

Matthias MÜLLER, Braunschweig

## **Eine Langzeitstudie zum verbindlichen CAS-Einsatz im Mathematikunterricht – Die Perspektive der Lernenden**

### **1 Einleitung**

Im Schuljahr (SJ) 11/12 veränderte sich der Mathematikunterricht für die Thüringer Schülerinnen und Schüler spürbar. Mit Beginn dieses SJs wurden Computeralgebra-Systeme (CAS) an allen Thüringer Schulen mit Oberstufe verpflichtend eingeführt. Im schulischen Kontext sind (kleine) CAS digitale Medien, die mathematikspezifisch und didaktisch orientiert eingesetzt werden (Barzel, 2019, S. 2) und somit allgemeiner als digitale Mathematikwerkzeuge bezeichnet werden können. 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, nahegelegt:

*„Alle bisherigen Erfahrungen zum Einsatz neuer Technologien zeigen, dass mit dem Einsatz des Computers als Werkzeug in der Hand des Schülers eine größere Selbsttätigkeit einhergeht. Der Computer ist ein Katalysator für verschiedene Formen des individualisierten Unterrichts, der Partnerarbeit und kooperativen Arbeitsformen, womit die Hoffnung verbunden ist, dass sich bei diesen Unterrichtsformen eine höhere Selbsttätigkeit entwickelt (was nicht zwangsläufig der Fall sein muss).“* (Weigand & Weth, 2002, S. 34)

Den allermeisten Studien zum CAS-Einsatz ist allerdings gemein, dass Lehrkräfte sich freiwillig für die Verwendung von CAS im Mathematikunterricht entschieden hatten. Im Gegensatz zu früheren fachdidaktischen Untersuchungen zu CAS besteht die Spezifik der vorliegenden Untersuchung in der Verbindlichkeit der Nutzung der Systeme im Unterricht. In einer Längsschnittstudie wurde die Schülerzentrierung in den ersten drei Jahren der CAS-Einführung in Thüringen dokumentiert (Müller, 2015). Um ein umfassenderes Bild des Mathematikunterrichts zeichnen zu können, wurden die Perspektiven der Lernenden und der Lehrenden berücksichtigt. Neben der Entwicklung neuer CAS-Aufgaben sind weitere wesentliche Arbeitsergebnisse der betreffenden Untersuchung, dass Thüringer Lehrkräfte die Potentiale des CAS-Einsatzes für den Mathematikunterricht in Hinblick auf die Schülerzentrierung erkannt haben und sich im Umgang mit den Systemen zunehmend sicherer fühlen. Ob die positiven Auswirkungen von CAS im

Mathematikunterricht in der Breite spürbar werden, konnte nicht abschließend geklärt werden. Dieses uneindeutige Ergebnis geht mit dem aktuellen Erkenntnisstand insofern d'accord, als dass hinsichtlich der Einführung von CAS-(Taschencomputern) mittlerweile die anfänglich euphorischen Erwartungen durch pragmatische Haltungen verdrängt wurden (Weigand, 2018, S. 10). Eine Fortführung des Längsschnittes erschien allerdings auch vor dem Hintergrund der vergleichsweise geringen Anzahl an mehrjährigen Langzeitstudien zum CAS-Einsatz als sinnvoll. In den SJ 16/17, 17/18 und 18/19 konnte die Studie fortgesetzt werden. Ein großer Teil der Schulen aus der Vorgängerstudie konnte für die erneute Teilnahme gewonnen werden. Das heißt, dass Mathematiklehrkräfte über sieben Jahre begleitet werden konnten. In der Fortsetzung wurden erneut Lernende über drei Jahre zu ihrer Einschätzung zum CAS-Einsatz und der Schülerzentrierung im Mathematikunterricht befragt. In dem Beitrag soll ihre Sichtweise vorgestellt werden und dafür die Ergebnisse des Onlinefragebogens diskutiert werden.

## 2 Theoretischer Rahmen

Schülerzentrierter Unterricht ist vornehmlich ein Prozess, in dessen Verlauf Lehrende und Lernende gemeinsam dirigistisches Verhalten abbauen und die unterrichtliche Struktur so beeinflussen, dass ein zunehmend größeres Ausmaß an Selbstständigkeit und Mitbestimmung auf Seiten der Lernenden möglich wird (Wagner, 1982, S. 28). Ein schülerzentrierter Unterricht manifestiert sich in der Offenheit des Unterrichts (Jürgens, 1994, S. 26). Damit ist die fachdidaktische Theorie des Offenen Unterrichts (Peschel, 2003) geeignet, die Schülerzentrierung im Unterricht zu beschreiben. Dabei versteht Peschel (2003) unter Offenem Unterricht:

*„Offener Unterricht gestattet es dem Schüler, sich unter der Freigabe von Raum, Zeit und Sozialform Wissen und Können innerhalb eines „offenen Lehrplanes“ an selbst gewählten Inhalten auf methodisch individuellem Weg anzueignen. Offener Unterricht zielt im sozialen Bereich auf eine möglichst hohe Mitbestimmung bzw. Mitverantwortung des Schülers bezüglich der Infrastruktur der Klasse, der Regelfindung innerhalb der Klassengemeinschaft sowie der gemeinsamen Gestaltung der Schulzeit ab.“* (Peschel, 2003, S. 78)

Aus der Definition leiten sich grundlegende Dimensionen Offenen Unterrichts ab, die auch zur Operationalisierung der fachdidaktischen Theorie herangezogen werden können. Es ist festzuhalten, dass die Dimensionen von Offenem Unterricht nicht dem Alles-oder-Nichts-Prinzip folgen (Wagner, 1982, S. 28), sondern eine Graduierung zulassen. Damit können zum Beispiel uneingeschränkte Freigabe bzw. konsequente Wahl auf Seiten der Lernenden zu einer möglichst hohen Mitbestimmung abgeschwächt werden

(Bohl & Kucharz, 2010, S. 16). Zusammenfassend kann man sagen, dass Unterricht nach Peschel (2003) dann offen ist, wenn Entscheidungen im methodisch-organisatorischen Bereich uneingeschränkt, im inhaltlichen Bereich lediglich begrenzt durch einen offenen Rahmenplan und im sozialen Bereich eingeschränkt freigegeben werden (Bohl & Kucharz, 2010, S. 16).

### **3 Methodik**

Wie eingangs beschrieben, war es das Ziel, die Längsschnittuntersuchung fortzusetzen und erneut Lernende über drei Schuljahre hinweg zu begleiten. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden die Schulen bzw. deren Lehrkräfte aus der vorangegangenen Studie angefragt. Es gelang zehn Klassen an fünf Thüringer Schulen mit Oberstufe in den SJ 16/17, 17/18 und 18/19 zu befragen. Für die Lernenden war CAS im ersten Schuljahr neu bzw. eingeführt wurden. In den darauffolgenden Jahren arbeiten sie damit im Mathematikunterricht und nutzen es z.T. in den zentralen Abschlussprüfungen (z.B. BLF und Abitur). Je nach Schulform waren die Lernenden zum Zeitpunkt der individuellen CAS-Einführung in der 9. oder 11. Klasse und somit im dritten Jahr der Befragung in der 11. bzw. 13. Klasse. Zur Auswertung wurden nur Datensätze herangezogen, die zu allen drei Erhebungszeitpunkten vollständig waren. Daher umfasst das Panel des ersten Erhebungszeitraums 292 und das Panel des zweiten Zeitraums 203 Datensätze. Das Konzept des Offenen Unterrichts nach Peschel (2003) erlaubt die Operationalisierung der Schülerzentrierung als Grad der Offenheit und dessen graduierte Ausprägung. Basierend auf dem Kategoriensystem zielen 17 pilotierte Items eines Onlinefragebogen auf die verschiedenen Aspekte des Offenen Unterrichts ab. Damit ist ein Vergleich der beiden 3-Jahreszeiträume möglich. Um ein statistisches Gütemerkmal für die interne Konsistenz anzuführen, sei auf die Werte des Cronbachs Alpha verwiesen, die für dieses Instrument bei 0,77 bis 0,84 liegen (Müller, 2015, S. 49), bzw. für den zweiten Erhebungszeitraum bei 0,79 bis 0,87.

### **4 Ergebnisse & Diskussion**

Zunächst kann festgehalten werden, dass die Lernenden des Panels von SJ 16/17 bis SJ 18/19 zum jeweiligen Messzeitpunkt den Grad der Offenheit des Mathematikunterrichts immer höher eingeschätzt haben, als die Lernenden des Panels von SJ 11/12 bis SJ 13/14. Hervorzuheben ist der Unterschied von 2,73 zu 2,86 zum dritten Messzeitpunkt ( $p < 0,007$ ; t-Test). Dabei besteht eine Effektstärke von  $r = 0,12$ . Außerdem zeigt sich dieselbe Entwicklung der Einschätzung zum Grad der Offenheit zu beiden Befragungsrunden; im zweiten Schuljahr sinkt der Grad der Offenheit und es kommt zu einer Erholung im dritten Jahr nach der CAS-Einführung (vgl. Abb. 1).

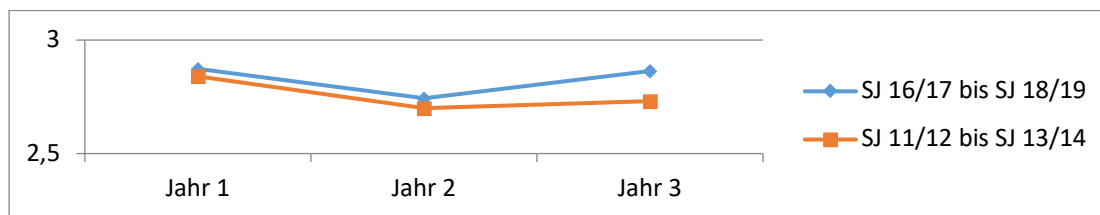


Abb. 1: Grad der Offenheit aus Sicht der Lernenden. Abgetragen sind die arithmetischen Mittel über 17 Items (Skala 1 bis 5; N=273 bzw. N=203)

Die Einschätzungen der Lernenden zum Grad der Offenheit des Mathematikunterrichts stimmen optimistisch, müssen aber mit Vorsicht betrachtet werden, da die 203 Schülerinnen und Schüler nicht vollends zufällig ausgewählt wurden und aufgrund des Langzeitcharakters der Studie (Reduzierung auf fünf teilnehmende Schulen mit zehn Lehrkräften) keine repräsentative Stichprobe im strengen Sinne vorliegt. Es kann also eine Positiv-Auswahl vorliegen, weil CAS-kritische Lehrende nicht an der Folgeuntersuchung teilgenommen haben und deren Schülerinnen und Schüler nicht befragt werden konnten. Eine Wirkungsreduzierung auf den CAS-Einsatz greift vor dem Hintergrund der Komplexität offenen Mathematikunterrichts evtl. zu kurz.

## Literatur

- Barzel, B. (2012). *Computeralgebra im Mathematikunterricht. Ein Mehrwert – aber wann?* Münster: Waxmann.
- Barzel, B. (2019). Digitalisierung als Herausforderung an Mathematikdidaktik – gestern, heute, morgen. In G. Pinkernell & F. Schacht (Hrsg.), *Digitalisierung fachbezogen gestalten*, (S. 1-10), Hildesheim: Franzbecker.
- Bohl, T. & Kucharz, D. (2010). *Offener Unterricht heute. Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung*. Weinheim: Beltz.
- 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.
- 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. (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.