivitäten erforderlich sind wie *Ziffern bzw. Resultate abspeichern* und - je nach individueller Rechengeschwindigkeit - *einige Sekunden später wieder einsetzen*. Im Zusammenhang mit der Frage nach der individuellen Rechenleistung tauchen jedoch nicht nur Aspekte der Geschwindigkeit, sondern auch des Automatisierungsgrads

der individuellen Rechenkünste auf. So dürfte es auf der Hand liegen, daß es - hier im **Unterschied** zur Sprache - offenbar keinen gemeinsamen Basisbestand aller Rechner zu geben scheint. Ein Rechner, der einen erfolgreichen Zugriff auf eine erweiterte Multiplikations-Matrix (z.B. kleines **und großes** Einmaleins) vornehmen kann, kann eine mentale Rechenaufgabe wie '8 x 17' erheblich schneller lösen als ein Rechner, dessen Multiplikations-Matrix nur Zelleneintragungen aus dem "Kleinen Einmaleins" enthält, so daß er gezwungen ist, einen beträchtlichen Teil der Kalkulation mit Hilfe der oben genannten Memorierungsprozesse auszuführen. Dieser Vorgang unterscheidet sich nicht nur im Tempo des Rechenvollzugs, sondern bedeutet auch einen qualitativ verschiedenen Kalkulationsweg.

Prozedurale Aspekte numerischer Informationsverarbeitung

Numerische Konversionen

Herausragend wichtige Verarbeitungsfunktionen liegen in kognitiv-verbale Manipulationen numerischer Werte (also unterhalb der Schwelle echter Kalkulationen im Sinne der vier Grundrechenarten) und in der mentalen Steuerung von Konversionen zwischen den verschiedenen Repräsentationsformen der Zahlenwerte. Diese Prozesse bilden gewissermaßen den Grundstock numerischer Informationsverarbeitung.

Magnitudenbestimmung

Die Magnitude bezeichnet die **Wertigkeit** einer numerischen Einheit. Unter Magnitude sollen hier zunächst partielle Wertigkeiten verstanden werden, z.B. die unterschiedlichen, durch Faktor (bzw. Divisor) 10 differierenden Magnituden von Einzelziffern in einem komplexeren numerischen Verbund (vgl. dazu die optische Umsetzung der Magnitudenverhältnisse für die Zahl '333' in Abb. 7).

Unabhängig davon besitzt aber auch jeder komplexe numerische Ausdruck eine Gesamt-Magnitude. Letztere ist Gegenstand im Aufgabentyp "Magnitudenvergleich", in dem unter Berücksichtigung der Ziffernpositionen die Phänomene der *stack information* und der *stack position* (s.u.) miteinander verarbeitet werden müssen. Bei der Aufgabenstellung des Vergleichs zwischen '3121' und '2879' würde z.B. die Abstraktion vom Faktor *stack information* zum falschen Ergebnis führen, denn die Einzelmagnituden der zweiten Zahl sind um einiges höher, als dies beim ersten Wert der Fall ist. Entscheidend ist hier aber die Magnitude '3' des ersten Ausdrucks, die den Rest der Kette regiert.

Im Rahmen der Magnitudenrelationen läßt sich in diesem Zusammenhang auch die Kalkulation beschreiben: Das Rechnen in den verschiedenen Formen basiert auf regelorientierten Manipulationen (symbolisiert durch Rechenzeichen) von Magnituden zweier oder mehrerer numerischer Werte. So wird durch eine Addition eine Magnitude ("Summand" #1) um eine zweite (Summand #2 bzw. weitere) vergrößert. Eine Multiplikation umfaßt eine multiple Addition in reduzierter Schreibweise (statt '5+5+5')

taucht die Notation '5x3' auf). Im Rahmen einer Subtraktion wird die Ausgangsmagnitude ("Minuend") entsprechend verkürzt, im Fall einer Division erfolgt eine quasi analoge Magnitudenmanipulation.

Aus den ausgeführten Gründen wird im Rahmen des Materialienbandes Zahlenverarbeitung jede relationale Bearbeitung von Magnituden bereits als Kalkulation eingestuft.

Sowohl Zahlwörter als auch Ziffern sind abstrakte symbolische Einheiten und eignen sich demzufolge nicht für die direkt wahrnehmbare Darstellung einer Magnitude. Einen Ausweg bieten hier z.B. die **analogen** Darstellungen in Form der Tokens: Kalkulatorische Prozesse können durch Ergänzung bzw. Streichung oder Löschung von Tokens dargestellt werden (aus Gründen der Praktikabilität finden sich allerdings in den Materialien tokenbezogene Rechenaufträge überwiegend in bezug auf Strich-, weniger jedoch auf Punktrechnung).

Semantische Relationen

Im Rahmen der hier vorliegenden Materialien ist die semantische Komponente der numerischen Ausdrücke zunächst einmal sehr eng mit der **Magnitude** der Zahlenwerte verknüpft.

In diesem engeren Sinne darf die Magnitude einer numerischen Einheit (z.B. '621') gemäß dem Konzept von DELOCHE & SERON (1987) verstanden werden als Kombination von a) der Zuschreibung der einzelnen semantischen Primitive (also '6', '2' und '1') zu einem jeweiligen "stack" ("100er", "10er" und "1er"), sowie b) einer Positionsbestimmung der Elemente innerhalb des zugeschriebenen "stack" (vgl. dazu auch das Säulenmodell in Abb. 6). DELOCHE & SERON (1987) differenzieren in ihrem Modell hierzu zwischen "stack" und "position-within-stack" (vgl. ebd., S. 154).

In einer zur Theoriebildung von DELOCHE & SERON kritischen Arbeit beschreibt McCLOSKEY (1992) das über die bloße Magnitudenrelation hinausgehende pragmatische **Informationspotential** im situativen Kontext sehr treffend:

"... when someone examines the arabic numeral on a price tag, the aim is ... to determine its meaning, in order to answer such questions as: is this a reasonable price for this product?" (McCLOSKEY, 1992, S. 120).

Die reine numerische Semantik ist also eingebettet in eine weitergehende Bedeutungszuschreibung, in der ein individueller **Valenzaspekt** (2.000,- Miete für eine 80 qm-Wohnung in mittlerer Lage ist zu teuer; 39C ist eine zu hohe Körpertemperatur u.ä.) zum Ausdruck kommt. (Leider versäumt es McCLOSKEY, diese wichtige Erkenntnis numerologisch zu konzeptualisieren. Die Valenzbestimmung bei der individuellen Einschätzung numerischer Einheiten wird über genau diejenigen Prozesse gesteuert, die in McCLOSKEY'S Theoriebildung fehlen, und zwar über die Verarbeitung der Magnitudenrelation! Die Miete wird deshalb als überhöht eingeschätzt, weil wir eine geringere Magnitude des hier relevanten Wertes erwarten; die Körpertemperatur von 39C steht für eine zu große Magnitude. Mit anderen Worten:

Im Kontext analoger Modalitäten formuliert, vertreten die jeweiligen Werte eine gewisse Anzahl Tokens zuviel bzw. zuwenig, und auf dem Zahlenstrahl liegen sie zu weit links oder rechts.)

Phonologische Prozesse

Die als verbal-graphematische bzw. als verbal-phonologische Ketten codifizierten Zahlwörter unterliegen spezifischen Regeln, nach denen ihre Reihung u. Verknüpfung funktioniert. So richtet sich die phonologische Organisation der für die Einzelziffern stehenden Zahlwörter jeweils nach dem verbal-numerischen Kontext.

Einzelne Zahlwörter bleiben im Falle einer Adjunktion zu einem höherstelligen Zahlenwert konstant, für andere müssen Tilgungen vorgenommen werden. Daraus ergeben sich folgende phonologische Ersetzungsregeln für die numerischen Transformationen:

eins > *einundvierzig*

Die Standardregel für die Umformung der *UNITS* für *DECADE-Formationen* schreibt die (morphologische) Umformung zu

UNIT-Zahlwort + "zig"

vor.

Beispiel: vier > vierzig; fünf > fünfzig usw.

Die restlichen *UNITS* werden nach dem Muster einer Tilgung von einem bzw. zwei Einzelphonemen verändert.

Beispiele: sechs > sechzig; sieben > siebzig.

Eine massive phonologische Strukturveränderung findet statt im Falle von 'zwei':

zwei > zwanzig

und vor allem bei 'eins':

eins > zehn.

Schließlich wird in einem Fall auch das Morphem 'zig' phonologisch verändert. Dies erfolgt im Fall von 'drei':

drei > dreißig.

Im Falle der zu der numerischen Klasse der *TEENS* gehörenden sogenannten "Particulars" entstehen durch die Umwandlung der *UNITS* zu den zweistelligen *TEENS* völlig neue phonologische Ketten:

eins > elf

zwei > zwölf

Alle anderen *UNITS* werden analog der Ersetzungsregeln für die *DECADES* in *TEENS* umgeformt. In einem Fall regelt sogar der übergeordnete Kontext einer numerischen

Einheit die phonologische Ordnung der Konstituenten. So findet im Falle einer **Multiplikation** mit 'eins' als Faktor #1 eine Phonemtilgung statt. Taucht 'eins' als zweiter Faktor auf, bleibt die phonologische Kette unverändert.

Beispiele: 'ein' mal 'sieben' vs. 'sieben mal 'eins'.

Morphologische Prozesse

Als numerische Morpheme sollen hier alle phonologischen Ketten verstanden werden, durch welche die Magnitude des Gesamtwerts verändert wird (z.B. vier > vierzehn; vier > vierzig; vier > vierhundert). Gleichzeitig sollen diejenigen Ketten dieser Klasse angehören, die für die numerische Transformation zu einer höheren Magnitude (quasi als Bindungsmorpheme) unerlässlich sind.

Beispiel 'drei': drei > dreiunddreißig ('dreidreißig' allein ist kein wohlgeformtes Zahlwort).

Eine Sonderrolle nehmen die "multiplier" ein, die außerhalb der numerischen Klassen eingestuft werden, da sie vor allem als magnitudenrelevante Morpheme (der Einheit 'zig' nicht unähnlich) wirken. Dazu ist hier nur zu beachten, daß die multiplier 'hundert' und 'tausend' auch als Kurzformen von 'einhundert' und 'eintausend' (also mit getilgten UNITS) zulässig sind. Diese Kurzform darf jedoch nur an einer Stelle des numerischen Ausdrucks verwendet werden, daher sind zwar für '1.400' 'eintausendvierhundert' und 'tausendvierhundert' äquivalent, doch ist für '1.100' 'tausendhundert' nicht zulässig.

Im Gefüge der multiplier nimmt '100' insofern eine Sonderrolle ein, als dieser multiplier - wie zuvor bereits diskutiert - neben den UNITS auch mit TEENS kombinierbar ist. Dies ist nicht nur deshalb bemerkenswert, weil der dadurch relevante Zahlenraum (1.099 2.000) alternative Kombinationen (z.B. 'elfhundert' neben 'tausendeinhundert') zuläßt. In einem Bereich kommt der Kombination '100' mit TEENS gegenüber '1000' mit UNITS sogar die Priorität zu: Bei Jahresangaben wäre die Kombination mit '1000' zwar verständlich, würde aber als inadäquat zurückgewiesen.

Syntaktische Prozesse

Syntaktische Ketten können sich zusammensetzen aus echten Zahlwörtern (sprich: Angehörige der Klasse der UNITS und/oder DECADES), ferner aus den ebenfalls bereits vorgestellten *multipliers* sowie aus dem aus der Sprache quasi entlehnten Konjunktoren 'und', der z.B. in dem Ausdruck 'vier-**und**-dreißig' UNIT 'vier' und DECADE 'dreißig' zu einer neuen Gesamt-Magnitude verbindet.

Beschreiben läßt sich die numerische Syntax am besten in der digitalen Modalität. Dort finden wir sozusagen eine **reine** Syntax vor.

In der digitalen Repräsentation weist die syntaktische Alinierung den einzelnen Ziffern ihren in der gesamten numerischen Kette definierten Platz (z.B. links außen, Mitte

oder rechts außen) und damit die Position im Rahmen der Magnituden-Rangfolge zu.

Die Verletzung der syntaktischen Abfolge verzerrt die Magnitudenverhältnisse und damit den Gesamtwert des numerischen Ausdrucks. Probleme mit der syntaktischen Verarbeitung können entweder eine digitale Inversion zur Folge haben (z.B. bei '57' statt '75') oder einen morphosyntaktischen Fehlprozeß induzieren (wie bei '103'/'hundertdrei' statt '300'/'dreihundert').

Die Abgrenzung der syntaktischen von den morphologischen Prozessen gestaltet sich bei den Zahlwörtern außerordentlich schwierig. Aus linguistischer Intuition heraus wird man sicherlich das Corpuspaar 'vierzehn' vs. 'vierzig' als morphologisches Minimalpaar einstufen.

Andererseits würde man im Falle einer Änderung der Magnitude den Prozeß wohl lieber als syntaktisch bezeichnen. Damit hätten allerdings in der Numerologie morphologische Beschreibungsformen praktisch keinerlei Berechtigung mehr, ausgenommen vielleicht die nicht magnitudenrelevanten konkatenativen (*freien*) Varianten wie in 'tausendfünzig' und 'tausendundfünzig'.

Im System der Ablenker wurde in den Materialien daher nach folgender Version verfahren: Alle Abweichungen in Form von **Permutationen** (z.B. '205' / 'zweihundertfünf' vs. '502' / 'fünfhundertzwei') wurden als **syntaktische** Phänomene gewertet, alle weiteren Abweichungen (z.B. '52' / 'zweiundfünzig' vs. '250' 'zweihundertfünzig') wurden als **morphologisch** eingestuft.

Der Vollständigkeit halber sollte nicht unerwähnt bleiben, daß auch bei Kalkulationen (z.B. bei einer Addition) syntaktische Ketten wie in der Abfolge "Numerischer Ausdruck (Summand) #1 - numerischer Operator (Additionszeichen) - Numerischer Ausdruck (Summand) #2 - Gleichheitszeichen - Numerischer Ausdruck 3 (Summe)" verwendet werden. Jedoch birgt die Aussage keinerlei weitergehende Erkenntnis außer der Tatsache, daß die Zahlen/Zahlwörter gemäß einem festgeschriebenen Algorithmus mit numerischen Operatoren kombiniert werden (so ist z.B. eine vorgebliche Kalkulationskette wie " $3 \cdot 10 \cdot 7 = -$ " nicht zulässig).

Transkodierungen

Die Verknüpfung unterschiedlicher numerischer Kodierungsformen ist, wie DELOCHE & SERON für die Transformationen z.B. zwischen der verbalen und der digitalen Zahlendomäne gezeigt haben, keineswegs trivial. So wird im Zuge einer solchen "Transkodierung" das Zahlwort 'achttausend' zu der Ziffernfolge '8.000' umgeformt, das Zahlwort 'sechsenddreißig' entsprechend zu '36'.

Will man beide Werte in der verbal-graphematischen (bzw. auch in der verbal-phonologischen) Form zusammenfügen, geschieht dies durch simple Adjunktion mit dem Ergebnis 'achttausend-sechsenddreißig'. Führt man die gleiche Umformung in der digitalen Modalität durch, so führt hier die bloße Adjunktion zu dem völlig anderen Ergebnis '800036'.

Der Transkodierungsprozeß muß also zur Beibehaltung der Magnitude des numerischen Werts unter Berücksichtigung einer mentalen Tilgung von (in diesem Fall zwei) Nullstellen (Ergebnis: '8036') geschehen. Generell verläuft der Transkodierungsprozeß in Form einer wechselseitigen "Umkehrung" (**Ergänzung** in der verbalen, **Ersetzung** in der digitalen Modalität).

Für die Transkodierungen zwischen den Modalitäten "verbal-phonologisch" und "verbal-graphematisch" dürften aller Wahrscheinlichkeit nach die zuerst bei MORTON & PATTERSON (1980) postulierten Abläufe der "Phonem-Graphem-Konvertierung" zur Erklärung herangezogen werden, die u.a. in dem bei HOWARD & FRANKLIN (1987) adaptierten Prozeßmodell zur Schriftsprache diskutiert werden.

Komplexe verbale und kognitive Prozesse sind also auch in der bloßen Formierung des Zahlenbegriffs, d.h. bei der vollständigen und korrekten Erfassung des Umfangs eines numerischen Wertes mit allen möglichen Enkodierungsformen beteiligt.

Exkurs 2: Einige lautliche Aspekte der Zahlwörter

Wie bereits ausgeführt, sind artikulatorische Prozesse wenig bedeutsam im Zusammenhang mit der numerischen Therapie, dies schließt jedoch einen Einsatz in diesem Bereich nicht von vornherein aus. Eine sinnvolle Einsatzmöglichkeit bietet sich für die numerischen Materialien im Bereich der Untersuchung und Behandlung von Defiziten der auditiven Lautdiskrimination. Die oben zitierten Items für phonologische Minimalpaare können hier verwendet werden, ebenso haben sich die morphologischen Elemente (z.B. 'siebenunddreißig' vs. 'siebenhundertdreißig'; etc.) als gut geeignet erwiesen für die auditive Darbietung. Numerische Items bieten einen untersuchungstechnischen Vorteil, wie ihn sonst nur noch verbale Neologismen garantieren: Durch ihre Kontextfreiheit, die keinerlei Interpretations- oder Inferenzprozesse zuläßt, muß sich ein Proband völlig auf die auditive Perzeption der dargebotenen Lautketten verlassen.

Auswahlkriterien der Materialien

Eine zentrale - und für diese Materialien geradezu konstituierende - Erkenntnis bezieht sich auf die in der Informationsverarbeitung verwendeten **numerischen Domänen**. So existieren drei separate numerische Repräsentationsformen: Wir unterscheiden zwischen **Zahl** (im Sinne von **Zahlwort**) als (**verbale**) Modalität vor allem der gesprochenen Sprache (jedoch nicht ausschließlich), **Ziffer** als (**digitale**) Modalität ausschließlich der Schriftsprache und den sogenannten **Tokens** (**analoge**) Darstellungen von Mengenbegriffen).

Im alltäglichen Kontext finden sich alle drei numerischen Repräsentationsformen:

■ **Zahlwörter** (verbale Modalität) existieren nahezu omnipräsent in gesprochener, jedoch auch in schriftsprachlicher Form - letztere sogar als Repräsentation komplexer numerischer Werte (z.B. auf Schecks, die bekanntlich mit numerischen Angaben in digitaler **und** verbaler Modalität ausgestellt werden müssen).

■ **Ziffern** (digitale Modalität) existieren nur in schriftlicher Form. Dennoch sind sie die wahrscheinlich verbreitetste Repräsentation numerischer Werte.

■ **Tokens** (analoge Modalität) begegnen uns beispielsweise auf Spielwürfeln (Darstellungen der Werte eins bis sechs), auf zahlreichen Spielkarten (als "Augen", kombiniert mit sog. "Farben" - z.B. "Kreuz Sieben" oder "Herz Zehn" für Skat), sowie in allen möglichen Formen von Strichlisten (v.a. in Fünfergruppen).

In zweiter Instanz müssen die erstellten Materialien daraufhin geprüft werden, ob sie entweder direkt oder zumindest in abgeleiteter Form eine alltagsweltliche Relevanz und damit Legitimation besitzen.

EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN

Wie bereits erwähnt, enthält der Gesamtbestand des Bandes einen diagnostischen und einen therapeutischen Teil.

Dieses duale Konzept entstand aus dem persönlichen Eindruck der Unzulänglichkeit der schon bestehenden bloß diagnostischen Verfahren zur numerischen Informationsverarbeitung. Im Kern entsteht die Unzufriedenheit aus der Tatsache, einen diagnostischen Befund zur Zahlenverarbeitung eines Patienten zu haben, diese Erkenntnisse aber nicht in die Operationalisierung einer Therapie einfließen lassen zu können.

