

„Besser als der Lehrer!“ Potenziale CAS-basierter Smartphone-Apps aus didaktischer und Lernenden-Perspektive

Marcel Klinger

Die seit Jahren anhaltende Debatte um den Einsatz von Computer-Algebra-Systemen (CAS) im Mathematikunterricht begann zu einer Zeit, als entsprechende Systeme vor allem Informatikräumen vorbehalten waren. Längst ist CAS in Form kostenlos verfügbarer Apps wie „Photomath“ lebensweltliche Realität vieler Schülerinnen und Schüler. Der Beitrag erforscht entsprechende CAS-basierte Smartphone-Apps und nimmt hierbei einerseits eine fachdidaktische Analyse einschlägiger Apps vor. Andererseits stehen auch Verwendungskontexte, Nutzungsweisen und Einstellungen von Lernenden im Mittelpunkt, welche anhand einer qualitativen Auswertung von 700 Nutzerrezensionen der marktführenden App „Photomath“ erarbeitet werden. Hiervon ausgehend lassen sich erste Hypothesen samt möglicher Konsequenzen und Forschungsdesideraten zum Phänomen CAS-basierter Smartphone-Apps formulieren.

Einleitung

Im Jahr 2017 besaßen 97 Prozent aller deutschen Jugendlichen zwischen zwölf und 19 Jahren ein Smartphone (Feierabend et al. 2017). Überwiegend werden solche Geräte in dieser Altersgruppe nicht mehr nur für ehemalige Kernfunktionalitäten wie Telefonieren und das Versenden von SMS verwendet, sondern für die Nutzung vielfältiger Dienste in App-Form. Hierzu gehören etwa soziale Plattformen wie Facebook, WhatsApp und Snapchat (ebd.), aber auch eine Vielzahl lernbezogener Apps (Larkin 2015). Zwar verfügen solche sog. *educational apps* (z.B. Hirsh-Pasek et al. 2015) nicht über einen vergleichbaren Markt, jedoch sind gerade Apps, die das Lernen von Mathematik fokussieren, häufig innerhalb einschlägiger Top-Listen zu finden. Solche können z. B. die Gestalt eines wissenschaftlichen Taschenrechners, eines Funktionenplotters oder eines symbolischen Gleichungslösers bzw. Kombinationen aus dem Vorgenannten aufweisen, um nur einige Funktionen entsprechender Apps zu nennen. Insgesamt steht ein mannigfaltiges Angebot zur Verfügung, das ständig erweitert wird. Insbesondere Apps, die das symbolische, automatisierte Lösen von Gleichungen ermöglichen, erfreuen sich hierbei jedoch besonderer

Beliebtheit. So verzeichnet die App „Photomath“, welche zusätzlich noch um eine Text- und Symbolerkennung per Handy-Kamera ergänzt ist, beispielsweise allein im deutschen Google Play Store über 900000 Bewertungen mit durchschnittlich 4,7 von 5 Sternen (s. Abbildung 1).



Abb. 1: Übersicht der Bewertungen der App Photomath im deutschsprachigen Google Play Store (Stand November 2018)

Photomath bildet hierbei nur einen Vertreter einer größeren Klasse von Apps: So steht eine Vielzahl von Programmen mit einem ähnlichen Funktionsumfang in den App-Stores der Duopolisten Apple und Google zur Verfügung, darunter „Math 42“, „Mathway“, und „Cymath“.

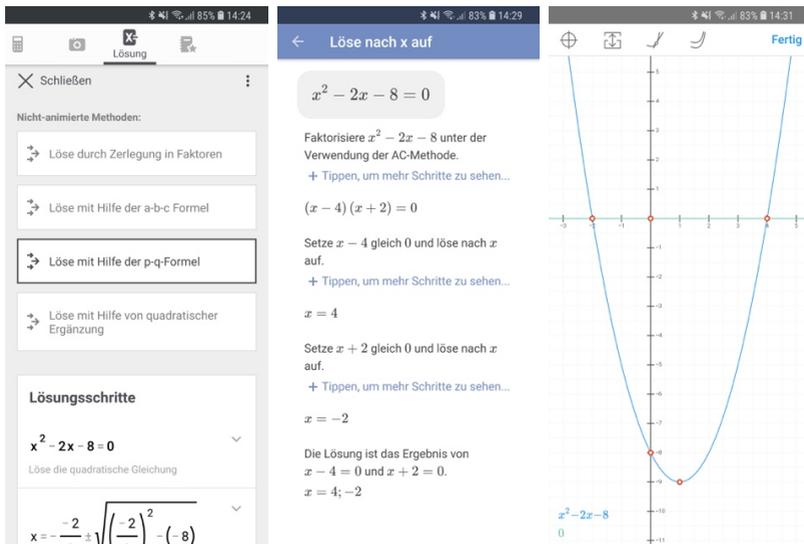


Abb. 2: Auswahl eines Lösungsansatzes in Photomath (links), Lösungsweg für eine quadratische Gleichung in Mathway (Mitte) sowie Darstellung einer quadratischen Gleichung in einem Koordinatensystem in Math 42 (rechts)

Neben einer Kamera-Erkennung bieten die genannten Apps häufig die Möglichkeit, die Verfahren, die für die Lösung eines Problems genutzt werden, selbst auszuwählen (Abb. 2 links), den Rechenweg schrittweise samt etwaiger Erklärungen auszugeben (Abb. 2 Mitte) sowie das entsprechende Problem in einer anderen, hier der graphischen Darstellungsform abzubilden (Abb. 2 rechts).

