

Florian SCHACHT

## **„Ich drücke menu-4-1-4“. Schülerdokumentationen bei der Arbeit mit digitalen Werkzeugen**

Bei der Bearbeitung von Aufgaben im Mathematikunterricht mit digitalen Werkzeugen zählt neben der adäquaten Lösung insbesondere eine angemessene schriftliche Dokumentation sowohl der Lösung selbst als auch des Bearbeitungsweges zu einer der zentralen Herausforderungen für viele Schülerinnen und Schüler. So zeigen etwa Ball & Stacy (2005), inwiefern Schülerinnen und Schüler bei der Nutzung digitaler Werkzeuge in ihren schriftlichen Dokumentationen eine Sprache verwenden, die explizite Bezüge zur Nutzung des digitalen Werkzeugs aufweist. Auch Weigand (2013) verweist auf ganz ähnliche Phänomene und diskutiert in diesem Zusammenhang insbesondere die Verstehbarkeit von Ausdrücken wie „ $\text{tanline}((x-2)^2+3, x, 1)$ “ oder „main menu“, die die Syntax des digitalen Werkzeugs übernehmen. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass die Nutzung digitaler Werkzeuge das sprachliche Handeln im Mathematikunterricht deutlich beeinflusst. Ball (2005) schlägt ein Kategoriensystem vor, das i.W. zwischen standardisierter mathematischer Fachsprache (*standard mathematical notation*) und nicht-standardisierter mathematischer Fachsprache (*non-standard mathematical notation*) unterscheidet. Diese Kategorisierung ist vor dem Hintergrund der Nutzung von CAS-Syntax zwar notwendig, allerdings zeigt der Variantenreichtum von genutzter Sprache in schriftlichen Dokumentationen (vgl. Schacht 2014), dass ein weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der qualitativen Beschreibung der genutzten Sprache – insbesondere bei schriftlichen Dokumentationen – besteht.

Daraus ergeben sich Herausforderungen auf zwei verschiedenen Ebenen. Auf der empirischen Ebene stellt sich die Aufgabe der genauen Beschreibung sprachlichen Handelns bei der Nutzung digitaler Werkzeuge. Auf der normativen Ebene werfen sowohl Weigand (2013) als auch Ball & Stacey (2005) die (normative) Frage nach der Angemessenheit schriftlicher Dokumentationen auf. Im vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse einer Studie vorgestellt, in der die normativen Fragen nach der Angemessenheit des sprachlichen Handelns auf der Grundlage einer empirischen Erhebung diskutiert und beurteilt werden.

### **Sprache und digitale Werkzeuge: Zum Verhältnis von Normativität und empirischer Realität**

Eine der Grundannahmen des hier beschriebenen Projektes besteht darin, dass die normative Frage, inwiefern eine schriftliche Dokumentation als