Diese Lücke kann nun mit dem vorgelegten Material geschlossen werden. Dank der methodischen Analogie zwischen dem diagnostischen und dem therapeutischen Teil können jeweils diagnostizierte Teilaspekte der numerischen Informationsverarbeitung gezielt therapeutisch bearbeitet werden.

Erstellt wurde die Materialiensammlung aus dem Anspruch heraus, die Aufgaben in den Arbeitsblättern methodisch-systematisch zu konzipieren, jedoch ist damit keinesfalls ein Anspruch auf eine lückenlose Erfassung aller nur denkbaren numerischen Relationen und Prozesse verbunden. Die Arbeit mit diesen Materialien soll daher auch einen Anreiz bieten für weitergehende therapeutische Aktivitäten. M.E. stellt der Sektor Zahlenverarbeitung einen großen potentiellen Arbeitsbereich dar. Die Fülle der Arbeitsmöglichkeiten bietet sich dem Benutzer jedoch erst nach einer gewissen Zeit der Erfahrung, so daß der derzeit noch verbreitete (jedoch irrelevante) Rückgriff auf z.B. pädagogisches Lehrmaterial dann in keinem Fall mehr notwendig ist (vgl. dazu auch die Darstellung dieses Aspektes in der Diskussion zum Aufgabentyp "Grundrechenarten").

Modalitäten der Darbietung

Als Folge der vorausgegangenen Überlegungen sowie der modelltheoretischen Vorgaben ergab sich für die zu erarbeitenden Materialien in der Regel das Design eines Stimulus-Tripels. Dies bedeutet, daß die Arbeitsblätter Aufgabenstellungen für numerische Items in Form von **Zahlen** (d.h. aus einzelnen oder zu größeren Zahlen zusammengestellten Ziffern), **Zahlwörtern** (in graphemischer Form) und **Tokens** (analoge Mengendarstellungen) enthalten, bzw. Relationen zwischen den Kodierungsformen thematisieren.

Einschränkend muß hier festgehalten werden, daß sich nicht jeder Durchgang für die Berücksichtigung aller genannten numerischen Domänen eignet. So erübrigt sich beispielsweise in der Durchführung des Materialabschnitts 'Lexikalische Entscheidung für Zahlwörter' selbstredend die Verwendung der beiden anderen numerischen Erscheinungsformen.

Zeitliche Strukturierungen/Abfolge der Bearbeitungen

Die allgemeine Konzeption des Materials erfolgte in Anlehnung bzw. analoge Anknüpfung an Strukturierungen, wie sie bereits im verbalen Bereich teilweise angewandt werden (für Details diesbezüglich vgl. die Ausführungen bei HÜTTEMANN (1997b)).

Für die Materialien dieses Bandes ist eine **Großform** zugrunde gelegt, durch die eine spezifische inhaltliche Abfolge der jeweiligen einzelnen Arbeitsblätter induziert ist.

So wird jeder Arbeitsabschnitt durch überwiegend **perzeptive** Anforderungen eingeleitet. Er wird beendet durch numerische Konstituenten, die überwiegend **produktive** Prozesse erfordern. Manchmal sind zwischen diese beide Phasen solche Arbeitsblätter eingeschaltet, bei denen **intermittierende Prozesse** wie Auswahl, Zuordnung etc. gefordert sind. Die folgenden Abbildungen sollen das spezifische Vorgehen näher beleuchten:

D1.2		Diagnostik: Teil 1	
bei	weniger	vor	sieben
vier	wir	mal	gegen
für	und	neun	nur

Abbildung 12: Beispiel für perzeptive Aufgabenstellung: Arbeitsblatt zur kategoriellen Identifikation von Zahlwörter

Diagnostik: Teil 1		D1.9	
8	neun	drei	acht
	zwei	sieben	

Abbildung 13: Beispiel für Aufgabenstellung bzgl. Auswahl/Zuordnung: Arbeitsblatt zur Auswahl von Zahlwörtern nach digitaler Vorgabe (Ausschnitt)

Diagnostik: Teil 1		D1.9	
1	_____		
8	_____		
11	_____		

Abbildung 14: Beispiel für überwiegend produktive Aufgabenstellung: Schreiben von Zahlwörtern nach digitaler Vorgabe (Ausschnitt)

Zusammengefaßt ergibt sich ein mehr oder weniger flächendeckendes System von Anforderungen numerischer Konversionen an die Probanden.

Die folgende Synopse soll hier das Grundscheema der spezifischen diagnostischen Anforderungen im Untersuchungsteil des Bandes darstellen - die jeweils erforderlichen Konversionen und ihre Gerichtetheit sind durch Vektoren symbolisiert:

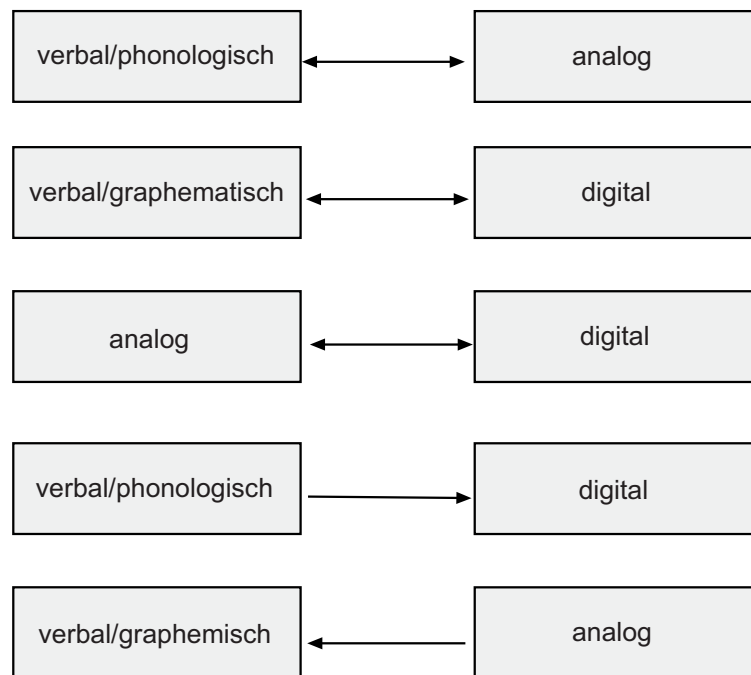


Abbildung 15:
Grundscheema der
diagnostischen
Anforderungen im
Untersuchungsteil

Entsprechend der eingangs erwähnten methodischen Analogie zwischen den diagnostischen und den therapeutischen Teilbereichen des Materialienbandes folgen die Arbeitsblätter der therapeutischen Abschnitte den im Diagnostikteil vorgegebenen Konstruktionsprinzipien, insofern gilt das obige Grundscheema gleichermaßen für die Konzeption des Therapieteils.

Grenzen schriftlicher Darstellung

Einem notgedrungen auf das schriftliche Medium festgelegten Materialienband sind in der Auswahl der zu bearbeitenden Sinnesmodalitäten natürlich(e) Grenzen gesetzt.

So liegt es auf der Hand, daß die Verwendung des z.B. bei FIAS et al. (s.o.) erwähnten phonologisch/phonematischen Materials (d.h. also gesprochener Zahlwörter) mit bedrucktem Papier nicht möglich ist; daher finden sich in einem Abschnitt über "ergänzende numerologische Übungen" (vgl. ebd.) einige Ideen und Vorschläge, die zeigen sollen, in welcher Form sich solches Material im Rahmen der Therapie operationalisieren läßt.

Distraktorkategorien

Die allermeisten präsentierten numerischen Aufgaben weisen eine charakteristische Struktur des Zusammenspiels zwischen Zielitem und spezifischen **Distraktoren** (i.d.R. im Verhältnis eins zu vier) auf. Dies gilt sowohl für den diagnostischen als auch für den therapeutischen Teil des Bandes.

Diese spezielle Struktur der Materialien dient folgenden Zielen:

- Bestimmung der **Fehlerrate** bei der Bearbeitung der Materialien durch die Probanden.
- Bestimmung eines spezifischen **Fehlerprofils**, d.h. qualitativ-inhaltliche Ergänzung der rein quantitativen Ergebnisse.

Wie sind nun die Ablenker konstruiert? In den meisten diagnostischen und therapeutischen Arbeitsblättern (Ausnahmen: s.u.) stehen die Ablenker in einem quantitativen und qualitativen Verhältnis zum Zielitem. Letzteres bedeutet: Die Ablenker stehen mit dem Zielitem in **Minimalpaarrelation**.

Der Begriff des "Minimalpaars" ist sehr zentral in der theoretischen Linguistik. Darunter versteht man zwei Beispiele verbaler Sequenzen, die sich in allen verbalen Eigenschaften - außer in einer - gleichen. Je nach der Charakteristik der differenzierenden Eigenschaft werden die Minimalpaare unterschiedlich bezeichnet. So bilden z.B. die sprachlichen Begriffe 'Bauch' und 'Rauch' ein **phonologisches**, demgegenüber 'Messer' und 'Gabel' ein **semantisches** Minimalpaar.

Vor allem seit den Arbeiten von DELOCHE und SERON können gleiche Kategorisierungen auch für numerische Begriffe vorgenommen werden. Auf diese Weise können die folgend aufgeführten numerischen Minimalpaare, die auch in konstitutiver Form für den Materialienband eingesetzt wurden, bestimmt werden.

- Syntaktisches Minimalpaar: '73' und '37'
- Semantisch/lexikalisches Minimalpaar: '85' und '84' (gemäß DELOCHE & SERON auch Minimalpaar bzgl. der "stack position")
- Phonologisches Minimalpaar: 'Einundneunzig' und 'Neunundneunzig'
- Morphologisches Minimalpaar: 'Vierundfünfzig' vs. 'Vierhundertfünfzig'
- Räumlich-konstruktives Minimalpaar: '66' und '99'
- Minimalpaar bzgl. der *stack information*: 'dreitausendeinhundert' und '3000100'.

Das Gegenstück zum minimalpaarrelationierten Distraktor ist der unrelationierte Ablenker. Arbeitsdurchgänge, die eine quasi binomiale Struktur (Zielitem vs. unrelationierte Ablenker) aufweisen, können nur bloße Fehler**quotienten** darlegen, nicht aber z.B. Fehler**profile** (s.o.; vgl. zu diesem Thema auch HÜTTEMANN, 1997b, S. 424). Die allermeisten diagnostischen und therapeutischen Durchgänge mit dem Hintergrund Auswahl/Zuordnung (bei den anderen erübrigt sich dies selbstredend) weisen eine spezifische Struktur mit einem stabilen Verhältnis zwischen Zielitem und

gleichmäßig durchkonstruierten Ablenkern auf. Nur dort, wo in einem Bereich das oben formulierte Ziel der Ermittlung eines Fehlerprofils nicht erreichbar ist, finden sich in den Arbeitsblättern nur unrelationierte Ablenker.

Randomisierung

Methodologisch nehmen die numerischen Materialien ihren Platz ein im Kontext verbal-sprachpathologischer und neuropsychologischer Aufgabenkomplexe. Ein wesentliches operationelles Ziel solcher Aufgabenstellungen ist eine möglichst genaue Bilanz des tatsächlichen kognitiven und/oder verbalen Leistungsvermögens der Probanden. Ein beträchtlicher Teil verbaler bzw. kognitiver Materialien basiert auf dem Prinzip Auswahl/Zuordnung, mithin auf einem (möglichst methodisch fundierten) Zusammenspiel zwischen der korrekten Lösung/dem Zielitem und den als Umfeld angebotenen (spezifiziert inkorrekten) Ablenkern (zur Analyse von Aufbau und Binnenstruktur verschiedener veröffentlichter sprach- bzw. aphasietherapeutischer Arbeitsblattsammlungen vgl. HÜTTEMANN, 1997b/ passim).

Kommen wir zurück auf die o.a. Leistungsbilanz: Diese läßt sich nur erreichen durch ein spezifisches Verteilungsverhältnis zwischen der jeweils korrekten Lösung und deren Ablenkern.

Auf der Probandenseite muß schließlich gesichert sein, daß die Auswahlentscheidung eines jeweiligen Arbeitsblatts durch eine eigenständige Willensentscheidung bestimmt wird. Eine quasi mnemonische Strategie (z.B. abgeleitet aus der Beobachtung, daß das (vermutlich?) korrekte Item z.B. überwiegend an der 2. Position entdeckt wurde) würde sofort das Bild des tatsächlichen aktuellen Leistungsvermögens verfälschen zugunsten eines auf vermuteter *Trefferrate* basierenden Ergebnisses. Bei Aufgabenstellungen mit mehr als einer korrekten Lösung kann der Aspekt der Randomisierung mit einer weiteren Frage verbunden werden. Diese betrifft das **Zahlenverhältnis** der korrekten zu den inkorrekten Materialkonstituenten. Befinden sich beispielsweise bei einer Gesamtzahl von fünf Items Durchgang für Durchgang die dargebotenen Elemente in einem konstanten "Mischungsverhältnis" (z.B. zwei korrekte zu drei inkorrekten Items), so kann die Authentizität der Entscheidung (s.o.) bereits dadurch beeinflusst werden. So kann ein Proband beispielsweise nach der Bearbeitung von drei durch ihn **falsifizierten** Items die beiden übrigen Elemente "der inneren Logik des Sachverhalts folgend" sozusagen automatisch **verifizieren**. Um also die Authentizität der Probanden-Entscheidung zu erhöhen, variiert der Anteil der korrekten Items bei all den Arbeitsblättern, die Aufgaben mit mehr als einer korrekten Lösung enthalten. So ist bei diesen Materialien *theoretisch* (d.h. also von der Erwartungshaltung der Probanden her) jede denkbare Kombination möglich: Von **keinem inkorrekten** Item (also: alle Lösungsangebote sind korrekt) bis hin zu einer Rate von 100% Ablenkern (also **kein korrektes** Lösungsangebot - alle Items müssen falsifiziert werden).

Die folgenden zwei Abbildungen illustrieren (in Gegenüberstellung zur Anordnung bisher im Sprachbereich üblicher Materialien) die therapiestrategische Strukturierung der Auswahl-/Zuordnungselemente bei aufeinanderfolgenden Arbeitsdurchgängen (die Plazierungen der Stimuluselemente sind markiert durch **helle Flächen** (für die Zielitems) und **dunkle Flächen** (für die Ablenker). Abbildung 16 zeigt die Anordnung

verbaler Elemente unter der Fragestellung semantisch relationiert vs. semantisch unpassend (mit dem Materialbegriff 'Stein' als Referenzitem (hier nicht dargestellt) und den vier Begriffen 'Haus', 'Burg', 'Mauer', 'Zelt' als Auswahl-/Zuordnungselemente (s.u. - 1. Durchgang in der Darstellung)).

1. Durchgang

--	--	--	--

2. Durchgang

--	--	--	--

3. Durchgang

--	--	--	--

4. Durchgang

--	--	--	--

5. Durchgang

--	--	--	--

Abbildung 16: Strukturelle Anordnung von verbalem Material (multiple choice-Verfahren) in konventionellen sprachtherapeutischen Aufgabensammlungen (aus ENGL et al., 1996, S. 77)

1. Durchgang

--	--	--	--

2. Durchgang

--	--	--	--

3. Durchgang

--	--	--	--

4. Durchgang

--	--	--	--

5. Durchgang

--	--	--	--

Abbildung 17: Strukturelle Anordnung numerischen Materials (gleiches Verfahren) in Arbeitsblatt 2.55f

Einem Interesse an vergleichbaren Evaluationsresultaten zwischen verschiedenen Abschnitten auch bei den therapeutischen Materialien steht das Verfahren der unregelmäßigen Verteilung von Ziel- und Distraktorelementen nicht im Wege: Summa summarum findet sich in den in Abbildung 16 und in Abbildung 17 formalisierten Aufgabenausschnitten der gleiche Anteil an Distraktorelementen (20%).

Exklusivität der jeweiligen Fragestellung

Im Interesse einer möglichst gut kontrollierten Methodik des therapeutischen Vorgehens ist es für jeden in Form eines Aufgabenblatts gestellten Arbeitsabschnitt erforderlich, eine spezifische informationsverarbeitende **Teilbelastung** zu thematisieren. D.h., ein Arbeitsblatt sollte im Zentrum seiner Konstruktion in der Regel immer nur **eine Fragestellung exklusiv** fokussieren.

Nur mithilfe dieser Methodik können bei der Evaluation des Materials die schon erwähnten **quantitativen** (bloße Anzahl der fehlerhaft gelösten Durchgänge) **und qualitativen** Erkenntnisse (z.B. über die Häufung von Fehlleistungen in einem Arbeitsblatt mit morphologischer Fragestellung gegenüber einem beliebigen anderen Blatt) gewonnen werden (vgl. hierzu auch die Diskussion dieses Aspekts im Abschnitt *Distraktorkategorien*).

Wo immer in dem Materialienband mehr als eine Fragestellung fokussiert wird, ist dies ausdrücklich erwähnt und Bestandteil der Konzeption für den spezifischen Arbeitsabschnitt.

Verarbeitungsrelevante Charakteristika

Diagnostischer Teil

Vorbemerkung zur generellen Handhabung des Diagnostikteils

Die Durchführungsmodi für die einzelnen diagnostischen Abschnitte sind jeweils in den dazugehörigen Untersuchungsbögen erläutert.

Darüber hinaus sollten aber auch allgemeine Durchführungsmodalitäten der Diagnostik eingehalten werden, um eine möglichst große Vergleichbarkeit der zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhobenen Diagnostiken zu gewährleisten.

Im allgemeinen sollten die Durchführungskriterien, wie sie im Rahmen des "Aachener Aphasie Tests" (AAT) Anwendung finden (vgl. HUBER, POECK, WENIGER & WILLMES, 1983), berücksichtigt werden. Dazu gehört die Charakterisierung der **Wiederholung**: a) Proband selbst bittet um Wiederholung, b) Untersucher bietet Wiederholung an. (Vorschlag zur Notation: Markierung mit "W"). **Eine** Wiederholung ist zulässig, danach sollte eine Lösung zustande kommen oder zum nächsten Item übergegangen werden.

Wird eine zunächst inkorrekte Lösung verbessert, so wird dies im AAT-Verfahren als "Selbstkorrektur" bewertet (Vorschlag zur Notation: "SK").

Ereignen sich in einem Durchgang mehr als drei Nullreaktionen (evtl. einschließlich

Wiederholungen) nacheinander, erfolgt der Abbruch für den gesamten Aufgabentyp.

Wenn der Untersucher/Benutzer größere Zahlwörter vorlesen soll, kann er im Fall alternativer Varianten (z.B. 'tausendsiebzig' vs. 'eintausendsiebzig') in der Regel beliebig wählen.

Auswertung: Der diagnostische Abschnitt ist in allen Teilen so angelegt, daß Anzahl und Qualität der ermittelten numerischen Fehlleistungen einer Auswertung zugänglich gemacht werden können. Die dargebotenen Distraktoren einer bestimmten Typenklasse können allerdings in ihrer *Parität* zu anderen Untersuchungssitemen nicht immer kontrolliert werden. Das ist vor allem dann der Fall, wenn es an genügend vielen Vertretern aus einer Stimulusklasse (z.B. Quantoren oder Particulars (zu Letzteren vgl. die Diskussion der phonologischen Prozesse im Abschnitt *Prozedurale Aspekte*)) fehlt. Solche Mängel an Zeichenvorrat kommen auch bei den Inhaltswörtern der Sprache vor, sind jedoch durch die weit größere Diversifikation verbaler Konstituenten ("offene Klasse") besser "kaschiert". So gibt es zwar ein Antonym zu dem Begriff 'hungrig' ('satt'), ein ontologisch zweifellos gerechtfertigtes Antonym zu 'durstig' existiert aber nicht.

