

## **Optimierung der Diagnostik durch Analyse von Log-Daten am Beispiel des „Mathe sicher können - Online-Checks“**

### **1. Computerbasiertes (formatives) Assessment: Das Beispiel der Online-Checks**

Die zunehmende Digitalisierung bringt auch für formative Assessments neue Möglichkeiten, die Informativität von Diagnosen zu erhöhen (Kröhne & Goldhammer 2020). Dies kann sowohl die Gestaltung von Aufgaben an sich, als auch zum Beispiel über eine automatisierte systematische Auswertung von Antwortmustern geschehen. Ein weiterer Aspekt, der digitales von analogem Assessment unterscheidet, ist die Einfachheit, mit der auch Prozessdaten über den Verlauf der Lösungsfindung gesammelt werden können (Goldhammer et al. 2020). Im Rahmen der Entwicklung von Online-Checks im Mathe sicher können (MSK)-Programm entstehen derzeit 45 digitale Kurzdiagnosen (Hankeln et al., eingereicht), die arithmetische Basiskompetenzen erfassen mit besonderem Fokus auf konzeptuelles Verständnis. Da die einzelnen Online-Checks relativ kurz sind mit 10-20 min Bearbeitungszeit, sollte jede Aufgabe möglichst hohe diagnostische Informationen liefern. Dieser Beitrag illustriert exemplarisch an einer Aufgabe zum Multiplikationsverständnis, wie Prozess- bzw. Log-Daten die Auswertung von Testantworten anreichern können.

### **2. Verstehen der Multiplikation an einer linearen Darstellung**

Herausfordernd für Lernende ist es, die Bedeutung Multiplikation als Zählen in Bündeln (Prediger, 2019) auch in die lineare Darstellung des Zahlenstrahls hineinzusehen und dazu einen Sprung als Bündelungseinheit zu erkennen. Daher bilden mehrere Teilaufgaben zu genau dieser Anforderung einen Teil der Diagnose-Aufgaben im MSK-Baustein N4A, Multiplikation verstehen. Zur Illustration der Informativität der Log-Daten betrachten wir im Folgenden die Aufgabe aus Abb.1, bei der Lernende an einem interaktiven Zahlenstrahl passende Sprünge zur Multiplikationsaufgabe  $3 \cdot 5$  konstruieren sollen. Die im MSK-Kontext erwartete, korrekte Antwort besteht aus der Konstruktion von drei 5er-Bögen, wobei auch fünf 3er-Bögen akzeptieren werden, weil einige Schulbücher die Faktoren-Bedeutungen vertauschen. Eine typische Fehlantwort, die auf ein fehlendes Verständnis der Operation Multiplizieren hindeutet, ist der Versuch, die in der Rechenaufgabe sichtbaren Zahlen (3, 5 und/oder 15) in den Bögen abzubilden, also beispielweise einen 3er-Bogen und einen 5er-Bogen zu konstruieren. Bei einer solchen Antwort wird davon ausgegangen, dass die Testperson das Zählen in Bündeln nicht oder

nicht am Zahlenstrahl verstanden hat und die Multiplikation nicht korrekt von der Addition abgrenzen kann. Derzeit bezieht sich die Diagnose nur das Endprodukt der Testpersonen, wie es beim Verlassen des Items aussieht. Mit den Log-Daten kann jedoch auch der gesamte Prozess der Konstruktion rekonstruiert werden (vgl. Abb. 2), dieses soll ebenfalls in die Auswertung einfließen. Dazu ist zu untersuchen, welche Informationen aus den Log-Daten einen diagnostischen Wert haben, wie diese aufbereitet und konkret einbezogen werden können.