*angemessen* oder *adäquat* beurteilt werden kann, eng verknüpft ist mit der empirischen Realität, also mit der tatsächlich im Unterricht genutzten Sprache. Eine der zentralen Annahmen des vorliegenden Projektes fußt dabei auf der Einsicht Kants, dass begriffliches Wissen nicht eine Art mentaler Repräsentation darstellt, die mit (realen) Objekten korrespondiert: „Der Begriff von Zwölf ist keineswegs dadurch schon gedacht, daß ich mir bloß jene Vereinigung von Sieben und Fünf denke.“ (Kant 1787, S. 38) Vielmehr strukturiert das Subjekt mit Begriffen Welt und Begriffe stellen in diesem Verständnis *Regeln* dar, deren begrifflicher Autorität das Subjekt folgt, wenn es einen Begriff verwendet: „Die vordringlichste Frage für Kant lautet, wie der *Regelcharakter* von Begriffen zu verstehen sei, wie deren *Autorität*, *Verbindlichkeit* oder *Geltung* zu verstehen sei.“ (Brandom 2001, S. 214) In diesem Verständnis ist begriffliches Handeln immer schon normatives Handeln und wenn immer das Subjekt Begriffe verwendet, bringt es – explizit oder implizit – sprachliche Normen zum Ausdruck. Diese Idee wird für das vorliegende Projekt genutzt, indem zunächst eine empirische Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt wurde, sprachliche Kategorien im Rahmen eines explorativen Untersuchungsdesigns zu rekonstruieren. Auf dieser empirischen Grundlage werden dann prototypische Situationen im Unterricht identifiziert, die sich hinsichtlich der normativen Anforderungen an sprachliches Handeln unterscheiden – beispielhaft etwa Explorationssituationen zu Beginn einer Lernumgebung und Klausursituationen (vgl. etwa Schacht (subm.) zur Arbeit mit funktionalen Zusammenhängen). Es ist eines der Ziele des Projektes, auf der Grundlage einer solchen Gegenüberstellung von individuellen und situativen Normen im Mathematikunterricht Kriterien für die Angemessenheit von Dokumentationen und sprachlichem Handeln zu entwickeln und zu beurteilen.


### **Werkzeugsprachliche Kategorien**

Im Rahmen einer induktiven Kategorienbildung mittels eines offenen Kodierungsverfahrens wurde ein empirisch gestütztes Kategoriensystem für die Dokumentation von Schülerlösungen zum Gegenstandsbereich funktionaler Zusammenhänge erarbeitet. Eine genauere Darstellung der einzelnen Testaufgaben findet sich in Schacht (subm.). Dabei konnten u.a. die folgenden sprachlichen Kategorien konnten dabei rekonstruiert werden (vgl. auch Schacht 2014):

- *Werkzeugbefehle*: Die direkte Verwendung der Syntax des digitalen Werkzeugs erfolgt häufig bei der Dokumentation von Werkzeugbefehlen, sowohl bei der Verwendung vollständiger Ausdrücke (etwa  $\text{solve}(f(x) = f'(x), x)$ ) als auch bei dem Verweis auf den genutzten Befehl ( $\rightarrow \text{solve}$ ).

- *Menüführung*: Verweise auf die Menüführung werden häufig in solchen Dokumentationen genutzt, bei denen die Schüler einzelne Bearbeitungsschritte genau dokumentieren (etwa *menu* → *lists & spreadsheet hinzufügen*).
- *Tasten*: Häufig nutzen Schüler die Angabe von Tasten, um Teile ihres Bearbeitungsweges zu dokumentieren. Eine genauere qualitative Analyse ergibt, dass sich hier unterschiedliche Dokumentationsvarianten unterscheiden lassen (vgl. Tab. 1).

**Tab. 1: Unterschiedliche Varianten bei der Dokumentation von Tasten**

|   | Dokumentationsvarianten von Tasten | Beispiel   |
|---|------------------------------------|--|
| 1 | Zahlen                             | <i>Drücke 4-1-3</i>  |
| 2 | Bezeichner / Wort                  | Als nächstes drückt man "menu" (...) und drückt "enter"  |
| 3 | Bild der Taste                     | <i>Drücke </i> |
| 4 | Mathematische Symbole              | <i>dann eckige Klammern</i>  |
| 5 | Nicht-mathematische Symbole        | <i>Klammern mit einer Lücke</i>  |

Bei der Auswertung der Daten wurden die Dokumentationen einerseits kodiert hinsichtlich der oben beschriebenen sprachlichen Kategorien. Gleichzeitig wurde jeweils erfasst, ob die Schüler (a) einen mathematischen Inhalt, (b) den Bearbeitungsprozess oder (c) Aspekte zur Auswahl des Werkzeugs dokumentieren.