Entsprechend dem diagnosestrategischen Ablaufschema der Anforderungen an (dominant) *perzeptive* > *intermittierende* > *produktive Prozesse* enthält der diagnostische Teil in seinen dominant perzeptiv und intermittierend motivierten Abschnitten eine **ergebnisfixierte**, in seinen produktive Prozesse induzierenden Abschnitten eine **ergebnisoffene** Binnenstruktur. Die ergebnisfixierten Anteile der Diagnostik sind gekennzeichnet durch jeweils im Material selbst vorgegebene, methodisch strukturierte, systematische Ablenker, welche einen jeweils spezifischen Fehlleistungsprozeß provozieren. Die ergebnisoffenen Anteile erhalten ihren Informationswert durch die von den Probanden produzierten (v.a. numerischen) **Paraphrasien**.

Während in den Erläuterungen zu Durchführung und Auswertung die diagnostisch vorstrukturierten Ablenker je Durchgang komplett porträtiert werden, sind die potentiell zu erwartenden Paraphrasien exemplarisch (in je drei Beispielen) skizziert. Dies folgt aus der Ergebnisoffenheit derjenigen Diagnoseabschnitte, die produktive Prozesse erfordern.

Die Fehler bezüglich der *stack position* (PO) sind in einigen Abschnitten in relativ zum Zielitem benachbarte (POA - z.B. bei '26' vs. '27') bzw. von ihm entfernte (POD - z.B. bei '22' vs. '27') Varianten aufgespalten. In dieser Weise wurde in all denjenigen diagnostischen Abschnitten verfahren, deren Untersuchungssitemen innerhalb sehr enger Zahlenräume strukturiert sind (vgl. hierzu beispielsweise Arbeitsblatt D2.1), so daß zahlreiche distraktorgeeignete Abweichungskriterien (SY, MO oder ST) irrelevant sind. Dadurch steigt die lokale Bedeutung der PO-Varianten beträchtlich. Im Rahmen der Evaluation können aber alle PO-Varianten wieder zusammengefaßt werden. (Die durch die lokalen Verhältnisse der Untersuchungssitemen so ermöglichte *diagnostische Lupe* kann z.B. einer feineren Analyse bei solchen Probanden dienen, mit denen die weiteren Untersuchungsabschnitte nicht durchführbar sind (z.B. Patienten mit schwereren Aphasien)).

Wo bei einem ergebnisoffenen Durchgang Fehlerklassifizierungen vorgegeben sind,

ist die (für die Benutzer als Orientierung gedachte) gewählte Abfolge keinesfalls als hierarchisierte Liste aufzufassen. Zusätzlich können weitere (hier bereits diskutierte) Fehlerkategorien bzw. eventuelle ideosynkratische Abweichungen o.ä. protokolliert werden.

Die Materialien

Teil 1 Basis-Diagnostik

Diagnostik-Blätter **D1.1-D1.13**

D1.1: Perzeptive Prozesse

Identifikation der Zeichenkategorie "Ziffern" (Elemente der *Units* (s.o.)) zwischen Symbolen verbaler bzw. anderer numerischer Provenienz.

D1.2: Perzeptive Prozesse

Identifikation der Zeichenkategorie "Zahlwörter" (Elemente der *Units*) zwischen strukturähnlichen Funktionswörtern (vgl. Abb. 12).

D1.3-D1.9: Auswahl/Zuordnung

Multimodale, größtenteils reziproke Transkodierungen (vgl. Abb. 13).

D1.10-D1.13: Produktive Prozesse

Multimodale, größtenteils reziproke Transkodierungen (vgl. Abb. 14).

Teil 2 Zahlenidentifikation

Diagnostik-Blätter **D2.1-D2.6:** Auswahl/ Zuordnung.

Identifikation von Ziffern in vorgelegten Matrizen bei auditiver Darbietung.

Enthält (Minimalpaar-)Relationen aus folgenden Kategorien:

- PHONOLOGIE ('91' ('Einundneunzig') vs. '99' ('Neunundneunzig'))
- RÄUMLICH-KONSTRUKTIVE RELATIONEN ('13' vs. '18'; '41' vs. '47')
- MORPHOLOGIE ('815' vs. '850'; '69' ('Neunundsechzig') vs. '960' ('Neunhundertsechzig'))
- SEMANTIK/STACK POSITION ('85' vs. '84')
- STACK INFORMATION ('Tausenddreihundert': '1300' vs. '1000300')
- SYNTAX ('37' vs. '73'; '734' vs. '743')

Der Untersuchungsabschnitt ist charakterisiert durch eine ganze Serie numerischer Matrizen (anstelle einer einzelnen großen Matrix). Die Darstellungsweise soll einem Beobachtungs- bzw. Auswertungsartefakt vorbeugen, aufgrund dessen Fehler bei Probanden mit visuokognitiven Problemen wie Neglect oder Hemianopsie irrtümlicherweise als genuin numerische Defizite mißinterpretiert würden.

Teil 3 Arabic/verbal Matching-Verfahren

Diagnostikblätter **D3.1-D3.18**: Auswahl/ Zuordnung.

Komplexe Transkodierung (verbal/digital; ein- bis maximal fünfstellige Werte - Zielitem zwischen je vier Distraktoren aus dem Gesamtpool **phonologisch - räumlich-konstruktiv - morphologisch - syntaktisch - semantisch/"stack position" - "stack information"**).

Teil 4 Lautes Lesen von Zahlen + Zahlendiktat

Diagnostikblätter **D4.1-D4.2**: Produktive Prozesse

D4.1: Lautes Lesen von Zahlen (Ziffern); je vier Items pro Zeile. Ausnahmen: Zeile 1 (*Units*) und Zeile 9 (Kombination Zahlen mit paranumerischen Symbolen).

D4.2: Schreiben von Zahlen (Ziffern) nach Diktat; je fünf Items pro Zeile. Ausnahme: Zeile 1 (*Units*) und Zeile 9 (Brüche/Zahlen in Ausdrücken mit paranumerischen Symbolen (je acht)).

D4.1 und **D4.2** weisen folgende Systematik auf:

1 Zahlenkonzept

- Zeile 1: *Units*
- Zeile 2: *Teens/Particulars* (s.o./Abschnitt *Prozedurale Aspekte*, (Phonologische Prozesse))
- Zeile 3: *Decade-Formationen* (zweistellige Werte)
- Zeile 4: Drei- bis maximal fünfstellige Zahlen mit Endziffer 0
- Zeile 5: Vier- bis maximal siebenstellige Zahlen mit Endziffer ungleich 0
- Zeile 6: Vier- bis maximal siebenstellige Zahlen mit multiplen Ziffernwiederholungen (nur bei D4.2)
- Zeile 7: Drei- bis maximal siebenstellige Zahlen mit eingebetteten Nullstellen (bei D4.1 Zeile 6)
- Zeile 8: Dezimalzahlen (bei D4.1 Zeile 7)
- Zeile 9: Brüche/Zahlen in Kombination mit paranumerischen Symbolen.

Die Systematik für den Abschnitt "Zahlenkonzept" erfolgte zum großen Teil in Anlehnung an die bei CLAROS-SALINAS (1988; S. 312f.) konzeptualisierten Kriterien. Die Bewertung der Reaktionen der Probanden im Untersuchungsteil "Lautes Lesen" sollte in Analogie zu den Bewertungsvorschlägen für den diagnostischen Abschnitt "Untertest Benennen" im Handbuch des "Aachener Aphasie Tests" (AAT) erfolgen (dies gilt vor allem für die Bewertung phonologischer Paraphrasen wie z.B. 'seibzehn' für '17').

2 Zahlenoperation

- Zeile 10:
 - bei D4.1: Vorlesen kompletter Rechenaufgaben aller vier Grundrechenarten einschließlich Resultat. (D4.1 endet bei Zeile 10).
 - bei D4.2: Addition. Die Aufgabenstellung enthält die Anforderungsstufen
 - Addition von *Units*/Summe unterhalb der Zehnergrenze
 - Addition von *Units*/(einfacher) Zehnersprung
 - Addition von *Teens*/(einfacher) Zehnersprung
 - Addition von *Unit* (also kleiner Summand) und *Teen* (großer

- Summand)/(einfacher) Zehnersprung
 -Addition von *Teen* und *Decade-Formation*/doppelter Zehnersprung
- Zeile 11: Subtraktion. Die Aufgabenstellung enthält die Anforderungsstufen
 - Subtraktion unterhalb der Zehnergrenze
 - Subtraktion mit (einfachem) Zehnersprung
 - Subtraktion mit (einfachem) Zehnersprung/zweistelliger Subtrahend
 - Subtraktion mit doppeltem Zehnersprung/einstellige Differenz
 - Subtraktion mit doppeltem Zehnersprung/zweistellige Differenz
 - Zeile 12: Multiplikation. Die Aufgabenstellung enthält die Anforderungsstufen
 - Multiplikation mit einstelligem Produkt
 - Multiplikation mit *Teen*-Produkt
 - Multiplikation mit zweistelligem Produkt
 - Multiplikation mit einem zweistelligen Faktor ("Großes Einmaleins"/Faktor #1 Faktor #2)
 - Multiplikation mit einem zweistelligen Faktor ("Großes Einmaleins"/Faktor #2 Faktor #1)
 - Zeile 13: Division. Die Aufgabenstellung enthält die Anforderungsstufen
 - Division mit Dividend und Divisor aus der Gruppe der *Units*
 - Division mit zweistelligem Dividenden
 - Division mit dreistelligem Dividenden/ Divisor zweistellig ("Großes Einmaleins")
 - Division mit (einstelliger) Dezimalzahl als Quotient
 - Division mit (zweistelliger) Dezimalzahl als Quotient

Bei allen vier Rechendurchgängen wurde die bereits oben diskutierte Modellvorstellung vom **matrixabhängigen** Abruf der arithmetischen Fakten zugrunde gelegt. Im Falle der Punktrechnung bekommt das Matrixmodell eine besondere Relevanz, da hier offensichtlich die Grenzen zwischen automatischem (matrixgesteuertem) Abruf und anderen, sehr viel komplexeren Verlaufsformen der Berechnung besonders deutlich werden.

Die Unterschiede liegen in der individuellen Biographie des jeweiligen Rechners begründet.

Differenziert werden muß zwischen dem einfachen Matrixabruf, bei dem die arithmetischen Fakten schlicht memoriert werden, und der komplexen Kalkulation in mehreren Stufen, die einsetzen muß, wenn der einfache Abruf nicht zum Resultat führt.

In der matrixgesteuerten einfachen Kalkulation (z.B. bei Aufgaben des "Kleinen Einmaleins" ($4 \times 5 = 20$)) greift der Rechner auf eine mnemonische Verknüpfungsrelation zwischen den sich aus den arithmetischen Fakten ergebenden Zelleneintragen der benötigten Matrix zurück. Die mnemonische Relation ergibt sich zwischen dem Zeilenwert '4' (Faktor #1), dem Säulenwert '5' (Faktor #2), dem Rechenzeichen (malnehmen) und dem Ergebnis '20' (Produkt) der Multiplikationsmatrix. Im Falle einer entsprechenden Division ($20 : 5 = 4$) würde gemäß der Modellvorstellung der Prozeß sozusagen in umgekehrter Richtung verlaufen.

Im Falle einer Division, die eine Dezimalzahl als Resultat erfordert (z.B. $39 : 6 = 6,5$), ist dagegen ein mehrstufiger Prozeß notwendig. In ihren Grundzügen verläuft diese Kalkulation in sechs Stufen:

1. Schritt: Zugriff auf die Matrix ohne Ergebnis ('39' existiert nicht als Zelleneintrag)
 2. Schritt: Suche nach einem nächstmöglichen, vorläufigen Produkt" ('36')
 3. Schritt: Einfache Division ($36 : 6 = 6$); *mnemonische Ablage* des Ergebnisses ('6')
 4. Schritt: Subtraktion ($39 - 36 = 3$); *mnemonische Ablage* des Ergebnisses ('3')
 5. Schritt: Division *Ergebnis aus Schritt 4* (3) geteilt durch 6: '0,5' (aus einer improvisierten Matrix der rationalen Zahlen)
 6. Schritt: *Addition Ergebnis aus Schritt 3 plus Ergebnis aus Schritt 5* (6,5 - Endergebnis)
- Bei der **Addition** wurden neben den oben genannten Anforderungsstufen die Erkenntnisse von WARRINGTON (1987; s.o.) über das Größenverhältnis der (zwei) Summanden zueinander berücksichtigt.

Bei der Konzeptualisierung der **Multiplikation** wird differenziert zwischen einstelligen Faktoren (Aufgaben zum "Kleinen Einmaleins"; hypothetisch angenommene Verarbeitung *automatischer Zugriff/automatische Verknüpfungsrelation* wie oben demonstriert) und den Aufgaben zum "Großen Einmaleins" mit den hypothetisch angenommenen multiplen Abruf- und Arbeitsspeicher-Ablageprozessen. Ein prämorbid mehr oder weniger automatischer Zugriff auf die arithmetischen Fakten und Matrizen wird für das "Kleine Einmaleins" grundsätzlich unterstellt. Diejenigen Probanden, die auch über darüber hinausgehende automatische Verarbeitungskapazitäten verfügen, fallen durch die geringe Latenzzeit bei der Lösung der Aufgaben entsprechend auf. In jedem Fall sollten die Probanden - ganz unabhängig von der Bearbeitungszeit und dem Zurechtkommen mit den diagnostischen Aufgabenstellungen - nach der Diagnostik zu den Modalitäten der Aneignung von Rechenprozessen (vor allem im Rahmen der Schulausbildung) befragt werden.

Modalitäten der Durchführung und Auswertung

Zur Erleichterung von Durchführung und Auswertung liegen den Benutzern entsprechende Protokollbögen vor, in denen die Instruktionen für den jeweiligen diagnostischen Durchgang verzeichnet sind.

Diese Protokoll- und Auswertungsbögen enthalten evaluative Kategorien, die spezifische Kernaussagen zu Art und Ausmaß einer möglichen Beeinträchtigung der Zahlenverarbeitung zulassen. So können entweder **verbale** Fehlprozesse (z.B. große Fehlerhäufungen im Bereich der *stack information*) oder **kognitive** Defizite (z.B. große Streuung der Fehlertypen) aufgedeckt werden bzw. eine Kombination aus beiden (z.B. gehäufte Probleme in der Verarbeitung der Zahlenspanne kombiniert mit einem Störungsschwerpunkt im verbalen Bereich).

Diagnostik: Durchführung/Auswertung		3
Name:	Datum:	

Untersuchungsbogen Diagnostik der Zahlenverarbeitung Teil 1 (Basisdiagnostik)

Darbietungsmaterial: Probanden-Arbeitsblätter D1.1-D1.13

D1.1	"Unterstreichen Sie bitte alle Ziffern"
------	---

Abbildung 18: Protokollbogen Diagnostik mit Handanweisung für Untersucher/Benutzer (Ausschnitt)

Therapeutischer Teil

Vorbemerkung

Zwangsläufig muß jede schriftliche Darlegung eines Sachverhalts Seite um Seite in einer bestimmten Reihenfolge der Textpassagen gegliedert sein. Eine gewisse *Vorgabe* des strategischen Vorgehens findet sich ja bereits in dem Abfolgeschema (vgl. Abb. 1), in dem die Großform "**Diagnose**, dann Therapie der **grundlegenden Vorgänge**, schließlich Therapie der **praktischen Prozesse**" mehr oder weniger verbindlich nahegelegt wird. Dennoch wird sich die strikte Einhaltung dieser Abfolge nicht in jedem einzelnen Fall unbedingt anbieten.

So ist einerseits die Abfolge im mittleren Teil des Materialienbandes so angelegt, daß die Aufgabenkomplexe zum numerischen Konzept denen zum operationellen Umgang mit Zahlen vorausgehen. Im Falle einzelner Arbeitsblätter war es jedoch unerlässlich, Anforderungen aus beiden numerischen Domänen miteinander zu kombinieren. Dies bringt es mit sich, daß die oben genannte Reihenfolge an einzelnen Stellen durchbrochen werden muß. Nähere Ausführungen dazu finden sich in diesem Abschnitt (s.u.), sowie in den Detail-Beschreibungen der verschiedenen Aufgabentypen (vgl. ebd./passim).

Die Zuordnung solcher Arbeitsblätter zu einem spezifischen Kapitel ist an deren **Hauptfragestellung** orientiert.

Das folgende Beispiel soll diesen Sachverhalt ein wenig erhellen:

Transkodierung digital > verbal: Kalkulationskomponente	3
---	---

Wie lautet das Ergebnis? Bitte tragen Sie die Zahlwörter ein.

10 + 3 =	Dreizehn
8 + 1 =	
4 + 3 =	
6 + 6 =	

Abbildung 19: Arbeitsblatt Transkodierung mit integrierter Kalkulationskomponente (Ausschnitt)

Dieses Arbeitsblatt ist entgegen möglichen Erwartungen nicht dem Kapitel "Kalkulation" zugeordnet, weil das Hauptarbeitsziel nicht die Kalkulation selbst ist, sondern diese quasi nur als Exerzierfeld der eigentlichen Fragestellung (Transkodierung verbal/digital) dient. Der Kalkulationsvorgang tritt also in den Hintergrund.

Zu einer Zuordnung von Materialien zum Kapitel "Kalkulation" gehört a) die Einstufung des Rechenvorgangs als Hauptarbeitsziel und b) die Konzipierung der zu dem Abschnitt gehörenden Arbeitsblätter als Materialien innerhalb derselben Modalität (z.B. digital wie in "3 + 2 = 5").

Bei denjenigen Arbeitsblättern, die eine Kalkulationskomponente enthalten, handelt es sich bei dem vorausgesetzten Rechenprozeß i.d.R. um basale Phänomene wie bloßer Magnituden- oder "odd-even"-Vergleich, in einzelnen Fällen um Grundrechenvorgänge mit bescheidenen Magnituden. In jedem Fall muß die einzelne Kalkulationskomponente unbedingt zuvor mithilfe der entsprechenden Arbeitsbögen (d.h. isomorphes Material mit genuiner Kalkulationsaufgabe) durchgearbeitet worden sein und weitgehend mit dem Ergebnis o.B. abgeschlossen sein!

Das Layout eines jeden einzelnen Arbeitsbogens enthält eine Kopfzeile mit den wichtigsten organisatorischen Daten zum vorliegenden Aufgabentyp. In dieser Kopfzeile befindet sich die Angabe des Kapitels, dem das Arbeitsblatt zugeordnet ist. Es folgt eine mit der Kapitelangabe durch Doppelpunkt verbundene Spezifizierung, die den eigentlichen Aufgabentyp kennzeichnet. Am Rand der Kopfzeile befindet sich die Numerierung. Die Anzahl der zu einem Aufgabentyp gehörenden Arbeitsblätter variiert je nach Bedarf.

2.48	Transkodierung verbal > digital: Magnitudenvergleich
------	--

Abbildung 20: Beispiel einer Kopfzeile für ein therapeutisches Arbeitsblatt

Die in den Kopfzeilen vermerkten Informationen sind nur für die Benutzer und deren bessere Orientierung im System der numerischen Materialien bestimmt. Notfalls müssen die Probanden auf diesen Umstand hingewiesen werden. Die für die Probanden bestimmten Instruktionen befinden sich unterhalb der Kopfzeile.

Welches der beiden Quadrate enthält mehr Punkte?

Bitte kreuzen Sie an.

Abbildung 21: Exemplarische Instruktion eines Arbeitsbogens

Wo dies erforderlich ist, wird die oben genannte Instruktion durch eine Beispielzeile ergänzt. Diese Beispielzeile wird dann auf jedem weiteren Arbeitsblatt den einzelnen Aufgaben vorangestellt.

