

Krebs, Ann-Katrin

Förderung von ICT Literacy in der Lehrkräftebildung. Einsatz von Gamification-Elementen im Kontext Artenschutz

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 5 (2025) 1, S. 11-20



Quellenangabe/ Reference:

Krebs, Ann-Katrin: Förderung von ICT Literacy in der Lehrkräftebildung. Einsatz von Gamification-Elementen im Kontext Artenschutz - In: technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 5 (2025) 1, S. 11-20 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-360512 - DOI: 10.25656/01:36051

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-360512>

<https://doi.org/10.25656/01:36051>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

technik – education

5. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

1|2025



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

HERAUSGEBER*INNEN

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dr. Dierk Suhr
Dr. Friederike Wolf

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Armando Alijani
Gergö Degen
Sebastian Heidenreich
Ann-Katrin Krebs
Heike Lang
Jürgen Rau
Tobias Wiemer
Friederike Wolf

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER*INNEN2

UNTERRICHTSFORSCHUNG

T. WIEMER & G. DEGEN

MAKER SPACES3

UNTERRICHTSFORSCHUNG

A.-K. KREBS

ICT LITERACY DURCH GAMIFICATION11

UNTERRICHTSPRAXIS

F. WOLF

SPANNUNG ERLEBEN.....21

UNTERRICHTSPRAXIS

J. RAU

DER MODELLBAHNKOFFER33

UNTERRICHTSPRAXIS

A. ALIJANI & F. WOLF

ADDITIVE FERTIGUNG.....47

UNTERRICHTSFORSCHUNG

H. LANG

HANDLUNGSORIENTIERTER WERKUNTERRICHT59

DISKUSSIONSBEITRAG

TEDU

INTERVIEW MIT NATASCHA KLUMPP65

ANKÜNDIGUNGEM

PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE SCHWÄBISCH GMÜND

CALL FOR PAPERS.....69

UNTERRICHTSPRAXIS

S. HEIDENREICH

TECHNIK UND VOGELSCHUTZ.....70

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweiligen Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: Armin Ruch mit Dall-e

ISSN: 2748-2022

Grußwort der Herausgeber*innen

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen die erste Ausgabe des Jahres 2025 der tedu vorstellen zu dürfen. Die Beiträge dieser Ausgabe spiegeln eindrucksvoll wider, wie vielfältig, kreativ und zukunftsorientiert Technikunterricht heute gedacht und gestaltet werden kann. Sie bieten Einblicke in aktuelle Forschungsprojekte, gelungene Unterrichtsbeispiele sowie methodisch-didaktische Weiterentwicklungen – mit einem gemeinsamen Ziel: Technikunterricht als handlungsorientiertes, innovatives und gesellschaftlich relevantes Bildungsangebot für Kinder und Jugendliche aller Altersstufen zu stärken.

Mit dem Beitrag von Tobias Wiemer und Gergö Degen zu Maker Spaces in der Lehrkräftebildung beginnt das Heft mit einer fundierten Auseinandersetzung über die Gestaltung von kreativen Lernräumen. Maker Spaces fördern praxisnahes, selbstgesteuertes Lernen mit digitalen Fertigungstechnologien wie 3D-Druck und Lasercuttern. Der Artikel zeigt, wie diese Räume für die Ausbildung von Techniklehrkräften didaktisch sinnvoll genutzt werden können – zur Förderung von Kreativität, Problemlösekompetenz und technischer Selbstwirksamkeit.

Ann-Katrin Krebs widmet sich mit ihrem Beitrag der Förderung von ICT Literacy durch Gamification im Kontext von Artenschutz. Im Mittelpunkt steht ein gamifiziertes Seminar, das digitale Kompetenzen mit Themen nachhaltiger Bildung verknüpft. Die Ergebnisse zeigen, wie durch Projektarbeit mit digitalen Tools sowohl technische als auch pädagogische Fähigkeiten bei Lehramtsstudierenden gestärkt werden – ein starkes Plädoyer für kreative, reflektierte Medienbildung im (Technik-)unterricht.

