

Christian Förtsch  
 Julia S. Meuleners  
 Tobias Riggermann  
 Birgit J. Neuhaus

LMU München

## **Digitalisierung von Biologieunterricht – Gelingensbedingungen für effektiven Unterricht**

Digitalisierungsprozesse prägen vermehrt die moderne Gesellschaft. Auch im schulischen Kontext steht zunehmend der Einsatz digitaler Medien im Fokus (Hillmayr et al., 2017; Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2019). Fischer et al. (2015) haben bereits in einem systematischen Review berichtet, dass der qualitativ hochwertige Einsatz digitaler Medien einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern hat. Allerdings ist bisher noch nicht vollständig geklärt, wie digitale Medien in den naturwissenschaftlichen und insbesondere in den Biologieunterricht qualitätssteigernd eingebunden werden sollten, um wirklich einen Mehrwert zu erzielen.

### **Unterrichtsqualität – Einsatz digitaler Medien**

Im Rahmen empirischer Studien im Bereich der Unterrichtsqualitätsforschung wurden bereits Merkmale von effektivem Biologieunterricht identifiziert (eine Übersicht siehe Dorfner et al., 2017). Bezogen auf den Einsatz digitaler Medien gibt es aber bisher noch kaum Konzepte, wie deren Potential für den Biologieunterricht nutzbar gemacht werden kann (u. a. Stürmer & Lachner, 2017) und dementsprechend Unterricht mit digitalen Medien effektiv gestaltet werden kann. Einen Ansatz hierzu können das *Interaktiv-Konstruktiv-Aktiv-Passiv-Modell* (ICAP; Chi & Wylie, 2014) und das *Substitution-Augmentation-Modification-Redefinition-Modell* (SAMR; Puentedura, 2006), sowie das *Replacement-Amplification-Transformation-Modell* (RAT; Hughes et al., 2006) bieten. Das ICAP-Modell beschreibt vier Arten von Lernaktivitäten von Schülerinnen und Schülern, differenziert nach deren kognitiver Aktivierung. Zudem wird davon ausgegangen, dass stärker aktivierende Lernaktivitäten zu einem höheren Lernerfolg führen (Chi & Wylie, 2014). Diese Annahme konnte bereits durch systematische Reviews (z. B. Stegmann & Fischer, 2016) und empirische Studien im Bereich der Biologie (z. B. Förtsch et al., 2017) belegt werden. Demzufolge sollten auch beim Einsatz digitaler Medien im Biologieunterricht kognitiv aktivierende Lernaktivitäten gestaltet werden. Das SAMR- und das RAT-Modell hingegen beziehen sich auf den Grad der Innovation beim Einsatz digitaler Medien: Der Medieneinsatz kann mit Hilfe der vier bzw. drei Stufen der Modelle im Hinblick auf den Mehrwert verglichen mit einem analogen Medium kategorisiert werden (Hughes et al., 2006; Puentedura, 2006). Deskriptive Ergebnisse zur Beschreibung des Biologieunterrichts zeigen, dass digitale Medien derzeit vor allem ohne Ausnutzung des Mehrwerts eingesetzt werden (Kramer et al., 2019). Allerdings fordern Kramer et al. (2019) und Schaal (2017) einen Einsatz des digitalen Mediums auf einer höheren Ebene, um Lehr- und Lernprozesse im Unterricht zu bereichern. Hughes et al. (2006) und Schaal (2017) gehen zudem davon aus, dass der innovative Einsatz digitaler Medien und damit das Erreichen einer höheren Ebene im SAMR- bzw. RAT-Modell, ein hohes Maß an Schüleraktivität voraussetzt. Demzufolge kann vor dem Hintergrund des ICAP Modells davon ausgegangen werden, dass ein solcher Einsatz tatsächlich zu besseren Leistungen führt, auch wenn dies empirisch noch nicht gezeigt werden konnte.

Zusammenfassend kann zur systematischen Einschätzung des Einsatzes digitaler Medien im Biologieunterricht eine Kombination aus beiden Modellen genutzt werden. Dies bietet Lehrkräften eine Konkretisierungshilfe bei der Planung und Reflexion von Unterricht (Kramer et al., 2019).

### **Professionswissen von Biologielehrkräften als Voraussetzung für den Einsatz digitaler Medien**

Für die Umsetzung von Merkmalen der Unterrichtsqualität wird die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften als ausschlaggebend angesehen. Den kognitiven Aspekt dieser Handlungskompetenz bildet das Professionswissen von Lehrkräften (Kunter et al., 2011). Aufbauend auf den Arbeiten von Shulman (1986, 1987) werden in aktuellen *large-scale* Studien vor allem drei Dimensionen unterschieden: Fachwissen (CK), fachdidaktisches Wissen (PCK) und pädagogisch-psychologisches Wissen (PK). CK und PCK werden dabei als fachspezifische Dimensionen angesehen (für eine Übersicht siehe Förtsch, C. et al., 2018). Für den Biologieunterricht konnten Studien bereits zeigen, dass PCK einen Einfluss auf deren Unterrichtsgestaltung und die Schülerleistungen haben (Förtsch et al., 2016; Förtsch, S. et al., 2018; Mahler et al. 2017). Allerdings wird auch davon ausgegangen werden, dass CK indirekt, über PCK mediiert, die Unterrichtsgestaltung beeinflusst (Förtsch, C. et al., 2016; Großschedl et al., 2015; Mahler et al., 2017). Im Hinblick auf den Einsatz von digitalen Medien schlagen Koehler und Mishra (2009) eine Erweiterung des Professionswissens um eine technologiebezogene Komponente vor. Daraus resultierend ergeben sich das technisch-fachliche Wissen (TCK) und das technisch-fachdidaktische Wissen (TPCK), welches das Wissen einer Lehrkraft zum Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht beschreibt. Demzufolge sollten im Fachunterricht neben PCK und CK auch TPCK und TCK einer Lehrkraft eine entscheidende Rolle für den erfolgreichen Einsatz digitaler Medien spielen.

### **Schulinterne Lerngemeinschaften zur Förderung des Professionswissens und der Unterrichtsqualität**

Lehrerfortbildungen bieten eine Möglichkeit, das Professionswissen von Lehrkräften zu erweitern, ihr unterrichtliches Handeln zu verändern und so auch längerfristig Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern zu fördern (Lipowsky, 2010). Empirische Studien zeigen, dass vor allem eine intensive Kooperation von Lehrkräften für die Weiterentwicklung derer Kompetenzen wirksam ist (u. a. Gräsel et al., 2006). Hierzu bieten sich besonders schulinterne Lerngemeinschaften (learning communities) an. Diese lassen sich als Gruppen von Personen beschreiben, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit Unterrichtsqualität beschäftigen und dabei themenbezogen, kooperativ zusammenarbeiten (vgl. Gräsel et al., 2010).

### **Ziele und Fragestellungen**

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts DigitUS (Digitalisierung von Unterricht in der Schule; FKZ: 01JD1830A; siehe Beitrag Stegmann et al. in diesem Band) sollen Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Einsatz digitaler Medien in den MINT-Fächern empirisch überprüft werden. Die hier beschriebene Studie ist Teil des Projekts DigitUS und fokussiert auf Rahmenbedingungen auf Ebene der Lehrkräfte und der Unterrichtsgestaltung im Fach Biologie. Konkret sollen folgende Fragestellungen untersucht werden:

Wie wirken sich schulinterne Lerngemeinschaften zum erfolgreichen Einsatz digitaler Medien auf

- a) die Erweiterung des (technischen) Professionswissens von Biologielehrkräften aus?
- b) die Unterrichtsqualität bezüglich des Einsatzes digitaler Medien aus?
- c) die fachlichen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler aus?

### Design der Studie und geplante Stichprobe

Die Fragestellungen der Studie werden durch ein experimentelles Prä-Posttest-Design überprüft. Der Zeitpunkt der Etablierung und Förderung der schulinternen Lerngemeinschaft wird zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe variiert.

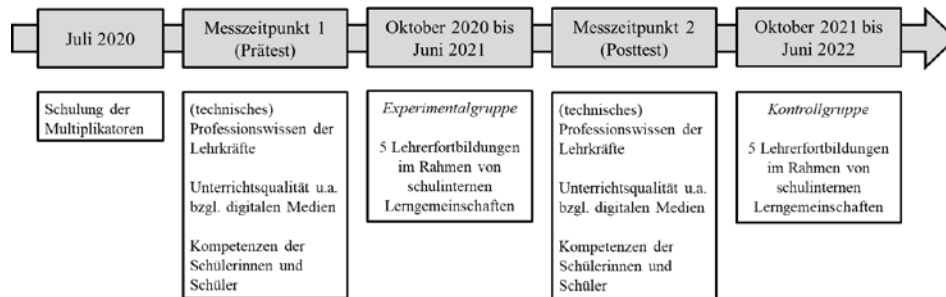


Abb. 1 Design der Studie mit zu erhebenden Variablen bei Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern

Als Prätest und Posttest (Messzeitpunkt 1 bzw. Messzeitpunkt 2), werden das Professionswissen der Lehrkräfte (CK, PCK, PK, TCK, TPCK), die Unterrichtsqualität bezüglich des Einsatzes digitaler Medien sowie die fachliche und naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler erfasst. Im Rahmen der Experimentalgruppe werden in Anschluss an den Messzeitpunkt 1 schulinterne Lerngemeinschaften etabliert. Im Rahmen dieser Lerngemeinschaften finden an fünf Terminen Lehrerfortbildungen statt. Die Fortbildungen sollen durch Multiplikatoren, die im Vorfeld der Studie geschult werden, übernommen und durch Wissenschaftler über eine Lernplattform begleitet werden. Die Kontrollgruppe fungiert als Wartegruppe, bei der die schulinternen Lerngemeinschaften erst nach dem zweiten Messzeitpunkt etabliert werden (siehe Abb. 1).

Als Stichprobe sind für die Experimental- und Kontrollgruppe jeweils 30 zufällig ausgewählte bayerische Schulen (Mittel-, Realschulen und Gymnasien) mit allen Klassen der 8. Jahrgangsstufe geplant (jeweils ca.  $N_{\text{Klassen}} = 104$ ). Die schulinternen Lerngemeinschaften werden aus je einem Repräsentanten der Schulleitung, des Sachaufwandsträgers, sowie den IT-Verantwortlichen, einem Multiplikator, dem Fachbetreuer des Fachs Biologie und den Biologielehrkräften der 8. Jahrgangsstufe gebildet.

### Lehrerfortbildungen im Rahmen der schulinternen Lerngemeinschaften

Die Fortbildung soll Themen zur Etablierung von Lerngemeinschaften, zu fachunspezifischen Merkmalen eines erfolgreichen Einsatzes digitaler Medien sowie zur Medientechnik und zu Unterstützungssystemen enthalten. Zur erfolgreichen Etablierung von Lerngemeinschaften wird beispielsweise Community Building angesprochen. Der erfolgreiche digitale Medieneinsatz wird z. B. anhand von theoretischen Modellen wie dem ICAP- und SAMR-Modell thematisiert. Darauf aufbauend soll ein Fokus der weiteren Fortbildungen auf fachspezifische Unterrichtsqualität im Fach Biologie gelegt werden und wie diese mit dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht unterstützt werden kann. In diesem Zusammenhang werden unterschiedliche digitale Tools im Fachunterricht und deren Funktionen vorgestellt sowie exemplarisch die Umsetzung von Unterrichtsqualitätsmerkmalen mit Hilfe ausgewählter digitaler Tools geschult.

## Literatur

- Chi, M. T. H. & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist, 49*(4), 219–243. doi:10.1080/00461520.2014.965823
- Dorfner, T., Förtsch, C. & Neuhaus, B. J. (2017). Die methodische und inhaltliche Ausrichtung quantitativer Videostudien zur Unterrichtsqualität im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Ein Review. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 23*(1), 261–285. doi:10.1007/s40573-017-0058-3
- Fischer, F., Wecker, C. & Stegmann, K. (2015) *Auswirkungen digitaler Medien auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule*. Verfügbar unter [https://epub.uni-muenchen.de/38343/1/Fischer\\_Wecker\\_Stegmann\\_Medienwirkung\\_in\\_der\\_Schule.pdf](https://epub.uni-muenchen.de/38343/1/Fischer_Wecker_Stegmann_Medienwirkung_in_der_Schule.pdf)
- Förtsch, C., Sommerhoff, D., Fischer, F., Fischer, M., Girwidz, R., Obersteiner, A., ...Neuhaus, B. J. (2018). Systematizing Professional Knowledge of Medical Doctors and Teachers: Development of an Interdisciplinary Framework in the Context of Diagnostic Competences. *Education Sciences, 8*(4), 207.
- Förtsch, C., Werner, S., Dorfner, T., von Kotzebue, L. & Neuhaus, B. J. (2017). Effects of cognitive activation in biology lessons on students' situational interest and achievement. *Research in Science Education, 47*(3), 559–578. doi:10.1007/s11165-016-9517-y
- Förtsch, C., Werner, S., von Kotzebue, L. & Neuhaus, B. (2016). Effects of biology teachers' professional knowledge and cognitive activation on students' achievement. *International Journal of Science Education, 38*(17), 2642–2666. doi:10.1080/09500693.2016.1257170
- Förtsch, S., Förtsch, C., von Kotzebue, L. & Neuhaus, B. J. (2018). Effects of teachers' professional knowledge and their use of three-dimensional physical models in biology lessons on students' achievement. *Education Sciences, 8*(3), 118. doi:10.3390/educsci8030118
- Gräsel, C. & Fussangel, K. (2010). Die Rolle von Netzwerken bei der Verbreitung von Innovationen. In N. Berkemeyer, W. Bos & H. Kuper (Hrsg.), *Schulreform durch Vernetzung. Interdisziplinäre Betrachtungen* (S. 117-131). Münster: Waxmann.
- Gräsel, C., Fußangel, K., & Pröbstel, C. (2006). Lehrkräfte zur Kooperation anregen-eine Aufgabe für Sisyphos?. *Zeitschrift für Pädagogik, 52*(2), 205-219.
- Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T. & Glowinski, I. (2015). Preservice biology teachers' professional knowledge: Structure and learning opportunities. *Journal of Science Teacher Education, 26*(3), 291–318.
- Helmke, A. (2014). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Unterricht verbessern - Schule entwickeln. Seelze-Velber: Klett.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziemwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe: Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster, New York: Waxmann.
- Hughes, J., Thomas, R., & Scharber, C. (2006). Assessing technology integration: the RAT—replacement, amplification, and transformation—framework. In *SITE 2006—proceedings of the society for information technology and teacher education conference, Orlando*. (S. 1616–1620).
- Jüttner, M., Boone, W., Park, S. & Neuhaus, B. J. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 25*(1), 45–67. doi:10.1007/s11092-013-9157-y
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*(1), 60–70.
- Kramer, M., Förtsch, C., Aufleger, M. & Neuhaus, B. J. (2019). Der Einsatz digitaler Medien im gymnasialen Biologieunterricht: Eine deskriptive Auswertung einer quantitativen Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. doi:10.1007/s40573-019-00096-5
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf: Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. Müller, A. Eigenberger, M. Lüders, & J. Mayr (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–72). Münster: Waxmann.
- Mahler, D., Großschedl, J. & Harms, U. (2017). Using doubly latent multilevel analysis to elucidate relationships between science teachers' professional knowledge and students' performance. *International Journal of Science Education, 1*–25. doi:10.1080/09500693.2016.1276641
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, technology, and education*. Verfügbar unter <http://hippasus.com/resources/tte/>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand. *Educational Researcher, 15*(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*, 1–22.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2019). *LehrplanPLUS: Bildungs- und Erziehungsauftrag des Gymnasiums. Gymnasium, Biologie*. Verfügbar unter <https://www.lehrplanplus.bayern.de/bildungs-und-erziehungsauftrag/gymnasium/biologie>
- Stegmann, K., & Fischer, F. (2016). *Auswirkungen digitaler Medien auf den Wissens- und Kompetenzerwerb an der Hochschule*. Verfügbar unter <https://epub.uni-muenchen.de/38264/>
- Stürmer, K., & Lachner, A. (2017). Unterrichten mit digitalen Medien. In K. Scheiter & T. Riecke-Baulecke (Hrsg.), *Schule 4.0 – Edition: Schulmanagement-Handbuch. Lehren und Lernen mit digitalen Medien*, (Bd. 164, S. 82–95). München: Oldenbourg.