Die hier gewählte Reihenfolge, in der die einzelnen Kapitel vorgestellt werden, soll keinesfalls eine Abfolge in der Auswahl der numerischen Arbeitsblätter präjudizieren. So gibt es beispielsweise im Kapitel "Kalkulation" Arbeitsabschnitte, die solchen aus dem Kapitel "Numerische Basisprozesse" vorausgehen können.

Auch innerhalb der Kapitel können sich - ganz wie bei verbalem Material - bei der Auswahl verschiedener Arbeitsblätter Unterschiede bzgl. der Abfolge ergeben. Die im Materialienband gewählte Abfolge entspricht hauptsächlich den Verhältnissen "im Schnitt".

Tatsächlich festgelegt in der Reihenfolge ist nur der bereits in Abb. 1 im *Großschema Numerische Rehabilitation* (s.o.) dargelegte makroskopische Ablauf für die Therapieorganisation. Auch die bereits diskutierte mikroskopische Abfolge gemäß dem im Abschnitt "Eigenschaften der Materialien" vorgestellten Dreierschema Perzeption - Auswahl/Zuordnung - Produktion sollte im wesentlichen berücksichtigt werden.

Alle anderen Entscheidungen bzgl. der Reihenfolge der zahlentherapeutischen Materialien sollten aus der Arbeit mit dem einzelnen Probanden heraus erfolgen.

Numerische Basisprozesse

Aufgabentyp "Lexikalische Entscheidung (für Zahlwörter)"

Zuordnung/Funktion:

In den Arbeitsblättern wird der Zugriff auf die phonologische und morphologische Strukturierung von Zahlwörtern thematisiert, und zwar in Abhängigkeit von den bei

der Modifikation der Magnituden erforderlichen verbalen Manipulationen wie z.B. Phonem-Tilgungen (Sieben Siebzehn).

Struktureller Aufbau:

Die Arbeitsblätter enthalten teils reale, teils strukturell ähnliche, jedoch neologistische Zahlwörter, die zur lexikalischen Entscheidung *echtes/richtiges Zahlwort* vs. *falsches Zahlwort* dargeboten werden.

Die den echten Zahlwörtern gegenübergestellten numerischen Neologismen bestehen aus Elementen, die durch folgende Verstöße gegen verschiedene numerische Konstruktionsprinzipien gekennzeichnet sind:

- a) Ignoranz der Tilgungsvorschrift bei einem Magnitudenwechsel. Item: 'Sechszehn'.
- b) Ignoranz der Vorschrift "keine Null in äußerster linker Position". Item: 'Nullundneunzig'.
- c) Ignoranz der Vorschrift für die Kombination numerischer Einheiten mit *multipliern*. Item: 'Tausendhundertacht'.
- d) In einzelnen Fällen eine Kombination aus den obig genannten Abweichungen.

Z.T. stammen die Items aus realen Corpora, die im Rahmen der klinischen Arbeit mit neurologischen Patienten erhoben wurden, zu einem geringen Teil bestehen sie aus entsprechend konstruierten phonologischen bzw. morphologischen Ketten.

Aufgabentyp "Zahlwortvergleich"

Zuordnung/Funktion:

Das Material fordert einen Abgleich zweier Zahlwörter bzgl. der Fragestellung gleiche oder ungleiche Magnitude.

Hintergrund dieses Zahlwortvergleichs ist es zum einen, die Sensibilität für geringfügige, minimalpaarähnliche Abweichungen bei verbal-graphematischen Ketten zu überprüfen. Zu diesem Zweck werden in den Arbeitsblättern alle bisher genannten Distraktoren (vgl. ebd.) verwendet. Die Erwartung bzgl. einer noch problematischen Bearbeitung des Materials ist, daß z.B. bei mangelnder Sensibilität für morphologische Prozesse die Zahlwörter 'Siebenhundertfünfzehn' und 'Siebenhundertfünfzig' fälschlicherweise als (magnituden)gleich eingestuft werden.-

Ein zweiter Aspekt des Aufgabentyps ist die Überprüfung der Sensibilität für die ebenfalls bereits diskutierten freien Variationen für numerische Ausdrücke. Diese Fragestellung berührt einerseits die Freiheit bei einzelnen *multipliern* in der Kombination mit 'eins' (also 'hundert' vs. 'einhundert'; 'tausend' vs. 'eintausend'), andererseits die numerischen Werte aus dem Zahlenraum 1.099 2.000, die bei kontextfreier Verwendung ebenfalls beliebig wählbar sind ('(ein)tausendeinhundert' vs. 'elfhundert'). Für die Einordnung des Aufgabentyps in dieses Kapitel gibt es keine eindeutige Beweisführung.

Dieser Arbeitsabschnitt könnte ebenso gut auch dem Kapitel "Kalkulation" zugeschlagen werden, da im weitesten Sinne eine Bearbeitung von Magnituden erfolgen muß (vgl. dazu die Diskussion in Rahmen der Darstellung der Aufgabentypen im Kapitel "Kalkulation"). Ausschlaggebend für die Zuordnung des "Zahlwortvergleichs" zu den "Basisprozessen" ist hier die Tatsache, daß die Magnituden nur unter dem Aspekt "gleich vs. ungleich" geprüft werden müssen.

Struktureller Aufbau:

Neben dem bereits erwähnten System von (im großen und ganzen mit den identischen Zahlwortpaaren quasi normalverteilten) Ablenkern weist die Entwicklung der Struktur der fortlaufenden Arbeitsblätter im Prinzip steigende Magnituden auf, wobei dies hier kaum mehr als ein Ordnungskriterium darstellt.

Zur besseren Veranschaulichung der Abfolge der verwendeten Ablenker soll an dieser Stelle einmal sozusagen exemplarisch für den therapeutischen Teil des Bandes ein solches System skizziert werden (der Einfachheit halber sind die im Original als Zahlwörter dargebotenen numerischen Items (mit einer Ausnahme) hier in transkodierter Form (digital) dargestellt):

- syntaktisches Minimalpaar ('78' vs. '87')
- dentisches Zahlwortpaar ('36' vs. '36') (struktur- und magnitudengleich)
- phonologisches (Quasi-)Minimalpaar ('99' vs. '91')
- morphologisches Minimalpaar ('41' vs. '140')
- semantisch/lexikalisches Minimalpaar ('53' vs. '52')
(Juxtaposition bzgl. der *stack position*)
- morphologisches Minimalpaar ('90' vs. '19')
- identisches Zahlwortpaar ('610' vs. '610') (struktur- und magnitudengleich)
- identisches Zahlwortpaar ('Tausendzweihundertzehn' vs. 'Zwölfhundertzehn';
aber auch: 'Tausendzweihundertzehn' vs. 'Eintausendzweihundertzehn')
(magnitudengleich; strukturdifferent)
(Unrelationierte Ablenker enthält dieser Aufgabenabschnitt nicht.)

Transkodierung

Die Transkodierung bietet aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten zur Operationalisierung von Konversionen zwischen den verschiedensten numerischen Werten eine immense Fülle möglicher Aufgabenkombinationen. So gesehen, kann das hier vorgestellte Material nur eine partielle Auswahl aus dem denkbaren Gesamtspektrum umfassen. Doch können aus dem praktischen Umgang mit den Materialien heraus zahlreiche zusätzliche Arbeitsblätter entwickelt werden. Die folgenden Abbildungen sollen die diesbezüglichen Möglichkeiten andeuten (vgl. dazu auch Abb. 19).

Neben den oben gezeigten Strukturierungen nach den Mustern analog/digital bzw. verbal/analog können auch alle anderen in Abb. 15 dargestellten Relationen zum Gegenstand weiterer improvisierter Arbeitsblätter gemacht werden. Ein Teil der

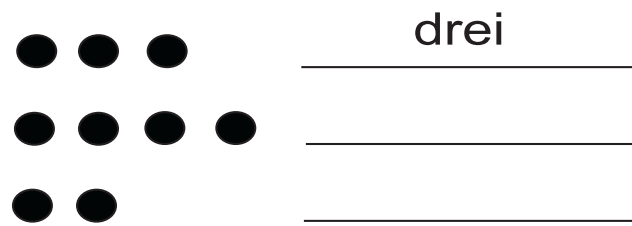


Abbildung 22: Mögliche improvisierte Transkodierungsaufgabe

Nach diesem Muster können nun weitere Varianten durchgespielt werden, z.B. wie unten:

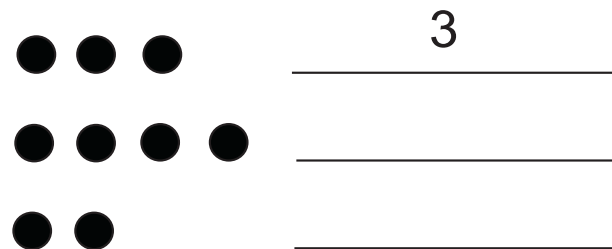


Abbildung 23: Transkodierungsaufgabe aus Abb. 22 modifiziert

Arbeitsblätter zur Transkodierung greift Mechanismen auf, die in anderen Kapiteln bereits berücksichtigt sind, und integriert sie in die neuerliche Aufgabenstellung. Für diese Materialien sind zwei Dinge vorrangig zu berücksichtigen:

1. sollten diese numerischen Prozesse bereits vorher entweder diagnostisch als *o.B.* charakterisiert oder
2. in therapeutischen Arbeitsblättern behandelt worden sein -womit die einschlägigen Prozesse ausreichend geklärt wären-,
3. liegt der Fokus der Arbeitsblätter "Transkodierung" nun nicht mehr auf dem Kalkulationsprozeß selbst, sondern -ihn voraussetzend- auf der numerischen Konversion. Die Kalkulation ist in diesen Fällen nicht Gegenstand der therapeutischen Bemühungen, sondern nurmehr Folie, auf der die fokussierte Transkodierung stattfinden soll.

Aufgabentyp "Transkodierung verbal/analog"/ Aufgabentyp "Transkodierung analog/digital"

Zuordnung/Funktion:

Bei dieser Aufgabengruppe sollen die wechselseitigen Relationen und Konversionen zwischen numerischen Werten der oben genannten Kodierungsformen etabliert und/oder stabilisiert werden. Da es sich um basale Funktionen handelt und analoge

Repräsentationsformen verwendet werden, sind die Magnituden gering gehalten (i.d.R. Transkodierungen von Werten bis maximal '10'). Funktionell knüpft der Aufgabentyp an die analoge Variante des "Magnitudenvergleichs" (vgl. ebd.) an und integriert daher noch deutlicher die Kalkulationskomponente.

Eine Fortsetzung findet der Aufgabentyp in der "Multiplikation von Tokens" (s.u.).

Struktureller Aufbau:

Aufgrund der mit einer Ausnahme (s. Beschreibung der Aufgabensammlung "Numerische Dekomposition") geringfügigen Magnituden bzw. Magnitudendifferenzen zwischen den einzelnen Items (s.o.) sind die Arbeitsblätter in ihrem Aufbau relativ gleichförmig.

Bedingt durch die Integration einer Kalkulationskomponente in die Aufgabenstellung orientiert sich die Strukturierung dieses Aufgabentyps an der in allen einschlägigen Abschnitten bzgl. der vier Grundrechenarten praktizierten standardisierten Reihenfolge Addition - Subtraktion.

Eine in diesem Abschnitt relativ eigenständige Arbeitseinheit ist der **Aufgabentyp "Numerische Dekomposition"**. In diesen Arbeitsblättern sind auch über das sonstige Maß des Aufgabentyps "Transkodierung verbal/analog"/; bzw. "analog/digital" hinausgehende umfangreiche Magnituden möglich. Doch können hier ganz nach dem Ermessen der Benutzer immer wieder neue Werte eingesetzt werden. Daher lassen sich die Arbeitsblätter dieses Abschnitts nicht standardisiert ausarbeiten. Sie werden hier quasi als noch zu bearbeitende Formblätter beigelegt.

Inhaltlich werden im Rahmen der Verwendung dieses Materials die Prozesse der *stack information* und der *stack position*, also der Steuerung und Verarbeitung der einzelnen Teilmagnituden (vgl. dazu das Säulenmodell in Abb. 6) numerischer Ketten quasi teilanalog zur Bearbeitung präsentiert.

Gleichzeitig ist mit dieser Aufbereitung des Materials in Form einer Zerlegung eine nicht-lineare Darstellung auch größerer numerischer Einheiten verbunden (die im Arbeitsblatt vorgegebene Abfolge 100er - 10er - 1er-Einheiten von links nach rechts ist nicht zwingend!). Dadurch erhalten diejenigen Probanden, deren Kernproblem von der syntaktischen Verarbeitung herrührt, die Möglichkeit eines dezidiert *nichtlinearen* (im Sinne eines *nicht-syntaktischen*) Zugangs zu den Magnituden.

Im Unterschied zu allen anderen in diesem Kompendium zusammengefaßten Materialien finden sich in den Arbeitsblättern des Aufgabentyps "Numerische Dekomposition" keine inhaltlichen Vorgaben (s.o.). Dies liegt hauptsächlich am außergewöhnlich großen Platzbedarf für jeden einzelnen Durchgang. Daher sind die Arbeitsblätter so angelegt, daß die Benutzer numerische Werte ihrer Wahl (möglichst dreistellig) zur Bearbeitung angeben. Durch jeweils mehrfache Kopie der verschiedenen Bögen kann dann trotz des Platzbedarfs eine große Anzahl numerischer Items bearbeitet werden.

Die folgende kleine Handanweisung soll die Möglichkeiten des Arbeitsdurchgangs

ein wenig beleuchten:

Blatt 1: Der Benutzer schreibt einen numerischen Wert in digitaler Modalität (z.B. '215') zum ersten Block. Der Proband markiert die für diesen Wert erforderliche Anzahl von kompositorischen Elementen (zwei 100er/einen 10er/fünf 1er). Analog alle weiteren Blocks.

Blatt 2: Vorgehen wie oben; der Benutzer schreibt jedoch statt des obigen digitalen einen verbal-graphematischen Wert (z.B. 'dreihundertneun') zur Bearbeitung auf.

Blatt 3: Hier bekommt der Proband den Arbeitsbogen mit markierten Einheiten (z.B. vier 100er/sieben 10er/drei 1er (also '473')) ausgehändigt und schreibt in digitaler Form den korrespondierenden Wert auf.

Blatt 4: Vorgehen analog zu Blatt 3, jedoch ist nun der referierte Zahlenwert in verbal-graphematischer Form zu notieren.

Ganz nach Bedarf kann das Material z.B. um eine zusätzliche numerische Säule (1000er-Elemente) erweitert werden.

Aufgabentyp "Transkodierung verbal/digital"

Zuordnung/Funktion:

Hierbei geht es um den Abgleich der Magnituden zwischen unterschiedlich codierten numerischen Ausdrücken; entsprechend der Abfolge **perzeptiv - auswählend/zuordnend - produktiv** enthält der Aufgabentyp Aufträge zur Bestätigung/Zurückweisung und zur (aktiven) Korrektur. Alle oben diskutierten Distraktorkategorien sind mit spezifischen Items vertreten.

Weitere Varianten sind:

- dominant produktive Transkodierung in beide Richtungen
- Durchgänge mit integrierter Kalkulationskomponente.

Ein vorrangig speziell auf die Probleme mit der *stack information* ausgerichteter Aufgabentyp ist in den Arbeitsblättern Nr. 2.49 ff. vertreten. Hier ist die Entscheidungsfindung durch die Probanden dadurch gekennzeichnet, daß nicht nur unterschiedliche, sondern auch **gleiche** Magnituden, kaschiert durch unterschiedliche Kodierungsformen, Gegenstand der Analyse sein können. Hintergrund der Fragestellung des Aufgabentyps ist die Überlegung, ob Probanden numerische Ausdrücke wie 'Vierhundertdreißig' und '40030' gleichsetzen oder ob andererseits '430' als transcodiertes Analogon für 'Vierhundertdreißig' zurückgewiesen wird, weil statt seiner '40030' erwartet wird.

Neben den oben gezeigten Strukturierungen nach den Mustern analog/digital bzw. verbal/analog können auch alle anderen in Abb. 15 dargestellten Relationen zum Gegenstand weiterer improvisierter Arbeitsblätter gemacht werden. Ein Teil der Arbeitsblätter zur Transkodierung greift Mechanismen auf, die in anderen Kapiteln

bereits berücksichtigt sind, und integriert sie in die neuerliche Aufgabenstellung. Für diese Materialien sind zwei Dinge vorrangig zu berücksichtigen:

1. sollten diese numerischen Prozesse bereits vorher entweder diagnostisch als *o.B.* charakterisiert oder
2. in therapeutischen Arbeitsblättern behandelt worden sein -womit die einschlägigen Prozesse ausreichend geklärt wären-,
3. liegt der Fokus der Arbeitsblätter "Transkodierung" nun nicht mehr auf dem Kalkulationsprozeß selbst, sondern -ihn voraussetzend- auf der numerischen Konversion. Die Kalkulation ist in diesen Fällen nicht Gegenstand der therapeutischen Bemühungen, sondern nurmehr Folie, auf der die fokussierte Transkodierung stattfinden soll.

Aufgabentyp "Transkodierung verbal/analog"/ Aufgabentyp "Transkodierung analog/digital"

Zuordnung/Funktion:

Bei dieser Aufgabengruppe sollen die wechselseitigen Relationen und Konversionen zwischen numerischen Werten der oben genannten Kodierungsformen etabliert und/oder stabilisiert werden. Da es sich um basale Funktionen handelt und analoge Repräsentationsformen verwendet werden, sind die Magnituden gering gehalten (i.d.R. Transkodierungen von Werten bis maximal '10'). Funktionell knüpft der Aufgabentyp an die analoge Variante des "Magnitudenvergleichs" (vgl. ebd.) an und integriert daher noch deutlicher die Kalkulationskomponente.

Eine Fortsetzung findet der Aufgabentyp in der "Multiplikation von Tokens" (s.u.).

Struktureller Aufbau:

Aufgrund der mit einer Ausnahme (s. Beschreibung der Aufgabensammlung "Numerische Dekomposition") geringfügigen Magnituden bzw. Magnitudendifferenzen zwischen den einzelnen Items (s.o.) sind die Arbeitsblätter in ihrem Aufbau relativ gleichförmig.

Bedingt durch die Integration einer Kalkulationskomponente in die Aufgabenstellung orientiert sich die Strukturierung dieses Aufgabentyps an der in allen einschlägigen Abschnitten bzgl. der vier Grundrechenarten praktizierten standardisierten Reihenfolge Addition - Subtraktion.

Eine in diesem Abschnitt relativ eigenständige Arbeitseinheit ist der **Aufgabentyp "Numerische Dekomposition"**. In diesen Arbeitsblättern sind auch über das sonstige Maß des Aufgabentyps "Transkodierung verbal/analog"/; bzw. "analog/digital" hinausgehende umfangreiche Magnituden möglich. Doch können hier ganz nach dem Ermessen der Benutzer immer wieder neue Werte eingesetzt werden. Daher lassen sich die Arbeitsblätter dieses Abschnitts nicht standardisiert ausarbeiten. Sie

werden hier quasi als noch zu bearbeitende Formblätter beigelegt. Inhaltlich werden im Rahmen der Verwendung dieses Materials die Prozesse der *stack information* und der *stack position*, also der Steuerung und Verarbeitung der einzelnen Teilmagnituden (vgl. dazu das Säulenmodell in Abb. 6) numerischer Ketten quasi teilanalog zur Bearbeitung präsentiert.

Gleichzeitig ist mit dieser Aufbereitung des Materials in Form einer Zerlegung eine nicht-lineare Darstellung auch größerer numerischer Einheiten verbunden (die im Arbeitsblatt vorgegebene Abfolge 100er - 10er - 1er-Einheiten von links nach rechts ist nicht zwingend!). Dadurch erhalten diejenigen Probanden, deren Kernproblem von der syntaktischen Verarbeitung herrührt, die Möglichkeit eines dezidiert *nichtlinearen* (im Sinne eines *nicht-syntaktischen*) Zugangs zu den Magnituden.