Mit dem Artikel „Spannung erleben“ von Friederike Wolf wird ein praxisnahes und sicherheitsbewusstes Unterrichtskonzept zur Elektrotechnik vorgestellt. Schülerinnen und Schüler erfahren hier die Grundlagen elektrischer Schaltungen durch handlungsorientierte Experimente – ein gelungenes Beispiel für anschauliche technische Bildung im Anfangsunterricht der Grundschule.

Jürgen Rau wiederum zeigt mit dem „Modellbahnkoffer“, wie Technikunterricht mobil und modular gelingen kann. Das durchdachte Konzept kombiniert Steuerungstechnik, Modellbau und Projektarbeit auf kleinstem Raum und eignet sich besonders für schulische Settings mit begrenzten Ressourcen – ein inspirierendes Beispiel für niederschwellige technische Bildung mit hohem Lerneffekt.

Auch das Thema additive Fertigung wird praxisnah behandelt: In einem gemeinsamen Beitrag von Armando Alijani und Friederike Wolf erhalten Lehrkräfte konkrete Hinweise zur didaktischen Integration von 3D-Druck in den Unterricht – ein Zukunftsthema, das längst Einzug in die Schule gehalten hat.

Besonders freuen wir uns, Ihnen in dieser Ausgabe ein Interview mit Natascha Klumpp. Präsentieren zu dürfen. Ihre Perspektiven als Praktikerin und Impulsgeberin ergänzen die Fachbeiträge in besonderer Weise und regen zur kritischen Reflexion des eigenen Unterrichtsverständnisses an.

Weitere Beiträge – etwa zur Technik und dem Vogelschutz (Sebastian Heidenreich) sowie zum handlungsorientierten Werkunterricht (Heike Lang) – erweitern das thematische Spektrum dieser Ausgabe und zeigen, wie Technikunterricht an der Lebenswelt der Lernenden anknüpfen kann, ohne die fachliche Tiefe zu vernachlässigen. Wir danken allen Autorinnen und Autoren für ihre vielfältigen Beiträge. Möge diese Ausgabe Ihnen neue Impulse für die Unterrichtspraxis, die Lehrer*innenbildung und die fachdidaktische Auseinandersetzung bieten.

Mit herzlichen Grüßen
Ihre Herausgeber

Hannes Helmut Nepper



Armin Ruch



Dierk Suhr



Friederike Wolf



Förderung von ICT Literacy in der Lehrkräftebildung

Einsatz von Gamification-Elementen im Kontext Artenschutz

Ann-Katrin Krebs

SCHLAGWORTE

ICT Literacy

Gamification

Digitale Selbstwirksamkeit

Lehrkräftebildung

Bildung für nachhaltige

Entwicklung

ABSTRACT

In diesem Beitrag wird ein innovatives Seminarkonzept zur Förderung von ICT Literacy bei Lehramtsstudierenden durch den Einsatz von Gamification mit einem thematischen Fokus auf Artenschutz vorgestellt. Im Zentrum steht ein praxisorientiertes, qualitatives Forschungsdesign, bei dem Studierende digitale, spielbasierte Lernumgebungen zum Thema Fledermäuse entwickeln. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Kombination von digitalen Tools, Projektarbeit und Reflexionsphasen sowohl technische als auch didaktisch-methodische Kompetenzen gestärkt wurden. Besonders die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien konnte gesteigert werden. Gleichzeitig erwies sich der Kontext Artenschutz als motivierend und fachlich sinnvoll für fächerübergreifendes, nachhaltiges Lernen.

EINLEITUNG

Im digitalen Zeitalter ist die Integration von ICT (Information and Communication Technology Literacy, auch digitale Kompetenz) in Bildungsprozesse zentral. Lehrkräftebildung muss angehende Lehrkräfte befähigen, digitale Medien kompetent für inklusiven und zukunftsorientierten Unterricht einzusetzen (Creasy, 2015; Tatto, 2021). Professionelles Handeln in einer digitalisierten Welt erfordert technische Fähigkeiten, Anpassungsfähigkeit und kontinuierliches Lernen (Cunningham, 2019; Rifky et al., 2024). Als Schlüsselkompetenz des 21. Jahrhunderts wird ICT Literacy theoretisch u.a. durch TPaCK und DPaCK fundiert (International ICT Literacy Panel, 2002; Koehler, 2009; Nantha et al., 2024; Thyssen et al., 2023).