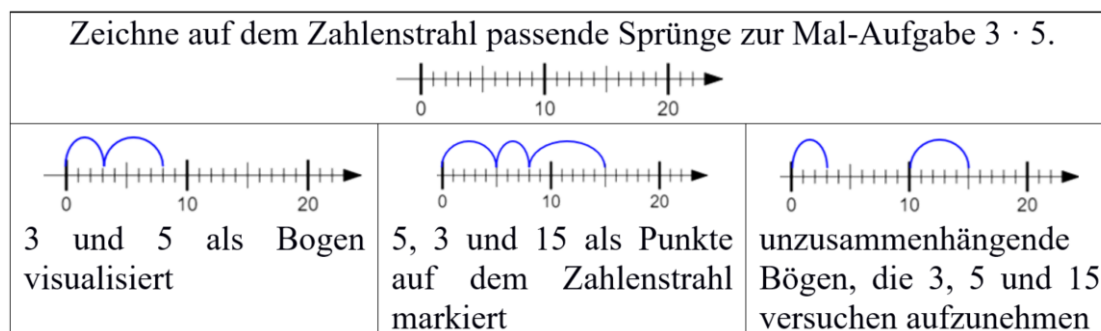


Abb. 1: Item "Zahlenstrahl" und typischer Fehler

### 3. Datenbasis und analytisches Vorgehen

Zur Untersuchung der Aussagekraft von Log-Daten für die erweiterte Auswertung wurden die Daten von  $n=116$  Lernenden der Klasse 5 untersucht. Zunächst wurden die Log-Daten aufbereitet und in ein verständliches Format gebracht. Anschließend wurden die Prozesse identifiziert, bei denen nicht in minimaler Schrittzahl eine korrekte Lösung erstellt wurde. Weiterhin wurden die Daten deduktiv kodiert im Hinblick auf die Faktorenreihenfolge gewechselt wurde im Verlauf des Lösungsprozesses, sowie, ob die Lernenden zu irgendeinem Zeitpunkt im Bearbeitungsprozess einen reinen Fokus auf sichtbare Zahlen zeigten (Prediger, 2019).

### 4. Analysen der Prozess-Daten: Einzelfall und Gesamtauswertung

Zwei Beispiele illustrieren, welche Informationen aus der reinen Betrachtung der statischen Lösung beim Verlassen der Aufgabe verloren gehen. Kind 1 (Abb. 2 oben) beginnt mit der Erstellung von drei 3er-Bögen, löscht diese wieder und konstruiert drei 5er-Bögen. Der finalen Lösung sieht man also nur die korrekte Lösung an. Die Betrachtung des Prozesses allerdings deutlich mehr Anknüpfungspunkte für diagnostische Nachfragen. So ist in dem ersten Anlauf nicht klar, ob die Person die Anzahl der Sprünge oder die Sprungbreite der Zahl 3 zuordnet. Da sie aber nach der Erstellung von drei Bögen abbricht (und damit nicht die 15 als Ergebnis erreicht), ist es wahrscheinlich, dass sie den ersten Faktor als Sprung-Anzahl deutet. An diesen

Gedankengang kann in einer Förderung angeknüpft werden und explizit erarbeitet werden, wie die Faktoren jeweils dargestellt sind und wie sich Kommutativität entsprechend deuten lässt.

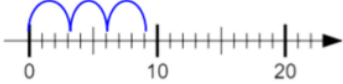
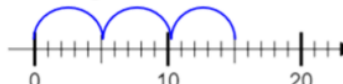
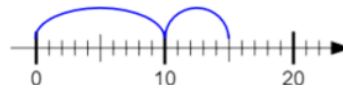
Kind 1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erstellung des ersten Bogens von 0 bis 3.</li> <li>4. Erstellung des zweiten Bogens von 3 bis 6</li> <li>5. Erstellung des dritten Bogens von 6 bis 9</li> <li>8. Löschen des ersten Bogens.</li> <li>9. Löschen des zweiten Bogens.</li> <li>10. Löschen des dritten Bogens.</li> <li>11. Erstellung des vierten Bogens von 0 bis 5</li> <li>12. Erstellung des fünften Bogens von 5 bis 10</li> <li>13. Erstellung des sechsten Bogens von 10 bis 15</li> </ol>	<p>Darstellung im ersten Anlauf:</p>  <p>Darstellung beim Verlassen der Aufgabe</p> 
Kind 2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erstellung eines Bogens von 0 bis 5</li> <li>2. Verschiebung des Bogens von 5 auf 10</li> <li>3. Verschiebung des Bogens von 10 auf 9</li> <li>4. Verschiebung des Bogens von 9 auf 10</li> <li>5. Verschiebung des Bogens von 10 auf 8</li> <li>6. Verschiebung des Bogens von 8 auf 10</li> <li>7. Erstellung eines zweiten Bogens von 10 bis 15</li> </ol>	<p>Darstellung beim Verlassen der Aufgabe:</p> 