Bereits seit einigen Jahren wird auch insgesamt über den Einsatz von Computer-Algebra-Systemen (CAS) im Mathematikunterricht diskutiert. Die teilweise emotional geführte Debatte nimmt dabei oft händische Rechenfertigkeiten in den Blick, welche aus Sicht der CAS-Kritiker durch einen übermäßigen Einsatz Gefahr laufen, verloren zu gehen (z. B. Pallack 2018). In diesem Kontext ist vor allem die in Form unterschiedlicher Brandbriefe geführte öffentliche Diskussion einiger Hochschullehrerinnen und -lehrer zu nennen (Warnecke et al. 2017; Vieth-Entus 2017). Hierbei fällt der Fokus der Debatte häufig auf die Frage, ob CAS unterrichtlich überhaupt eingesetzt werden sollte oder nicht. Vielmehr scheint CAS jedoch auch ohne institutionelles Zutun in Form kostenlos verfügbarer Apps wie Photomath lebensweltliche Realität vieler Schülerinnen und Schüler zu sein. Gerade im Bereich von Hausaufgaben oder dem selbstständigen Lernen erfreuen sich die genannten Anwendungen besonderer Beliebtheit, wie die Rezensionen in Abbildung 3 exemplarisch verdeutlichen. Für manchen sind entsprechende Apps schlicht „besser als der Lehrer“.

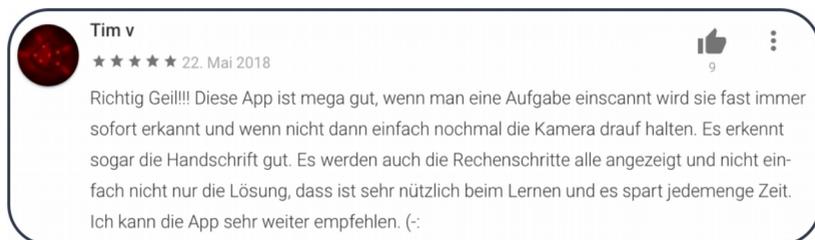


Abb. 3: Exemplarische Rezension der App Photomath im deutschsprachigen Google Play Store

Rezensionen wie diese lassen vermuten, dass die genannten Apps bereits einem größeren Schülerkreis bekannt und in entsprechender Verwendung sind. Das Phänomen leicht verfügbarer CAS-fähiger Smartphone-Apps soll daher im Weiteren untersucht werden. Gemeint sind dabei vor allem Apps mit einem „kleinen“ CAS, bei denen das System vor allem hintergründig arbeitet und beispielsweise keine direkten Befehle in Werkzeugsprache (z. B. „solve(.)“) an das CAS adressiert werden können, wie es etwa bei Werkzeugen wie TI-Nspire oder gar Maple der Fall wäre.

Ziel der Studie

In der vorliegenden Studie soll das Phänomen CAS-basierter Smartphone-Apps zunächst erkundet werden. Hierbei werden in einem ersten Schritt einschlägige Apps aus einer *wissenschaftlich-didaktischen Perspektive* betrachtet und miteinander verglichen. Ziel ist es, ein erstes Fazit zum generellen didaktischen Potenzial der Apps zu ziehen. Demgegenüber wird die Perspektive der Nutzerinnen und Nutzer, also die *Lernenden-Perspektive*, in den Fokus gerückt. Hierzu werden exemplarisch Nutzerrezensionen der marktführenden App Photomath herangezogen und systematisch analysiert. Ziel ist es, die innerhalb dieser Rezensionen gebundenen Informationen hinsichtlich der Verwendungskontexte, Nutzungsweisen, Einstellungen, etc. der Apps von Lernenden herauszuarbeiten und durch Kategoriebildung zu klassifizieren und ggfs. quantifizieren. Schließlich werden beide Perspektiven in einem Gesamtfazit zusammengeführt und übergreifende Erkenntnisse zum Phänomen CAS-basierter Smartphone-Apps festgehalten.

Didaktische Perspektive

Ähnlich wie bereits im Beitrag von Barzel, Ball & Klinger (in Druck) soll an dieser Stelle die Perspektive der Mathematikdidaktik eingenommen werden. Aus dieser heraus stellt sich die Frage, welche Rolle Apps der beschriebenen Art im Mathematikunterricht einnehmen können und welches didaktische Potenzial mit ihnen verbunden ist.

Zu diesem Zweck wurden die bereits oben genannten Apps Math 42, Photomath, Mathway und Cymath einem genaueren Review unterzogen. Die jeweiligen Apps stehen sowohl im Google Play Store als auch im Apple

App Store bereit und weisen im Kern eine vergleichbare Funktionalität auf: Sie sind jeweils mit einem Computer-Algebra-System ausgestattet und lösen Gleichungen, welche via Tastatur oder Kamera eingegeben werden.

Insgesamt stehen Klassifikationsschemata, wie sie zu gezielten didaktischen Analysen allgemeiner mathematischer Apps nötig wären, nur unzureichend in standardisierter Form zur Verfügung. Dies wird bereits an der begrifflichen Unschärfe deutlich, die der App-Begriff mit sich bringt. Eine entsprechende Arbeitsgruppe, welche im Rahmen der in diesem Tagungsband protokollierten Tagung zusammenkam, sah allein in einer trennscharfen Definition des Bezeichners „App“ größere Schwierigkeiten. So findet die Bezeichnung inzwischen etwa auch auf nicht-mobilen Systemen Anwendung (etwa für Programme in MacOS). Im Folgenden soll daher zumindest analog zu Barzel et al. (in Druck) hinsichtlich der Oberflächen- sowie Tiefenstruktur der vier Repräsentanten-Apps unterschieden und auf eine engere begriffliche Eingrenzung verzichtet werden.

Oberflächenstruktur

In diese Kategorie fallen vor allem Aspekte der Apps, die nicht unmittelbar mit einem potenziellen Lernerfolg zusammenhängen und sich eher auf oberflächliche Beobachtungen beziehen: Hierbei fällt auf, dass lediglich Math 42 keine Kameraerkennung anbietet. Alle anderen Apps verfügen über eine automatische Erkennung mathematischer Notationen. Lediglich Photomath ist in der Lage, auch ohne aktive Internetverbindung Probleme zu bewältigen, während alle anderen Apps ausschließlich auf den zugehörigen Heimatservern der Anbieter über eine CAS-Komponente verfügen. Dies ist vor allem vor dem Kontext eines potentiellen unterrichtlichen Einsatzes, bei dem nicht unbedingt eine aktive Internetverbindung vorausgesetzt werden kann, von Relevanz. Während alle Apps außer Cymath im Wesentlichen werbefrei zu sein scheinen, bietet lediglich diese App eine kostenpflichtige Premium-Variante an, durch deren Kauf man sich lästiger Werbebanner entledigen kann. Die meisten Apps können unmittelbar nach Herunterladen verwendet werden. Lediglich bei Math 42 ist zunächst eine kostenlose Registrierung erforderlich. Das Geschäftsmodell einschlägiger Anbieter ist nicht unmittelbar transparent. So

wird nicht klar, welche Daten möglicherweise zusätzlich durch die Apps erhoben werden und in welcher Form sie ggfs. weiterverarbeitet werden.

Tiefenstruktur

Um die genannten Apps einer eingehenderen und vor allem tiefergehenden Analyse zu unterziehen, sind naturgemäß mathematische Probleme notwendig, deren Lösungen es zu bestimmen gilt. Hierbei ist, was als Lösung gilt, vom jeweils betrachteten Problem abhängig. Bei den drei verwendeten Testfällen handelt es sich um die folgenden mathematischen Probleme P1, P2 und P3:

P1: Bestimme die Lösung(en) der folgenden quadratischen Gleichung

$$x^2 - 2x - 8 = 0.$$

Zugehörige Lösung: $x_1 = -2, x_2 = 4$

Schulstufe: 9. Jahrgang

P2: Bestimme die Ableitung der Funktion $f(x) = 3x^4 + 2x^2 + 3$.

Zugehörige Lösung: $f'(x) = 12x^3 + 4x$

Schulstufe: 10. oder 11. Jahrgang

P3: Vereinfache $y = \frac{6x}{2x^2}$ so weit wie möglich.

Zugehörige Lösung: $y = 3/x$

Schulstufe: 8. Jahrgang

Eine Problembearbeitung durch die Apps erfolgt dabei immer in derselben Schrittigkeit: Zunächst müssen die Probleme durch die App erfolgreich erkannt werden (1). Beim anschließenden Lösen (2) finden u. U. geeignete Erläuterungen (3) statt. Schließlich ist es denkbar, dass die App Wissen über die fokussierten mathematischen Inhalte z. B. durch Verwendung anderer Darstellungsformen, etc. vernetzt oder anderweitig an vorhandenes Wissen anbindet (4). Die Ergebnisse einer entsprechenden Betrachtung aus didaktischer Perspektive können im Folgenden nur auszugsweise wiedergegeben werden:

Zu P1: Die untersuchten Apps sind jeweils in der Lage, das gegebene Problem korrekt zu erkennen und zu lösen. Hierbei bieten alle Apps jeweils

unterschiedliche Methoden zur Lösung an (z. B. pq -Formel, quadratische Ergänzung, etc.). Die Erläuterung einzelner Rechenschritte erfolgt meist fachsprachlich („Faktorisiere den Ausdruck“ oder „Wenn das Produkt von Faktoren gleich 0 ist, dann ist mindestens einer dieser Faktoren gleich 0“, jeweils Photomath). An einzelnen Stellen lassen sich jedoch auch weniger fachsprachliche Formulierungen finden („Unterteile die ursprüngliche PlusMinus Gleichung in zwei Teile, einmal mit Plus und einmal mit Minus“, Photomath). Math 42 und Photomath bieten ohne weitere Erläuterungen den Funktionsgraph der Funktion des äquivalenten Nullstellenproblems an, womit ein vernetzender Blick hier zumindest in Ansätzen erkennbar ist.