ICT Literacy hat auch eine inklusive Dimension: Nur durch sicheren Umgang mit digitalen Tools können Lehrkräfte barrierearmen Unterricht gestalten (Abels & Stinken-Rösner, 2020; Stinken-Rösner et al., 2023) und z.B. zugängliche, interaktive Materialien entwickeln (Banerjee et al., 2024).

Gleichzeitig erfordert der Biodiversitätsverlust Bildung für nachhaltige Entwicklung (Dinerstein et al., 2024; Martin et al., 2016). Naturwissenschaftlicher Unterricht kann dies durch Themen wie Artenschutz aufgreifen, etwa als „Serious Content“ im Seminar zur Verbindung von digitaler Bildung und Nachhaltigkeit (Voigt & Kingston, 2016; Wieringa, 2022). Ziel ist, fachliche Inhalte mit globalen Themen in motivierenden Lernszenarien zu integrieren.

Gamification – der Einsatz spieltypischer Elemente – dient dabei als didaktisches Mittel zur Steigerung von Motivation und Engagement (Deterding et al., 2011). Studien belegen positive Effekte auf Lernmotivation, Wissenserwerb und Verhalten (Alsawaier & Raed S., 2018; Buckley et al., 2016; Da Rocha Seixas et al., 2016; Sailer et al., 2017; Sailer & Homner, 2020).

Im Beitrag wird vorgestellt, wie ein gamifiziertes Seminarkonzept zur Entwicklung von ICT Literacy bei Lehramtsstudierenden beiträgt – mit Fokus auf der Förderung von Selbstwirksamkeit und digitaler Kompetenz.

THEORETISCHER HINTERGRUND

ICT Literacy und digitale Bildung in der Lehrkräftebildung

Die Digitalisierung verlangt von Lehrkräften umfassende digitale Kompetenzen. ICT Literacy umfasst die Nutzung digitaler Technologien zur Informationsverarbeitung und Kommunikation im Bildungskontext (International ICT Literacy Panel, 2002). Neuere Definitionen erweitern den Begriff um kritisches Denken, Kreativität und soziale Teilhabe (Hafiza et al., 2022; Koravuna & Surepally, 2020; Reddy et al., 2020). Lehramtsstudierende sollen digitale Werkzeuge didaktisch sinnvoll einsetzen.

Theoretische Modelle wie TPaCK und DPaCK verbinden technisches, pädagogisches, fachliches und soziokulturelles Wissen (Koehler, 2009; Thyssen et al., 2023). Studien betonen, dass integrierte Ansätze die Selbstsicherheit stärken (Instefjord & Munthe, 2017). Bildungsforschende fordern daher eine stärkere Verankerung digitaler Kompetenzen im Curriculum (Eickelmann & Gerick, 2020; Redecker & Punie, 2017).

Ein Schlüsselfaktor ist technikbezogene Selbstwirksamkeit – das Vertrauen in die eigene Fähigkeit, digitale Medien effektiv einzusetzen (Bandura, 1997; Dinse de Salas, 2019; Ertmer, 1999). Diese kann durch praktische Erfahrungen gezielt gestärkt werden (Aesaert et al., 2017; Bellini et al., 2016; Elstad & Christophersen, 2017). Ein gamifiziertes Lernsetting bietet dafür eine motivierende, fehlertolerante Umgebung.

Gamification als didaktisches Werkzeug

Gamification nutzt spieltypische Elemente wie Punkte, Ranglisten oder Avatare zur Steigerung von Motivation und Engagement (Deterding et al., 2011). Sie basiert auf der Selbstbestimmungstheorie, die Motivation durch Kompetenz, Autonomie und soziale Einbindung erklärt (Deci & Ryan, 2012).

