

Matthias MÜLLER, Jena

# **Die Perspektive von Lehrenden zum verbindlichen CAS-Einsatz im Mathematikunterricht in Bezug auf die Offenheit des Unterrichts und die Akzeptanz der Systeme**

## **1 Einleitung**

Mit dem Schuljahr (SJ) 11/12 wurden Computeralgebra-Systeme (CAS) an allen Thüringer Schulen mit Oberstufe verbindlich eingeführt. Die verbindliche Einführung im Mathematikunterricht entsprach den aktuellen fachdidaktischen Erkenntnissen zum CAS-Einsatz und wurde durch eine Meta-Studie gestützt (Barzel, 2012). Erklärtes Ziel der Einführung war es, den Unterricht noch schülerzentrierter zu gestalten. In verschiedenen Studien wird die Steigerung der Schülerzentrierung im Unterricht, motiviert durch den CAS-Einsatz, gefolgert (Weigand, & Weth, 2002; Weigand, 2006; Barzel, 2012). Speziell unter dem Fokus auf Lehrende und deren digitale Professionalität ist es wichtig Bedingungsfaktoren für digitales Lernen und Lehren von Mathematik auszumachen (Ostermann, Ghomi, Mühling, & Lindmeier, 2021). Die Perspektive der Lehrenden auf die Schülerzentrierung kann ein Ausgangspunkt sein. Dabei ist auch die Akzeptanz der CAS von Seiten der Lehrenden von Bedeutung. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie sich die Sicht der Lehrenden auf die Schülerzentrierung im Mathematikunterricht mit verbindlichem CAS-Einsatz über einen mehrjährigen Zeitraum hinweg entwickelt. Aus den genannten Studien geht auch hervor, dass vergleichsweise wenig mehrjährige Langzeitstudien zum CAS-Einsatz vorliegen. Insbesondere mangelt es an Untersuchungen im Kontext eines verbindlichen CAS-Einsatzes.

## **2 Theoretischer Rahmen**

Schülerzentrierter Unterricht ist vornehmlich ein Prozess, in dessen Verlauf das Maß an Lehrpersonenlenkung verringert und zunehmend die Selbstständigkeit und Mitbestimmung der Lernenden ermöglicht wird (Wagner, 1982; Hauk, & Gröschner, 2021). Ein schülerzentrierter Unterricht konkretisiert sich in der Offenheit des Unterrichts (Jürgens, 1994; Borich, 2016). Damit ist die fachdidaktische Theorie des Offenen Unterrichts (Peschel, 2003) geeignet, die Schülerzentrierung im Unterricht zu beschreiben. Eben diese Theorie bietet eine Operationalisierung um die Einschätzung von Lehrenden zum Grad der Offenheit des Unterrichts bewerten zu können. Insbesondere ist eine graduierte Ausprägung von Offenheit im Unterricht möglich bzw. erwartbar (Bohl, & Kucharz, 2010). Noch immer gibt es vergleichsweise wenig systematische Untersuchungen zu verschiedenen Lehr-Lernumgebungen mit unterschiedlichen Öffnungsgraden (Hauk, & Gröschner, 2021).

Den allermeisten Studien zum CAS-Einsatz ist gemein, dass Lehrkräfte sich freiwillig für die Verwendung von CAS im Mathematikunterricht entschieden hatten. In einer Vorläuferstudie wurde die Schülerzentrierung in den ersten drei Jahren der CAS-Einführung in Thüringen dokumentiert (Müller, 2015). Im Gegensatz zu früheren fachdidaktischen Untersuchungen zu CAS besteht die Spezifik der Untersuchung in der Verbindlichkeit der Nutzung der CAS im Unterricht. Thüringer Lehrkräfte haben die Potentiale des CAS-Einsatzes für den Mathematikunterricht in Hinblick auf die Schülerzentrierung erkannt und fühlen sich im Umgang mit den Systemen zunehmend sicherer. Ob die positiven Entwicklungen von CAS im Mathematikunterricht in der Breite spürbar werden, konnte nicht abschließend geklärt werden. Dieses uneindeutige Ergebnis stimmt mit aktuellen Erkenntnissen überein: Hinsichtlich der Einführung von CAS sind mittlerweile die anfänglich euphorischen Erwartungen durch pragmatische Haltungen verdrängt worden (Weigand, 2018, S. 10). Eine Fortführung des Längsschnittes ist vor dem Hintergrund der einleitenden Forschungsfrage und der skizzierten Erkenntnislage lohnenswert.

### **3 Methodik**

Ziel der Studie ist die Dokumentation des Grades der Offenheit im Mathematikunterricht mit verbindlichen CAS-Einsatz sowie die Akzeptanz der CAS aus Sicht der Lehrenden über zweimal drei Jahre hinweg. Die Längsschnittuntersuchung umfasst die SJ 11/12 bis 13/14 und SJ 16/17 bis 18/19. Zehn Lehrkräfte von fünf Thüringer Schulen mit Oberstufe nahmen zu allen sechs SJ an der Untersuchung teil. Zu den ersten drei SJ waren es sogar 15 Lehrende (Müller, 2015). Das Ausscheiden aus dem Panel war durch Krankheit, Ruhestand, Zeitmangel oder ohne Angabe von Gründen möglich. In einem offenen Leitfrageninterview wurden die Lehrkräfte um eine Einschätzung zur Offenheit des Unterrichts in den fünf Dimensionen entsprechend dem Konzept nach Peschel (2003) gebeten. Mithilfe eines deduktiven Kategoriensystems und einem Codier-Leitfaden haben zwei Rater die Aussagen auf einer Skala von 0 bis 5 bewertet bzw. codiert. Die Interrater-Reliabilität ist akzeptabel (Cohens Kappa,  $\kappa = 0,464$ ). Als Interferenzstatistik wurde mit Hinblick auf die Datengüte ein nichtparametrisches Verfahren gewählt. Da es sich um verbundene Stichproben handelt, wurde eine zweifaktorielle Varianz-Analyse der Verteilung der Mediane nach Friedman durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde mit 0,05 angesetzt. In Bezug auf die Akzeptanz wurden die Antworten (Ja/ Nein) der Lehrenden auf die Frage des Leitfrageninterviews „Wenn Sie die Wahl hätten, würden Sie wieder auf den Einsatz von CAS im Mathematikunterricht verzichten?“ in einer Kreuztabelle zu den vier betreffenden Messzeitpunkten gelistet und die Verschiebung mittels Chi-Quadrat-Test auf Signifikanz geprüft.

### **4 Ergebnisse**

Es kann festgehalten werden, dass die Lehrenden im Durchschnitt den Grad der Offenheit zu jedem Messzeitpunkt mit einer mittleren Ausprägung einschätzen.

Auf der Bewertungsskala von 0 bis 5 (Peschel, 2003) abgetragen, ergeben sich Mittelwerte zwischen 1,6 bis 2,45. Mit Blick auf die Standardabweichungen fällt auf, dass die Streuung der Bewertungen zunahm (vgl. Abb.1). Obwohl sich die Einschätzungen der Lehrenden zwischen den sechs Messzeitpunkten unterscheiden (Friedman-Test: Chi-Quadrat(5) = 11,26,  $p = 0,046$ ,  $n = 10$ ), ist das Ergebnis schwierig zu interpretieren. Es lässt zwar eine schwache Zunahme über die Zeit erkennen, anschließend durchgeführte Post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) zeigen, dass sich SJ 11/12 zu SJ 12/13, SJ 12/13 zu SJ13/14 und SJ 13/14 zu SJ 16/17 signifikant unterscheiden ( $z = 1,7; 2,0; 2,3$ ,  $p = 0,042; 0,017; 0,006$ , Effektstärke nach Cohen (1992):  $r = 0,54; 0,63; 0,73$ ). Das spricht gegen eine eindeutige Steigerung des Grades der Offenheit zu jedem Messzeitpunkt aus Sicht der Lehrkräfte über die Zeit hinweg.



**Abb. 1:** Grad der Offenheit aus Sicht der Lehrenden. Abgetragen sind die arithmetischen Mittel (Skala 0 bis 5;  $N = 15$  bzw.  $N = 10$ ).

Neben der Bewertung des Grades der Offenheit ist auch die Akzeptanz der CAS unter den Lehrkräften gestiegen. Hätten z. B. im SJ 16/17 noch fünf von zehn Lehrenden nach eigener Aussage wieder auf CAS verzichtet, war es im SJ 18/19 nur noch eine Lehrkraft (vgl. Tab. 1). Die Varianz der Einschätzung der Lehrenden unterscheidet sich signifikant zwischen den Jahren (Chi-Quadrat-Streuungstest: Chi-Quadrat(3) = 8,010,  $p = 0,46$ ,  $n = 10$ ) mit einem mittleren Effekt ( $\Phi = 0,422$ ).