Zu P2: Auch dieses Problem können alle betrachteten Apps lösen. Hierzu ist bei allen Apps jedoch die vorherige Notationsänderung unter Verwendung eines Ableitungsoperators notwendig. Hierbei unterstützen manche Apps lediglich die Lagrange-Notation $(.)'$, andere lediglich die Notation nach Leibniz $d/dx(.)$, was vor einem etwaigen unterrichtlichen Einsatz eine entsprechende Thematisierung notwendig macht. Math 42 bietet zudem Links zu verwandten Themen wie „Kurvendiskussion“ an.

Zu P3: Mit dem betrachteten Problem wissen nicht alle Apps geeignet umzugehen. Beispielsweise Mathway ist weder in der Lage es zu erkennen, noch entsprechend zu lösen. Lediglich Math 42 erkennt und löst das Problem geeignet und gibt strukturierte Schritte zur Vereinfachung an. Auch hierbei werden entsprechende Rechenregeln eher fachsprachlich erläutert.

Fazit zur didaktischen Perspektive

Es können einige Beobachtungen problemübergreifend festgestellt und zusammengefasst werden: So lassen sich für die meisten Probleme und Apps die jeweiligen Lösungsschritte (sofern die jeweilige App imstande ist, das Problem zu lösen) einzeln anzeigen und jeweils aufklappen, so dass einzelne Umformungen oder Operationen in jeweils elementarer Form dargestellt werden. Verbindungen zu vorhandenem Wissen werden eher selten geschlagen; auch alternative Darstellungsformen oder Erklärungen finden sich selten. Die verwendete Sprache ist auch hier überwiegend

fachlich geprägt. Die Symbolik ist auf eine spezifische Notation festgelegt, auch dann, wenn in der Mathematik, wie etwa beim Ableitungsbegriff, unterschiedliche Schreibweisen verbreitet sind. Naturgemäß sind die Apps vor allem geeignet, klassische Rechenaufgaben zu lösen, also vor allem die Ausführung eines Kalküls zu bedienen. Entsprechend zielen die Apps eher auf das Training prozeduralen Wissens (Barzel et al. 2013). Dies verhält sich konsistent zu Befunden innerhalb der Literatur (z.B. Larkin 2015). Ein gezielter Vorstellungsaufbau oder die Thematisierung von Fehlerwissen lassen sich nicht erkennen.

Lernenden-Perspektive

Nachdem einschlägige Apps im vorherigen Abschnitt einer Analyse aus didaktischer Perspektive unterzogen wurden, richtet sich der Fokus nun auf die Perspektive der Nutzerinnen und Nutzer der Apps.

Rezensionen im Netz als Forschungsdaten

Diese wird häufig in Form von Rezensionen, die sich unmittelbar auf die App als Produkt beziehen, durch Nutzerinnen und Nutzer festgehalten. In ihnen kommen, wie eingangs bereits illustriert, individuelle Bewertungen und Ansichten der Nutzerschaft zum Ausdruck. Entsprechende Rezensionen als Datengrundlage wissenschaftlicher Analysen mit unterschiedlichem Ziel zu nutzen, ist dabei keine neue Idee. Gerade im Umfeld der Big-Data-Methoden genießen solche oft frei verfügbaren Datensätze im Internet besondere Aufmerksamkeit. Einschlägige Studien setzen dabei vor allem auf quantitative Analysemethoden, die beispielsweise die Häufigkeit besonderer Wörter oder Wortkombinationen fokussieren. So analysieren Khalid et al. (2015) für 20 unterschiedliche Apps typische Nutzerbeschwerden und erforschen die Auswirkungen negativer Eindrücke der Nutzerinnen und Nutzer auf die numerische Bewertung der App. Insgesamt betrachteten die Autoren über 250000 überwiegend negative Rezensionen, deren zugehörige Bewertung jeweils einem oder zwei von fünf möglichen Sternen entspricht. Die Konzeption einer vergleichbaren Algorithmik zur Analyse der Rezensionen der hier betrachteten Apps stellt sowohl vor ökonomischen wie technischen Gesichtspunkten jedoch eine gegenwärtig nicht leist- bzw. vertretbare Herausforderung dar.

Verwendete Methodik und Datensatz

Aus diesem Grund wurde eine deutlich kleinere Stichprobe herangezogen. Konkret handelt es sich um jene 700 Rezensionen (einschließlich entsprechender Sterne-Bewertungen) für die App Photomath im deutschsprachigen Google Play Store, welche im Zeitraum zwischen Juni und August 2018 abgegeben wurden. Diese Einschränkung auf die App Photomath erscheint legitim, da diese die einzige der betrachteten Apps ist, welche innerhalb der allgemeinen Top-500-Liste kostenloser Apps des genannten App-Stores vertreten ist; in der Kategorie „Lernen“ sogar auf Platz 4 (Stand 2. Dezember 2018). Android-Geräte nehmen laut Zahlen des Marktforschungsunternehmens Kantar Worldpanel zudem knapp 82, Apple-Geräte hingegen lediglich etwa 16 Prozent des weltweiten Smartphone-Marktes ein (Stand August 2017).

