

Abhängigkeiten zwischen typischen Fehlern und Aufgabenformaten bei einer Rechenschwäche in der Mitte des 2. Schuljahres (Fortsetzung)

Die Normierungsstichprobe der computergestützten Diagnostik BIRTE 2 (Schipper, Wartha, & von Schroeders, 2011) zur Messung arithmetischer Kompetenzen von SchülerInnen in der Mitte des 2. Schuljahres liefert die Grundlage für eine differenzierte Fehlerbetrachtung. Die 2078 Datensätze der Stichprobe beinhalten Lösungseingaben von 13 verschiedenartigen Aufgabenmodulen, in denen unter anderem reine Rechenaufgaben zur Addition und Subtraktion zweistelliger Zahlen als auch Aufgaben zum Strukturverständnis wie z.B. beim Verorten und Ablesen von Zahlen im Hunderter-Feld präsentiert werden. Rottmann und Schipper (2002) konnten in einer Studie nachweisen, dass sich das Leistungsniveau von Kindern insbesondere in der Materialnutzung widerspiegelt.

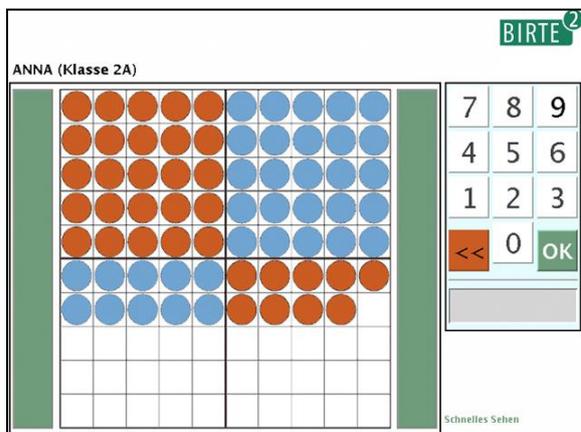


Abb. 1: Schnelles Sehen (Schipper et al., 2011, S. 73)

Für die Analyse der möglichen Fehleingaben wurde im Rahmen des Dissertationsprojekts deshalb der Fokus auf sechs spezifische Fehlertypen beschränkt. Mit diesen wird dann der Versuch unternommen, das Merkmal Rechenschwäche qualitativ und kategorial zu operationalisieren. Zu den Fehlertypen gehören (Schipper et al., 2011, S. 71 ff.):

- Strukturfehler (Lesemann, 2016, S. 67),
- Zahlendreher,
- Zählfehler (z.B. ± 1 Fehler) (Radatz, 1980, S. 75 ff.)
- Inverse Operation Fehler,
- Unvollständige Operation Fehler und
- Ziffernstrategiefehler.

Bevor die Daten der Normierungsstichprobe ausgewertet werden können, werden in einem ersten Schritt mögliche Fehleingaben und Variationsfehler, das sind Fehler die sich auch einer Verschachtelung zweier Fehlertypen ergeben, generiert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Wesen bestimmter Fehlertypen eine beliebige Verschachtelung nicht zulässt. So kann bei-

spielsweise ein Strukturfehler nicht mit einem Ziffernstrategiefehler einhergehen.

2. Fehler \ 1. Fehler	Strukturfehler	Zahlendreher	Zählfehler	Inverse Op.	Unvollst. Op.	Ziffernstrategie
Strukturfehler	-	X	-	-	-	-
Zahlendreher	-	-	X	X	X	X
Zählfehler	-	X	-	-	-	-
Inverse Op.	-	X	X	-	X	X
Unvollst. Op.	-	X	X	-	-	-
Ziffernstrategie	-	X	X	?	?	-

Abb. 2: Tabelle der Variationsmöglichkeiten

Lösungen, die sich aus der Verschachtelung zweier Fehler ergeben, werden im weiteren als Sekundärfehler, Lösungen, die sich direkt auf einen Fehlertypen zurückführen lassen, werden als Primärfehler bezeichnet. Das schließt aber nicht aus, dass es Fehleingaben gibt, die sich als Primärfehler des ein oder anderen Fehlertyps identifizieren lassen könnte.

So kann bei der Additionsaufgabe $38 + 40$ ein Kind zum Ergebnis 78 nach einer richtigen Rechnung durch einen Zahlendreher im Ergebnis kommen oder auch vornherein durch einen Plus-Neun-Zählfehler (als Kombination aus einem Plus-Zehn- und einem Minus-Eins-Fehler).