Im Unterschied zu allen anderen in diesem Kompendium zusammengefaßten Materialien finden sich in den Arbeitsblättern des Aufgabentyps "Numerische Dekomposition" keine inhaltlichen Vorgaben (s.o.). Dies liegt hauptsächlich am außergewöhnlich großen Platzbedarf für jeden einzelnen Durchgang. Daher sind die Arbeitsblätter so angelegt, daß die Benutzer numerische Werte ihrer Wahl (möglichst dreistellig) zur Bearbeitung angeben. Durch jeweils mehrfache Kopie der verschiedenen Bögen kann dann trotz des Platzbedarfs eine große Anzahl numerischer Items bearbeitet werden.

Die folgende kleine Handanweisung soll die Möglichkeiten des Arbeitsdurchgangs ein wenig beleuchten:

Blatt 1: Der Benutzer schreibt einen numerischen Wert in digitaler Modalität (z.B. '215') zum ersten Block. Der Proband markiert die für diesen Wert erforderliche Anzahl von kompositorischen Elementen (zwei 100er/einen 10er/fünf 1er). Analog alle weiteren Blocks.

Blatt 2: Vorgehen wie oben; der Benutzer schreibt jedoch statt des obigen digitalen einen verbal-graphematischen Wert (z.B. 'dreihundertneun') zur Bearbeitung auf.

Blatt 3: Hier bekommt der Proband den Arbeitsbogen mit markierten Einheiten (z.B. vier 100er/sieben 10er/drei 1er (also '473')) ausgehändigt und schreibt in digitaler Form den korrespondierenden Wert auf.

Blatt 4: Vorgehen analog zu Blatt 3, jedoch ist nun der referierte Zahlenwert in verbal-graphematischer Form zu notieren.

Ganz nach Bedarf kann das Material z.B. um eine zusätzliche numerische Säule (1000er-Elemente) erweitert werden.

Aufgabentyp "Transkodierung verbal/digital"

Zuordnung/Funktion:

Hierbei geht es um den Abgleich der Magnituden zwischen unterschiedlich codierten numerischen Ausdrücken; entsprechend der Abfolge **perzeptiv** -

auswählend/zuordnend - produktiv enthält der Aufgabentyp Aufträge zur Bestätigung/Zurückweisung und zur (aktiven) Korrektur. Alle oben diskutierten Distraktorkategorien sind mit spezifischen Items vertreten.

Weitere Varianten sind:

- dominant produktive Transkodierung in beide Richtungen
- Durchgänge mit integrierter Kalkulationskomponente.

Ein vorrangig speziell auf die Probleme mit der *stack information* ausgerichteter Aufgabentyp ist in den Arbeitsblättern Nr. 2.49 ff. vertreten. Hier ist die Entscheidungsfindung durch die Probanden dadurch gekennzeichnet, daß nicht nur unterschiedliche, sondern auch **gleiche** Magnituden, kaschiert durch unterschiedliche Kodierungsformen, Gegenstand der Analyse sein können. Hintergrund der Fragestellung des Aufgabentyps ist die Überlegung, ob Probanden numerische Ausdrücke wie 'Vierhundertdreißig' und '40030' gleichsetzen oder ob andererseits '430' als transcodiertes Analogon für 'Vierhundertdreißig' zurückgewiesen wird, weil statt seiner '40030' erwartet wird.

Struktureller Aufbau:

Der Arbeitsabschnitt ist geprägt durch die Kernanforderung, irrtümliche Gleichsetzungen verschieden großer Zahlenwerte beim Probanden zu provozieren. Daher benötigt das Therapieblatt neben der Anfrage "größer vs. kleiner" eine weitere Antwortmöglichkeit mit dem Tenor "die Werte sind gleich" (s. mittl. Teil der Abb. 24). Damit sollen diejenigen Items einer Bearbeitung zugeführt werden, bei denen das additiv aufgebaute **Zahlwort**

2.52	Transkodierung verbal > digital: Magnitudenvergleich
------	--

Bitte vergleichen Sie die beiden Zahlenwerte:
Links größer, rechts größer oder gleich?

Vierhunderttausend	4001000
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links größer	gleich
	<input type="checkbox"/>
	rechts größer

Abbildung 24: Arbeitsblatt zur Transkodierung (Ausschnitt)

('vierhundert'+ 'tausend') dem in erratischer Manier ebenfalls additiv aufgebauten **Ziffernkonstrukt** '400'+ '1000' gegenübergestellt wird (vgl. Abb. 24).

Die restlichen (mengenmäßig geringer vertretenen) Strukturierungen berühren die anderen - bereits verschiedentlich diskutierten - Distraktorkategorien. Abgesehen davon folgt die Entwicklung der Strukturierung der Arbeitsblätter der schon an anderer Stelle (vgl. Portrait des Aufgabentyps "Zahlwortvergleich") erwähnten bloßen Steigerung der Komplexität.

Kalkulation

Die unter dem Kapitel "Kalkulation" zusammengefaßten Arbeitsblätter haben im wesentlichen die Funktion, die in den Materialien zum Zahlenkonzept erarbeiteten informationsverarbeitenden Prozesse in **operativer Anwendung** - mithin auf höherer Ebene und Komplexität - zu vollziehen.

Unter "Kalkulation" werden nicht nur die konventionellen Grundrechenarten zusammengefaßt, sondern auch alle eher grundlegenden Formen des Vergleichs, der Bewertung und Beurteilung von Magnituden bzw. die Bestätigung/Zurückweisung entsprechend dargebotener Items. Für die oben genannten Grundrechenarten wird angenommen, daß z.B. die Bearbeitung einer Sequenz wie 'X + Y'

1. einen Abgleich der Magnitude von 'X' bzw. 'Y'
2. eine Analyse des Rechenzeichens ('Plus'), mithin der numerischen Operation (Addition) und
3. die Ermittlung eines Ergebnisses in Form einer dritten (sich aus Schritt 1. und 2. ergebenden) Magnitude beinhaltet.

Will man einer Philosophie der partiellen Beanspruchung im Sinne einer pro Arbeitsblattdurchgang separaten und exklusiven Fragestellung Rechnung tragen, so "grundiert" man den aus der Additionsaufgabe resultierenden Rechenprozeß, indem man die implizierten Magnitudenanalysen (s. Schritt 1.) als separaten Aufgabentyp voranstellt. Diese therapiestrategische Funktion (sozusagen den "Einstieg" in die Kalkulation zu markieren) soll u.a. der Aufgabentyp "Magnitudenvergleich" (detaillierte Beschreibung s.u.) erfüllen.

Im Interesse einer methodisch-systematischen, teilleistungsorientierten Therapie müssen selbstverständlich auch die in Schritt 2. genannten Prozesse Gegenstand eines separaten Therapiedurchgangs sein. Dieser Anforderung wird anhand des Aufgabenkomplexes "Rechenzeichen" (vgl. ebd.) Rechnung getragen. Die Aufgabenkomplexe "Magnitudenvergleich" und "odd-even Verfahren" sowie partiell die Teile "Arbeit am Zahlenstrahl" und "Zählprozesse" dienen vorrangig dem Zweck, die Übergänge zwischen konzeptuellen und operationellen Verarbeitungsmodi zu thematisieren und die späteren Kalkulationsvorgänge vorzubereiten. Gleiches gilt entsprechend für die Aufgabenkomplexe "Rechenzeichen" (s.u.).

Aufgabentyp "Magnitudenvergleich"

Zuordnung/Funktion:

Der Magnitudenvergleich entspricht einer Vorform der Kalkulation (s.o.). Die Gesamtmagnituden der gegenübergestellten numerischen Werte müssen auf einer Basis des größer-kleiner gegeneinander abgeglichen werden (wie in "105"), jedoch ohne den genauen Magnitudenabstand zu bestimmen (wie in "10-5=5").

Struktureller Aufbau:

Vergleich (z.B. erster Wert ($Z1/n$) vs. zweiter Wert ($Z2/n$)); mit n als dem arithmetischen Mittel von $Z1$ und $Z2$ (s.u.) bei jeweils einem Zahlenpaar ($Z1$ vs. $Z2$).

Steigerung des Schwierigkeitsgrades:

- a) steigende Magnitude von $Z1$ bzw. $Z2$
- b) sinkender Abstand zwischen $Z1$ und $Z2$

Aspekt b) greift die Überlegungen von MOYER & LANDAUER (1967) auf, nach denen bei hirngesunden Probanden die Bearbeitungszeit von Magnitudenvergleichen umgekehrt proportional zur numerischen Differenz zwischen $Z1$ und $Z2$ steht. Mit anderen Worten: Bei sinkender Differenz zwischen den zwei Items steigt die Bearbeitungszeit.

Stellt man nun Überlegungen, die z.B. im Zusammenhang mit neuropsychologischen Phänomenen wie Neglect oder Hemianopsie relevant sind, in den Kontext von anderen Defiziten der Informationsverarbeitung, so kann man den Schluß ziehen, daß einer steigenden Latenzzeit bei Hirngesunden ein Leistungsausfall bei den neurologischen Patienten entsprechen könnte, sich bei Letzteren also eine Radikalisierung der Probleme ereignet. Für die numerischen Materialien bildeten diese Überlegungen den Hintergrund zur Bestimmung des Schwierigkeitsgrades. Jedoch ist hier relativierend zu beachten, daß das an MOYER & LANDAUER orientierte Kriterium des Schwierigkeitsgrades nicht durchgängig verfolgt werden kann. Überall da, wo Distraktoren anderer Art vorrangig sind, muß das Kriterium "numerische Distanz" zurücktreten.

Die Arbeitsblätter enthalten Material in digitaler, verbal-graphematischer und analoger Qualität.

Die Kriterien orientieren sich im wesentlichen an dem oben Ausgeführten; im Falle der verbal-graphematischen Materialien konnte in Ergänzung dessen noch das Strukturierungsmoment "Zahlwortlänge" eingesetzt werden (z.B. 'Sechszwanzig' (langes Zahlwort/geringe Magnitude) vs. 'Achtzig' (kurzes Zahlwort/große Magnitude). Analog dazu wurden für den Magnitudenvergleich der Tokens die Verteilungsformen der Punktwolken manipuliert, so daß hier die Möglichkeit der Gegenüberstellung "große Magnitude/geringe Ausdehnung der Punktwolke (durch starke Konzentration der Punkte)" vs. "kleine Magnitude/große Ausdehnung der Punktwolke (durch lockere Verteilung der Punkte)" bestand.

Durchgängig sind mit fortlaufender Numerierung alle Arbeitsblätter durch steigende Komplexität der inhärenten numerischen Magnituden gekennzeichnet.

Aufgabentyp (Arbeiten am) "Zahlenstrahl"

Während im Magnituden**vergleich** eine einfache numerische Relation thematisiert wird, wird in der Arbeit am Zahlenstrahl zusätzlich mit dem Element einer räumlich-konstruktiven Beziehung operiert: M_2 der M_1 entsprechende Wert ist **oberhalb** (Anordnung in einem vertikalen Zahlenstrahl) bzw. **rechts von** (Anordnung in horizontaler Form) dem M_1 entsprechenden Wert angesiedelt. (Die Varianten der letzteren Kategorie werden im Rahmen des Materialienbandes angeboten; die der ersteren müßten "in Eigenregie" erstellt werden...)

Die Arbeitsbögen zum Zahlenstrahl gliedern sich zum einen in sozusagen rein kalkulatorische und (nicht zum Kapitel "Kalkulation" gehörende; s.o.) transkodierende Durchgänge.

Zum zweiten existieren Arbeitsblätter mit bzw. ohne unpassende Elemente, und es gibt diverse Durchgänge mit unterschiedlich großen Zahlen**räumen** (z.B. '40' bis '50'; '70' bis '80' gegenüber Varianten zu den Zahlenräumen '0' bis '100', jeweils mit unterschiedlicher **Markierung** ('0' - '10' - '20' - '30' - ... '100' vs. '0'/'50'/'100')).

Aufgabentyp "Odd-even"-Verfahren

Zuordnung/Funktion:

Das odd-even-Verfahren (Bestimmung gerade Zahl vs. ungerade Zahl) stellt faktisch die Anforderung einer Analyse des jeweils dargebotenen numerischen Werts unter dem Aspekt der **Teilbarkeit durch zwei**.

Struktureller Aufbau:

beginnend mit zwei-, später dreistelligen Werten

a) analoge Modalität (Tokens; maximal zweistelligen Werten entsprechend)

b) digitale Modalität

c) verbale (graphematische) Modalität.

Darbietungsform b) und c) unterscheiden sich beispielsweise in der zweiten Variante (Bestimmung der **ungeraden** Werte) vor allem dadurch, daß bei in Form von b) präsentierten Materialien die Entscheidung jeweils auf die Analyse der letzten Ziffer

reduziert werden kann (die Zahl '5' ist gleichermaßen ungerade wie alle komplexeren Zahlen, die auf '5' enden ('25'; '315'; '1095' etc.)), demzufolge die Expansion auf mehrstellige Werte u.U. keinen Effekt hat. Bei Darbietung c) kann prinzipiell die Entscheidung auf die Analyse der ersten Konstituente reduziert werden: So ist 'fünfunddreißig' gleichermaßen ungerade wie (fast) alle mit ungeradem Zahlwort beginnenden Zahlen. Ausnahmen sind jedoch einige - ebenfalls mit einem ungeraden Zahlwort beginnende Zahlen, die dennoch "gerade" sind: 'Fünfzig'; 'Dreißig'; 'Neunzig'; etc.

Aufgabentyp "Zählprozesse"

Zuordnung/Funktion:

Der Aufgabentyp greift teils die Prozesse der Magnitudenrelation, teils der Arbeit am Zahlenstrahl auf.

Die Arbeitsblätter "Zählprozesse" unterziehen das Magnitudenkonzept einer quantifizierten Strukturierung, indem es darin nun nicht mehr auf die bloße Relation zwischen M_n und M_{n+1} im Sinne von größer vs. kleiner ankommt. In diesem Durchgang wird der konkrete **Abstand** zwischen je zwei numerischen Werten im Kontext einer größeren Kette thematisiert. Mithin muß der gleiche Abstand mit wechselnden numerischen Größen mehrmals hintereinander neu bestimmt werden.

Der Aufgabentyp "Zählprozesse" stellt die Anforderung mehrgliedriger Additionen (Zählen "aufwärts") bzw. Subtraktionen (Zählen "abwärts"), wobei gleichzeitig durch die konstanten Distanzwerte Multiplikationsprozesse thematisiert werden ($4 + 4 = 2 \times 4$; $4 + 4 + 4 = 3 \times 4$ usw.) Die "Zählprozesse" bieten zudem neben schriftlich verfaßten Arbeitsblättern verschiedene Möglichkeiten anderer Übungsformen (vgl. dazu den Hinweis am Ende dieses Abschnitts).

Struktureller Aufbau:

Die Zählaufräge erfolgen mit den Distanzwerten 'eins' bis 'sieben' (also in **Einer-** bis maximal **Siebener** Schritten); die Reihenfolge im Aufbau des Schwierigkeitsgrades in den einzelnen Durchgängen eines jeden Arbeitsblattes staffelt sich wie folgt:

a) Zählaufrag mit Items aus der Multiplikationsmatrix (z.B. 16 - (20) - (24) - (28) usw. - entsprechend gegenläufig: z.B. 40 - (36) - (32) - (28) usw.).

b) Zählaufrag mit Items außerhalb der Multiplikationsmatrix, jedoch Teilbarkeit des Startwerts durch 4 (z.B. 56 - (60) - (64) - (68) usw. und entgegengesetzt).

c) Zählaufrag mit Items außerhalb der Multiplikationsmatrix; keine Teilbarkeit des Ausgangswerts durch 4, jedoch gerade Zahl (z.B. 50 - (54) - (58) - (62) usw. und entgegengesetzt).

d) Zählaufrag mit Items außerhalb der Multiplikationsmatrix; keine Teilbarkeit durch 4; keine gerade Zahl als Ausgangswert (z.B. 13 - (17) - (21) - (25) usw. und "umgekehrt"); alle weiteren Durchgänge ähnlich d).

Das Portrait des Aufgabentyps soll an dieser Stelle quasi in Form eines Werkstatteinblicks skizziert werden.

Gezeigt wird die Entstehung der Aufgabenkonfigurationen für die Zählprozesse am Beispiel der Zählaufräge mit den Distanzwerten 'sechs' und 'sieben' in der Variante "bottom-up" ("Aufwärtszählen"). Das Konzept bildet die Grundlage für zwei Arbeitsblätter mit der faktischen Aufgabenstellung verschiedener Additionssequenzen mit den jeweiligen Summanden '6' bzw. '7' (die parallelen Arbeitsblätter "top-down" ("Abwärtszählen") firmieren entsprechend als Subtraktionsaufträge mit den jeweils konstanten Subtrahenden '6' bzw. '7'). Im Zuge der veranschaulichenden optischen Darstellung der dem Konzept zugrunde liegenden arithmetischen Relationen entstehen charakteristische Strukturbäume (s.u.).

In den Arbeitsblättern finden sich zentrale Erkenntnisse aus der Erforschung der Kalkulationsvorgänge (hier vor allem zum Prozeß der Multiplikation) operationalisiert, indem die Zählprozesse entlang den arithmetischen "table facts" teilweise durch die (bereits oben diskutierte) Multiplikations-Matrix (vgl. Abb. 11) führen.

Abb. 25 illustriert die Entwicklung des Schwierigkeitsgrades für die Durchgänge 1 bis 7:

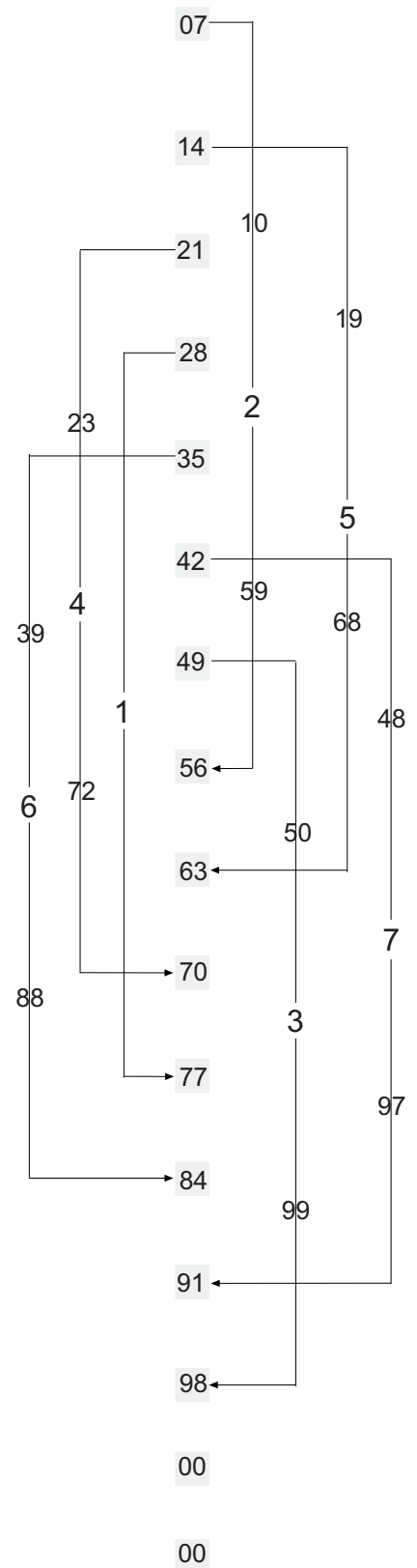
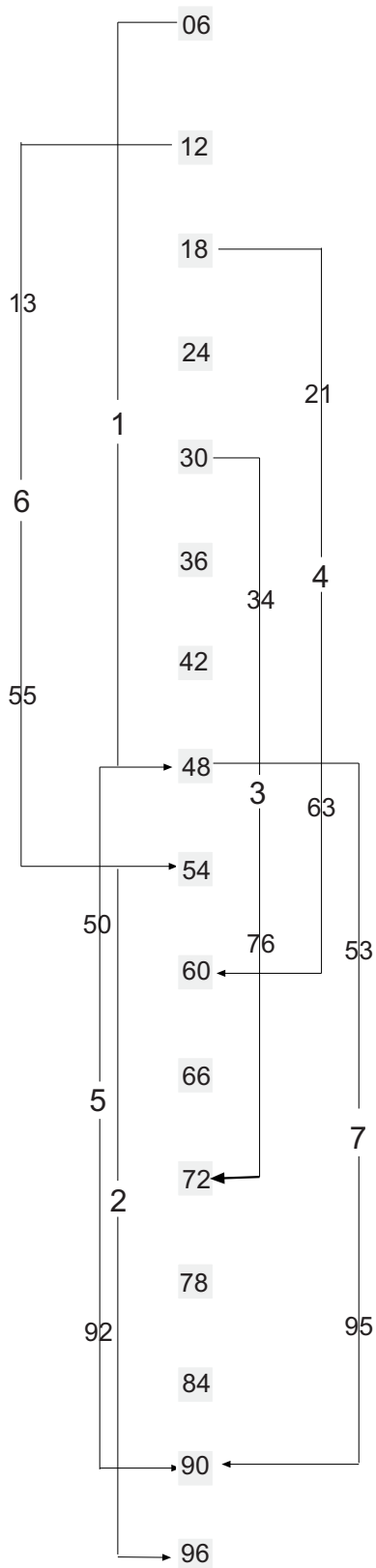


Abbildung 25: Modell der Konzeption (Strukturbäume) für zwei Arbeitsblätter mit dem Aufgabentyp Zählprozesse

Erklärung: Die senkrechten Zahlen der Strukturbäume bezeichnen die als Orientierungspunkte fungierenden jeweiligen arithmetischen Fakten (6 - 12 - 18 - usw. bzw. 7 - 14 - 21 - usw.). Diese sind gleichbedeutend mit "Produkte von 6" bzw. "Produkte von 7".