Insgesamt zeigt die so gezogene Stichprobe anhand der ihnen zugeordneten numerischen Bewertungen mit durchschnittlich 4,6 von 5 Sternen einen ähnlichen Deckeneffekt, wie er bereits in Abbildung 1 deutlich wurde. Statt auf quantitative Verfahren setzt die vorliegende Studie auf einen qualitativen methodischen Fokus, wie er sich innerhalb der Mathematikdidaktik häufig bewährt hat. Konkret wurden angelehnt an die Grounded Theory (Glaser & Strauss 2010) die genannten Rezensionen händisch analysiert und mit parallel generierten Codes teilkodiert. Hierbei ist also durchaus möglich, dass eine Rezension mehreren Codes zugeordnet wird. Prinzipien der Grounded Theory erschienen hier einerseits aufgrund des explorativen Charakters des Vorhabens zielführend. Andererseits steht bei ihr im Vergleich zu anderen Methoden keine zu prüfende Theorie oder eine präzise und stark eingegrenzte Forschungsfrage, sondern ein eher offenes und sich entwickelndes Forschungsinteresse im Mittelpunkt (vgl. Aepli et al. 2016, S. 249). Dies wirkte vor dem Hintergrund, dass a priori nicht bekannt war, welche Informationen sich den zu erschließenden Daten entnehmen lassen, profitabel.

Gebildetes Kategoriensystem

Für das so gebildete Kategoriensystem haben sich im Laufe der Analyse insgesamt fünf Oberkategorien herauskristallisiert, die vor allem entlang der

Frage motiviert sind, wozu oder worüber die unter ihnen subsumierten Codes Auskunft geben können. Sie geben Aufschluss über Verwendungskontexte, Nutzungsweisen und Einstellungen hinsichtlich der App Photomath aus Perspektive der Nutzerinnen und Nutzer. Entlang der fünf Oberkategorien soll die Systematik und damit das untersuchte Phänomen CAS-basierter Smartphone-Apps im Folgenden auszugsweise illustriert werden.

Persönlicher Hintergrund: Einige Rezensionen lassen durch die Aussagen ihrer Urheberinnen und Urheber unmittelbar auf die Zugehörigkeit zu einer Personengruppe schließen. Hierbei konnte in 76 Fällen eine Zuordnung zur Gruppe „Schülerinnen und Schüler“, in sechs Fällen zur Gruppe „Eltern“, in vier Fällen zur Gruppe „Studierende“ und in zwei Fällen zur Gruppe „Lehrkräfte“ hergestellt werden. In wenigen Fällen kann auch darüber hinaus auf affektiv-motivationale Merkmale geschlossen werden. So zeigt sich in zumindest einem Fall eine deutliche Matheaversion. In sieben Fällen wird die Aussage getätigt, schlecht in Mathematik zu sein.

Mängel an der App: Die zweite Oberkategorie subsumiert negativ konnotierte Kritik an der rezensierten App. So werden in 17 Fällen Verbesserungsvorschläge gemacht, darunter in elf Fällen, dass die App nach Möglichkeit auch Textaufgaben bearbeiten sollte. In 13 Fällen lässt sich zudem darauf schließen, dass die App nicht imstande war, gewisse Aufgaben zu bearbeiten. 18 weitere Kritikfälle sind unmittelbar technischer Natur. Darunter finden sich am häufigsten Probleme bzgl. der Kamerafunktionalität und der zugehörigen Zeichenerkennung.

Funktionalitäten und Qualitäten der App: Innerhalb der dritten Oberkategorie finden sich vor allem Hervorhebungen, die entsprechend positiver Natur sind. Diese beziehen sich wiederum auf die mithilfe der App bearbeiteten mathematischen Probleme oder eher auf äußere Merkmale, wie den Bedienkomfort (20 Fälle) und die Qualität der Texterkennung (45 Fälle). Bezogen auf die Mathematik heben Nutzerinnen und Nutzer vor allem hervor, dass die App in der Lage ist, einen korrekten Rechenweg aufzuzeigen (83 Fälle), stets korrekte Ergebnisse liefert (acht Fälle), auch Gleichungen löst, die Unbekannte bzw. Variablen beinhalten (elf Fälle), einen Funktionsgraphen anzeigt (13 Fälle), umfangreiche Aufgabenarten zu

bearbeiten imstande ist (29 Fälle) sowie vielfältige Lösungswege anzeigt (vier Fälle).

Anwendungsbereiche: Diese Kategorie enthält Fälle, die Rückschlüsse auf Einsatzkontexte der App zulassen. In insgesamt 43 Fällen, nutzen Anwenderinnen und Anwender die App dabei zur Bearbeitung der Hausaufgaben, in 13 Fällen zum Schummeln in Unterricht oder Prüfungssituationen und in sechs Fällen zur Vorbereitung auf Prüfungen.

Motivation sowie positive Gefühle und Erlebnisse: Während der Analyse hat sich gezeigt, dass sich die Motivation zum und positive Erfahrungen beim Einsatz der App wenig oder gar nicht trennen lassen, so dass diese Kategorie entsprechend eine gemeinsame fünfte Oberkategorie bildet. Hierbei zeigt sich besonders häufig, dass Nutzerinnen und Nutzer die App aus einer verstehensorientierten Motivlage einsetzen. So äußern Rezensenten, dass sie mithilfe der App etwas lernen oder gelernt haben (30 Fälle), sich Ergebniskontrollen im Nachgang einer Rechnung durchführen lassen (elf Fälle), sie durch die App etwas verstehen oder verstanden haben (45 Fälle), Erklärungen der App hilfreich sind oder waren (54 Fälle) oder sie die App zur Unterstützung bei Blockaden oder schwierigen Aufgaben verwenden oder verwendet haben (22 Fälle). Dahingegen finden sich aber auch Motive wie Faulheit (fünf Fälle) oder das Einsparen von Zeit (drei Fälle). In acht Fällen sprechen Nutzerinnen und Nutzer das Prädikat „besser als der Taschenrechner“, in zwölf Fällen „besser als der Lehrer / die Lehrerin“ sowie in 16 Fällen „Lebensretter“ aus. In 13 Fällen wird zudem konkret eine Notenverbesserung durch die App genannt. Weiterhin subsumiert die Oberkategorie Lob und Dank an die Entwickler (22 Fälle), eine allgemeine Weiterempfehlung (40 Fälle), das generelle Empfinden einer Nützlichkeit der App (14 Fälle) sowie das Empfinden der App als allgemeine Unterstützung oder Hilfe (118 Fälle). Als letzter Punkt lassen sich in 502 Fällen allgemeine positiv-konnotierte Aussprüche („Super!“, „Cool!“) innerhalb meist sehr kurz gefasster Rezensionen feststellen. Diese zeigen zwar eine insgesamt sehr positive Wahrnehmung der Nutzerschaft der App, bieten jedoch nicht das Potenzial weiterer Theoriebildung.

Fazit zur Lernenden-Perspektive und methodische Diskussion

Die verwendete Methode basiert auf Online-Rezensionen einschlägiger Apps als Datenquelle und versucht mittels Elementen der Grounded Theory Hypothesen zu Verwendungskontexten, Nutzungsweisen, Einstellungen, etc. hinsichtlich entsprechender Apps zu fundieren. In gewisser Weise handelt es sich hierbei um „neue Quellen qualitativer Daten“ wie Glaser und Strauss (2010) sie bereits propagieren (S. 175 ff.). Der Kategoriebildungsprozess basiert dabei vor allem auf einer Phase des offenen Kodierens im iterativen Wechsel mit Anpassungen und Verfeinerungen der gewonnenen Kategorien (axiales Kodieren). Dennoch gestaltet sich etwa das theoretische Sampling schwierig, da nicht gezielt mit Blick auf eine theoretische Sättigung weitere Fälle herangezogen werden können, sondern lediglich die Fallzahl der betrachteten Rezensionen erhöht werden kann (vgl. Aepli et al. 2016, S. 247ff.). Da sich über einschlägige Rezensionen etwa kaum personenbezogene Daten erheben lassen, findet somit im Grunde lediglich ein statistisches Sampling statt (Glaser & Strauss 2010, S. 78 ff.). Im Laufe der Analyse zeigte sich der Kategoriebildungsprozess im Wesentlichen als konvergent, so dass die betrachteten 700 Rezensionen zu einer theoretischen Sättigung führten. Insgesamt lassen sich also Hypothesen zu den Nutzerinnen und Nutzern entsprechender Apps, dem Kontext ihrer Verwendung und besonders positiver und negativer Aspekte der Apps bilden. Dies wurde hier exemplarisch für die offenkundig marktführende App Photomath gezeigt.

Die so gewonnenen Kategorien bilden einen ersten Anhaltspunkt für weitere Forschungen, etwa zur Entwicklung eines geeigneten Fragebogens zur Operationalisierung der Nutzerperspektive entsprechender Apps. Es liegt in der Natur der Methode, dass hingegen keine repräsentativen Aussagen getroffen werden können; stattdessen hat die Studie explorativen Pilot-Charakter. Hinzu kommen weitere Phänomene, die die verwendeten Daten negativ verzerrt haben könnten. Hierzu zählen potenziell gegen Entgelt erstellte Rezensionen oder Schüchternheits-Effekte, etwa wenn ein Lernender aufgrund der häufigen Klarnamendarstellung über einer Rezension nicht erwähnt, dass eine App auch zum Schummeln in Prüfungssituationen dienlich sein kann.

Gesamtfazit

Fazit zum Potenzial der Apps

Die Apps Math 42, Photomath, Mathway und Cymath wurden zunächst einer didaktischen Analyse unterzogen. Ähnlich zum Review von Barzel et al. (in Druck) zeigen sich die betrachteten Apps als elaborierte Tools, die zum rechnerischen Lösen verschiedener mathematischer Probleme imstande sind. In Ansätzen ermöglichen die Apps vielfältige mathematische Lösungswege und setzen auch auf unterschiedliche Darstellungsformen. Rechenschritte werden oft feingliedrig erläutert. Es zeigt sich aber auch, dass entsprechende Erläuterungen oft von Fachsprache geprägt sind, die für manche Lernende eine schwierige Hürde darstellen kann. Ferner ist teilweise die Kenntnis besonderer Notationen notwendig, um etwa eine Ableitungsfunktion zu bestimmen. Ihr didaktisches Potenzial schöpfen die betrachteten Apps noch nicht aus: So wäre es zumindest denkbar, dass an geeigneten Stellen auf häufige Fehler zum Zweck des Aufbaus von Fehlerwissen hingewiesen oder gezielt die Aufarbeitung etwaiger Wissensmissstände angeboten würde. Im Mittelpunkt der Apps stehen vor allem Prozeduren und Algorithmen; weniger Konzepte und Verbindungen (Barzel et al. 2013).

Die App Photomath wurde zudem in Form der Analyse von Nutzerrezensionen auch aus Lernenden-Perspektive betrachtet. Es kann vermutet werden, dass vor allem Schülerinnen und Schüler zur Anwendergruppe der betrachteten Apps gehören. Es lassen sich kaum Anzeichen einer gezielten schulischen Verwendung finden. Stattdessen scheinen die Apps eher in informelleren Lernkontexten wie der häuslichen Vorbereitung von Prüfungen oder der Erledigung von Hausaufgaben eine Rolle zu spielen. Die Apps scheinen weniger zum Schummeln, sondern vor allem (aus Sicht der Lernenden) zum Aufbau von Verständnis genutzt zu werden. Lernende schätzen u.a. die Darstellung des Rechenweges und klaren Erläuterungen der Apps. An dieser Stelle drängt sich die Vermutung einer von der wissenschaftlichen Perspektive abweichender Auslegung des Verstehensbegriffs auf der Seite der Lernenden auf. Kulgemeyer (2018) spricht in diesem Zusammenhang auch treffend von einer möglichen „Verstehensillusion“. Lernende fassen hierbei lediglich oberflächlich

vermitteltes Routine-Wissen als Verständnis auf, welches jedoch spätestens bei der Bearbeitung von eher konzeptuell gestalteten Aufgaben an seine Grenzen stößt.

Konsequenzen für Forschung und Unterrichtspraxis

Es stellt sich die Frage, wie auf die Existenz entsprechender Apps und die Prominenz, die sie offenbar in Teilen der Schülerschaft genießen, reagiert werden sollte (Webel & Otten 2016; Klinger & Schüler-Meyer, in Druck). Ein Verbot von Smartphones im Unterricht erweist sich schnell als zu kurz gedachter Lösungsansatz; entziehen sich Lernende doch im Rahmen von Hausaufgaben, in denen klassischerweise ein Großteil des Einübens mathematischer Verfahren und Konzepte geschieht, einer entsprechenden Kontrolle. Hinzu kommen Phasen des außerschulischen Lernens, wie sie etwa im Rahmen der Vorbereitung auf Prüfungssituationen vorkommen. So ist bekannt, dass Schülerinnen und Schüler heute vielfach Smartphone-Apps im Rahmen des außerschulischen Lernens einsetzen (Feierabend et al. 2017; Anshari et al. 2017; Rahmati & Zhong 2013). Entsprechend sehen Trouche & Drijvers bereits 2010 außerschulische Lernsituationen durch das Vorhandensein verschiedener Handheld-Technologien, wie sie sich etwa in Smartphones manifestieren, als besondere Herausforderung zukünftiger mathematikdidaktischer Forschung.

Gerade vor diesem Hintergrund ist es notwendig, dass Lehrkräfte sich nicht nur der Situation bewusst sind, dass Lernende zumindest in informellen Lernsettings entsprechende Apps einsetzen. Sie erfordert vor allem auch, Aufgaben produktiv zu gestalten, d. h. z. B. solche Übungsaufgaben zu stellen, die vor allem auf Verständnis und weniger auf das Auswendiglernen zur Lösung geeigneter Algorithmen zielen (s. auch Winter 1984; Leuders 2009). Im Kontext quadratischer Gleichungen könnte dies etwa bedeuten, dass neben dem Lösen entsprechender Gleichungen auch zum Aufstellen solcher aufgefordert wird („Bestimmen Sie eine quadratische Gleichung so, dass 0 und 1 Lösungen sind. Gibt es mehrere Möglichkeiten?“) oder dass gezielt Reflexionsanlässe z. B. hinsichtlich der Methodenwahl und dem individuellen Vorgehen bei der Berechnung der Lösung geschaffen werden („Verwenden Sie verschiedene Verfahren zur Lösung der Gleichung.

Welches ist wann zu bevorzugen und warum?“ oder „Würden Sie genau so vorgehen oder gibt es einen Weg der effizienter zum Ziel führt?“).

Ausblick und Forschungsdesiderate

Vor dem Hintergrund des Vorhandenseins der hier untersuchten Apps bedarf es – wie eingangs kurz skizziert – einer Neuausrichtung der Diskussion um den unterrichtlichen Einsatz oder um ein entsprechendes Verbot von CAS (Klinger & Schüler-Meyer, in Druck). Durch ihren hohen Grad an Verfügbarkeit in Form von Smartphone-Apps sind solche Systeme de facto eingeführt. Es erscheint daher lohnenswert Apps wie Photomath unterrichtlich explizit zu thematisieren, diese kritisch zu diskutieren und ihren Einsatz zu reflektieren. Obwohl Anwenderinnen und Anwender vielfach rückmelden, durch einschlägige Apps besser zu „verstehen“, besteht die Gefahr, dass entsprechende Apps ohne geeignete Aufgabenkultur vor allem das Lernen mathematischer Rezepte begünstigen (ebd.). Nicht zuletzt besteht auch die Möglichkeit einer unterschiedlichen Auslegung des Verstehensbegriffs auf der Seite der Lernenden. Die Untersuchung dieses Konflikts zwischen der didaktischen und der Lernenden-Perspektive erscheint daher lohnenswert. Aber auch die Entwicklung und Erforschung adäquater Lernumgebungen, die Photomath oder vergleichbare Apps explizit in unterrichtliche Sequenzen einbinden und dabei auch konzeptuelles Verständnis fördern, wäre im Sinne der Bereitstellung möglicher Best-Practice-Beispiele hilfreich. Einen Ansatz bietet hier etwa der geeignete Übertrag der Ideen produktiven bzw. intelligenten Übens (etwa Winter 1984; Leuders 2009) auf eine CAS-basierte Lernumgebung für Smartphones (s. auch Klinger & Schüler-Meyer, in Druck). Letztlich sind aber gerade vor dem Hintergrund der methodischen Unzulänglichkeiten dieser Studie weitere qualitative wie quantitative Erhebungen rund um das Phänomen CAS-basierter Smartphone-Apps wünschenswert.

Literatur

Aeppli, J., Gasser, L., Gutzwiller, E. & Tettenborn, A. (2016). *Empirisches wissenschaftliches Arbeiten: Ein Studienbuch für die Bildungswissenschaften*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- Anshari, M., Almunawar, M. N., Shahrill, M., Wicaksono, D. K. & Huda, M. (2017). Smartphone usage in the classrooms: Learning aid or interference? *Education and Information Technologies*, 22(6), 3063–3079.
- Barzel, B., Ball, L. & Klinger, M. (in Druck). Students' self-awareness of their mathematical thinking: Can self-assessment be supported through CAS integrated learning apps on smartphones? In G. Aldon & J. Trgalova (Hrsg.), *Selected papers of the International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT13)*. Springer.
- Barzel, B., Leuders, T., Prediger, S. & Hußmann, S. (2013). Designing tasks for engaging students in active knowledge organization. In C. Margolinas (Hrsg.), *Task design in mathematics education: Proceedings of ICMI Study 22* (S. 285–294). Oxford.
- Feierabend, S., Plankenhorn, T., & Rathgeb, T. (2017). JIM-Studie 2017: *Jugend, Information, (Multi-) Media – Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (2010). *Grounded Theory: Strategien qualitativer Forschung* (3. Aufl.). Bern: Huber.
- Hirsh-Pasek, K., Zosh, J. M., Golinkoff, R. M., Gray, J. H., Robb, M. B. & Kaufman, J. (2015). Putting education in “educational” apps: Lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 16(1), 3–34.
- Khalid, H., Shihab, E., Nagappan, M. & Hassan, A. E. (2015). What do mobile app users complain about? *IEEE Software*, 32(3), 70–77.
- Klinger, M. & Schüler-Meyer, A. (in Druck). CAS oder kein CAS, ist das noch die Frage? Smartphone-basierte Computer-Algebra-Apps brauchen eine geeignete Aufgabekultur. *Mathematik Lehren*, Heft 215.
- Kulgemeyer, C. (2018). Wie gut erklären Erklärvideos? *Computer + Unterricht*, Heft 109, 8–11.
- Larkin, K. (2015). “An app! An App! My kingdom for an app”: An 18-month quest to determine whether apps support mathematical knowledge building. In T. Lowrie & R. Jorgensen (Hrsg.), *Digital games and mathematics learning: Potential, promises and pitfalls* (S. 251–276). Dordrecht: Springer.
- Leuders, T. (2009). Intelligent üben und Mathematik erleben. In T. Leuders, L. Heffendehl-Hebeker & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Mathemagische Momente* (S. 130–143). Berlin: Cornelsen.
- Pallack, A. (2018). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I + II*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Rahmati, A. & Zhong, L. (2013). Studying smartphone usage: Lessons from a four-month field study. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 12(7), 1417–1427.

- Trouche, L. & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: Flashback into the future. *ZDM Mathematics Education*, 42(7), 667–681.
- Vieth-Entus, S. (2017, 30. März). 50 Professoren verurteilen Mathe-Brandbrief als „schädlich“. *Tagesspiegel*. Abgerufen von <https://www.tagesspiegel.de/berlin/streit-um-bildungsstandards-50-professoren-verurteilen-mathe-brandbrief-als-schaedlich/19590112.html> (letzter Zugriff: 31. Januar 2019)
- Warnecke, A. B., Burchard, A. & Kühne, A. (2017, 22. März). Der Aufstand der Mathelehrer: Brandbrief gegen Bildungsstandards. *Tagesspiegel*. Abgerufen von <https://www.tagesspiegel.de/wissen/brandbrief-gegen-bildungsstandards-der-aufstand-der-mathelehrer/19550928.html> (letzter Zugriff: 31. Januar 2019)
- Webel, C. & Otten, S. (2016). Teaching in a world with Photomath. *Mathematics Teacher*, 109(5), 368–373.
- Winter (1984). Begriff und Bedeutung des Übens im Mathematikunterricht. *Mathematik Lehren*, Heft 2, 4–16.