### Werkzeugbezüge und mathematische Bezüge in Dokumentationen

Die folgenden zwei Schülerbeispiele (Jgst. 10, Gymnasium, Nutzung des TI Nspire CX CAS) entstammen einer Aufgabe, in der die Graphen der beiden Funktionen  $f$  und  $g$  mit  $f(x) = e^x$  und  $g(x) = 4x+2$  abgebildet sind. In der Abbildung ist ein Schnittpunkt erkennbar. Die Schüler sollen nun begründen, wie sich zeigen lässt, dass zwei Schnittpunkte existieren.

**Tab. 2: Transkript der beiden Schülerdokumentationen von S1 und S2**

|    |   |
|----|---|
| S1 | Funktionen in Graphs eingeben, notfalls Fenstereinstellungen ändern |
| S2 | Den Maaßstab der Darstellung vergrößern                             |

Beide Schüler beschreiben in Tab. 2 ein gleiches Phänomen. Der Schüler S1 nutzt hier mit *Graphs* und *Fenstereinstellungen* eine Sprache, die explizit auf das Werkzeug verweist, genauer auf die Menüführung. Demgegenüber nutzt S2 mit *Maaßstab* und *Darstellung* eine Sprache, die auf die mathematischen Objekte selbst, den Maßstab und die Darstellung der Funktionsgraphen Bezug nimmt.

## **Ausblick: Unterrichtliche Situationen sprachlichen Handelns**

Die oben beschriebenen Schülerdokumente markieren zwei sprachliche Varianten, die zwar inhaltlich auf eine ganz ähnliche Aufgabenbearbeitung hindeuten, die sich aber sprachlich dahingehend unterscheiden, dass einmal das Werkzeug und einmal die Mathematik die sprachlichen referentiellen Bezugsrahmen darstellen.

Vor dem Hintergrund dieser Analyse lassen sich nun unterrichtliche Szenarien identifizieren, die jeweils spezifische normative Anforderungen an sprachliches Handeln stellen und vor deren Hintergrund die Nutzung einer solchen werkzeugbezogenen Sprache hinsichtlich ihrer Angemessenheit beurteilt werden kann. So sind etwa in Explorationssituationen solche Mitschriften häufig hilfreich, bei denen komplexere Vorgänge, die mit dem digitalen Werkzeug ausgeführt werden, genau protokolliert werden. Hier können sehr genaue Beschreibungen der Bedienung durchaus angemessen sein. In anderen Situationen – etwa in Prüfungen – sollten Schüler mathematische Bearbeitungswege auch ohne sprachliche Bezüge etwa zu gewissen Tasten oder zur Menüführung dokumentieren können. In einem nächsten Entwicklungsschritt werden auf dieser Grundlage Kriterien für die Nutzung von Fach- und Werkzeugsprache im Mathematikunterricht entwickelt.

## **Literatur**

- Ball, L. (2003). Communication Of Mathematical Thinking In Examinations: Features Of CAS And Non-CAS Student Written Records For A Common Year 12 Examination Question. *The international journal of computer algebra in mathematics education*, 10(3), 183-194.
- Ball, L. & Stacey, K. (2005). Good CAS written records. Insight from teachers. In Chick, H. L. & Vincent, J. L. (Eds.). *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2 (S. 113-120). Melbourne: PME.
- Brandom, R. (2001). Begründen und Begreifen. Eine Einführung in den Inferentialismus. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kant, I. (1787): Kritik der reinen Vernunft. Berlin.
- Schacht, F.: Student Documentations in Mathematics Classroom Using CAS: Theoretical Considerations and Empirical Findings. *Manuscript submitted for publication*.
- Schacht, F. (2014): Dokumentation ≠ Dokumentation. Funktions- und Zielgruppenabhängige Varianten bei Schülerdokumentationen. *PM Praxis der Mathematik*, 60(56), 34-37.
- Weigand, H.-G. (2013). Tests and Examinations in a CAS-Environment - The Meaning of mental, digital and paper Representations. In: B. Ubuz, C. Haser & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 2764-2773). Ankara: Middle East Technical University.