Die Unterscheidung in Primär- und Sekundärfehler ermöglicht es, eine Aufgabenauswahl in BIRTE 2 vorzunehmen. Diejenigen Aufgaben, die in der Normierungsstichprobe einerseits einen möglichst hohen Anteil an Primärfehlern aufweisen und andererseits ein kleines Verhältnis aus Sekundär- zu Primärfehlern (Vergrößerungsfaktor) besitzen, werden genommen, um das Antwortverhalten der Kinder zu untersuchen (siehe Abb. 3).

	16+8 ZE+E mit ZÜ RA01	68+4 ZE+E mit ZÜ RA02	33+9 ZE+E mit ZÜ RA03	57+6 ZE+E mit ZÜ RA04	38+40 ZE+Z RA05	51+28 ZE+ZE ohne ZÜ RA06	46+32 ZE+ZE ohne ZÜ RA07	24+35 ZE+ZE ohne ZÜ RA08	53+17 ZE+ZE=Z RA09	35+46 ZE+ZE mit ZÜ RA10	31+29 ZE+ZE=Z RA11	48+37 ZE+ZE mit ZÜ RA12
Zahlendreher (primär)	1,17%	1,70%	2,99%	1,58%	1,52%	1,17%	1,17%	1,50%	0,05%	0,70%	0,20%	1,76%
Zahlendreher (sekundär)	2,52%	4,40%	4,11%	4,99%	2,40%	5,69%	13,74%	6,10%	7,16%	6,87%	7,28%	13,27%
Verhältnis s:p	0,5	0,4	0,7	0,3	0,6	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
Zählfehler (primär)	4,52%	2,34%	7,10%	5,10%	5,51%	4,11%	8,10%	2,05%	10,80%	12,62%	9,33%	10,80%
Zählfehler (sekundär)	6,75%	4,87%	8,51%	8,86%	7,75%	5,69%	14,21%	8,98%	14,21%	19,90%	13,03%	20,84%
Verhältnis s:p	1,5	2,1	1,2	1,7	1,4	1,4	1,8	4,4	1,3	1,6	1,4	1,9
Ziffernstrategiefehler (primär)	4,05%	4,93%	1,99%	3,93%	2,29%	3,93%	2,70%	4,05%	9,68%	10,45%	9,16%	10,45%
Ziffernstrategiefehler (sekundär)	6,63%	6,87%	6,04%	6,40%	7,04%	9,04%	13,50%	10,80%	14,38%	13,85%	10,56%	22,25%
Verhältnis s:p	1,6	1,4	3,0	1,6	3,1	2,3	5,0	2,7	1,5	1,3	1,2	2,1

Abb. 3: Analyse der Lösungseingaben aus der Normierungsstichprobe einiger Additionsaufgaben

Grundsätzlich fällt auf, dass die primären Fehler mit nur einem geringen Anteil in den Eingaben vorhanden sind. Zählfehler und Ziffernstrategiefehler tauchen dabei deutlich häufiger auf als Zahlendreher, weil es für diese Art von Fehlern auch mehr Ausprägungen gibt. Eine Aufgabe mit einem großen Anteil primärer Fehler und einem kleinen Vergrößerungsfaktor, deutet darauf hin, dass diese Aufgabe den Kindern mit einer Tendenz zu einer Rechenschwäche auch dazu verleitet, einen spezifischen Fehler oder eine Fehlstrategie einzugeben.

Mit Hilfe einer Latent Class Analyse (LCA) (ROST, 2004, S. 154 ff.) können innerhalb von Datensätzen nur Gruppen mit annähernd gleichem Antwortverhalten identifiziert werden. Hierbei bedeutet „annähernd“, dass innerhalb einer Gruppe das Antwortverhalten nicht deterministisch vorliegt sondern probabilistisch. Das heißt, dass ein Kind dieser Gruppe mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit einen bestimmten Fehler eingibt.

Beispielsweise liefert eine LCA für ausgewählte Additionsaufgaben mit einem Fokus auf Zahlendreher ein Ergebnis mit insgesamt 4 Gruppen.

Aufg. 1: 16 + 8	Aufg. 3: 33 + 9	Aufg. 6: 51 + 28	Aufg.10: 35 + 46
ZD1: 0,46%	ZD2: 0,87%	ZD3: 9,95%	ZD4: 88,72% (keine Symptome)

Abb. 4: Auszug einer Zahlendreher-LCA zur Addition, 1728 Datensätze, 4 von 8 Aufgaben

Die vierte und größte Gruppe ZD4 zeigt hinsichtlich einer Zahlendreherproblematik keine Auffälligkeiten. Das bedeutet aber nicht, dass nicht doch mit einer geringen Wahrscheinlichkeit ein Kind dieser Gruppe mal bei der Lösung einer einen Zahlendreher produziert. Auffällig hingegen sind die

ZD1: 0,46 % (von 1728)	ZD2: 0,87 % (von 1728)
Aufg. 1: 16 + 8	
100 % Zahlendreher im Ergebnis	83,3 % Zahlendreher mit Zählfehler
Aufg. 3: 33 + 9 (!) Schnapszahl mit Zehnerübergang	
nur wenige Zahlendreher	73,3 % Zahlendreher mit Zählfehler
Aufg. 6: 51 + 28	
87,5 % Zahlendreher im Ergebnis oder im 1. oder 2. Summanden	50 % Zahlendreher mit Ziffernstrategiefehler
Aufg. 10: 35 + 46	
62,5 % Zahlendreher im Ergebnis oder im 1. oder 2. Summanden	nur wenige Zahlendreher

Abb. 5: Gegenüberstellung der Antwortverhalten zweier problematischer Gruppen

durch Fehler in Form von Zahlendrehern gepaart mit Zählfehlern aufzeigt. Die nur wenigen Zahlendreher bei der Aufgabe 10 bedeutet dabei wiederum nicht, dass diese Aufgabe richtig bearbeitet wurde. Vielmehr zeigen die falschen Lösungen keine Auffälligkeiten für Zahlendreher auf.

	ZD1	ZD2	ZD3	ZD4
ZF1	0,00%	0,00%	8,77%	1,76%
ZF2	63,04%	34,12%	22,43%	12,33%
ZF3	23,91%	45,88%	49,34%	27,13%
ZF4	13,04%	23,91%	19,47%	58,78%

Abb. 6: Prozentuale Verteilung der Mitglieder der ZD-Gruppen in den ZF-Gruppen.

beiden rot markierten Gruppen, die in Ihrem Antwortverhalten doch stark differieren (siehe Abb. 5).

Ein Blick in die Auswertungsergebnisse der Normierungsstichprobe zeigt, dass die Gruppe ZD2 eine Tendenz für vor allem Sekundärfehler

Werden nun verschiedene LCAs für verschiedene Aufgabenformate und Fehlertypen verglichen, so zeigt sich bisher, dass sich keine Abhängigkeiten zwischen den Fehlertypen und Aufgabenformaten aufzeigen lassen. Dies soll am Beispiel

der Zählfehler (ZF) und Zahlendreher (ZD) erläutert werden. Die Tabelle in Abbildung 6 zeigt, wie sich die Mitglieder der Zahlendrehergruppen in den Zählfehlergruppen wiederfinden. Die Gruppen mit einem hinsichtlich des Fehlertyps problematischen Antwortverhalten sind die Gruppen ZF1, ZF2, ZD1 und ZD2. Gänzlich unproblematisch sind die Gruppen ZD4 und ZF4. Um die Tabelle in Abbildung 6 richtig interpretieren zu können, muss allerdings berücksichtigt werden, welche Anteile die einzelnen Gruppen an der Stichprobe haben (siehe Abb. 7).

Auch wenn annähernd 63% der Mitglieder aus ZD1 sich auch in ZF2 wiederfinden, so entspricht das prozentual aber nur Gruppe ca. 2,1 % der Gruppe ZF2. Der Hauptanteil in der ZF2-Gruppe kommt aus der ZD4 Gruppe (unproblematische hinsichtlich Zahlendreher) mit annähernd 80%. Die 34,12% aus ZD2 entsprechen übrigens auch nur 2,1% der Gruppe ZF2. Und obwohl in der ZD2-Gruppe zwar ein Zählfehlerproblem mit vorgeschalteten Zahlendreher identifiziert wurde, impliziert dies nicht automatisch, dass die Mitglieder dieser Gruppe sich primär in einer der problematischen Zählfehlergruppen wiederfinden.

Deutlich wird, dass alle Vertreter der Fallgruppen, die sich aus der Zahlendreher-LCA ergeben, sich auch in den verschiedenen Gruppen aus der Zählfehler-LCA wiederfinden. Allgemein stützen diese Ergebnisse die These, dass eine Zahlendreherproblematik nicht zwangsweise mit einer Zählfehlerproblematik einhergehen muss.

Literatur

- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie und Testkonstruktion*. Bern: Huber.
- Lesemann, S. (2016). *Fortbildungen zum schulischen Umgang mit Rechenstörungen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Radatz, H. (1980). *Fehleranalysen im Mathematikunterricht*. Braunschweig: Vieweg.
- Rottmann, T. & Schipper, W. (2002). Das Hunderter-Feld - Hilfe oder Hindernis beim Rechnen im Zahlenraum bis 100? In *Journal für Mathematik-Didaktik*, 23 (1), 51–74.
- Schipper, W., Wartha, S., & von Schroeders, N. (2011). *BIRTE 2, Rechentest für das zweite Schuljahr, Handbuch zur Diagnostik*. Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlage.