

Tabelle 1. Verteilung der Anzahl der Vorlesungsbesuche, Klausurnoten

Anzahl Vorlesungsbesuche	Drei oder vier Mal (persönlich oder digital)	Keine (weder persönlich noch digital)	verbleibende
Anzahl der Studierenden	207	63	60
Prozentualer Anteil an allen Befragten	62,73 %	19,09 %	18,18 %
Arithmetisches Mittel der Noten durchgefallen	2,99 10 %	3,27 7 %	3,33 21 %

se Daten sind mit größter Vorsicht zu genießen, denn es liegen nur für 239 von 330 Fragebögen Noten vor – und es ist völlig unklar, ob dies eine tendenziöse Auswahl ist. Zudem war die Klausur für die HRSG-Studierenden keine reine Didaktik-Klausur, sondern es wurde der Fachteil „Elemente der Arithmetik“ mitgeprüft. Dieser Effekt ist deshalb bedeutsam, weil die HRSG-Noten dadurch tendenziell besser erscheinen als sie bei einer Benotung nur des Didaktik-Teils wären. Gleichzeitig sind die HRSG-Studierenden in der Gruppe der „Gar-nicht-Nutzer/-innen“ deutlich überrepräsentiert. Diese Gruppe erscheint also besser als sie in ihren didaktischen Leistungen ist.

Auch wenn wir davon ausgehen, dass die Leistungen der Nichtnutzer/-innen hier systematisch überschätzt werden, so zeigt sich doch immerhin, dass die Vorlesungsrezeption sich lohnt: Die Noten der Studierenden, die die Vorlesung rezipieren, sind deutlich besser als die der Nichtnutzer/-innen. Allerdings kann man durchaus auch ironisch auf diese Daten schauen, denn man hätte doch eher einen größeren Abstand zwischen „Vollnutzer/-innen“ und „Gar-nicht-Nutzer/-innen“ erwartet. Noch weniger erwartungsgemäß ist die Datenlage bezüglich der Durchfallquote.

Literatur

- Demetriadis, S. & Pombortsis, A. (2007). E-Lectures for Flexible Learning: A Study on their Learning Efficiency. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(2), 147–157.
- Tillmann, A., Bremer, C., Krömker, D. (2012). Einsatz von E-Lectures als Ergänzungsangebot zur Präsenzlehre. Evaluationsergebnisse eines mehrperspektivischen Ansatzes. In G. Csanyi, F. Reichl & A. Steiner (Hrsg.), *Medien in der Wissenschaft (Band 61). Digitale Medien – Werkzeuge für exzellente Forschung und Lehre* (S. 235–249). Münster u. a.: Waxmann Verlag GmbH.
- Tillmann, A., Niemeyer, J., Krömker, D. (2014). „Im Schlafanzug bleiben können“. E-Lectures zur Diversifizierung der Lernangebote für individuelle Lernräume. In K. Rummler (Hrsg.), *Medien in der Wissenschaft (Band 67). Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken* (S. 317–331). Münster und New York: Waxmann Verlag GmbH.

Wolfram Meyerhöfer, Universität Paderborn; Schulzentrum am Stern, Potsdam
E-Mail: meyerhof@math.uni-paderborn.de

MathCityMap@home

Digitale Lernpfade mit gestuften Hinweisen und synchroner Schüler-Lehrer-Interaktion

Simon Barlovits, Simone Jablonski, Gregor Milicic und Matthias Ludwig

Arbeits- und Lernprozesse können in synchrone und asynchrone Tätigkeiten an gleichen oder unterschiedlichen Orten unterteilt werden (Johansen, 1988). Während Schülerinnen und Schüler im Klassenraum gemeinsam unterrichtet werden (synchro-

nes Lernen an einem gemeinsamen Lernort mit face-to-face-Kommunikation), kann Homeschooling als synchrones oder asynchrones Lernen an unterschiedlichen Orten organisiert werden. Dabei ermöglicht es der Einsatz digitaler Medien, die Orts-

bindung des Lernens aufzulösen und die Dichotomie von synchronem und asynchronem Lernen aufzuheben (Schwabe, 2001).

Die räumlich getrennte Organisation und Durchführung des Mathematikunterrichts in Zeiten von Corona stellt Lehrende und Lernende gleichermaßen vor eine Vielzahl von Herausforderungen: Zum einen verlangt das Lernen Zuhause von Schülerinnen und Schülern ein hohes Maß an Selbstorganisation und Disziplin. Zum anderen sind die Möglichkeiten der Lehrkräfte, den Lernenden individuell Hilfestellungen und Feedback zu geben und daraus Rückschlüsse auf den Lernstand zu ziehen, stark eingeschränkt. Hilbert Meyer (2020) formuliert in seinen Ansprüchen an Homeschooling und Fernunterricht die Bedeutung eines solchen synchronen Austauschs zwischen Lehrendem und Lernenden.

Die Lehrperson soll durch die Rückmeldungen satt werden und das erfahren, was sie für die Steuerung der individuellen und gemeinsamen Lernprozesse wissen muss. Das ist – wenn auch bei erheblichem Arbeitsaufwand – mit digitalen Medien gut möglich. Es darf aber nicht nur darum gehen, dass fertige Arbeitsergebnisse kommentiert werden. (Meyer, 2020).

Entsprechend erscheinen während des Homeschoolings insbesondere die Unterstützung der Lernenden durch Hilfestellungen und die Überprüfung von Lösungen und Lösungswegen als besonders herausfordernd. Hingegen beschreibt eine Vielzahl von Studien (u. a. Hattie & Timperley, 2007) die herausragende Bedeutung effektiven Feedbacks, welches unmittelbar nach der Aufgabebearbeitung erfolgen sollte (Reinhold, 2019).

Ursprünglich als Lernumgebung für außerschulische Lernorte zum Mathematiktreiben und -entdecken entlang mathematischer Wanderwege entwickelt, können Lehrkräfte MathCityMap auch als Werkzeug zur passgenauen und simultanen Unterstützung der Schülerinnen und Schüler nutzen. Neben den gestuften Hinweisen sowie einer unmittelbaren und automatischen Lösungsvalidierung ist dafür das sogenannte Digitale Klassenzimmer von zentraler Bedeutung. Es ermöglicht Lehrkräften trotz räumlicher Trennung den Lernprozess individuell und synchron zu begleiten. Die Lehrkraft kann innerhalb des Digitalen Klassenzimmers in Echtzeit nachverfolgen, welche Aufgaben von den Lernenden bearbeitet und gelöst werden. Mittels des Chats ist zudem eine synchrone Interaktion und Unterstützung möglich. Im Folgenden beschreiben wir die Funktionsweise des Digitalen Klassenzimmers und dessen Einsatzmöglichkeiten für den synchronen Online-Mathematikunterricht.

Das Digitale Klassenzimmer des MathCityMap-Systems

MathCityMap ist ein Zweikomponentensystem, um Mathematik außer Haus zu entdecken und zu betreiben. Entlang sogenannter mathematischer Wanderpfade (bzw. Mathtrails) lösen Schülerinnen und Schüler Mathematikaufgaben. Ausgestattet sind sie mit Messmaterial und der MathCityMap-Smartphone-App. Normalerweise ist es bei MathCityMap-Aufgaben unabdingbar, direkt vor Ort mathematisch aktiv zu werden, d. h. die Aufgaben lassen sich nur mithilfe eines Aufgabenobjektes oder einer Außer-Haus-Situation lösen (Gurjanow, Jablonski, Ludwig, & Zender, 2019).

In der Vorbereitungsphase nutzt die Lehrkraft das Webportal als erste Komponente des MathCityMap-Systems und legt dort Aufgaben an. Diese werden durch ein Bild, eine GPS-Position und eine Fragestellung beschrieben. Da die Schülerinnen und Schüler beim Ablaufen des Mathtrails in Kleingruppen und in der Regel ohne die Lehrkraft unterwegs sind, bietet das System die Möglichkeit zum Abrufen von im System hinterlegten Hinweisen (bis zu drei Hilfestellungen pro Aufgabe). Weiterhin überprüft die MathCityMap-App die eingegebene Antwort, gibt ein Feedback zur Lösungsqualität und ermöglicht die Anzeige einer Musterlösung.

Durch Kombination mehrerer Aufgaben entsteht ein Mathtrail. Dieser wird anschließend auf die zweite Komponente, die MathCityMap-Smartphone-App, geladen und mit deren Hilfe abgelaufen. Das primäre Werkzeug für die Organisation, Durchführung und Nachbereitung eines Mathtrails ist das Digitale Klassenzimmer. Es hilft der Lehrkraft insbesondere beim Ablaufen des Trails in Kleingruppen den Überblick über alle Gruppen zu behalten und mit ihnen, wenn nötig, in Kontakt zu treten. Dafür wird das Digitale Klassenzimmer passgenau auf das gewünschte Zeitfenster, z. B. eine Doppelstunde, terminiert. Während dieser Zeit stehen drei Kernfunktionalitäten zu Verfügung:

- Nachverfolgung der Laufwege von Schülerinnen und Schülern: Mittels GPS kann die Lehrkraft verfolgen, wo sich die Schülergruppen aufhalten und ihnen, sofern nötig, bei der Navigation behilflich sein.
- Chat zur direkten Interaktion zwischen Lehrkraft und den Lernenden: Beim Ablaufen steht ein Chat für eine Kommunikation in Echtzeit zur Verfügung. Während die Lehrkraft mit allen Gruppen individuell kommunizieren bzw. Nachrichten an alle Teilnehmenden senden kann, können die Schülerinnen und Schüler ebenfalls bei Problemen Nachrichten an die Lehrkraft senden.

- E-Portfolio zur Auflistung aller Ereignisse während der Nutzung des Digitalen Klassenzimmers: Das E-Portfolio übermittelt die Tätigkeiten der Gruppen in der MathCityMap-App in Echtzeit an die Lehrkraft. Sie kann beispielsweise einsehen, welche Lösungen zu welchem Zeitpunkt eingegeben wurden und bei wiederholter falscher Eingabe intervenieren. Auch nach dem Ablauf des Trails stehen die Daten noch zur Verfügung und können zur Diagnostik, beispielsweise zum Identifizieren wiederkehrender Fehler beim Umrechnen von Größen, herangezogen werden.

MathCityMap@home

Der Kontext des „Homeschoolings“ stellt Lehrende und Lernende während der Corona-Krise vor neue Herausforderungen. Mittels MathCityMap@home können einerseits Schülerinnen und Schüler beim selbstständigen Lernen und Üben von Inhalten unterstützt werden. Andererseits ermöglicht es Lehrkräften einen Überblick über Lernstand und Fortschritt ihrer Schulklassen und bietet eine Möglichkeit zur unmittelbaren Interaktion mit den Lernenden. MathCityMap@home bedient sich weiterhin dem Ursprungskonzept und den zwei Komponenten von MathCityMap. Wie bei der außerschulischen MathCityMap-Nutzung legen Lehrkräfte für ihre Schülerinnen und Schüler Aufgaben im Webportal an und erstellen einen mathematischen Lernpfad. Die Schülerinnen und Schüler laden diesen Trail auf ihr Smartphone und lösen die Aufgaben mithilfe der Hinweise und automatischer Lösungsüberprüfung. Im Unterschied zum Ursprungskonzept werden die Aufgaben von

MathCityMap@home jedoch so gestellt, dass sie nicht nur vor Ort, sondern von zu Hause gelöst werden können. Dabei bieten sich insbesondere sogenannte themenbasierte Trails an, also Lernpfade, die ein Unterrichtsthema, z. B. Lineare Funktionen oder Kombinatorik, behandeln und vertiefen.

Als Aufgaben eignen sich bereits bestehende MathCityMap-Aufgaben, bei denen reale Messwerte im Aufgabentext oder im Aufgabenbild ergänzt werden. Zudem ist es möglich, klassische Schulbuchaufgaben oder Problemstellungen in das System einzupflegen. Abbildung 1 zeigt die Aufgabe „Äpfel“ nach Bruder, Büchter und Leuders (2005), welche auf ein strategisches Rückwärtsarbeiten abzielt. Da strategische Hilfestellungen nach Hattie und Timperley (2007) als besonders effektiv gelten, verweist der erste Hinweis auf das notwendige Vorgehen zur Aufgabenlösung (Abb. 1). Die beiden weiteren Hinweise ergänzen jenen prozessorientierten Hinweis um eine inhaltspezifische Komponente: Durch eine exemplarische Darstellung des ersten Rechenschrittes wird die Strategie des Rückwärtsarbeitens verdeutlicht. Da die Hinweise vom Aufgabenerstellenden selbst formuliert werden, ist es möglich, die Tipps auf die Bedürfnisse der Lerngruppe anzupassen. So können beispielsweise die Aufgabenstellung paraphrasiert, benötigte Formeln angegeben oder Modellierungsannahmen dargestellt werden.

Zusätzlich zu den zuvor eingegebenen Hilfestellungen und Musterlösungen besteht für die Lehrkraft mit dem Digitalen Klassenzimmer bei MathCityMap@home die Möglichkeiten, synchron mit den Schülerinnen und Schülern zu interagieren. Die Nachverfolgung der Laufwege unter Nutzung von

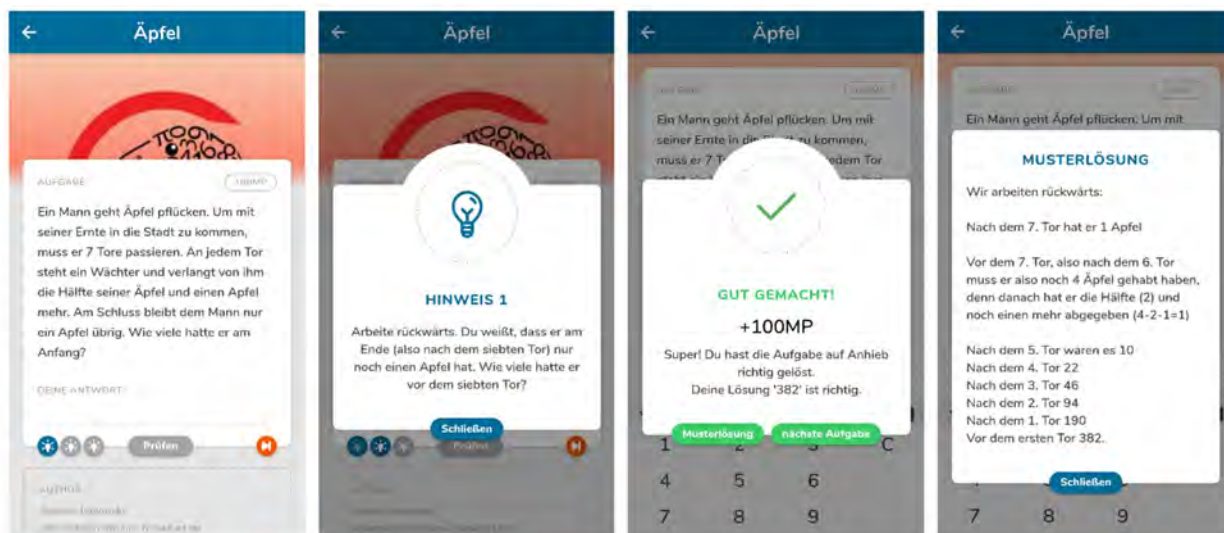


Abbildung 1. Die Aufgabenstellung „Äpfel“ in der MathCityMap-App: Aufgabenstellung, erster Hinweis, Ergebnisvalidierung der Lösung und Musterlösung (von links nach rechts)

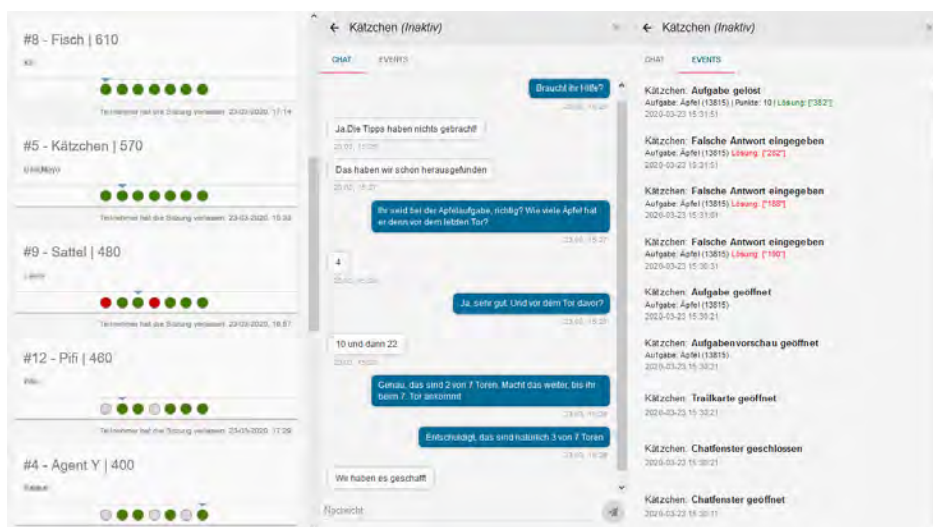


Abbildung 2. Nutzung des Digitalen Klassenzimmers: Gruppenübersicht, Nachrichtenverlauf zwischen Lehrkraft und Lernenden sowie E-Portfolio mit Auflistung der Ereignisse während des Bearbeitungsprozesses (von links nach rechts)

GPS ist natürlich nur beim tatsächlichen Einsatz für außerschulische Lernorte sinnvoll. Der Chat und das E-Portfolio hingegen können im Rahmen des MathCityMap@home-Konzepts auch für den Online-Mathematikunterricht gewinnbringend eingesetzt werden.

In Abbildung 2 ist eine reale und authentische Durchführung eines Mathtrails mit MathCityMap und der Nutzung des Digitalen Klassenzimmers dargestellt. Zum Mathtrail „Reihen und Folgen“ (Code: 012519) wurde für Schülerinnen und Schüler des „Junge Mathe-Adler Frankfurt“-Projektes ein Digitales Klassenzimmer eingerichtet. Der Lehrkraft steht eine Übersicht zur Verfügung, in der die einzelnen Gruppen mit den Teilnehmenden aufgeführt sind und der Bearbeitungsstand für die Aufgaben des Mathtrails farblich codiert angezeigt wird (Abb. 2, links). So ist z. B. auf einem Blick für die Lehrkraft ersichtlich, dass die Aufgaben eins und vier den Teilnehmenden Probleme bereitet haben: Der erste und vierte rote Kreis bei der Gruppe „Sattel“ weist darauf hin, dass die Aufgaben falsch gelöst wurden, während die Gruppen „Pifi“ und „Agent Y“ die Aufgaben übersprungen haben, gekennzeichnet durch die Farbe Grau.

Während der Durchführung des Digitalen Klassenzimmers hat die Lehrkraft bei der Auflistung der Events im E-Portfolio (Abb. 2, rechts), mehrere falsche Eingaben der Gruppe „Kätzchen“ bemerkt und mittels der Chatfunktion direkt mit den Lernenden Kontakt aufgenommen. Wie im Chat mit der Gruppe beschrieben (Abb. 2, Mitte), waren die vorher definierten Hinweise für die Lernenden nicht ausreichend. Innerhalb des Chats hat die Lehrkraft anschließend den Lernenden direkt und unmittelbar weitere Unterstützung gegeben. Durch den Chat mit der Lehrkraft konnten die Lernenden

anschließend die korrekte Lösung berechnen und somit die Aufgabe lösen.

Seit Mai 2020 ist es für die Lernenden zudem möglich, Fotos und Audio-Dateien an die Lehrkraft versenden. Dadurch wird es für die Lehrkräfte noch einfacher, die Lösungsprozesse der Lernenden nachzuvollziehen und individuell und gezielt Rückmeldung zu geben. Das E-Portfolio kann von der Lehrkraft zudem auch als Diagnose- und Evaluierungswerkzeug genutzt werden. Auf Basis der dort chronologisch aufgeführten Ereignisse, wie z. B. die Bearbeitungszeit der Aufgaben, die Nutzung von Hinweisen und die jeweiligen Eingaben, kann die Lehrkraft im Anschluss an den Mathtrail die Aufgabenstellungen adaptieren, Rückschlüsse über die Fehlvorstellungen der Lernenden ziehen und die Inhalte der nächsten Unterrichtsphasen planen. Umrechnungsfehler können z. B. bei fehlerhaften Potenzen leicht erkannt werden.

Die während der Nutzung des Digitalen Klassenzimmers gespeicherten Daten sind nicht personenbezogen und werden nach sechs Monaten automatisch gelöscht, sodass das MathCityMap-System DSGVO-konform ist und folglich bedenkenlos im Schulbereich eingesetzt werden kann.

Zusammenfassung

Die exemplarische Darstellung des Digitalen Klassenzimmers verdeutlicht die Möglichkeiten von MathCityMap@home im Rahmen des Online-Mathematikunterrichts. Die vorher definierten und von den Lernenden selbstständig abrufbaren gestuften Hinweise stehen asynchron zur Verfügung. Falls diese nicht ausreichen, kann die Lehrkraft die Lernenden per der Chatfunktion zusätzlich synchron unterstützen. Der individuelle Bearbeitungs-

prozess ist für die Lehrkraft zudem in Echtzeit beim E-Portfolio einsehbar. Die automatische Lösungsvalidierung gibt den Lernenden unmittelbar Rückmeldung über die Güte ihrer Lösung. Falls ihre Eingabe fehlerhaft ist, können die Lernenden anhand der im System hinterlegten Musterlösung den Lösungsprozess abgleichen und korrigieren. Eine Lehrerin berichtet über ihre Erfahrung bei der Nutzung von MathCityMap@home:

Ich denke, das Digitale Klassenzimmer hat den Vorteil, dass es den Schülern insofern etwas Struktur gibt, da der Zeitraum, wann die Matheaufgaben bearbeitet werden, festgelegt ist [...] Zum anderen hoffe ich, die Kinder damit motivieren zu können, da alle gleichzeitig an den Aufgaben arbeiten, wie es auch im Unterricht wäre. Auch stehe ich so regelmäßig mit ihnen in Kontakt und sie können mir direkt über die Chatfunktion Fragen zu den Aufgaben stellen. Für mich ist es auch eine Entlastung, da ich vorher alle Aufgaben, die die Schüler mir geschickt haben, korrigiert habe, um zu sehen, wo eventuell noch Schwierigkeiten liegen.

Während MathCityMap bereits seit 2013 entwickelt wird und aktuell über 13 000 Aufgaben auf der ganzen Welt angelegt wurden, ist MathCityMap@home erst mit den Schulschließungen im März 2020 in Folge der Corona-Pandemie entwickelt worden. Stand Mitte Mai 2020 wurden bereits 35 Lernpfade in sechs verschiedenen Sprachen (Deutsch, Englisch, Spanisch, Slowakisch, Indonesisch und Portugiesisch) angelegt, die zusammen mehr als 800 Mal auf ein Smartphone geladen wurden.

Literatur

Bruder, R., Büchter, A., & Leuders, T. (2005). Die „gute“ Mathematikaufgabe – ein Thema für die Aus- und

Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. In G. Graumann (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2005* (S. 139–146). Hildesheim/Berlin: Franzbecker.

Gurjanow, I., Jablonski, S., Ludwig, M., & Zender, J. (2019). Modellieren mit MathCityMap. Praxisbezogene Beispiele zum Modellieren am realen Objekt. In I. Grafenhofer, J. Maaß (Hrsg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 6. Realitätsbezüge im Mathematikunterricht* (S. 95–105). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81–112.

Johansen, R. (1988). *Groupware: Computer Support for Business Teams*. The Free Press.

Meyer, H. (2020). Didaktische Ansprüche an Homeschooling und Fernunterricht. Verfügbar unter tinyurl.com/yaq893zm.

Reinhold, F. (2019). *Wirksamkeit von Tablet-PCs bei der Entwicklung des Bruchzahlbegriffs aus mathematikdidaktischer und psychologischer Perspektive. Eine empirische Studie in Jahrgangsstufe 6*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Schwabe, G. (2001). Mediensynchronizität – Theorie und Anwendung bei Gruppenarbeit und Lernen. In F. Hesse, H. Friedrich (Hrsg.), *Partizipation und Interaktion im virtuellen Seminar* (S. 111–134). München: Waxmann.

Simon Barlovits, Goethe-Universität Frankfurt
E-Mail: barlovits@math.uni-frankfurt.de

Simone Jablonski, Goethe-Universität Frankfurt
E-Mail: jablonski@math.uni-frankfurt.de

Gregor Milicic, Goethe-Universität Frankfurt
E-Mail: milicic@math.uni-frankfurt.de

Matthias Ludwig, Goethe-Universität Frankfurt
E-Mail: ludwig@math.uni-frankfurt.de

Qualitätskriterien für Mathematik-Erklärvideos

Kriterienraster als Hilfestellung bei der Qualitätsbeurteilung und Produktion

Karl Marquardt

Das Lernen mit Videos hat im Zuge der Corona-bedingten Schulschließungen massiv Auftrieb erhalten. Auch der Verfasser dieses Artikels hat in der Isolationszeit seine Schulklassen durch mit einfachen Mitteln selbstproduzierte YouTube-Videos wei-

ter unterrichten können (siehe KMarQ, 2020). Insbesondere Mathematik-Erklärvideo stehen sicher mit an vorderster Stelle, wenn sich Schüler/-innen zuhause eigenständig Wissen aneignen wollen oder sollen: Auf Online-Videoportalen erreichen viele