Abb. 2: Beispiele aufbereiteter Log-Daten mit finaler Lösung

Kind 2 löst die Aufgabe falsch, weil es die Aufgabe verlässt mit einer Darstellung eines Bogens der Länge 10 und eines Bogens der Länge 5. Betrachtet man jedoch den Prozess der Konstruktion, so wird deutlich, dass es durchaus zunächst einen 5er-Bogen konstruiert, aber anstatt einen weiteren 5er-Bogen zu konstruieren, nur den ersten Bogen verändert. Es sind zahlreiche Verschiebungen zu erkennen, sodass der Verdacht naheliegt, dass das Kind eigentlich eine korrekte Antwort eingeben wollte, aber Schwierigkeiten der Bedienung dies verhindert haben könnten. Für eine treffsichere Diagnose müsste das Kind noch einmal zu ihrer Lösung befragt werden. Die Möglichkeit, die so identifizierten Muster auch automatisch zu erkennen, könnte in Zukunft dafür genutzt werden, diese adaptiven Rückfragen ebenfalls automatisch auszuspielen, um die Diagnose zu vertiefen.

Der Blick auf den gesamten Datensatz zeigt, dass von den 116 vorliegenden Antworten 63 % der Lernenden die Aufgabe korrekt lösten, während 23 % der Lernenden (27 SuS) nur die sichtbaren Zahlen fokussierten anstatt einer gebündelten Sprung-Darstellung. Die Prozess-Daten zeigen darüber hinaus bei 8 % einen Wechsel der Faktorenreihenfolge, der interessante Gesprächsanlässe für die Förderung bietet. In der finalen Lösung wird die Lösung fünf 3er statt drei 5er nur von 3,4 % der Fälle gezeigt, die Gesprächsanlässe würden also verloren gehen. Bei drei Kindern war im Prozess deutlich zu erkennen, dass sie versuchten, 3er Bögen bzw. 5er Bögen zu konstruieren, aber ihnen bspw. nicht die Konstruktion der korrekten Anzahl an Bögen gelang.

An diesen Stellen erscheinen Nachfragen oder bedientechnische Hilfestellungen sinnvoll. Im Hinblick auf Bedienschwierigkeiten konnte bei 27,1% der Lernenden beobachtet werden, dass sie mehr als zwei Mal einen Bogen löschten. 28 % der Lernenden nahmen mindestens zwei Verschiebungen vor. Dabei korrelieren Verschiebungen und Löschen nicht signifikant miteinander ( $r=0.15$ ,  $p=0.1$ ), was dafürspricht, dass Lernende entweder ihre Lösungen verändern oder sie lieber löschen und neu ansetzen. Das Löschen oder Ändern der Bögen hing aber ebenfalls nicht signifikant mit der Korrektheit der Lösung zusammen (Löschen:  $r= -.14$ ,  $p= .15$ ; Verschieben:  $r=-.01$ ,  $p=.92$ ).

## 5. Fazit

Die zwei Einzelfall-Analysen und die quantitativen Überblicke über 116 Fälle zeigen, dass durch die reine Betrachtung der finalen statischen Antwort diagnostisch wertvolle Informationen verloren gehen können. Dabei handelt es sich vor allem um das Erkennen von Momenten, an denen man die Lernenden zu einer Erläuterung ihres Handelns auffordern möchte, um ihr Denken besser zu verstehen. Diese Information kann entweder an die Lehrkraft zurückgemeldet werden, durch das digitale Format sind aber auch in situ Rückfragen möglich, bei denen adaptiv nachgefragt wird, wenn automatisch in den Prozessdaten so ein Muster erkannt wird, um die Diagnosen abzuschern und für alle Kinder zusätzliche Fragen zu integrieren.

Dank. Der Beitrag ist Teil der Kooperation zwischen DZLM und DIPF in den Projekten MaCo (finanziert durch 14 Bundesländer) und SchuMaS (BMBF-Projekt SMS2101L-01PR2101C S. Prediger und Ulf Kröhne).

## Literatur

- Goldhammer, F., & Kröhne, U. (2020). Computerbasiertes Assessment. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 119–141). Springer.
- Goldhammer, F., Hahnel, C., & Kroehne, U. (2020). Analysing Log File Data from PIAAC. In D. B. Maehler & B. Rammstedt (Hrsg.), *Large-Scale Cognitive Assessment* (S. 239–269). Springer.
- Hankeln, C., Kröhne, U., Voss, L., Groß, S. & Prediger, S. (eingereicht): *Developing digital formative assessment for deep conceptual learning goals: What topic-specific research needs to occur?* Journal-Beitrag
- Prediger, S. (2019). Mathematische und sprachliche Lernschwierigkeiten – Empirische Befunde und Förderansätze am Beispiel des Multiplikationskonzepts. *Lernen und Lernstörungen*, 8(4), 247-260. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000268>