Die Vektoren geben die Zählrichtung an, die in die Vektoren integrierten kleinen Zahlen bezeichnen den vorgegebenen Zählraum (Anfangs- und (im Arbeitsblatt nicht angegebene) Endmarke), die Reihenfolge der von oben nach unten zu bewältigenden Zählerdurchgänge ist in den großen Zahlen angegeben.

Die Gesamtkonzeption des Aufgabentyps ist so angelegt, daß sich ein jeweiliges Arbeitsblatt aus den Abschnitten *matrixinterner Zählprozeß* (= Matrix-Ausschnitt "Produkte der Zahl n ("Kleines Einmaleins")) - *matrixexterner Zählprozeß* (Bereich der "Produkte der Zahl n ("Großes Einmaleins")) - *unspezifischer Zählprozeß* (Bereich der durch n nicht teilbaren Zahlen) zusammensetzt. Bei dem letztgenannten Abschnitt wird davon ausgegangen, daß bei "geraden" Zählintervallen (z.B. Zählen in Viererschritten) der Zählprozeß etwas erleichtert sein sollte, wenn die Basis des Zählintervalls ebenfalls eine gerade Zahl ist (z.B. '50' im Unterschied zu '13').

Ferner sollen steigende Zählintervalle im Prinzip einen zunehmenden Schwierigkeitsgrad repräsentieren, daher verringert sich mit den steigenden Zählintervallen zunehmend der Anteil des o.a. ersten Abschnitts zugunsten der nachfolgenden Abschnitte.

Der Aufgabentyp "Zählprozesse" kann in modifizierter Form auch auditiv durchgeführt werden (vgl. dazu den Abschnitt "Ergänzende numerologische Übungen").

Aufgabentyp "Proximitätsvergleich"

Zuordnung/Funktion:

Bei diesem Aufgabentyp kommt es darauf an, unter den ringförmig angeordneten Zahlen denjenigen Wert zu ermitteln, der zur im Zentrum des Displays platzierten Referenzzahl die geringste Magnitudendifferenz aufweist. Der Durchgang "Proximitätsvergleich" ist je nach durchgeführtem Modus (s.u.) bei verschiedenen Schwierigkeitsgraden anzusiedeln. Er kann somit eine reale Kalkulation (Strichrechnung) entweder nur einleiten oder auch tatsächlich erfordern.

Struktureller Aufbau:

Die generelle Struktur des Durchgangs weist im allgemeinen nur unrelationierte Ablenker auf.

Die Schwierigkeitsgradabstufungen entfalten sich dreigliedrig:

a) mit **aufwärts** gerichteter Magnitudendifferenz: Die potentiellen numerischen Zielitems haben alle eine höhere Magnitude als die in der Mitte platzierte Referenzzahl.

b) mit **abwärts** gerichteter Magnitudendifferenz: Die möglichen Zielitems haben eine geringere Magnitude als der Referenzwert

c) Magnitudendifferenz in beide Richtungen: Die potentiellen Zielitems liegen mit ihrer Magnitude teils oberhalb, teils unterhalb des Referenzwerts.

Des Weiteren wird im Verlauf der einzelnen Arbeitsdurchgänge in der Gesamrelation das Distanzverhältnis zwischen Referenzzahl, Zielitem und dessen nächster Konkurrenzzahl systematisch verringert.

Die Arbeitsblätter können in zwei verschiedenen Modi bearbeitet werden:

a) In der leichteren Version wird - ohne tatsächliche Berechnung - lediglich der zur Referenzzahl benachbarte Wert ermittelt (z.B. durch Abschätzen der konkurrierenden Magnituden).

b) In der schwierigeren Version wird nach der Bestimmung des Proximitätswertes die Rangfolge auch aller weiteren Zahlen im Verhältnis von deren Magnitude zum Referenzwert ermittelt.

c) In der schwierigsten Version werden alle Zahlenwerte in genauer Rangfolge und Differenz zur Referenzzahl durch reale Kalkulation berechnet.

Aufgabentyp "Verarbeitung von Rechenzeichen"

Zuordnung/Funktion:

Die Rechenzeichen besitzen als numerische Operatoren keinerlei eigenständige Magnitude; sie entfalten jedoch **magnitudenrelevante** Wirkung in Relation zu den numerischen Operanden, auf die sie einwirken. Ihr Status entspricht etwa dem der Funktionswörter (z.B. 'für'; 'wegen') in der Sprache; auch sie bilden eine "geschlossene Klasse". Die Rechenzeichen existieren in den Modalitäten verbal-phonologisch, verbal-graphematisch und quasi digital.

Struktureller Aufbau:

Die Arbeitsblätter zur Verarbeitung von Rechenzeichen sind ebenfalls am Dreier-Schema **Perzeption - Auswahl/Zuordnung - Produktion** orientiert. Das diesen Aufgabentyp einleitende Arbeitsblatt enthält nur den Auftrag zur Identifikation/Kennzeichnung erkannter Rechenzeichen. Es empfiehlt sich, diesen Arbeitsbogen allen Kalkulationsvorgängen voranzustellen. Das gilt insbesondere für etwaige über diesen Materialband hinausgehende Aufgaben. Das Ergebnis des Arbeitsblatts richtet sich nicht nach 'falsch vs. richtig', sondern gibt den Kenntnisstand des Probanden wieder. So kann man z.B. mit einem Probanden, der die Zeichen, oder nicht identifiziert, keine entsprechenden Aufgaben bearbeiten. Die Aufgabenstellung "Es fehlt ein Rechenzeichen..." entspricht einem komplexen

Magnitudenvergleich. Abbildung 26 soll diesen Sachverhalt ein wenig näher beleuchten. Eine Bestimmung des korrekten Rechenzeichens kann nur erfolgen, nachdem ein Abgleich der Magnituden zwischen Summand #1 bzw. Minuend, Summand #2/Subtrahend und Summe bzw. Differenz vollzogen wurde. So kann z.B. in der Teilaufgabe "12__7 = 5" das Rechenzeichen "Minus" nur ermittelt werden durch die Analyse "MinuendSubtrahendDifferenz". Allgemeiner formuliert ergibt sich die Analyse Operand #1Operand #2Resultat - eine solche pauschale Notation ist erforderlich, da die Begriffe "Minuend" und "Subtrahend" bereits eine Subtraktion vorwegnehmen.

Die Analyse Operand #1Operand #2Resultat beschreibt demgegenüber eine Addition mit dem Rechenzeichen "Plus" (vgl. Aufgabe "7__8 = 15"). Entsprechend den Erkenntnissen der Formalen (syllogistischen) Logik (vgl. MENNE, 1973, S. 92) ist auch der Schluß, daß aus der obigen Analyse die Aussage "Operand #2Operand #1Resultat" folgt, prädikatenlogisch zulässig, so daß sich zwei Additionsvarianten ergeben.

3.40

Kalkulation: Rechenzeichen/Symbole

Es fehlt ein Rechenzeichen (+ oder -)! Setzen Sie bitte ein.

Beispiel:

$$\boxed{4} \quad + \quad \boxed{6} \quad = \quad \boxed{10}$$

$$\boxed{3} \quad \quad \boxed{3} \quad = \quad \boxed{0}$$

$$\boxed{7} \quad \quad \boxed{8} \quad = \quad \boxed{15}$$

Abbildung 26: Arbeitsbogen Verarbeitung von Rechenzeichen (Ausschnitt)

Die obigen Ausführungen zum Stellenwert der Magnitudenanalyse für die Verarbeitung der Rechenzeichen legen mithin dar, daß die Arbeitsbögen zum Magnitudenvergleich dem Aufgabentyp "Verarbeitung von Rechenzeichen" vorausgehen sollten. Die Arbeitsblätter zur Verarbeitung der Rechenzeichen sollten ihrerseits den Aufgaben zur konventionellen (s.u.) Kalkulation vorgeschaltet werden.

Die Entfaltung der Schwierigkeitsgrade folgt dem Muster Strichrechnung - Punktrechnung; "Rechenzeichen fehlt" - Rechenzeichen **und Zahl** fehlen", kombiniert mit den bereits an anderer Stelle diskutierten (bzw. unten folgenden) Strukturierungen, z.B. entlang der Zehnergrenze.

Aufgabentyp "Rechnen" (Grundrechenarten)

Zuordnung/Funktion:

Die Arbeitsblätter zum Rechnen wurden vor allem aufgrund der überragenden Prominenz von Rechenaufgaben in den Band aufgenommen. Hintergrund der Kalkulationsprozesse sind der Abgleich von Magnituden in Kombination mit dem jeweiligen Rechenzeichen und die exakte Kalibrierung der Magnitudensummen, der Magnitudendifferenzen, -produkte und -quotienten. Zu einem nicht unbeträchtlichen Teil dienen sie dem Zweck, den Rückgriff der Benutzer auf bestehende Materialien vor allem aus dem Schulbereich, weitgehend zu vermeiden. Das Design der Arbeitsblätter ist im Aufbau von solchen pädagogisch-didaktischen Materialien unabhängig (s.u.).

Struktureller Aufbau:

Der auf die perzeptiven Prozesse (Überprüfung vollständiger (teils richtig, teils falsch gelöster) Rechnungen) abzielende Teil besteht nur aus digital dargebotenen Kalkulationen. Im Design dieser Aufgaben sind u.a. die Erkenntnisse von McCLOSKEY & CARAMAZZA sowie von WARRINGTON berücksichtigt, nach denen ein Großteil der von neurologischen Patienten begangenen Kalkulationsfehler aus solchen Werten besteht, die in der jeweiligen Kalkulationsmatrix benachbarte Zelleneintragungen repräsentieren.

Das strukturelle Design der konventionellen Rechenaufgaben folgt dem Aufbauprinzip

- a) UNITS als numerische Operanden. Resultat: 10
- b) UNITS als numerische Operanden. Resultat: 1020 (einfache Zehnerüberschreitung)
- c) UNITS und/oder TEENS als numerische Operanden. Zur Erlangung des Resultats einfache bzw. auch doppelte Zehnerüberschreitung
- d) Rechnungen der obigen Form auch mit DECADE-Formationen.

Es werden digitale Materialien in allen vier Grundrechenarten verwendet. Des weiteren gibt es Arbeitsblätter mit analogem Material :Typ a) und b) zur Addition, Subtraktion sowie von Typ c) zur Multiplikation. Der letztgenannte Aufgabentyp manifestiert sich faktisch als ein an Ort und Stelle auch expressis verbis eingeführter Multiplikationsauftrag, indem davon ausgegangen wird, daß die Probanden die in Matrixform angeordneten Tokens unversehens nach Zeilen bzw. Spalten auszählen und anschließend die jeweiligen Zählresultate als Faktoren zum Gegenstand einer Multiplikation machen. Genaugenommen handelt es sich bei dem genannten Aufgabentyp um eine kombinierte (Zähl-/Additions- und schließlich Multiplikations-)Aufgabe.

(Auf die Verwendung von verbal-graphematischen Materialien wurde verzichtet, ebenso auf konventionelle schriftliche Rechenaufgaben, wie sie in traditionellen Rechenbüchern u.ä. leicht erhältlich sind (s. Abschnitt "Ergänzende numerologische Übungen").

Aufgabentyp "Äquivalenzbestimmung"

Zuordnung/Funktion:

Bei diesem Aufgabentyp sollen die bisher erarbeiteten kalkulatorischen Prozesse noch einmal in Größenordnungen unterhalb der Ganzzahlschwelle behandelt werden. Hier liegt weniger die Annahme zugrunde, daß es einen wesentlichen Unterschied zwischen dem Ganzzahl- und z.B. dem Bruchrechnen gäbe. Vielmehr sollen numerische Größen (vor allem Dezimalwerte und Prozentbeträge, jedoch auch Maße und Gewichte), die im Alltag ebenfalls ihre Relevanz haben (bei Zinsfestlegungen, in Tarifabschlüssen, bei Parlamentswahlen und in vielen anderen gesellschaftlichen Bereichen) und die deshalb auch diagnostisch thematisiert wurden (s.o.), im therapeutischen Teil nicht unberücksichtigt bleiben.

Aus praktischen Erwägungen heraus konnten jedoch nicht alle Maße, Gewichte und Zeiteinheiten (wie z.B. Hektoliter, Dezimeter, Zentner/Doppelzentner, Tonnen, Tage, Monate, Jahre) in das Material Eingang finden, da für diese Maßeinheiten entweder konventionalisierte Kurzsymbole fehlen (wie bei 'Jahr') und sie demzufolge für ein standardisiertes Arbeitsblatt zu "unhandlich" sind oder aber die Symbole als nicht populär genug (wie z.B. 'l' oder 'dm') eingestuft wurden. Diese Durchgänge sollten daher in mündlicher Form thematisiert werden (s. "Ergänzende numerologische Übungen").

Struktureller Aufbau:

Im ersten Arbeitsblatt werden die perzeptiven Prozesse thematisiert, im zweiten Bogen müssen die äquivalenten Werte selbständig eingesetzt werden. Eine strukturelle Entwicklung im Hinblick auf steigende Komplexität o.ä. existiert nicht. Bei der Bildung mancher Bruchwerte bestehen gewisse morphologische Eigenheiten. So folgen im Nenner der Brüche die Zahlen '4' bis '9' einer festen Regel (UNIT+'tel'; für '7' existiert zudem die Variante 'Siebtel'). Die '1' ist für diese Funktion faktisch nicht vorgesehen, und die Werte '2' und '3' folgen einer eigenen Regel ('ein halb'; 'ein Drittel' anstelle von '*ein Zweitel' bzw. "ein Dreitel").

Praktische Aspekte der Zahlenverarbeitung

Die in dem Kapitel zusammengefaßten Aufgabenkomplexe sollen im wesentlichen die in den praxisneutralen Materialien erarbeiteten numerischen Prozesse aufgreifen und sie - eher modellartig als flächendeckend - im Kontext praktischer Alltagsbezüge thematisieren.

Mit anderen Worten: Die Arbeitsblätter "Praktische Aspekte der Zahlenverarbeitung" haben die Aufgabe, im Rahmen der makroskopischen Abfolge **Diagnose - Therapie der praxisneutralen Prozesse - Therapie der praxisrelevanten Prozesse** nun die

alltagsrelevante "Verlängerung" der nichtpraktischen Aspekte der Zahlenverarbeitung zu ermöglichen.

Was auffallen mag, ist, daß das Kapitel "Praxis" den geringsten Umfang hat.

In der Tat wurden in Form von Materialbögen nur die Bereiche "Uhrzeit" und "Zahlungsmittel" festgeschrieben, weil nur sie als überregional und einigermaßen zeitunabhängig (s.u.) eingestuft werden können. Andere denkbare Formen der praktischen Verwendung haben regionalen, individuellen oder auch nur zeitlich begrenzten Charakter, so daß sich in diesen Bereichen eine fixe Form der Darstellung als nicht sinnvoll erwies.

(Selbst die berücksichtigten Anwendungsbereiche sind ebenfalls nicht unverrückbar stabil - die Währungsdifferenzen in gleichsprachigen Ländern (Deutschland - Österreich - Schweiz) sowie die derzeit "heraufziehende" paneuropäische Währung "Euro" markieren zumindest für den Bereich "Zahlungsmittel" die Grenzen der "Allgültigkeit" der diesen Aspekt behandelnden Materialien.)

Aus diesen Überlegungen folgt, daß ein gewisser Anteil der Arbeitsinhalte "Praktische Aspekte der Zahlenverarbeitung" in einem weniger festgeschriebenen Übungskontext thematisiert werden sollte (vgl. dazu den Abschnitt "Ergänzende numerologische Übungen").

Die in den anderen Kapiteln vorgestellten numerischen Kategorien sind in die Arbeitsblätter zu den "Praktischen Prozessen" integriert. Daher werden z.B. Transkodierungen in diesem Abschnitt nicht dem Kapitel "Transkodierung" zugeschlagen.

Aufgabentyp "Uhrzeiten"

Zuordnung/Funktion:

Die zum Aufgabentyp "Uhrzeiten" gehörenden Arbeitsblätter thematisieren zum einen die bereits diskutierten Aspekte der Organisation des Tagesablaufs im Kontext der interdisziplinären klinischen Rehabilitation, zum andern quasi die Erprobung (s.o.) der nichtpraktischen Aspekte der Zahlenverarbeitung am praktischen Material.

Der Aufgabensubtyp "Bestätigung/Zurückweisung korrekt/inkorrekt dargebotener Zeigerstellungen" (Arbeitsblätter 4.1 und 4.13 (mit bzw. ohne Zahlen)) soll im Rahmen der (bereits verschiedentlich diskutierten; s.o./passim) mikroskopischen Abfolge

Perzeption - Auswahl/Zuordnung - Produktion zunächst einmal die perzeptive Verarbeitungskomponente in bezug auf die räumlich-konstruktiven (und ansatzweise auch bereits die numerischen) Aspekte der Bewältigung des Zifferblattkonzepts thematisieren.

Im Rahmen der Besprechung/Auswertung vor Ort können die beiden Arbeitsblätter

in je zwei Varianten durchgeführt werden:

a) der Benutzer geht gemeinsam mit dem Probanden die ausgefüllten Arbeitsblätter durch im Sinne von "korrekt gelöst" (z.B. falsche Zeigerstellung richtigerweise zurückgewiesen) vs. "inkorrekt gelöst" (z.B. korrekt dargestellte Zeigerstellung fälschlicherweise zurückgewiesen)

b) der Benutzer bittet den Probanden zusätzlich, die vorgenommenen Lösungen zu kommentieren (z.B. bei falscher Zeigerstellung die Konstellation zu beschreiben).

Die weiteren Arbeitsdurchgänge sind vom Typ Auswahl/Zuordnung (von Arbeitsblatt Nr. 4.3 an), im letzten Teil mit überwiegend produktiver Komponente: Auftrag zum Eintragen der Zeigerkonstellationen ab dem Arbeitsblatt Nr. 4.9.

Struktureller Aufbau:

Unabhängig von den oben genannten Abstufungen gestaltet sich die Entwicklung des Materials wie folgt:

- Zifferblätter mit und ohne Zahlen
- nachgefragte Zeitpunkte:
 - "volle Stunde" '1' bis '12'
 - "volle Stunde" '13' bis '24'
 - "halbe Stunde" (z.B. '07.30 Uhr' bzw. 'halb acht')
 - "viertel Stunde" (z.B. '20.15 Uhr' bzw. 'viertel nach acht'/'drei viertel neun')
 - "krumme" Zeitangaben (z.B. '20.35 Uhr')

Die Arbeitsblätter Nr. 4.1ff. beschäftigen sich mit den Konversionen zwischen verschiedenen Modalitäten der Zeitdarstellung ("offiziell" (z.B. '14.15 Uhr') vs. "volkstümlich" ('viertel nach zwei' bzw. 'viertel drei')). Die praktischen Implikationen dieses Materials liegen ebenfalls zum einen in den alltagspraktischen Anforderungen der Rehabilitation im klinischen Kontext, zum andern in den im heimischen Kontext der Probanden zu erwartenden Sachzwängen bei der Bewältigung des Studiums von Fahrplänen, Amtsterminen, Terminen öffentlicher Veranstaltungen, Sendezeiten in den Medien etc.

Aufgabentyp "Zahlungsmittel"

Zuordnung/Funktion:

Die Zielsetzung des Materials ist ähnlich der des Aufgabentyps "Uhrzeiten". Auch im Umgang mit Zahlungsmitteln müssen die numerischen Prozesse, die den dafür erforderlichen Verarbeitungsmodalitäten zugrundeliegen, einigermaßen intakt (u.U. mit Kompensationsstrategien) verlaufen als Voraussetzung für die erfolgreiche Handhabung von Geld im praktischen Zahlungsverkehr. Und ähnlich wie im Falle

des Zifferblatts müssen darüber hinaus auch noch visuokognitive Leistungen (v.a. die Analyse der speziellen visuellen und räumlich-konstruktiven Eigenschaften von Geldstücken bzw. -scheinen) erbracht werden.

Struktureller Aufbau:

Wie bei den anderen eher praktisch ausgerichteten Materialien sind auch hier die verschiedenen Modalitäten numerischer Prozesse (Kalkulation, Transkodierung etc.) miteinander verzahnt. Die Organisation der Arbeitsblätter folgt jedoch (weitgehend) dem Strukturprinzip des mikroskopischen Dreischrittverfahrens (s.o./passim).

Die Binnenstruktur des Materials in den Schwierigkeitsabstufungen rangiert ausgehend von sog. "runden" (kleinen) Beträgen ('€ 5,-'; '€ 10,-'; '€ 50,-') hin zu "krummen" (großen) Beträgen ('€ 158,90'; '€ 1.249,69').

Die Arbeit auch an diesen Materialien ist mit der Benutzung der oben diskutierten Arbeitsblätter bei weitem nicht abgeschlossen; eine Beschreibung weiterer Möglichkeiten zur Arbeit am Themenkomplex "Zahlungsmittel" findet sich daher im Abschnitt "Ergänzende numerologische Übungen" (s.u.).

HANDHABUNG DER MATERIALIEN

Beispiel eines therapeutischen Designs

In den bisherigen Abschnitten dieses Anleitungstextes finden sich Beschreibungen der im Band zusammengefaßten Materialien. Im Zentrum dieser Beschreibungen steht jedoch ein potentiell zahlentherapeutisches Szenario, d.h. es werden Prozesse illustriert, für die man sich noch nicht sofort vorstellen kann, in welcher Form eine (diagnostisch induzierte) therapeutische Entscheidung herbeigeführt werden kann, und wie die konkrete Umsetzung eines spezifischen therapiestrategischen Plans vonstatten gehen soll.

Daher soll im folgenden sozusagen exemplarisch demonstriert werden, wie eine Intervention mit dem numerischen Material in einem konkreten Fall im einzelnen ablaufen kann.

(Nebenbei: Bei den im folgenden diskutierten Ausschnitten handelt es sich um **authentische** Daten, was aber nicht heißt, daß in jedem halbwegs vergleichbaren Fall immer wieder genauso verfahren werden soll.)

Um die Darstellung nicht ausufern zu lassen, sollen diagnostische Erkenntnisse aus nur einem Teilabschnitt ("Arabic-verbal-matching"-Verfahren: Transkodierung verbal/graphematisch-digital bzw. digital-verbal/graphematisch ("Verbal-arabic--

matching"-Verfahren)) zugrunde gelegt werden. Außerdem sollen im Zusammenhang mit dem für diesen Fall erarbeiteten therapeutischen Design hier nur die ersten Schritte vorgeführt werden.

Im Rahmen der Durchführung des ausgewählten diagnostischen Teilabschnitts tauchen überwiegend **morphologische** und **syntaktische** Fehlprozesse auf. Eines der angekreuzten Items ist in der folgenden Darstellung zu sehen:

Diagnostik: Teil 3		D3.1
14		einundvierzig
	×	vierzig (MO)
		vierundsiebzig
		sechzehn

Abbildung 27: Ausschnitt aus dem diagnostischen Teilabschnitt *Verbal-arabic-matching*.

In Beantwortung der spezifischen Fehlleistungen kommen als erstes diejenigen Materialien in Betracht, die syntaktische bzw. morphologische Prozesse gezielt überprüfen bzw. (im folgenden) erfordern.

Dazu gehören (im Rhythmus der zeitlichen Anordnung gemäß dem Dreierschema **perzeptive** > **intermittierende** > **produktive Prozesse**) initial jeweils Bögen aus dem Kapitel

- **Numerische Basisprozesse** (Lexikalische Entscheidung - z.B. 'Nullundneunzig' - Zahlwort oder nicht?" oder "'Zwanzighundert' - Zahlwort oder nicht?") für den dominant perzeptiven Auftrag;
- **Kalkulation** (Magnitudenvergleich - z.B. 'Siebenundsechzig'/'67' vs. "'Sechsundsiebzig'/'76': welcher Wert ist größer?") mit den intermittierenden Prozessen Auswahl/Zuordnung/Bewertung als Hintergrund;
- schließlich die Arbeitsmaterialien vom Typ "**Arbeit am Zahlenstrahl**" mit dem

Auftrag zur Standortbestimmung und Platzierung numerischer Werte in (numerisch unterschiedlich markierten) Zahlenstrahlen: z.B. Durchgänge, in denen die Entscheidung, welche Zahlenwerte im Zahlenstrahl plziert bzw. welche zurückgewiesen werden müssen, auf der Bewältigung des syntaktischen Verarbeitungsmodus beruht. So könnte beispielsweise im Zahlenraum 30-40 die Zahl '37' ausgewählt und korrekt plziert werden. Der Wert '37' ist jedoch in dem entsprechenden Durchgang nicht aufgeführt. Statt dessen taucht das mit dem imaginären Zielitem '37' in syntaktischer

Minimalpaarrelation stehende '73' auf, das aber - so einer der numerischen Kernaufträge in diesem Abschnitt - als falsch zurückgewiesen werden muß. In einem korrespondierenden Abschnitt bietet sich ein Durchgang an, in dem der 'einhundertfünfzig' für den Zahlenraum 0-100 thematisiert wird. Hier beruht die Zurückweisung des Wertes auf der Erkennung der morphologischen Ähnlichkeit zum Wert 'einundfünfzig'.

In ähnlicher Manier gestattet die mit dem spezifischen Ablenkensystem versehene methodische Struktur des Materials bei zahlreichen Arbeitsdurchgängen die Einbeziehung syntaktisch bzw. morphologisch ausgerichteter Elemente, die zum Zielitem in entsprechender Minimalpaarrelation stehen. Dadurch können spezifische Verarbeitungsprobleme des Probanden mit den numerischen Materialien (z.B. die hier unterstellten - und in den Arbeitsblättern provozierten - Fehlermuster) entsprechend aufgedeckt und für die weitere therapeutische Arbeit thematisiert werden. Das dreischrittige Vorgehen in der mikroskopischen Abfolge der präsentierten Arbeitsdurchgänge (s.o.) gewährleistet eine tiefgehende Verarbeitungssicherheit. In einem weiteren zur Inangriffnahme der syntaktischen Probleme geeigneten Arbeitsschritt kann auf Materialien, die im Kapitel **Transkodierung** enthalten sind, zurückgegriffen werden. Dabei handelt es sich um Arbeitsblätter vom Aufgabentyp **"Dekomposition"**.

Der Vorteil dieses Materials: Es ermöglicht durch die nicht-lineare Bearbeitungsmodalität ein stufenweises Heranführen an die Relationen zwischen syntaktischer Abfolge und daraus resultierender Gesamtmagnitude eines numerischen Wertes, ohne daß von vornherein die Bestimmung der Magnitude von der Bewältigung des numerischen Algorithmus abhängt.

Weitere therapeutische Schritte ergeben sich im Anschluß an die oben genannten Verfahren dann je nachdem, wie zügig welcher Verarbeitungsweg konsolidiert und stabilisiert werden kann, so daß dem Umgang mit weiteren Arbeitseinheiten im großen und ganzen keine fehlgeleiteten syntaktischen Prozesse mehr im Wege stehen.

ERGÄNZENDE NUMEROLOGISCHE ÜBUNGEN

Das Hauptanliegen dieses Bandes ist es, (methodisch strukturiertes) Material für die Therapie der numerischen Informationsverarbeitung zur Verfügung zu stellen.

Die materielle Form der vermittelten Diagnose-/Therapieinhalte (in Form bedruckter Arbeitsblätter) legt a priori auch das Medium fest (*analoge* (im Unterschied zu virtuell-elektronischen) *Darstellungen*). Die therapeutische Arbeit auf diesem Sektor besteht jedoch - ganz wie in der Sprachtherapie bzw. der Neuropsychologie - nicht nur in der Bearbeitung schriftlich fixierter Aufträge durch die Probanden. Um für diese Zusammenhänge auch einen gewissen Einstieg zu vermitteln, sollen im folgenden einige Vorschläge zu weiteren Gestaltungsformen einer Zahlentherapie diskutiert werden. Die Aufstellung erhebt keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit, und

sie soll noch viel weniger mit einem kompletten Therapieprogramm (wie es für die Sprache in der Arbeit z.B. von FAWCUS, ROBINSON, WILLIAMS & WILLIAMS (1992) existiert) verwechselt werden. Es sind vielmehr gedankliche Anregungen, die als Operationalisierungen der oben diskutierten Modelle zur Zahlenverarbeitung zustande gekommen sind. Solcherlei Therapieformen sprengen aber den Rahmen schriftlich fixierter Arbeitsblätter, weil sie entweder

- sinnvollerweise nur unter Rückgriff auf **regionale Dokumente**

oder

- nur **separat** (z.B. aus einem Arbeitsblatt ausgeschnitten)

oder

- nur mithilfe **auditiver Darbietung**

verwendet werden können.

Vor allem unter Einsatz von (in schriftlichen Arbeitsblättern ja nicht zur Verfügung stehender) **auditiver Darbietung** besteht bei sehr vielen Materialien die Möglichkeit, die bereits vorhandenen therapeutischen Arbeitsaufträge an die Probanden entsprechend zu ergänzen.

So können z.B. Arbeitsblätter, die mit der Verknüpfung zwischen verbaler (graphematischer) und digitaler Modalität operieren, um eine Komponente "Verknüpfung zwischen phonologischer und digitaler Modalität" ergänzt werden.

Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die im Abschnitt über Methodik und Konstruktion der Ablenker vermittelten Kriterien berücksichtigt werden(!).

(Bei den unten aufgeführten Ideen fallen bedingt durch die Vorgabe in den allermeisten Fällen numerische Konversionen an - selbst wenn sie nicht expliziter Bestandteil der Aufgabenstellung sind; daher wird die Bearbeitungsanforderung "Transkodierungen" nicht mehr eigens aufgeführt. Auch sonst ist eine methodisch saubere Zuordnung zu numerischen Aufgabenbereichen nicht immer perfekt durchführbar.)

Numerische Basisprozesse/Transkodierungen

- **"Pick up Tokens"**-Verfahren: Der Proband bekommt eine bestimmte Menge von Spielmarken (Tokens). Der Benutzer fordert den Probanden zum Aufnehmen einer definierten Teilmenge dieser Tokens auf. Die Übung kann theoretisch in vier Varianten durchgeführt werden:

- **auditive** Darbietung des Zielwerts
- **schriftliche** Darbietung (**Zahlwort** oder **Ziffer**) des Zielwerts
- Darbietung des Zielwerts **isomorph**, d.h. ebenfalls in Form von Tokens.
- **"Subitizing"**: Das ohne Zuhilfenahme eines Zählprozesses relativ schnelle **Schätzen** der Magnitude einer dargebotenen Menge von Tokens.

- Lexikalische Entscheidung für (**auditiv** dargebotene) Zahlwörter bzw. numerische **Neologismen**.

- **(Zuordnende) Transkodierungen** phonologisch > *graphematisch* bzw. phonologisch > *digital* im multiple-choice Verfahren (Beispiel für ein einschlägiges Setting: Der Proband bekommt eine Serie von schriftlich codierten Zahlenreihen (zur Methodik der Distraktoren vgl. entsprechenden Abschnitt) ausgehändigt; Der Benutzer nennt jeweils eine zur Auswahlmenge gehörende Zielzahl; Der Proband markiert die vermutliche Zielzahl).
- **Serielle Anordnung** (nach Größe/ Magnitude) von als Kärtchen dargebotenen Ziffern bzw. Zahlwörtern, bzw. auch beides gemischt, so daß z.B. die folgende Sequenz entstehen kann: 'Dreizehn' - '14' - '15' - 'Sechzehn' - 'Siebzehn' - '18' - ... (Wahl der Zahlenräume bzw. der numerischen Kodierungsform je nach den diagnostisch ermittelten Möglichkeiten).
- **Aufbau/Konstruktion** mehrstelliger Zahlenwerte aus morphemischen Komponenten (Beispiel: Der Proband bekommt einen numerischen Wert (wahlweise auditiv oder als Schriftkarte in digitaler Form (z.B. '15'; '29'; '107'; etc.)) dargeboten. Dazu wird jeweils eine Auswahl (passender und unpassender) morphemischer Zahlwortfragmente ('zwei'; 'fünf'; 'zig'; 'zehn'; usw.) vorgelegt. Der Proband erhält den Auftrag, durch Anordnung der Karten den digital dargebotenen numerischen Wert morphologisch umzusetzen. Dieser Durchgang kann gleichermaßen in phonologischer Variante (per Zusammensetzen von Buchstabenkärtchen) erfolgen.
- **Konstruktion von mehrstelligen Zahlenwerten** aus Ziffernkärtchen (Beispiel: Der Benutzer nennt eine dreistellige Zahl (634), Der Proband wählt aus der gegebenen Auswahlmenge (Ziffern 0 bis 9) die passenden Kärtchen aus und versucht sie entsprechend anzuordnen).
- **Formation mehrstelliger Zahlenwerte** (mental; verschärfte Variante des obigen Durchgangs, da keine Verwendung von Material - daher Übung mit großer kognitiver Komponente).
- (Mentale) **Tilgungen** bzw. entsprechende **Ergänzungen** innerhalb solcher Werte (z.B. '1234' "minus" 2 > '134'; '659' "plus" 8 > '6589'). Diese Übung kann bei zu großer Gedächtnisbelastung auch in der Variante "schriftliche Darstellung des Ausgangswertes" durchgeführt werden.

Kalkulation

- **Einträge** (auditiv dargebotener) Zahlwörter **in einen Zahlenstrahl**. Des weiteren können bei Verwendung eines vertikal angelegten Zahlenstrahls (s.o./Abschnitt über Charakteristik des Aufgabentyps "Arbeit am Zahlenstrahl") Additions- ("aufwärts Zählen") und Subtraktionsprozesse ("abwärts Zählen") gut veranschaulicht werden.
- **Beantwortung von Fragen** zu Eigenschaften von durch den Benutzer (Therapeut) genannten Zahlenwerten (z.B. gerade vs. ungerade (kalkulatorisch: Eigenschaft der Teilbarkeit durch zwei vs. nicht durch zwei teilbar)).
- **Magnitudenvergleich** ("welche Zahl ist größer?") für vom Benutzer genannte Zahlenpaare (Kriterien analog zum schriftlichen Material).
- **Mündliche Zählaufräge** (analog zu den im Band enthaltenen schriftlichen Materialien (vgl.)) mit der Variante, daß sowohl Start- als auch Endzahl genannt werden, so daß mit der Aufgabenstellung ein zusätzlicher Gedächtnisauftrag (die

Endzahl muß während des Zählprozesses dauerhaft memoriert werden) verbunden ist (alternativ dazu kann die Aufgabenstellung auch ohne Vorgabe der Endzahl erfolgen; in diesem Fall wird der Zählprozeß durch den Benutzer spontan beendet). Die Größe der Schrittabfolge (1-er; 2-er; 3-er-Schritte, usw.) kann natürlich nicht automatisch aus den Arbeitsblättern übernommen werden; ggf. können nur maximal 2-er oder 3-er-Schritte in mündlicher Form durchgeführt werden.

■ Eine weitere Variante läßt diesbezüglich evtl. mehr Spielraum zu: Ein solcher Zählvorgang kann auch mit einer **perzeptiven** Komponente erfolgen. In diesem Fall gibt der Benutzer eine Zahlenfolge vor (z.B. '39' - '36' - '33' etc.), der Proband bekommt den Auftrag, Schrittabfolge ($n=3$) und Zählrichtung (abwärts) zu bestimmen. Eine wiederum von dieser Variante abgeleitete Durchführungsform ist die folgende: Der Benutzer gibt z.B. die Zahlenfolge '52' - '49' - '46' - '44' - '42' - '40' etc. auditiv vor, der Proband bestimmt den konzeptuellen Sprung in der Zahlenkette (z.B. "bis zur '46' drei Schritte abwärts, von da an je zwei Schritte abwärts").

■ (Methodisch strukturierte!) konventionelle **Kopfrechenaufgaben** zu den vier Grundrechenarten.

■ **Uhrzeit-Kalkulation** (Beispiel: Der Proband bekommt Startzeit (z.B. 20.45h) und Dauer (z.B. 100 min.) eines Spielfilms und berechnet den Endzeitpunkt der Filmübertragung).

■ **Termin-Kalkulation** (Bestimmung von Zieldaten in einem Kalender (möglichst mental-imaginär, d.h. ohne Vorlage eines Kalenderblatts oder einer Jahresübersicht) durch Frage nach einem entsprechenden Datum bzw. Frage nach einem entsprechenden Wochentag). (Beispiele: Vorgabe eines konkreten Datums (Mittwoch, 10.09.); Berechnung des Datums für den *Freitag* derselben Woche bzw. entsprechend des Wochentages für das Datum des 12.09. Die genannten Beispiele lassen sich im Schwierigkeitsgrad steigern durch Ausweitung der Datenräume: 1. Schwierigkeitsgrad: wochen- und monatsintern (wie obige Beispiele); 2. Schwierigkeitsgrad: "Wochensprung"/ monatsintern (Mittwoch, 10.09. > *Dienstag*, 16.09.) bzw. alternativ in Kombination mit numerischem Zehnersprung (Mittwoch, 17.09. > *Dienstag*, 23.09.); 3. Schwierigkeitsgrad: doppelter *Wochensprung*/monatsintern (Mittwoch, 10.09. > *Freitag*, 19.09.); 4. Schwierigkeitsgrad: *Monatssprung* (*Dienstag*, 30.09. > *Donnerstag*, 02.10.), wobei im Falle von Schwierigkeitsgrad 4 eine Abruf-Komponente des Weltwissens anfällt: Das Wissen über die Anzahl der jeweiligen Tage in den verschiedenen Monaten. Eine letzte Schwierigkeitssteigerung in diesem Kontext: Datumsberechnungen für den Übergang Februar-März mit jeweiliger Angabe eines Kalenderjahres (Schaltjahr vs. kein Schaltjahr)).

■ **Preisberechnungen** (s.u./Abschnitt "Praktische Aspekte").

■ **Schriftliches Rechnen.**

Alle weitergehenden, weil mit größeren Magnituden bei den numerischen Operanden arbeitenden Aufgaben können im Prinzip von den Benutzern in Eigenregie erarbeitet werden. Die Entscheidung, ob ein bestimmter Grundrechenvorgang (z.B. im Falle einiger - zweistellige numerische Operanden enthaltender - Arbeitsblätter im Abschnitt zwischen Blatt 3.65 und Blatt 3.102) mündlich oder schriftlich durchgeführt werden soll, muß ohnehin vor Ort getroffen werden. Die Standardisierung schriftlicher Rechenaufgaben empfiehlt sich nicht unbedingt, da zum einen solche Arbeitsblätter

in der Konzeption von den Benutzern leicht in Eigenregie erstellt werden können. Zum anderen muß die **Struktur** der Arbeitsblätter je nach dem Problem des Probanden in unterschiedlicher Form entworfen werden. Ist die Rechenstrategie selbst das Problem, können einschlägige Arbeitsblätter in konventioneller Form (auf weißem oder karierten Papier) erstellt werden. Beziehen sich die Defizite auf die graphische Strukturierung der mathematischen Zwischenwerte schriftlicher Rechnungen in Zeilen und Spalten, so muß diese partielle Leistung durch entsprechende Gestaltung der Arbeitsblätter (gezoomt vergrößerte Kästchen, durch Fettdruck deutlich markierte Zeilen als therapeutisch erstellte *Einrückvorgabe*) gestützt werden. Des weiteren können (mehrere) numerische Werte, die schriftlich addiert oder subtrahiert werden sollen (z.B. 26,57; 12,09; 0,84 etc.) auf einem Blatt hintereinander aufgeführt sein oder auch mündlich diktiert werden. Der Auftrag besteht dann schwerpunktmäßig darin, die gegebenen Werte zeilen- und spaltengerecht untereinander zu schreiben. CARAMAZZA & McCLOSKEY (1987) diskutieren die in diesem Zusammenhang entstehenden einschlägigen Kalkulationsprobleme. Die folgende Abbildung demonstriert die Beobachtungen der Autoren.

$$\begin{array}{r}
 \overset{1}{3}7 \\
 \times 24 \\
 \hline
 148 \\
 74 \\
 \hline
 222
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \overset{2}{3}08 \\
 \times 73 \\
 \hline
 924 \\
 2156 \\
 \hline
 3080
 \end{array}$$

Abbildung 28: Fehlberechnungen aufgrund defizitärer Steuerung der Strukturierung arithmetischer Fakten (aus CARAMAZZA & McCLOSKEY, 1987)

Praktische Aspekte

Vor allem in den praktischen Aspekten der Zahlenverarbeitung kommt solchen Übungseinheiten, die nicht durch Arbeitsblätter vorstrukturiert sind, eine besondere Bedeutung zu. Je praktischer und konkreter die therapeutischen Inhalte sind, desto weniger können diese Materialien standardisiert und formalisiert werden. Zudem gelten die oben genannten Bedingungen der *Partikularität* bzw. evtl. sogar der *Singularität* mancher Anforderungen an die numerische Informationsverarbeitung in besonderer Weise für die praktischen Prozesse. Die konkret praxisbezogenen ergänzenden Übungsformen sollten jedoch tendenziell erst gegen Ende einer Behandlungszeit zum Einsatz kommen. So markieren sie im Rahmen der therapeutischen Großform *Diagnose - Therapie der grundlegenden Zahlenverarbeitung - Therapie der Rechenfunktionen - Therapie der praktischen Aspekte der Zahlenverarbeitung* am besten den Übergang zum Wiedereinstieg in das berufliche oder private Alltagsleben.

Das Vorgehen in dieser Reihenfolge hat noch einen weiteren Vorteil: Die zeitlich vorangegangene Verwendung der praxisneutralen Arbeitseinheiten sollte bei den Benutzern die Sensibilität für ein methodisch-strukturiertes Vorgehen auch in der Therapie der Zahlenverarbeitung erleichtern und fördert so das Gespür für ähnliche Strategien in der Arbeit mit improvisierten Materialien.

■ **Übungen anhand von Spielwürfeln** (Token-Darstellungen '1' bis '6!').

Möglichkeiten sind:

- a) der Benutzer nennt eine Zahl (bzw. legt eine entsprechende Ziffern- oder Zahlwortkarte vor) - der Proband plaziert den Würfel mit der korrespondierenden Würfelfläche nach oben;
- b) der Benutzer dreht eine bestimmte Würfelseite nach oben, der Proband nennt die entsprechende Zahl (bzw. schreibt alternativ dazu die korrespondierende Ziffer/das Zahlwort auf).

■ Generell können (und sollten) die im Band befindlichen graphisch dargebotenen Materialien durch auditive Therapieformen mit ähnlicher Struktur ergänzt werden. Beispiele: **Einstellen der Zeiger einer Uhr** (bzw. eines Uhrenmodells) nach Vorgabe der Uhrzeit (diverse Varianten bzw. Strukturierung entsprechend den graphisch/schriftlichen Materialien) durch den Benutzer vs. Nennen der Uhrzeit nach dem Einstellen der Zeiger durch den Benutzer. Sinnvoll ist hier die Verwendung zweier Uhrenmodelle (mitdrehender bzw. unabhängig zu drehender Minutenzeiger).

■ Ausfüllen verschiedener (u.a. entsprechend der individuellen Relevanz für den Probanden) **Formblätter**, Vordrucke, Vertragsformulare etc.

■ Eingabe von in verschiedenen Formen vorgegebenen Zahlenwerten in einen **Taschenrechner**.

■ Anwählen von (auditiv bzw. schriftlich) vorgegebenen **Telefonnummern**.

■ Bearbeitung von komplexeren Aufträgen, z.B. in **tabellarisch strukturierten Plänen** (Beispiel: Der Proband arbeitet unter Benutzung eines Fahrplans eine spezifische Bahn-, Bus-, Zug-, Fähren- oder Flugverbindung aus). Möglich ist hier wiederum der Einbezug einer Gedächtniskomponente: Berücksichtigung von unterschiedlichen Plandichten (Werk- vs. Feiertagsverbindungen etc.).

- **Geldwechselprozesse** (Geldabzahl- bzw. später Geldrückgabebefehle, Steigerung des Schweregrades jeweils über runde bzw. später komplexe Geldbeträge (z.B. € 50,- bzw. € 149,95). In jedem Fall können die in den einschlägigen schriftlichen Materialien "Zahlungsmittel" angelegten Struktureigenschaften in der vorliegenden Form in den auditiven (= praktischen) Kontext übernommen werden.
- Praktische Additionen von **Preisen** an Hintergrundmaterial, z.B. Preisetiketten aus dem Einzelhandel. Für diese Übung sind dreierlei Durchführungsmodi denkbar:
 - Variante a): Der Benutzer gibt eine bestimmte Anzahl von Preisetiketten vor; der Proband schätzt anhand einer ebenfalls vorgegebenen Aufstellung möglicher Summen die Gesamtsumme der durch die Etiketten angegebenen Einzelpreise.
 - Variante b): Der Proband bestimmt die sich ergebende Gesamtsumme genauer, indem er durch Aufrunden der in den Etiketten vermerkten sogenannten Suggestivpreise die Beträge addiert (z.B. € 39,80 + € 19,95 > € 40,- + € 20,- = € 60,-)
 - Variante c): Der Proband addiert die tatsächlichen Einzelbeträge und versucht die exakte Gesamtsumme zu ermitteln.
- Die genannte Übung kann schließlich erweitert werden durch Rückgriff auf die zuvor behandelten **konkreten Zahlungsmittel**. In diesem Fall wird die vom Probanden avisierte Gesamtsumme nicht verbal vermittelt oder durch Auswahl markiert, sondern in konkreter Form durch Zusammenstellung der entsprechenden Währungselemente errechnet (Banknoten- und Münzenimitate im Rahmen einer vom Benutzer angelegten (bzw. noch anzulegenden) *therapeutischen Bank* mit Spielgeld, Faksimile-Drucken o.ä., aus deren Fundus Material für praktische Übungen entnommen werden kann).
- Identifizierung mündlich vermittelter **Datumsangaben** in einem Kalender (z.B.: "Tragen Sie für den 18.4. einen Termin um 15.00 Uhr ein." Oder: "Tragen Sie für jeden ersten Donnerstag im Monat (alternativ: am 5. jeden Monats) einen Termin um 12.30 Uhr ein." Oder auch: "Tragen Sie für jede gerade Kalenderwoche Mittwoch um 15.00 Uhr einen Termin ein.")
- **Identifizierung lokaler Zielorte** anhand von Land- und Straßenkarten bzw. Stadtplänen (z.B. Auffindung einer bestimmten Straße in einem Planquadrat (D 7 o.ä.) eines Stadtplanes).
- **Bearbeitung von Rechnungen** (Der Proband bekommt eine fiktive bzw. tatsächlich existierende Rechnung dargeboten und setzt den Zahlungsauftrag auf einem ebenfalls präsentierten Scheck- oder Zahlungsscheinvordruck um).
- **Allgemeine Diskussionen** über numerische Aspekte des Alltagslebens, die als therapeutische Fragestellungen eingebracht werden können. Beispiele: Siedepunkt von Wasser/ein Dutzend ist wieviel? - Voltzahl bei der Stromspannung - Diskussion über numerische Einheiten (Dezimal- vs. andere Einheiten): Anzahl Pfennige zu D-Mark - Anzahl Gramm zu Kilogramm - Anzahl Gramm zu Pfund - Anzahl Stunden pro Tag - Anzahl Tage pro Woche - Anzahl Monate pro Jahr - Anzahl Finger/Zehen pro Hand/Fuß - Anzahl von Tagen in ausgewählten Monaten usw. usf.
Weitere Gestaltungsmöglichkeiten bestehen in vielfältiger Weise. Hier kann der Phantasie des Benutzers freier Lauf gelassen werden ...

ALLGEMEINE ORGANISATORISCHE ASPEKTE DER ZAHLENTHERAPIE

Zur therapeutischen Routine sollten grundsätzlich flankierende Aufträge an die Probanden (Patienten) gehören, z.B. daß die im Rahmen der Bearbeitung der Arbeitsblätter markierten Zahlen laut gelesen werden (= Transkodierung digital > verbal-phonologisch bzw. verbal-graphematisch > verbal-phonologisch!) oder daß Begründungen für Lösungsentscheide bzw. Hintergrunderklärungen (z.B. "Die Zeigerstellung (der auf dem Blatt gedruckten Uhr) gibt keine echte Uhrzeit wieder, weil ...") gegeben werden.

Die Ergebnisse aus solchen flankierenden Aktivitäten könnten z.B. in Kleinprotokollen festgehalten werden, um einen Überblick über größere Zeiträume zu ermöglichen. Insbesondere die erstgenannte flankierende Aktivität sollte nicht als Drill o.ä. mißverstanden werden. Die bisherige Erfahrung in der "zahlechterapeutischen Werkstatt" zeigt die Funktion der phonologischen Verarbeitung numerischer Werte immer wieder als die am längsten therapieresistente. Diese Aussage gilt sowohl für die expressive Modalität als auch für die perzeptiven Funktionen einschließlich des "monitoring" für die eigene Produktion einschlägiger phonologischer bzw. morphologischer Ketten für die numerischen Ausdrücke. So kann von Therapiesitzung zu Therapiesitzung der Anteil der expressiven Paraphasien (u.U. auch bei korrekt gelöstem Item) bzw. nach Bedarf auch die Anzahl der Selbstkorrekturen festgehalten werden.

Die Frage nach der Begründung einer gewählten Lösung durch den Probanden geschieht im Fahrwasser des Forschungskontextes "Lautes Denken" und ermöglicht zum einen noch einmal eine Korrektur für den Fall einer Falschlösung, zum andern eine Vertiefung des Bewußtseins über die Modalitäten einer evtl. intuitiven Lösungsentscheidung.

LITERATUR

- ASHCRAFT, M. H. (1996): Cognitive Psychology and Simple Arithmetic: A Review and Summary of New Directions. In B. BUTTERWORTH (Ed), *Mathematical Cognition*. Hove, E. Sussex/GB: Psychology Press
- ATHEN, H., POHLMANN, D. (1970): Elementares Rechnen. In ATHEN, H., BALLIER, F. (Eds, 1970): *Rechnen und Mathematik*. Gütersloh: Bertelsmann
- ATHEN, H., F. BALLIER (Eds, 1970): *Rechnen und Mathematik*. Gütersloh: Bertelsmann
- BUTTERWORTH, B. (1996): *Mathematical Cognition*. Hove, E. Sussex/GB: Psychology Press
- CAMPBELL, J. I. D. (1994): Architectures for Numerical Cognition. *Cognition*, 53, 1-44
- CARAMAZZA, A., McCLOSKEY, M. (1987): Dissociations of Calculation Processes. In G. DELOCHE, X. SERON (Eds, 1987): *Mathematical Disabilities. A Cognitive Neuropsychological Approach*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum
- CLARK, J. M., CAMPBELL, J. I. D. (1991): Integrated Vs. Modular Theories of Number Skills and Acalculia. *Brain & Cognition*, 17, 204-239
- CLAROS-SALINAS, D. (1988): Zahlenverarbeitung und Arithmetik. In D. VON CRAMON, J. ZIHL (Eds), *Neuropsychologische Rehabilitation*. Berlin: Springer
- DEHAENE, St. (1993): Varieties of Numerical Abilities. In St. DEHAENE (Ed), *Numerical Cognition*. Cambridge, MA: Blackwell
- DEHAENE, St., COHEN, L. (1996): Towards an Anatomical and Functional Model of Number Processing. In B. BUTTERWORTH (Ed), *Mathematical Cognition*. Hove, E. Sussex/GB: Psychology Press
- DELOCHE, G., SERON, X. (1987): Numerical Transcoding: A General Production Model. In G. DELOCHE, X. SERON (Eds, 1987): *Mathematical Disabilities. A Cognitive Neuropsychological Approach*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum
- DELOCHE, G., SERON, X., FERRAND, I. (1989): Reeducation of Number Transcoding Mechanisms: A Procedural Approach. In X. SERON, G. DELOCHE, (Eds), *Cognitive Approaches to Neuropsychological Rehabilitation*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum
- ENGL, E.M., KOTTEN, A., OHLENDORF, I., POSER, E. (1996): *Sprachübungen zur Aphasiebehandlung. Logotherapie Band 1*. Berlin; Edition Marhold im Verlag Spiess
- FAWCUS, M., ROBINSON, M., WILLIAMS, J., WILLIAMS, R. (1992): *Die Behandlung von Aphasikern*. Stuttgart: Fischer
- FIAS, W., BRYSBART, M., GEYPENS, F., D'YDEWALLE, G. (1996): The Importance of Magnitude Information in Numerical Processing. *Mathematical Cognition*, 2 (1), 95-110
- HENSCHEN, S. E. (1920): *Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des*

- Gehirns. Über Aphasie, Amusie und Alkalkulie. Stockholm: Nordiska Bokhandeln
- HOLENDER, D., PEEREMAN, R. (1987): Differential Processing of Phonographic and Logographic Single-Digit Numbers by the Two Hemispheres. In G. DELOCHE, X. SERON (Eds, 1987): *Mathematical Disabilities. A Cognitive Neuropsychological Approach*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum
- HOWARD, D., FRANKLIN, S. (1987): Three Ways for Understanding Written Words and their Use in Two Contrasting Cases of Surface Dyslexia. In D. A. Allport, D. MacKay, W. Prinz (Eds.), *Language Perception and Production; Common Processes in Listening, Speaking, Reading and Writing*. London: Academic Press
- HUBER, W., POECK, K., WENIGER, D., WILLMES, K. (1983) *Der Aachener Aphasietest*. Göttingen: Hogrefe
- HÜTTEMANN, J. (1992a): Die Akalkulie - ein Arbeitsgebiet der Klinischen Linguistik. Vortrag gehalten auf dem Workshop Klinische Linguistik des "Bundesverband Klinische Linguistik" (BKL). Klinik Bavaria, Schaufling
- HÜTTEMANN, J. (1992b): Analysis and Treatment of Innumeracy in Clinical Rehabilitation. Poster presented at the Fifth International Aphasia Rehabilitation Congress. Zürich/CH
- HÜTTEMANN, J. (1994): Disorders of Number Processing in Aphasic and Nonaphasic Patients. Poster presented at the Sixth International Aphasia Rehabilitation Congress. Aalborg/DK
- HÜTTEMANN, J. (1997a): Analysis and Treatment of a Numerical Deficit in an Aphasic Patient. Vortrag gehalten auf dem Symposium Neurolinguistics. Kerkrade/NL
- HÜTTEMANN, J. (1997b): Struktur und Qualität sprachtherapeutischer Materialien. In RICKHEIT, G. (Ed), *Studien zur Klinischen Linguistik. Modelle, Methoden, Intervention*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag
- KAPLAN, E., GOODGLASS, H., WEINTRAB, S. (1983): *The Boston Naming Test*. Philadelphia: Lea & Febiger
- LEWANDOWSKY, M., STADELMANN, E. (1908): Über einen bemerkenswerten Fall von Hirnblutung und über Rechenstörungen bei Herderkrankungen des Gehirns. *Journal für Psychologie und Neurologie*, 11, 249-265
- McCLOSKEY, M. (1992): Cognitive Mechanisms in Numerical Processing: Evidence from Acquired Dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157
- McCLOSKEY, M., CARAMAZZA, A. & BASILI, A. G. (1985): Cognitive Mechanisms in Number Processing and Calculation: Evidence from Dyscalculia. *Brain & Cognition*, 4, 171-196
- McCLOSKEY, M., SOKOL, S.M., GOODMAN, R.A. (1986): Cognitive Processes in Verbal Number Production: Inferences from the Performance of Brain-Damaged Subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115 (4), 307-330
- MENNE, A. (1972): *Einführung in die Logik*. München: UTB Francke
- MORTON, J.; PATTERSON, K. E. (1980): A New Attempt at an Interpretation, or, an

- Attempt at a New Interpretation. In M. COLTHEART, K. E. PATTERSON, J. C., MARSHALL (Eds), *Deep Dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul
- MOYER, R. S., LANDAUER, T. K. (1967): Time Required for Judgements of Numerical Inequality. *Nature*, 215, 1519-1520
- NICHOLAS, L. E., BROOKSHIRE, R. H., MacLENNAN, D. L., SCHUMACHER, J. G., PORAZZO, S. A. (1989): Revised Administration and Scoring Procedures for the Boston Naming Test and Norms for Non-Brain-Damaged Adults. *Aphasiology*, 3 (6), 569-580
- NOEL, M.P., SERON, X. (1993): Arabic Number Reading Deficit: A Single Case Study. *Cognitive Neuropsychology*, 10 (4), 317-339
- STAZYK, E. H., ASHCRAFT, M. H., HAMANN, S. (1982): A Network Approach to Mental Multiplication. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 320-335
- WARRINGTON, E. K. (1987): The Fractionation of Arithmetical Skills: A Single Case Study. In G. DELOCHE, X. SERON (Eds, 1987): *Mathematical Disabilities. A Cognitive Neuropsychological Approach*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum