UNIVERSITÄT AUGSBURG
Universitätsbibliothek

OPEN ACCESS
OPUS AUGSBURG

Mathematik lernen mit Open Educational Resources (OER): exemplarische Analysen von Angeboten der Serlo-Lernplattform

Dörte Balcke, Sabrina Bersch

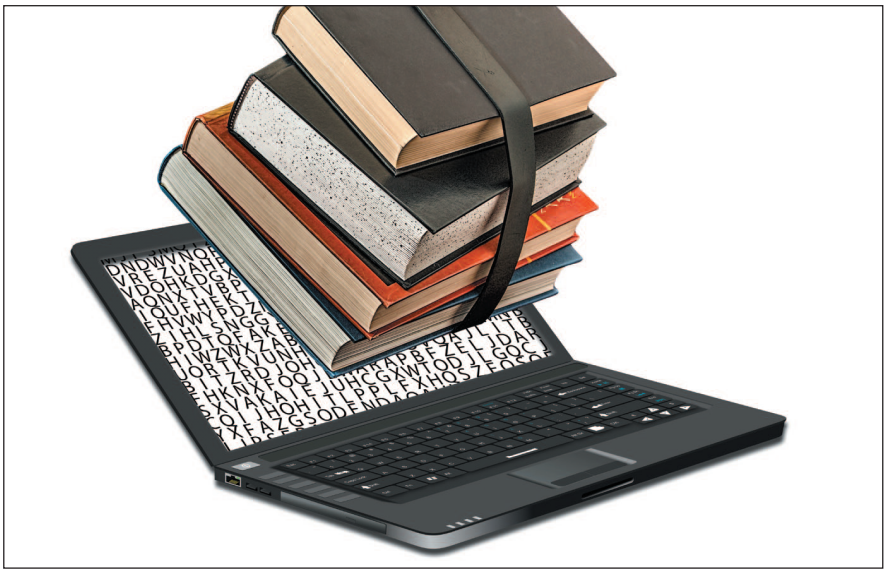
Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Balcke, Dörte, and Sabrina Bersch. 2019. "Mathematik lernen mit Open Educational Resources (OER): exemplarische Analysen von Angeboten der Serlo-Lernplattform." In *Open Educational Resources (OER) im Lichte des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters (AAER): interdisziplinäre Perspektiven und Anregungen für die Lehramtsausbildung und Schulpraxis*, edited by Eva Matthes, Thomas Heiland, and Alexandra von Proff, 93–107. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Nutzungsbedingungen / Terms of use: **CC BY-NC-SA 4.0**

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:
CC-BY-NC-SA 4.0: Creative Commons: Namensnennung - Nicht kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen
Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de

Beiträge zur historischen und systematischen
Schulbuch- und Bildungsmedienforschung



Eva Matthes
Thomas Heiland
Alexandra von Proff
(Hrsg.)

Open Educational Resources (OER) im Lichte des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters (AAER)

Interdisziplinäre Perspektiven und Anregungen für die Lehramtsausbildung und Schulpraxis

forschung k linkhardt

Beiträge zur historischen und systematischen Schulbuch- und Bildungsmedienforschung

herausgegeben von
Bente Aamotsbakken, Marc Depaepe, Carsten Heinze,
Eva Matthes, Sylvia Schütze und Werner Wiater

Eva Matthes
Thomas Heiland
Alexandra von Proff
(Hrsg.)

Open Educational Resources (OER) im Lichte des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters (AAER)

Interdisziplinäre Perspektiven und Anregungen für die Lehramtsausbildung und Schulpraxis

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2019

Die Publikation ist im Rahmen des Projekts LeHet entstanden.

LeHet
LEHRERPROFESSIONALITÄT IM UMGANG MIT HETEROGENITÄT

Das Projekt „Förderung der Lehrerprofessionalität im Umgang mit Heterogenität" wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung" von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

**Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen.
Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.**

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet abrufbar über http://dnb.d-nb.de.**

**2019.lg © by Julius Klinkhardt.
Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.**

Foto Umschlagseite 1: © geralt/pixabay.

**Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.
Printed in Germany 2019.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.**

ISBN 978-3-7815-2332-6

Inhaltsverzeichnis

Eva Matthes, Thomas Heiland und Alexandra von Proff
Einleitung 7

I. Grundlegende Überlegungen

Eva Matthes, Alexandra von Proff und Paul Schenk
OER und Schule – Kritische Analyse des Forschungsstandes und Anstöße zur grundlegenden Reflexion 17

Alexandra von Proff und Jan von Proff
Das deutsche Urheberrecht und seine Implikationen für Open Educational Resources (OER) 35

Stefan Siegel und Thomas Heiland
Open Educational Resources – Onlineplattformen unter der Lupe: Eine explorative Analyse 50

II. Fachdidaktische Konkretisierungen

Klaus Maiwald und Regina Fetsch
Open Educational Resources für den Deutschunterricht aus Sicht der Fachdidaktik Deutsch 69

Christiane Fäcke
Sprachenlernen mit OER? Eine Analyse ausgewählter Vokabellernprogramme 81

Dörte Balcke und Sabrina Bersch
Mathematik lernen mit Open Educational Resources (OER) – Exemplarische Analysen von Angeboten der Serlo-Lernplattform 93

Katharina Hiller und Andreas Brunold
Politische Bildung und offene Bildungsmedien – Ausgewählte fachspezifische OER-Angebote im Spiegel des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters 108

Constanze Kirchner
Analysekriterien für OER-Materialien im Fach Kunst 122

Anja Graf und Kathrin S. Kürzinger
Open Educational Resources aus dem religionspädagogischen Kontext – Analyse anhand des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters für Bildungsmedien 140

Oliver Mayer-Simmet und Thomas Heiland
OER für historisches Lehren und Lernen. Eine exemplarische Qualitätsbeurteilung von OER der Plattform „SeGu Geschichte“ im Spiegel des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters für analoge und digitale Bildungsmedien 157

Martin X. Müller, Ulrike Ohl und Sebastian Streitberger
Förderung der Fähigkeit angehender Lehrkräfte zur differenzierten Beurteilung von OER-Bildungsmaterialien – Ergebnisse einer empirischen Studie 169

Autorinnen und Autoren 183

Dörte Balcke und Sabrina Bersch

Mathematik lernen mit Open Educational Resources (OER) – Exemplarische Analysen von Angeboten der Serlo-Lernplattform

Summary

This article gives a short overview of online platforms, which offer Open Educational Resources (OER) for mathematics, based on the OER-Atlas 2017. Particular attention comes to the non-profit learning platform Serlo. It is represented in detail before the analysis of three example courses with different mathematical content and media is done. The analysis is conducted with the assistance of the "Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien" (AAER). In addition, the courses are analysed didactically from a mathematical perspective. The findings show that educational media within Serlo vary in their pedagogical and didactical quality and that the potential for improving learning processes is far from being exhausted.

1 Einleitung – Nutzung von OER-Materialien

„OER und Schule – Aufbruch in ein neues Zeitalter des Lehrens und Lernens" lautet es auf der Dossierseite der Informationsstelle OER. *Open Educational Resources* sollen eine Lösung bieten, neue Ansätze im Unterricht zu verwirklichen, da sie kostenlos genutzt, bearbeitet und frei weitergegeben werden können. Gerade in der Schule würden frei verfügbare Unterrichtsmaterialien immer wichtiger und könnten grundlegende Veränderungen beim Lernen und Lehren bringen (vgl. König o. J.). Hier wird deutlich, welche großen Erwartungen mit den kostenlosen Materialien verknüpft werden. Doch nicht nur im Unterricht sollen OER eine Rolle spielen, auch für die selbstständige Aneignung von Lerninhalten sollen sie Hilfestellung bieten, wie auf einigen OER-Plattformen (z. B. Lernplattform Serlo) zu lesen ist. Im Fach Mathematik spielen diese Angebote zum Selbstlernen vermutlich eine große Rolle, da dieses Fach häufig als schwierig empfunden wird und hier die größte Nachfrage für Nachhilfeunterricht in Deutschland besteht (vgl. Klemm/Hollenbach-Biele 2016, S. 8). Kinder und Jugendliche, deren Eltern sich Nachhilfe nicht leisten können, müssen sich mit kostenlosen Bildungsmedien, u. a. auch mit OER, helfen. Wie sich hier die Nutzungsquote gestaltet, liegt jedoch im Dunkeln. Doch wie steht es um die Qualität dieser Materialien? Können sie im Bereich der Mathematik eine sinnvolle Ergänzung oder gar Ersatz für traditionelle Unterrichtsmedien, z. B. das Schulbuch, sein?

Dieser Beitrag geht diesen Fragen explorativ nach, indem er zunächst einen kurzen, beschreibenden Überblick über im Internet bestehende OER-Plattformen im Bereich der Mathematik gibt. Aus diesen wird ein Angebot, *Serlo – die freie Lernplattform,* umfassender vorgestellt und drei ausgewählte Beispiele mit dem *Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien* (AAER) auf ihre Qualität hin untersucht. Ergänzend werden auch Aspekte hinsichtlich der fachdidaktischen Konzeptionen dieser Materialien in den Blick genommen.

2 OER-Angebote für das Fach Mathematik – ein Überblick

Die Palette der kostenlosen Online-Angebote für Bildungsmedien im Internet ist sehr breit und unterliegt aufgrund der Schnelllebigkeit des Internets einem ständigen Wandel (vgl. hierzu Neumann 2015; Balcke/Matthes 2017). Die gezielte Suche nach OER-Materialien wird durch die teils nicht sofort zu erkennenden Lizenzkennzeichnungen erschwert. Diesbezüglich stellt der von Jan Neumann und Jöran Muuß-Merholz im Jahr 2017 herausgegebene OER-Atlas eine Hilfe dar. Auf dessen Grundlage soll im Folgenden ein knapper Überblick der verfügbaren OER-Materialien für das Fach Mathematik[1] gegeben werden, wobei jedoch nur deutschsprachige Angebote für allgemeinbildende Schulen Berücksichtigung finden.

Bei der Sichtung sämtlicher unter der Rubrik „Naturwissenschaften, Mathematik und Stochastik“ aufgeführten Internetseiten (Neumann/Muuß-Merholz 2017, S. 149) konnten sieben eigenständige Plattformen[2] mit unterschiedlichen Angeboten für das Fach Mathematik gezählt werden. Zusätzlich gibt es weitere Angebote, die in der übergeordneten Plattform *ZUM-Wiki* eingegliedert sind. Die betrachteten OER-Plattformen unterscheiden sich in vielfacher Weise beispielsweise hinsichtlich der Anbietenden der Zielgruppe, des mathematischen Themenspektrums, der medialen Aufbereitung, in der Art der OER-Lizenzen und auch bezüglich der Qualität ihrer Bildungsmedien. Anhand der vier erstgenannten Kriterien soll hier ein Überblick über die Online-Portale mit OER gegeben werden.

Eine der größten Materialsammlungen auch für viele weitere Unterrichtsfächer stellt das *Medienportal der Siemens Stiftung* dar[3], bei dem bereits im Namen der Anbietende erkenntlich wird. Auf der Internetseite wird versprochen, dass „bei [d]en Unterrichtsmaterialien auf eine hohe fachliche und pädagogisch-didaktische Qualität“ geachtet wird, wofür „ein Netzwerk von Autoren aus Schulen und Universitäten aufgebaut“ wurde (Siemens Stiftung o. J.). Konkretere Angaben lassen sich nicht finden. Das Portal richtet sich an Lehrkräfte und Schüler*innen aller Schularten und Klassenstufen, das Materialangebot für das Fach Mathematik ist jedoch für die Grundschule am größten. Das mathematische Themenspektrum zeigt sich relativ stark beschränkt auf geometrische und statistische Inhalte. Die mediale Aufbereitung der Materialien reicht von Bildern bis hin zu interaktiven Medien wie Tafelbildern, Single Choice Tests, Rechenaufgaben, Applets u. a.

Die Mathematikplattform *GeoGebra* bietet eine dynamische Mathematiksoftware einschließlich Unterrichtsmaterialien für Lehrer*innen und Schüler*innen aller Altersstufen

1 Die Reihenfolge der vorgestellten Plattformen richtet sich ebenfalls nach dem OER-Atlas 2017.

2 Die sich an Lehrkräfte wendende Plattform Lehrer-Online wurde hier nicht mitgezählt, da ein Großteil der angebotenen Unterrichtsmaterialien kostenpflichtig ist (siehe auch Siegel/Heiland in diesem Band).

3 Siehe auch Siegel/Heiland in diesem Band.

an. Ihre Betreiber setzen sich sowohl aus einer Unternehmens- als auch einer gemeinnützigen Organisation zusammen. Sie wird nach eigenen Angaben von Bildungsdienstleistungsunternehmen und Start-ups sowie von Studierenden, Lehrkräften, Forscher*innen und Regierungsbehörden in über 190 Ländern unterstützt. *GeoGebra* soll Geometrie, Algebra, Tabellen, Zeichnungen, Statistik und Analysis in einem einfach zu bedienenden Softwarepaket verbinden sowie innovatives Lehren und Lernen ermöglichen (vgl. GeoGebra GmbH 2018). Aus diesem Anspruch ergibt sich ein sehr breites Angebotsspektrum, das annähernd alle mathematischen Themen abdeckt.

Das Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) bietet mit seinem *Landesbildungsserver Baden-Württemberg* Unterrichtsmaterialien auch für das Fach Mathematik an. Die von Lehrkräften „erarbeiteten, praxiserprobten und ständig aktualisierten Materialien [stellen nach eigenen Angaben, die Autorinnen] passgenaue bildungsplanbezogene Unterrichts- und Lernmaterialien für Lehrende und Lernende aller Fächer und Schulen“ dar (LS o. J.). Die grobe Durchsicht zeigte, dass für die Grundschule Aufgabensammlungen aus dem schulübergreifenden Projekt „SINUS Profil Mathematik“ zur Verfügung gestellt werden. Für die Sekundarstufe I gibt es ein breites Angebot sortiert nach den sechs Leitideen der Bildungsstandards, und für die Sekundarstufe II werden unterschiedliche Materialien zu den Themengebieten Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik bereitgestellt. Hinsichtlich der medialen Aufbereitung zeigt sich eine große Bandbreite von Aufgabensammlungen, Lernumgebungen, Lernvideos usw., wobei jedoch teilweise auf andere Plattformen wie *GeoGebra* oder *ZUM-Wiki* verlinkt wird. Die Stichproben ergaben zudem, dass einige Angebote nicht funktionieren.

Die Internetseite *Mathegami = Mathematik + Origami*, die von PD Dr. Michael Schmitz[4] betrieben wird, richtet sich an Lehrkräfte und soll „Anregungen geben, im Mathematikunterricht unserer Schulen das Falten von Papier zu nutzen, um mathematische Inhalte entdecken zu lassen, einzuführen oder zu üben“ (Schmitz 2009). Die Materialien beschränken sich inhaltlich vorrangig auf geometrische Themen und sind als Arbeitsblätter bzw. Faltanleitungen im PDF-Format herunterladbar. Zudem gibt es eine Linksammlung für Internetseiten mit ähnlichen Themen.

Die gemeinnützig betriebene Internetseite *Serlo – die freie Lernplattform*, die sich an Schüler*innen, Studierende und Lehrkräfte richtet, wird im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben.[5]

Das *Thüringer Schulportal*, das unter der Verantwortung des Thüringer Instituts für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (Thillm) steht, stellt mit seiner Mediothek „ein zentrales Angebot von digitalen Unterrichtsmaterialien für alle Schulen im Freistaat“ zur Verfügung (Thillm 2018). Neben Lehrplänen, Kompetenztests, Hinweisen auf Wettbewerbe und Lehrerfortbildungen sowie weiteren Informationen für Lehrkräfte finden sich u. a. eine Auswahl an sogenannten Impulsbeispielen zur Lehrplanimplementation zu unterschiedlichen mathematischen Themen sowie mehrere Linksammlungen.[6] Jedoch existieren auf dem Portal ein offener und ein geschlossener Bereich. Für

4 Mitarbeiter der Abteilung Didaktik, Fakultät für Mathematik und Informatik, Friedrich-Schiller-Universität Jena.

5 Siehe auch Siegel/Heiland und Fäcke in diesem Band.

6 Von der Arbeitsgruppe SODIS (Softwaredokumentations- und Informationssystem), die eine Internetdatenbank mit Bewertungen und Erfahrungsberichten zu Softwareprodukten darstellt.

diese Recherche konnten nur Materialien des offenen Bereichs eingesehen werden. Aufgrund der Fülle des Angebots lassen sich das Themenspektrum und die mediale Gestalt der Materialien nur schwer eingrenzen.

Die Internetseite *Virtuelle Mathe-AG* wird von Dr. Heike Winkelvoß betrieben und ist eine Sammlung von Aufgaben, die sie selbst und AG-Teilnehmer*innen entwickelt haben, sowie solchen, die aus der mathematischen Schülerzeitschrift „alpha" mit Genehmigung des Verlages Volk und Wissen/Kamp stammen. Als Zielgruppe werden Menschen im Alter von 4 bis 100 Jahren angegeben und explizit Eltern und Lehrkräfte angesprochen. Des Weiteren stehen aus den Wettbewerbsknobeleien entstandene Hefte mit einer umfangreichen Sammlung von mathematischen Denksportaufgaben zur Anreicherung des Mathematikunterrichts für hochbegabte Kinder zur Verfügung (vgl. Winkelvoß 2018). Die thematisch breit gefächerten Materialien sind überwiegend als PDF-Dateien herunterzuladen.

Die *ZUM-Wiki* will als offene Plattform für Lehrinhalte und Lernprozesse Raum für innovative Unterrichtsideen in allen Schulfächern aller Schulformen bieten.[7] Sie wird von dem gemeinnützigen Verein Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e. V. betrieben, der sich aus Lehrer*innen und anderen interessierten Personen zusammensetzt „und sich weitgehend ohne staatliche oder kommerzielle Zuwendungen selbst organisiert und finanziert" (ZUM Internet e. V. 2018). Die Seite richtet sich vorrangig an Lehrkräfte und stellt für das Fach Mathematik zahlreiche Links (u. a. zu allgemeinen didaktischen Themen der Gestaltung des Unterrichts, Aufgabensammlungen und Fachportalen), Online-Materialien und Software für den Unterricht bereit. Zur *ZUM-Wiki* zählen weitere Plattformen, beispielsweise die Internetseite *Mathematik-digital*, die wiederum über eine Datenbank mit Links zu weiteren Seiten verfügt, aber auch eine Vielzahl an interaktiven Lernpfaden zu nahezu allen mathematischen Themen bereitstellt. Außerdem nutzen Schulen die *ZUM-Wiki*, um mathematische Themen zu präsentieren. Insgesamt sind die Seiten der Plattform relativ unübersichtlich gestaltet, einige Links führen auf sehr veraltete, zum Teil nicht funktionierende Internetseiten. Seit 2018 existiert parallel eine modernisierte Fassung – die Plattform *ZUM-Unterrichten*, auf der das Angebot klarer strukturiert, aber noch nicht so umfangreich ist.

Die Plattform LOERn, die die Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen gemeinsam mit dem FWU Institut für Film und Medien in Wissenschaft und Unterricht gGmbH anbietet, wird im OER-Atlas 2017 nicht unter der naturwissenschaftlich-mathematischen Rubrik aufgelistet. Sie ist aus dem Projekt „LOERn – Lehrerfortbildung durch Nutzung und Produktion von OER-Materialien" entstanden und spricht mit ihrem Angebot explizit Lehrkräfte an. Die Plattform stellt Informationen zu OER allgemein sowie zu deren Nutzung und Erstellung zur Verfügung. Des Weiteren steht öffentlich zugänglich ein Pool an Beispielkursen in Form einer Linksammlung bereit, darunter elf für das Fach Mathematik (vgl. ALP o. J.). Die begrenzte Auswahl an mathematischen Themen ist für alle Schularten geeignet. Die mediale Gestaltung reicht von Videos über Applets (häufig *GeoGebra*) und Wissenstest bis hin zu Übungsaufgaben. Um das Angebot umfassend verwenden zu können, müssen Nutzer*innen sich anmelden.

Dieser kurze Überblick zeigt, dass das Angebot an Unterrichtsmaterialien für das Fach Mathematik hinsichtlich der thematischen Ausrichtung und der medialen Aufbereitung vielfältig, aber teilweise auch sehr unübersichtlich ist. Ein Anspruch auf Vollständigkeit

7 Siehe auch Siegel/Heiland in diesem Band und Kirst 2015.

kann hier aufgrund der Schnelllebigkeit des Internets nicht erhoben werden. Bei der Beschäftigung mit kostenlosen Bildungsmedien muss dringend die Frage nach deren Qualität gestellt werden. Um diese beantworten zu können, sollten die Materialien aus pädagogischer und fachdidaktischer Perspektive überprüft werden. Als Beispiel für eine derartige Analyse wird im Folgenden die Plattform *Serlo – die freie Lernplattform* zunächst hinsichtlich ihrer äußeren Merkmale wie Anbietende, Zielgruppe usw. näher betrachtet und daraufhin drei ihrer Angebote mithilfe des AAER untersucht.

3 Die OER-Lernplattform Serlo

Die Suche nach OER für den Mathematikunterricht führt überwiegend sehr schnell zur Lernplattform Serlo. So steht Serlo auf der kommentierten Linkliste der Bundeszentrale für politische Bildung, der erweiterten Liste zum Buch „Freie Unterrichtsmaterialien finden, rechtsicher einsetzen, selbst machen und teilen“ und der Liste für OER-Unterrichtsmaterialien für die Schule des Projekts LOERn jeweils an erster Stelle der Materialien für Mathematik (vgl. bpb 2014; Muuß-Merholz 2018; FWU 2017). Auch die Informationsstelle OER (OERinfo) führt Serlo auf ihrer Liste für OER-Verzeichnisse und -Services. Das Infoportal von Mebis Bayern nennt Serlo als einziges mathematisches Beispiel für fächerspezifische Seiten mit OER. Aufgrund dieser starken Präsenz wurde die Lernplattform Serlo für eine nähere, exemplarische Analyse ausgewählt.[8]

Serlo ist eine kosten- und werbefreie OER-Plattform, die ohne Registrierung genutzt werden kann. Betrieben wird die Plattform von einem gemeinnützigen Verein namens Serlo Education e. V. mit Sitz in München. Nach Angaben der Homepage lernen derzeit knapp 800.000 Personen pro Monat mit Serlo (vgl. Serlo, unter „Wirkung“). Die Betreiber haben sich der Unabhängigkeit und Transparenz verschrieben, sodass Finanzen offengelegt werden und Geldgeber keinen Einfluss auf die Inhalte haben. Als „Herausragende Partner und Förderer“ werden u. a. die Ludwig-Maximilians-Universität München, die Europäische Kommission und die Technische Universität München genannt (vgl. Partner und Förderer).

Das Angebot setzt sich zusammen aus Materialien für die Fächer Mathematik, Biologie, Physik, Chemie und Informatik sowie Bildungsmedien speziell zur Hochschulmathematik, zur Alphabetisierung[9] (Serlo ABC) und zum Thema Nachhaltigkeit. Es wird angegeben, dass Materialien zu weiteren Fächern in der Entstehung sind. Die allgemeine Struktur der Plattform ist nicht ganz offensichtlich, sodass die dargestellten Informationen nicht alle intuitiv gefunden werden.

Im Mathematik-Bereich von Serlo werden nach eigenen Angaben 930 Artikel, 20 Kurse, 105 Videos und 5000 Aufgaben mit Musterlösungen kostenlos zur Verfügung gestellt (vgl. Serlo, unter „Mathematik“). Es gibt drei unterschiedliche Arten von „Kursen“: Einführungskurse zur Vermittlung eines Themas in kleinen Schritten mit stofflichem Umfang einer Unterrichtsstunde, Überblickskurse zur Verknüpfung und Zusammenfassung von Themen, die zur Wiederholung empfohlen werden, und Abiturkurse zur Prüfungsvorbereitung (vgl. Serlo, unter „Kurse auf Serlo“). „Artikel“ sind kompakte Zusammenfassungen eines Themas. Die Inhalte auf Serlo sind einerseits nach Schularten und Klassenstufen

8 Die dargestellten Informationen wurden im Dezember 2018 und Januar 2019 der Lernplattform Serlo entnommen.

9 Siehe Fäcke in diesem Band.

sortiert, wobei bisher nur die Lehrplanstruktur von Bayern vollständig hinterlegt ist. Andererseits sind die Materialien nach Themen in die Inhaltsbereiche *Zahlen und Größen*, *Terme und Gleichungen*, *Geometrie*, *Funktionen*, *Stochastik*, *Sonstiges* und *Hochschule* sortiert. Der Bereich zur Hochschulmathematik soll hier nicht weiter thematisiert werden. Auf der Lernplattform werden explizit drei Zielgruppen ausgewiesen. Erstens „Lernende ab der Sekundarstufe, die von relativer finanzieller Armut betroffen oder bedroht sind und deren prekäre Situation durch mangelnde Bildungserfolge verstärkt oder verursacht wird" (Serlo, unter „Wirkung"), zweitens Lernende ab der Sekundarstufe allgemein und drittens Lehramtsstudierende, Lehrkräfte und generell in Bildungsarbeit tätige Menschen. Die Unterstützung von Lernenden zusätzlich zum Schulunterricht scheint die Hauptfunktion der Lernplattform zu sein. Trotzdem gibt es auch Anregungen dazu, wie die Materialien im Schulunterricht eingesetzt werden können. In einem Handbuch, das im Bereich „Mitmachen" zur Verfügung steht, werden punktuelle Einsatzmöglichkeiten und drei umfangreichere Konzepte vorgestellt, mithilfe derer Lehrkräfte ihren Unterricht individualisieren können. Punktuelle Einsatzmöglichkeiten sind beispielsweise die Entnahme von Übungsaufgaben oder die Weitergabe von Links zu einzelnen Materialien auf Serlo als Zusatzangebot für Schüler*innen. Die umfangreicheren Konzepte sind *Flipped Classroom*, *Serlo Wochenplan* und *Serlo Computer*. In dieser Reihenfolge nimmt die Individualisierung des Lernprozesses ab. Beim *Flipped Classroom*, einem – unabhängig von Serlo – vieldiskutierten Konzept, erarbeiten die Schüler*innen selbstständig zu Hause neuen Stoff, in diesem Fall mithilfe von Serlo, und im Unterricht werden dann Fragen geklärt und Übungsaufgaben zur Vertiefung gelöst. Beim *Serlo Wochenplan* erarbeiten die Lernenden in der Schule in Zweierteams selbstständig ein neues Thema mithilfe von Serlo. Der *Serlo Computer* ermöglicht den Schüler*innen während des Unterrichts an einem im Klassenzimmer zur Verfügung stehenden Computer durch Recherchen auf Serlo, Wissenslücken zu schließen.

Sowohl beim Einsatz von Serlo im Unterricht als auch bei der Verwendung von Serlo im Sinne einer Nachhilfe arbeiten die Lernenden vorwiegend selbstständig mit den Materialien. Diese Tatsache verleiht der Frage nach der Qualität der Materialien eine enorme Bedeutung. Inhalte auf Serlo können theoretisch von jedem Nutzer bzw. jeder Nutzerin erstellt und bearbeitet werden, was auch für die Klassifizierung als OER von Bedeutung ist. Dafür stehen auf der Seite „Community" ein „Einstiegskurs für AutorInnen", der die Grundlagen zur Erstellung von Inhalten vermittelt, und ein „Sandkasten" bereit, um die technischen Funktionen von Serlo auszuprobieren. Zur Qualitätssicherung werden die Bearbeitungen von qualifizierten Mitgliedern überprüft. Außerdem gibt es zum Ziele der Konsistenz der Inhalte Anleitungen und Qualitätsrichtlinien für Autor*innen. Abgesehen von der Bearbeitung der Inhalte in der Rolle einer Autorin oder eines Autors ist es nicht möglich, Inhalte der Plattform direkt herunterzuladen und zu bearbeiten, um sie dann im Unterricht einsetzen zu können. Serlo Education stellt zudem als Qualitätsmerkmal ein pädagogisches Konzept vor, das sich „an den Annahmen des Konstruktivismus orientiert" (Serlo, unter „Pädagogisches Konzept").

Für die folgenden, exemplarischen Analysen wurden gezielt drei Kurse ausgewählt, die sich nicht mehr im Aufbau befinden, thematisch eine hohe Praxisrelevanz besitzen und sich voneinander deutlich unterscheiden. Der *Videokurs zur Exponentialfunktion* (Bereich: Algebra und Analysis) wird im Lehrerhandbuch als Beispiel für das Konzept des Flipped Classroom ausführlich dargestellt. Zusätzlich wurden die Kurse *Einführung des*

Prozentzeichens und seiner Umrechnung (Bereich: Arithmetik) und *Überblick zum Satz des Pythagoras* (Bereich: Geometrie) ausgewählt.

4 Analyse ausgewählter Beispiele mit dem AAER

Die Analyse der drei ausgewählten Beispiele der Lernplattform Serlo beginnt zur Orientierung jeweils mit einer Einordnung des Themengebietes in den bayerischen Lehrplan. Dann werden die Ergebnisse der Analyse entlang der acht Dimensionen des AAER dargestellt (vgl. Fey 2017, S. 31–46); diese wurde im ersten Schritt von den beiden Autorinnen unabhängig voneinander vorgenommen.[10] Im zweiten Schritt wurden beide Analysen verglichen, diskutiert und in Übereinstimmung gebracht.[11] Die Kategorien *Diskursive Positionierung*, *Anlehnung an Curriculum und fachspezifische Bildungsstandards* und *Unterrichtspraktische Anwendbarkeit und Anwendungstransparenz* werden vorab zusammenfassend dargestellt, da sie nur übergreifend in Bezug auf die ganze Lernplattform beurteilt werden konnten.

Die *Diskursive Positionierung* der Lernplattform wird überwiegend positiv beurteilt. Wie im vorherigen Kapitel bereits beschrieben, handelt es sich bei dem Betreiber der Seite um einen gemeinnützigen Verein, der sich transparent und umfassend vorstellt. Jedoch sind die Autor*innen der einzelnen Materialien größtenteils nicht erkennbar. Werbliche Elemente dienen vor allem zur Eigenwerbung der Serlo Education, erscheinen auf jeder Seite und nehmen relativ großen Raum ein, was zum Teil eine ablenkende Wirkung hat. Als störend wird auch die Eigenwerbung in den *YouTube*-Videos innerhalb der Kurse gesehen. Kommerzielle Werbung hingegen gibt es auf Serlo nicht. Hinsichtlich der bildlichen[12] und textlichen Darstellungen lassen sich keine Einseitigkeiten feststellen. Die sprachliche Gestaltung ist vorwiegend gendersensibel, wobei auffällt, dass alle Nutzer*innen konsequent geduzt werden.

Die Materialien können sortiert nach dem bayerischen Lehrplan abgerufen werden, sodass eine *Anlehnung an Curricula* vorhanden ist. Es wird nach eigenen Aussagen zudem daran gearbeitet, auch Lehrpläne anderer Bundesländer zu implementieren. Der Kurs zur „Einführung des Prozentzeichens und seiner Umrechnung“ war jedoch bis auf das Gymnasium nicht in der nach dem Lehrplan vorgegebenen Jahrgangsstufe (Mittelschule) bzw. gar nicht (Realschule) zu finden. Die *fachspezifischen Bildungsstandards* finden keine explizite Berücksichtigung.

Es wird der Eindruck vermittelt, dass sich die Kurse vorrangig an Nutzer*innen zum Selbstlernen wenden. Dadurch spielt die *unterrichtspraktische Anwendbarkeit und Anwendungstransparenz* eine nachgeordnete Rolle. Die Lernplattform Serlo informiert jedoch auf der „Startseite für LehrerInnen“ und in einem Handbuch (Mitmachen) auch über Möglichkeiten der Implementierung in den Unterricht, um diesen individueller als bisher zu gestalten. Hierfür werden relativ detaillierte (auch didaktische) Hinweise zur möglichen Umsetzung[13] gegeben und beschrieben, welche technischen Voraussetzungen bzw.

10 Des Weiteren wurden auch für weitere fachdidaktische Einschätzungen Prof. Dr. Reinhard Oldenburg und Andreas Merkel (Lehrstuhl Didaktik der Mathematik, Universität Augsburg) hinzugezogen, wofür wir uns an dieser Stelle bedanken. Auch ihre Analysen sind in die Bewertung eingeflossen.

11 Das Vorgehen ist angelehnt an das konsensuelle Codieren nach Kuckartz, das als Möglichkeit zum Erlangen interner Studiengüte vorgeschlagen wird (vgl. Kuckartz 2016, S. 211 f.).

12 Hier handelt es sich überwiegend um mathematische Darstellungen.

13 Siehe Kapitel 3.

Rahmenbedingungen erforderlich sind. Auf der Startseite der jeweiligen Kurse werden größtenteils die Lernziele und der zeitliche Rahmen angegeben.

4.1 Prozentrechnung

Die Einführung der Prozentrechnung erfolgt nach dem bayerischen LehrplanPLUS[14] in allen drei Schularten in der sechsten Jahrgangsstufe. Die Startseite des ausgewählten Kurses „Einführung des Prozentzeichens und seiner Umwandlung“[15] informiert über dessen Zielsetzung (Umgang mit dem Prozentzeichen und Verinnerlichung der Grundprinzipien der Prozentrechnung), über die notwendigen Vorkenntnisse (Umgang mit Bruchzahlen und Dezimalzahlen) und über dessen Dauer (zwei Stunden).

Die *makrodidaktische bzw. bildungstheoretische Fundierung* des betrachteten Kurses zeigt sich dahingehend, dass versucht wird, einen Bezug zur Lebenswelt der Lernenden herzustellen, indem das Thema mit authentischen Beispielen für Prozentangaben eingeführt und die Prozentdarstellung am Beispiel Pizza erläutert wird. Letzteres ist jedoch nicht für alle Aspekte des Themas geeignet. Die weiteren Aufgaben weisen dann bis auf eine Ausnahme keine Bezüge zur Lebenswelt der Schüler*innen mehr auf. Der Kurs ist so aufgebaut, dass die Lernenden zu Beginn eine Erklärung des Themas und vorgerechnete Beispiele präsentiert bekommen, bevor selbst Aufgaben zu den jeweiligen Themen gelöst werden sollen. Der Kurs endet mit einer Zusammenfassung und einer Möglichkeit für die Lernenden, sich mithilfe von Aufgaben nochmals selbst zu überprüfen. Die Handlungsorientierung reduziert sich damit überwiegend auf das Rechnen von Aufgaben nach einem vorgegebenen Muster. Für selbstentdeckendes Lernen, das sich bei Einführungen geradezu anbietet, wird kein Raum geboten. Die Reflexions- und Urteilsfähigkeit der Lernenden wird nicht gefördert.

Wie in den vorangegangenen Ausführungen bereits angedeutet, kann für die *mikrodidaktische Umsetzung* festgestellt werden, dass sich diese methodisch und medial relativ einseitig zeigt. Der Schwierigkeitsgrad aller Aufgaben ist sehr ähnlich und es gibt kaum Variationsangebote, sodass ein differenzierender Einsatz nicht möglich ist.

Die *Kognitive Strukturierung* des Kurses lässt eine gewisse Kumulation erkennen. Die Erklärungen und Aufgaben besitzen eine aufsteigende Reihenfolge vom Leichten zum Schwierigen, wobei Möglichkeiten zur Verknüpfung der Inhalte nicht immer genutzt werden. Transfer- und anwendungsorientierte Prozesse werden von den Lernenden nicht verlangt, da die gestellten Aufgaben weitestgehend elementar und den vorgerechneten Beispielen sehr ähnlich sind. Zu Beginn des Kurses werden die Lernziele und benötigtes Vorwissen relativ klar formuliert, sodass diese Hinweise zu lernwegunterstützenden Elementen gezählt werden können. In den Erklärungen werden wichtige Formeln und Merksätze herausgestellt. Zudem können die Lernenden bei einigen, wenigen Aufgaben Tipps zur Lösung aufrufen, wenn sie Schwierigkeiten bei der Bearbeitung haben. Bei allen Aufgaben stehen zur Selbstkontrolle die Lösung sowie eine kurze Beschreibung des Lösungsweges zur Verfügung.

Das *Aufgabendesign* enthält eine tendenzielle Sequenzierung vom Leichten zum Schwierigen, das Anforderungsniveau nimmt jedoch kaum zu. Die Erhöhung des Schwierigkeitsgrades äußert sich darin, dass am Ende die Aufgaben gemischt aus allen drei zuvor

14 Dieser wurde im Schuljahr 2018/19 für diese Jahrgangsstufe eingeführt.

15 Link zum Kurs: https://de.serlo.org/36755/uebersicht.

behandelten Themenbereichen gestellt und die Zahlenwerte schwieriger werden (z. B. periodische Dezimalbrüche). Als Problemstellung des Kurses wird neben dem Aneignen des Prozentbegriffs und dem sicheren Umgang mit den Grundprinzipien der Prozentrechnung auch die Frage nach dem Umgang mit komplizierten Prozentangaben aufgeworfen. Diese wird aber im Verlauf des Kurses nicht wieder aufgegriffen. Multiple Lösungswege werden in den Aufgaben nicht angeregt.
Die *Bild- und Textkomposition* zeichnet sich durch ein angemessenes Verhältnis aus; die Abbildungen unterstützen die schriftlichen Erklärungen, dienen zur Veranschaulichung von Prozentangaben und sind zudem Bestandteile der Aufgaben. Einige der Abbildungen sind recht klein und eine Vergrößerung ist nicht möglich. Die Ausführungen sind weitestgehend von einer verständlichen und klaren Sprache geprägt. Durch die gewollt einfach gehaltene Sprache ergeben sich aber an einzelnen Stellen sprachliche Unsauberkeiten.[16] Einige zusätzliche kommunikative Elemente sind in Form von Merksätzen, zusätzlichen Erklärungen, Formeln oder Links zu anderen Seiten von Serlo im Material enthalten. Diese gehen aber nicht über die fachliche Aufbereitung hinaus.

4.2 Satz des Pythagoras

Zum Satz des Pythagoras, der laut bayerischem Lehrplan in allen Schularten in der neunten Klasse behandelt wird, bietet Serlo den Kurs „Überblick zum Satz des Pythagoras“[17] an, der entsprechend seinem Titel keinen Einführungskurs, sondern einen Überblickskurs darstellen soll. Im Bereich „Kurse auf Serlo“ wird angegeben, dass solche Kurse dem Überblick, der Zusammenfassung und der Wiederholung eines Themas dienen. Dies widerspricht jedoch den Angaben auf der Übersichtsseite des Kurses. Dort werden die Lernziele (das Verständnis für die Funktion des Satzes und den sicheren Umgang mit ihm) und die Voraussetzungen (Wissen über rechtwinklige Dreiecke, über das Umformen von Gleichungen und das Rechnen mit Wurzeln) dargestellt, wobei nicht klar wird, ob der Satz des Pythagoras bereits an anderer Stelle hätte erarbeitet werden sollen. Unter der Überschrift „Was erwartet dich“ wird der Aufbau des Kurses (Video, schriftliche Erklärung des Satzes, Beispiele und Übungsaufgaben sowie ein anschließender Test) erläutert.
Für die Dimension *Makrodidaktische bzw. bildungstheoretische Fundierung* ergeben sich unterschiedliche Einschätzungen. So können die Lernenden zunächst zwischen einem Video und einer schriftlichen Erklärung wählen, sodass sich ansatzweise eine Handlungsorientierung im Sinne einer eigenen Lernweggestaltung zeigt. Beide Varianten bieten jedoch keine Möglichkeiten zur Selbstaktivität oder zum Selbstentdecken. Sie beziehen sich nur auf innermathematische Themen (Bezeichnungen, Aufstellen der Formel) und es erfolgt keine Motivation durch Hinweise auf die praktische Anwendbarkeit des Satzes oder dessen innermathematische Bedeutung. Im anschließenden Beispiel sollen die Lernenden selbst versuchen, die vorhergehenden Erklärungen anzuwenden, wobei es jedoch keine Kontrollmöglichkeit gibt. Die Beispielaufgaben zeigen den formalen Umgang mit dem Satz, wie das Aufstellen der Formel des Satzes des Pythagoras und die Berechnung fehlender Längen. Mit den anschließenden Übungsaufgaben (mit verdeckten Lösungen) sollen die Lernenden selbst aktiv werden. Danach folgen eine Zusammenfassung mit Hinweisen zum Satz und die bloße Formulierung der Umkehrung des Satzes sowie fünf

16 Eine sprachliche Ungenauigkeit findet sich z. B. unter „Grafische Veranschaulichung“: „Das Rechteck entspricht dann der Grundmenge“ (https://de.serlo.org/37075/grafische-veranschaulichung).
17 Link zum Kurs: https://de.serlo.org/18521/formel.

Übungsaufgaben. Der Kurs schließt mit einer Klärung der Begriffe *Hypotenuse* und *Kathete*. Sämtliche Aufgaben und Erklärungen lassen einen Lebensweltbezug vermissen. Auch in diesem Kurs werden Urteilsfähigkeit und Reflexion nicht gefördert.
Hinsichtlich der *mikrodidaktischen Umsetzung* kann festgestellt werden, dass die Lernenden methodisch nur einseitig, durch das Lösen elementarer Aufgaben, gefordert werden, was wenig motivierend wirkt. Medial gibt es insofern Abwechslung, dass der Kurs mit einem (Erklär-)Video von Daniel Jung[18] in Form eines Lehrervortrags beginnt, schriftliche Erklärungen bietet und Übungsaufgaben bereitstellt. Die medialen Darstellungen sind jedoch nicht Gegenstand des Lernhandelns, da sich die Lernenden nicht aktiv mit den Darstellungen auseinandersetzen. Eine Möglichkeit zur Binnendifferenzierung ist innerhalb des Kurses nur durch die oben beschriebene Auswahl der Lernwege gegeben.
Für die Dimension *Kognitive Strukturierung* lässt sich feststellen, dass innerhalb des Kurses nicht über elementare kognitive Prozesse hinausgegangen wird. Transferleistungen sind für die Lösung der stark an den vorgerechneten Beispielen orientierten Aufgaben nicht erforderlich. Eine gewisse Kumulation ist dahingehend erkennbar, dass zunächst der Satz des Pythagoras erklärt wird und dann Übungsaufgaben zu lösen sind. Kritisch zu sehen ist die (vermeintliche) Zusammenfassung, die sehr knapp gehalten ist und keine Formulierung des Satzes des Pythagoras an sich, dafür aber die Umkehrung des Satzes beinhaltet. Letztere wird ohne Anschauung oder Beispiel präsentiert und in den folgenden Übungsaufgaben nicht mehr aufgegriffen. Als lernwegunterstützende Elemente können auch hier die Hinweise zu Beginn des Kurses gesehen werden, welche klar die Zielsetzung und das benötigte Vorwissen formulieren. Zudem wird die Wahlmöglichkeit hinsichtlich des erklärenden Mediums erläutert. Hilfreich zur Selbsteinschätzung für die Lernenden ist die Kontrollmöglichkeit bei den Übungsaufgaben, insbesondere in der Rubrik „Kann ich das?“.
Das *Aufgabendesign* lässt keine Sequenzierung erkennen, da die Aufgaben weder aufeinander aufbauen noch Bezug zueinander nehmen. Das Aufgabenniveau innerhalb des Kurses verändert sich kaum, sodass ähnliche, elementare kognitive Prozesse wiederholt werden. Eine übergeordnete Problemstellung ist nicht ersichtlich. Auf das o. g. Ziel wird mit Erklärungen und Übungsaufgaben hingearbeitet. Die Aufgaben verlangen reine Routinefertigkeiten und Reproduktion, was wenig aktivierend wirkt und kaum zum Verständnis beiträgt. Multiple Lösungswege werden nicht angeregt.
Eine *Bild- und Textkomposition* ist für dieses geometrische Thema unabdingbar. Die schriftlichen Materialien des Kurses sind von einer adressatengerechten, verständlichen und klaren Sprache gekennzeichnet, die jedoch Mängel bezüglich der Fachsprache aufweist. Sie sind übersichtlich gestaltet, zentrale Begriffe sind farbig gekennzeichnet und die Abbildungen stehen im Bezug zum Text. Letztere dienen zur Verdeutlichung und haben erklärenden Charakter oder sind Teil der Aufgabenstellungen. Die Abbildungen in den Übungsaufgaben sind jedoch zu klein, die versprochene Vergrößerungsmöglichkeit schafft keine Abhilfe. Im für sich stehenden Video, das kaum in den restlichen Kurs eingebunden ist, wird sich ebenfalls um eine adressatengerechte, klare Sprache bemüht und die Sachverhalte werden so einfach wie möglich erklärt, jedoch zum Teil auf Kosten einer

18 Daniel Jung ist „Entwickler von Online- und Offline-Kurssystemen und gleichzeitig Bestseller-Autor im Bereich Mathematik-Skripte“. Er widmet sich „dem Aufbau und der Entwicklung von Unternehmen und Konzepten im Bereich **Lernen und Lehren im Zeitalter der Digitalisierung** [Herv. i. O.]“ und bietet bereits viele YouTube-Videos zu mathematischen Themen an (https://danieljung.academy/ueber-daniel/).

angemessenen Fachsprache. Die Schrift und die Zeichnungen im Tafelbild sind weniger klar. Im Beispiel zur Zerlegung des Dreiecks finden sich ungenaue Bezeichnungen. Die Seiten des Dreiecks werden in der Zeichnung mit Großbuchstaben (die konventionell Punkten vorbehalten sind) und in der Formel mit Kleinbuchstaben bezeichnet. Auch das Einzeichnen der Höhe erfolgt sehr ungenau, hier wäre eine sorgfältige Zeichnung angebracht. Additive Elemente stehen in Form von Links zu weiteren Artikeln zur Verfügung. Es gibt jedoch keine Elemente, die über die fachliche Aufbereitung hinausgehen.

4.3 Exponentialfunktion

Der bayerische Lehrplan sieht das Thema Exponentialfunktion für die zehnte Jahrgangsstufe in allen drei Schularten[19] vor. Der „Videokurs zur Exponentialfunktion“[20] beinhaltet u. a. drei Videos und benennt auf seiner Startseite den Inhalt (Definition, Graph und Eigenschaften der Exponentialfunktion), notwendige Vorkenntnisse (Wissen über Funktionen, Graphen und Potenzen), die Dauer des Kurses (40 Minuten) und den mitwirkenden Partner (Bildungskanal ARD alpha).

Die *makrodidaktische bzw. bildungstheoretische Fundierung* des Kurses ist in den Videos durch einen authentischen Lebensweltbezug charakterisiert (z. B. Bevölkerungswachstum und Ausbreitung von Epidemien). In den ersten beiden Videos wird eindrucksvoll deutlich gemacht, welchen Nutzen die Exponentialfunktion hat und in welchen Bereichen sie praktische Anwendung findet. Das dritte Video zeigt an einem für die Lernenden lebensnahen (wenn auch nicht realistischen, sondern rein hypothetischen) Beispiel den Unterschied zwischen linearem, quadratischem und exponentiellem Wachstum. Durch diese lebensnahe Präsentation könnte auch die Urteilsfähigkeit der Schüler*innen gefördert werden, was aber nicht angeregt wird. Die Beispiel- und Übungsaufgaben sowie die Zusammenfassung bleiben dann auf der innermathematischen Ebene. Die Aufgaben bieten durch das Multiple-Choice-Format wenig Gelegenheit für eine Selbsttätigkeit der Lernenden. Eine gewisse Handlungsorientierung in Form des selbstentdeckenden Lernens ist bei den mit Applets verknüpften Arbeitsaufträgen zur Erarbeitung der Eigenschaften der Exponentialfunktion erkennbar.

Daraus ergibt sich auch für die *mikrodidaktische Umsetzung*, dass die methodische Auswahl relativ einseitig ist. Immerhin wird durch das angeleitete Entdecken von Eigenschaften der Exponentialfunktion gezielt eine Methode zur Unterstützung des Lernprozesses eingesetzt. Hinsichtlich der Medien hat dieser von den drei untersuchten Kursen die größte Auswahl zu bieten. Er beinhaltet Videos, integrierte *GeoGebra*-Applets sowie Beispiel- und Übungsaufgaben. Trotzdem setzen sich die Lernenden nicht aktiv mit den Medien und deren Gestaltung auseinander.

Die *kognitive Strukturierung* zielt nur auf das Abrufen elementarer kognitiver Prozesse, sodass keine Transfer- oder Anwendungsorientierung zu erkennen ist. Der Kurs lässt eine durchdachte Reihenfolge der Inhalte erkennen. Jedoch wird in einem Video zwar auf unterschiedliche Inhalte hingewiesen, mit welchen weitergelernt werden kann. Davon ist aber nur eine Variante im Kurs wirklich realisiert. Als problematisch erweist sich der Hinweis auf Gleichungen, die die Lernenden noch nicht lösen könnten. Dies suggeriert eine implizite Reihenfolge von Lerninhalten, die nicht offensichtlich gemacht wird. Lernwegunterstützende Elemente stellen wieder die Formulierung der notwendigen Vorkenntnisse

19 In der Mittelschule gilt dies für den M-Zweig, im Regelzug ist das Thema nicht vorgesehen.

20 Link zum Kurs: https://de.serlo.org/62960/uebersicht.

und Zielsetzungen zu Beginn des Kurses dar. Außerdem dient beim geleiteten Entdecken der Eigenschaften der Exponentialfunktion ein *GeoGebra*-Applet als Hilfe zur Veranschaulichung, auf die im Text hingewiesen wird.
Eine Sequenzierung wird im *Aufgabendesign* des Kurses deutlich, da der Schwierigkeits- bzw. Komplexitätsgrad der Aufgaben im Verlauf etwas steigt. Eine grundlegende Problemstellung lässt sich wie in den vorhergehenden Beispielen nur dahingehend erahnen, dass der Umgang mit der Exponentialfunktion beherrscht werden soll. Die Möglichkeit, die Einstiegsbeispiele anschließend zur Erarbeitung der Inhalte zu verwenden, wird kaum genutzt. Innerhalb des Videos zum Unterschied der verschiedenen Wachstumsarten wird eine Problemstellung aufgebracht, die im Laufe des Videos bearbeitet wird. Multiple Lösungswege finden keine Berücksichtigung in der Gestaltung der Aufgaben.
Die *Bild- und Textkomposition* stellt sich in diesem Beispiel harmonisch und strukturiert dar. Die Sprache ist adressatengerecht und klar formuliert. Die Videos weisen hinsichtlich Sprache und Bild eine hohe Qualität auf, da langsam und verständlich gesprochen wird und schriftliche Erklärungen so dargestellt werden, dass der Vortragende nicht mit dem Rücken zum Betrachtenden steht. Leider verspricht sich der Sprecher an einer für die Exponentialfunktion bedeutenden Stelle, indem er statt „2 hoch x“ „x hoch 2“ sagt. Die Erläuterungen werden mit sehr anschaulichen Beispielen untermauert. Jedoch ist die Notation in den Formeln nicht einheitlich, beispielsweise wird der Buchstabe N erst als Name für eine Funktion verwendet und direkt im Anschluss als Konstante innerhalb des Funktionsterms. Auch stimmen die Notationen in den Applets und im Fließtext nicht immer überein. Die Applets von *GeoGebra*[21] sind qualitativ hochwertig und bei der Erarbeitung des Themas hilfreich. Die Videos und Applets sind gut in den Kurs eingebettet und unterstützen so den Lernprozess der Schüler*innen. Bei den Abbildungen in den Aufgaben ist jedoch nicht nachvollziehbar, warum auf die Bezeichnungen der Achseneinteilung verzichtet wird. Einige zusätzliche kommunikative Elemente sind Markierungen und Verlinkungen von Begriffen in den Zusammenfassungen. Außerdem gibt es an einer Stelle einen optionalen Hinweis auf einen typischen Fehler.

5 Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die exemplarische Analyse dreier Kurse der Lernplattform Serlo hat gezeigt, dass die unterschiedlichen Materialien auch innerhalb einer Lernplattform qualitativ relativ heterogen sein können. Die Bewertung der Kurse ergab folgende Abstufung: Am besten wurde der Videokurs zur Exponentialfunktion bewertet, danach folgt der Einführungskurs zur Prozentrechnung und am schwächsten wurde der Überblickskurs zum Satz des Pythagoras eingeschätzt.
Insgesamt sind die Kurse stark auf die Erarbeitung oder Wiederholung in Einzelarbeit ausgerichtet, Aufforderungen zum Wechsel der Sozialform wie Partnerarbeit oder Gruppenarbeit gibt es nicht. Im Vergleich zum traditionellen Schulbuch schneiden die Inhalte der Plattform eher schwächer ab, obwohl sich gerade durch das digitale Medium viele Chancen ergeben könnten, sich vom Schulbuch abzuheben.
Eine Binnendifferenzierung ist innerhalb der drei Kurse kaum möglich, da sie methodisch und hinsichtlich des Anspruchsniveaus der Aufgaben sehr homogen sind. Werden die Kurse jedoch, wie von Serlo Education empfohlen, für das *Flipped Classroom*-Konzept

21 Siehe auch Kapitel 2.

oder an einem *Serlo Computer* im Unterricht genutzt, können sie zur Individualisierung des Lernens beitragen, da die Schüler*innen in eigenem Tempo mit den Inhalten arbeiten können. Gerade mithilfe digitaler Medien könnten die Kurse adaptiv gestaltet werden und eine Überprüfung der Erreichung der intendierten Lernziele erfolgen. Diese Chance bleibt aber noch ungenutzt. Im Bereich „Pädagogisches Konzept" wird angedeutet, dass hierfür Planungen laufen. Dieser spezielle Aspekt digitaler Medien könnte auch im AAER eventuell noch mit berücksichtigt werden.

Aus fachdidaktischer Perspektive fallen Eigenschaften der betrachteten Kurse auf, die vom AAER nicht oder nur indirekt abgedeckt sind: fächerspezifische fachdidaktische Prinzipien und Repräsentation des jeweiligen Faches. Wichtige fachdidaktische Prinzipien werden in den hier analysierten Kursen kaum berücksichtigt. Beispielsweise wird das Prinzip von Grundvorstellungen von (abstrakten) Inhalten in der Mathematikdidaktik als Basis für inhaltliches Denken verstanden. Es ist wichtig, dass Lernende beim Erarbeiten mathematischer Inhalte adäquate Grundvorstellungen ausbilden (vgl. vom Hofe 1996, S. 4–8). Die Kurse auf Serlo sind nicht so konzipiert, dass sie die Ausbildung unterschiedlicher Grundvorstellungen eines Konzeptes fördern. Vielmehr sind sie auf das Einüben von Kalkülen und die Anwendung von Formeln ausgerichtet. Auch Grundprinzipien der Kompetenzorientierung finden kaum Berücksichtigung (vgl. Heckmann/Padberg 2012, S. 12–31). Die Auswahl der Beispiele wirkt oft fantasielos und wenig durchdacht. Auch hier würden fachdidaktische Überlegungen für eine Verbesserung sorgen. Obwohl nach eigenen Angaben im Bereich „Pädagogisches Konzept" eine Orientierung an Annahmen des Konstruktivismus erfolgt, ist dies innerhalb der Kurse lediglich dahingehend zu erkennen, dass Lernende eigenständig mit den Kursen arbeiten können. Eine Anregung zum aktiven Lernen und zur eigenständigen Konstruktion von Wissen erfolgt nicht.

Bezogen auf die Repräsentation des Faches fallen mehrere, kritikwürdige Aspekte innerhalb der Kurse auf. Erstens zeigen sich vereinzelt Schwächen hinsichtlich der fachwissenschaftlichen Korrektheit. Zweitens vermitteln die Kurse ein unzureichendes Bild des Faches an sich. Die Mathematik allgemein und die thematisierten Inhalte im Speziellen werden als notwendiges Übel und sinnvolle Interpretationen als unverständlich abgetan, Fachbegriffe werden nicht erläutert. Zudem fehlen Begründungen wichtiger Zusammenhänge, obwohl das Argumentieren eine charakteristische Tätigkeit des Faches ist.

Zusammenfassend sehen die Autorinnen Serlo lediglich als gute Alternative für Lernende, die Schwierigkeiten mit der Mathematik haben und sich Nachhilfeunterricht nicht leisten können. Außerdem wird die mögliche Nutzung der Artikel auf der Lernplattform Serlo als mathematisches Lexikon oder Stichwortverzeichnis innerhalb und außerhalb des Unterrichts als sinnvoll erachtet. Für einen punktuellen Einsatz einzelner Aufgaben im Unterricht wäre die Möglichkeit eines direkten Downloads hilfreich. Damit die Kurse im Unterricht eine gute Ergänzung zum traditionellen Schulbuch darstellen können, müsste ihre fachdidaktische und pädagogische Qualität gesteigert werden.

Insgesamt haben diese exemplarischen Analysen gezeigt, dass eine Qualitätsüberprüfung von OER-Materialien vor dem Einsatz im Unterricht zwingend notwendig ist. Das AAER bietet hierbei ein wichtiges Instrument, da es sowohl in der Wissenschaft als auch für Lehrkräfte eine strukturierte Analyse von Bildungsmedien ermöglicht. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass eine intensive Beschäftigung mit dem Raster sowie fachliche, fachdidaktische und pädagogische Expertise notwendig sind, um es adäquat einsetzen zu können. Ob die zunehmende Bedeutung von OER wirklich grundlegende Veränderungen im

Lehren und Lernen bringt bzw. bringen wird, wie auf der Dossierseite der Informationsstelle OER (vgl. König o. J.) behauptet wird, bleibt zu beobachten.

Literatur

Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen (ALP) [o. J.]: Open Educational Resources. Abrufbar unter: https://oer.alp.dillingen.de/, letzter Zugriff: 04.01.2019.

Balcke, Dörte/Matthes, Eva (2017): Kostenlose Online-Lehrmaterialien von Unternehmen – Exemplarische Analysen. In: Fey, Carl-Christian/Matthes, Eva (Hrsg.): Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien (AAER). Grundlegung und Anwendungsbeispiele in interdisziplinärer Perspektive. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 67–84.

Bundeszentrale für politische Bildung (bpb) (Hrsg.) (2014): Kommentierte Linkliste. Abrufbar unter: http://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/oer-material-fuer-alle/191725/kommentierte-linkliste, letzter Zugriff: 12.01.2019.

Fey, Carl-Christian (2017): Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien. Eine Einführung. In: Fey, Carl-Christian/Matthes, Eva (Hrsg.): Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien (AAER). Grundlegung und Anwendungsbeispiele in interdisziplinärer Perspektive. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 15–46.

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht gemeinnützige GmbH (2017): OER-Unterrichtsmaterialien für die Schule. Abrufbar unter: https://loern.sodis.de/wp-content/uploads/sites/6/2018/05/OER_Unterrichtsmaterialien_Schule_n.pdf, letzter Zugriff: 12.01.2019.

GeoGebra GmbH (2018): Was ist GeoGebra? Abrufbar unter: https://www.geogebra.org/about, letzter Zugriff: 31.12.2018.

Heckmann, Kirsten/Padberg, Friedhelm (Hrsg.) (2012): Unterrichtsentwürfe Mathematik Sekundarstufe I. Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum.

Kirst, Karl-Otto (2015): Mathematik ZUM Mitmachen. Interaktive Übungsseiten nutzen und selbst (mit)gestalten. In: LA-Multimedia, Jg. 12, H. 1, S. 31–33.

Klemm, Klaus/Hollenbach-Biele, Nicole (2016): Nachhilfeunterricht in Deutschland: Ausmaß – Wirkung – Kosten. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

König, Christina (FWU Institut für Film und Bild) [o. J.]: OER und Schule – Aufbruch in ein neues Zeitalter des Lehrens und Lernens. Abrufbar unter: https://open-educational-resources.de/dossierseite/?praxis=allgemein&bereich=schule, letzter Zugriff: 04.01.2019.

Kuckartz, Udo (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim/Basel: Beltz Juventa.

Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) [o. J.]: Über uns. Abrufbar unter: http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/mathematik/unterrichtsmaterialien, letzter Zugriff: 31.12.2018.

Muuß-Merholz, Jöran (2018): OER finden: Anlaufstellen für freie Materialien. Abrufbar unter: https://www.was-ist-oer.de/oer-finden-anlaufstellen-fuer-freie-materialien/, letzter Zugriff: 12.01.2019.

Neumann, Dominik (2015): Bildungsmedien Online. Kostenloses Lehrmaterial aus dem Internet. Marktsichtung und empirische Nutzungsanalyse. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Neumann, Jan/Muuß-Merholz, Jöran (Hrsg.) (2017): OER Atlas 2017. Open Educational Resources – Deutschsprachige Angebote und Projekte im Überblick. Köln: hbz.. Abrufbar unter: https://open-educational-resources.de/wp-content/uploads/20171213-OER-Atlas-Screen.pdf, letzter Zugriff: 30.12.2018.

Serlo Education e. V. [o. J.]: Serlo Die freie Lernplattform. Abrufbar unter: https://de.serlo.org, letzter Zugriff 13.01.2019.

Siemens Stiftung [o. J.]: Über das Medienportal. Abrufbar unter: https://medienportal.siemens-stiftung.org/about, letzter Zugriff: 30.12.2018.

Schmitz, Michael (2009): Mathegami = Mathematik + Origami. Abrufbar unter: https://users.fmi.uni-jena.de/~schmitzm/mathegami/doku.php?id=einleitung, letzter Zugriff: 31.12.2018.

Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (Thillm) (2018): Über die Mediothek im Thüringer Schulportal. Abrufbar unter: https://www.schulportal-thueringen.de/media/ueberdiemediothek, letzter Zugriff: 31.12.2018.

Vom Hofe, Rudolf (1996): Grundvorstellungen – Basis für inhaltliches Denken. In: Mathematik lehren. 78, S. 4–8.

Winkelvoß, Heike (2018): Virtuelle Mathe-AG. Abrufbar unter: https://mathe-jung-alt.de/mathe/, letzter Zugriff: 31.12.2018.

Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e. V. (ZUM Internet e. V.) (2018): Die ZUM. Abrufbar unter: https://www.zum.de/portal/Über/die-zum, letzter Zugriff: 31.12.2018.

k linkhardt forschung

In einem früheren Band dieser Reihe (Fey/Matthes, Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien (AAER), Bad Heilbrunn 2017) wurde bereits das AAER vorgestellt und in domänenspezifischen Konkretisierungen in seiner Anwendung gezeigt. Eine besondere Herausforderung für Lehrkräfte, aber auch für alle in der Lehramtsausbildung Tätigen stellen aktuell Open Educational Resources (OER) dar, deren – bisher vernachlässigte – Erforschung in diesem Band in interdisziplinärer Perspektive im Zentrum steht.

In einem ersten allgemeinen Teil finden sich ein Überblick über den Forschungsstand zu OER, rechtliche Einordnungen dieser Lehrmaterialen, und die Darstellung eines Analysemodells für OER-Plattformen. Ein zweiter Teil enthält fachdidaktische Analysen von OER mithilfe des Augsburger Analyserasters.

Der Band kann in der Lehrkräfteausbildung eingesetzt werden und gemäß den Zielen des Augsburger Projekts „Förderung der Lehrerprofessionalität im Umgang mit Heterogenität (LeHet)“ den professionellen Umgang mit und Einsatz von OER der zukünftigen Lehrkräfte vorbereiten helfen und somit die Praxisrelevanz des Lehramtsstudiums stärken.

Die Herausgeber*innen

Prof. Dr. Eva Matthes, geboren 1962, ist Lehrstuhlinhaberin für Pädagogik an der Universität Augsburg.

Thomas Heiland, geb. 1979, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Pädagogik an der Universität Augsburg und Lehrer an bayerischen Mittelschulen.

Alexandra von Proff, geb. 1991, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Pädagogik an der Universität Augsburg.

978-3-7815-2332-6

9 783781 523326