Interviewitem	Antwort	SJ 13/14	SJ 16/17	SJ 17/18	SJ 18/19
Verzicht auf CAS im Unterricht	Ja	10	5	4	1
	Nein	5	5	6	9

**Tabelle 1:** Akzeptanz der CAS aus Sicht der Lehrenden, Interviewfrage mit den zwei Antwortkategorien Ja und Nein ( $N = 15$  bzw.  $N = 10$ ).

## 5 Diskussion

Die Einschätzung der Lehrenden zum Grad der Offenheit des Mathematikunterrichts muss unter Vorbehalt betrachtet werden, da aufgrund des Langzeitcharakters der Studie eine Reduzierung des Panels auf zehn Lehrkräfte an fünf verschiedenen Schulen stattfand. Eine Positiv-Auswahl aufgrund der Reduzierung kann nicht ausgeschlossen werden. Die Aussagekraft der Studie stützt sich auf die vergleichsweise lange Begleitung der Lehrenden über acht Jahre (mit zweijähriger Unterbrechung) hinweg. Es zeigt sich, dass es Zeit bedarf (bis zu acht Jahre), damit Veränderungen in Hinblick auf die Offenheit des Mathematikunterrichts und die Akzeptanz der CAS nachweisbar werden. Auf Grundlage der erhobenen Daten kann der Einfluss der Verbindlichkeit des CAS-Einsatzes in Bezug auf die Offenheit und die Akzeptanz nicht abschließend bewertet werden. Zu prüfen wäre z. B. inwieweit der verpflichtende CAS-Einsatz zu einer Verlangsamung der Veränderungen führt.

## Literatur

- Barzel, B (2012). *Computeralgebra im Mathematikunterricht. Ein Mehrwert – aber wann?* Münster: Waxmann.
- Bohl, T., & Kucharz, D. (2010). *Offener Unterricht heute. Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung.* Weinheim: Beltz.
- Borich, G. D. (2016). *Effective Teaching Methods. Research-Based Practice.* London: Pearson Education.
- Hauk, D., & Gröschner, A. (2021). Kommunikation zwischen Lehrpersonen und Schüler\*innen im offenen und jahrgangsgemischten Unterricht. Eine videobasierte Fallstudie. In G. Hagenauer & D. Raufelder (Hrsg.), *Soziale Eingebundenheit. Sozialbeziehungen im Fokus von Schule und Lehrer\*innenbildung* (S. 143-156). Münster: Waxmann
- Jürgens, E. (1994). *Erprobte Wochenplan- und Freiarbeits-Ideen in der Sekundarstufe I. Praxisberichte über effektives Lernen im Offenen Unterricht.* Heinsberg: Agentur Dieck.
- Müller, M. (2015). *Zur Schülerzentrierung im Mathematikunterricht mit Computeralgebra. Eine empirische Studie zur CAS-Einführung an Thüringer Schulen mit Oberstufe.* Saarbrücken: Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften.
- Ostermann, A., Ghomi, M., Mühling, A., & Lindmeier, A. (2021). Elemente der Professionalität von Lehrkräften in Bezug auf digitales Lernen und Lehren von Mathematik. In G. Pinkernell, F. Reinhold, F. Schacht, D. Walter (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule.* [Accepted]
- Peschel, F. (2003). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Teil 1: Allgemeindidaktische Überlegungen.* Hohengehren: Schneider.
- Wagner, A. C. (1982). *Schülerzentrierter Unterricht.* München: Urban & Schwarzenberg.
- Weigand, H.-G. & Weth, T. (2002). *Computer im Mathematikunterricht. Neue Wege zu alten Zielen.* Heidelberg: Spektrum.
- Weigand, H.-G. (2006). Der Einsatz eines Taschencomputers in der 10. Klassenstufe – Evaluation eines einjährigen Schulversuchs. *JMD*, 27 (2). S. 89-112.
- Weigand, H.-G. (2018). Wohin, warum und wie? – Zum Einsatz digitaler Technologien im zukünftigen Mathematikunterricht. In M. Fothe, B. Skorsetz, K. Szücs (Hrsg), *Medien im Mathematikunterricht*, S. 9-17. Bad Berka: Thillm.