Studien zeigen positive Effekte auf Lernmotivation und Leistung (Hamari et al., 2014; Sailer & Homner, 2020). Entscheidend ist ein zielgerichtetes Design, das Elemente wie Wettbewerb oder Storytelling gezielt einsetzt (Buckley et al., 2016).

In der Lehrkräftebildung entfaltet Gamification doppelten Nutzen: Sie fördert Motivation und digitale Kompetenzen durch Tools wie Scratch oder Delightex (Desnenko et al., 2021; Manzano-León et al., 2022; Svanberg & Bergh, 2023). Spielerisches Ausprobieren erleichtert den Zugang zu Technologie und senkt Hemmschwellen. Gleichzeitig werden überfachliche Kompetenzen wie Teamarbeit, Problemlösen und Kreativität gestärkt. Beim Entwickeln spielbasierter Projekte üben Studierende zentrale berufliche Fähigkeiten. Studien belegen, dass Gamification die Einstellung zu digitalen Medien verbessert – eigene Erfolgserlebnisse fördern die digitale Selbstwirksamkeit (Apriyani, 2024; Rodríguez et al., 2019).

Gamification und Artenschutz als Lernkontext

Serious Games und Gamification können gesellschaftliche und ökologische Themen interaktiv und niedrigschwellig vermitteln. Spiele über bedrohte Arten können über Artenschutz informieren und dabei umweltfreundliches Verhalten fördern (Boso et al., 2021; Hassan et al., 2020). Reale Kontexte wie Fledermausschutz schaffen dabei authentisches

Lernen mit hohem Anwendungsbezug.

Im Seminar wurden digitale Gamification-Elemente kombiniert, um Biodiversität erlebbar zu machen – z. B. durch Quizspiele, digitale Rallyes oder einen „Fledermaus-Simulator“. Diese Serious Games verbinden Lernziele mit spielerischer Interaktion. Studien zeigen, dass sie emotionales Engagement und Neugier wecken (Boso et al., 2021; Roberts et al., 2022). Wichtig ist, dass spielerische Elemente den Inhalt unterstützen – Reflexion über Artenschutz bleibt zentral (Sandbrook et al., 2015).

Die Verknüpfung von ICT Literacy und Gamification erweist sich als innovativer Ansatz in der Lehrkräftebildung: Sie kann digitale Fähigkeiten ebenso wie pädagogische Haltungen fördern. Der thematische Fokus auf Artenschutz kann ein praxisnahes Modell zur Integration globaler Herausforderungen in den Unterricht bieten. Dieser Teil der Studie wurde im Rahmen des Projekts „Einsatz von Gamification am Beispiel von Artenschutzsensibilisierung“ im Kolleg didaktik:digital durch die Joachim Herz Stiftung gefördert.

METHODIK

Forschungsdesign und Seminarbeschreibung

Der Untersuchung liegt eine qualitative Studie zugrunde, die über zwei Semester mit Lehramtsstudierenden mit naturwissenschaftlichen Fächern durchgeführt wurde. Sie fokussiert auf ein neu entwickeltes Seminar, das mittels Gamification die ICT Literacy fördern und gleichzeitig Inhalte des Artenschutzes vermitteln sollte. Das explorative, praxisorientierte Design sah vor, dass die Studierenden regulär am Seminar teilnahmen, während Daten über Reflexionsarbeiten und Projektdokumentationen erhoben wurden.

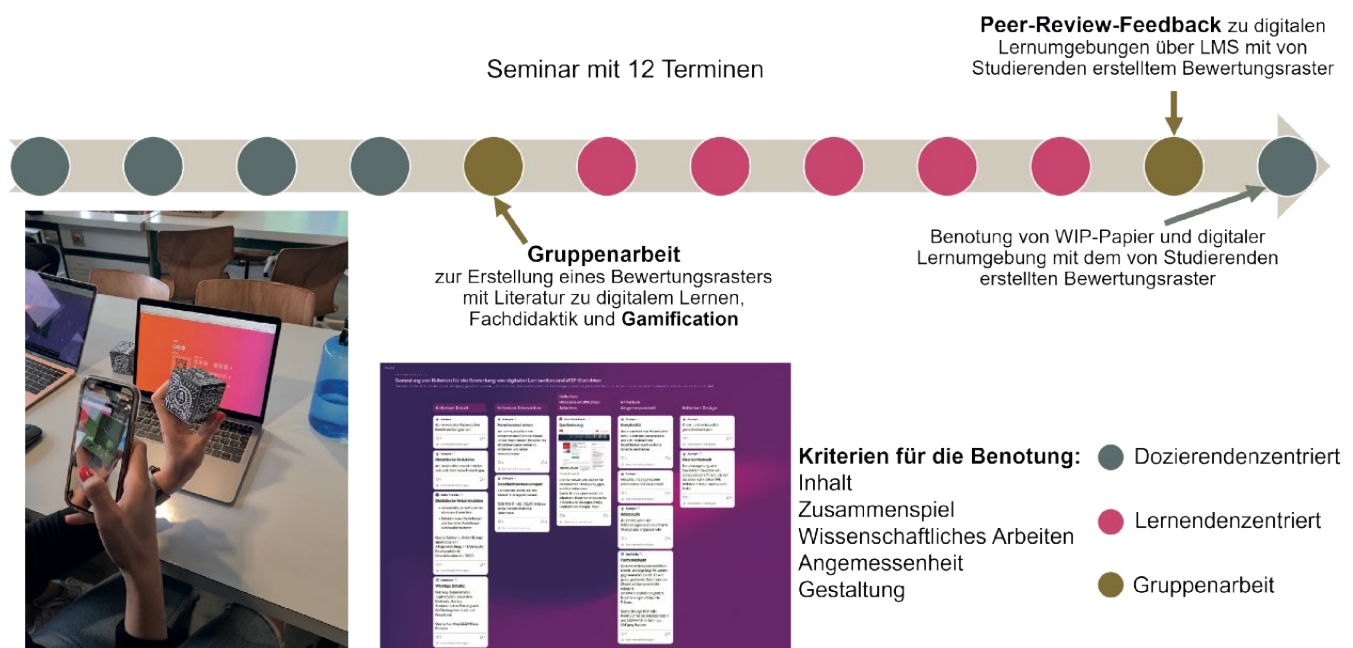


Abbildung 1: Übersicht Seminarskonzept. Nach einer Einführung in das Thema Gamification und der Vorstellung verschiedener digitaler Tools für den Unterricht konnten die Studierenden an den eigenen Projekten arbeiten.

Teilnehmende:

Insgesamt nahmen $N = 32$ Studierende (Lehramt mit Naturwissenschaften, Primar- und Sekundarstufe) im fortgeschrittenen Bachelor- oder Mastersemester teil. Sie hatten keine fachdidaktische Vorerfahrung mit den eingesetzten digitalen Tools. Die Teilnahme war teils verpflichtend, wobei im Verlauf des Seminars ein Anstieg intrinsischer Motivation durch Gamification zu beobachten war.

Seminarkonzept (Abbildung 1):

Das Seminar wurde zweimal durchgeführt (jeweils 12 Wochen, 1 Sitzung/Woche je 90 Minuten). Kern war die Entwicklung einer digitalen, gamifizierten Lernumgebung zum Thema Fledermäuse/Artenschutz für den Schuleinsatz. Dafür wurden verschiedene Lehrformate kombiniert:

- **Interaktive Tutorials:** Praktische Einführung in Tools wie Scratch, Delightex/CoSpaces EDU, Merge Cube und TinkerCAD. Die Studierenden erprobten einfache Spiele, virtuelle Welten und 3D-Objekte an vorgefertigten Beispielen.
- **Projektarbeit:** Auf Basis der Tutorials entwickelten die Studierenden eigene Unterrichtskonzepte für die Primar- oder Sekundarstufe 1. Diese integrierten digitale Medien und Gamification – etwa durch AR-/VR-Anwendungen, digitale Spiele oder QR-Code-Schnitzeljagden.
- **Austausch & Peer-Feedback:** In Zwischenpräsentationen erfolgte Rückmeldung anhand eines gemeinsam erarbeiteten Bewertungsrasters. Aspekte wie Innovationsgrad, fachliche Korrektheit und Spielspaß wurden bewertet. Das Peer-Feedback über das LMS förderte Reflexion und Austausch.
- **Reflexion:** In individuellen Work-in-Progress-Papers dokumentierten und reflektierten die Studierenden Projektverlauf, eingesetzte Tools und Lernprozesse. Leitfragen unterstützten die Analyse von Potenzialen, Herausforderungen und didaktischem Mehrwert. Die WIP-Papers dienten als Prüfungsleistung und zentrale Datenquelle der Studie.

DATENAUSWERTUNG MIT QUALITATIVER INHALTSANALYSE

Die qualitative Inhaltsanalyse ist eine systematische Methode zur Auswertung von Textdaten (Kuckartz & Rädiker, 2023). Grundlage ist ein Kategoriensystem, das deduktive und induktive Codes auf Basis der Forschungsfragen kombiniert. Nach einer Testphase wird dieses auf den gesamten Datensatz angewendet, die codierten Daten werden zusammengefasst und interpretiert.

Für die Analyse der 32 WIP-Papers kamen deduktive Codes zu ICT Literacy, TPaCK und DPaCK sowie induktiv-deduktive Codes zu Motivation (z. B. Selbstbestimmungstheorie) sowie induktive Codes zu didaktischem Mehrwert zum Einsatz. Die Reflexion basierte auf drei Leitfragen, aus denen induktiv weitere Codes entwickelt wurden:

- Wie würden Sie ein solches Projekt mit Ihren zukünftigen Schüler*innen umsetzen?

- Welche Potenziale und Probleme sehen Sie und worauf sollte im Unterricht geachtet werden?
- Inwiefern hat Ihr Projekt einen didaktischen Mehrwert?

Für die Codierung wurde MAXQDA 24 verwendet, wobei vollständige Sätze als Codiereinheit dienten. Zwei unabhängige Kodierende (Seminarleitung und eine wissenschaftliche Hilfskraft) analysierten das Material. Nach dem Abgleich der ersten 10% wurde das Kategoriensystem leicht angepasst, um eine gemeinsame Interpretationsbasis zu schaffen. Die Inter-coder-Reliabilität wurde mit dem Kappa-Koeffizienten (Brennan & Prediger, 1981) auf $\kappa \approx 0,80$ optimiert. Divergenzen wurden im Konsens gelöst.

Das deduktive Kategoriensystem basierte auf den Modellen TPaCK/DPaCK und den Forschungsfragen. Hauptkategorien waren (zusammengefasst):

- **Technische Kompetenz:** Umgang mit Tools (z. B. Scratch, TinkerCAD, AR/VR).
- **Didaktisch-methodische Kompetenz:** Reflexion über den Einsatz digitaler Medien im Unterricht.
- **Inhaltliche Kompetenz Artenschutz:** Fachliches Lernen zu Fledermäusen und Umweltbewusstsein.
- **Motivation & Engagement:** Aussagen zu Lernfreude, Motivation, Frustrationstoleranz beim Erstellen und (potentiell?) bei Schüler*innen
- **Herausforderungen/Barrieren:** Technische, persönliche oder strukturelle Hürden.
- **Selbstwirksamkeit/Einsatz im Unterricht:** Veränderungen im Vertrauen in die eigene digitale Lehrfähigkeit.

Zusätzlich wurden induktiv neue Aspekte erfasst (z. B. kreative Lösungen, unerwartete Effekte). Die Auswertung erfolgte qualitativ anhand von Kategorienhäufigkeiten und typischen Zitaten – statistische Verfahren wurden aufgrund der geringen Fallzahl nicht angewendet. Ziel war es, ein differenziertes Bild der Lernfortschritte und Haltungen der Studierenden zu zeichnen.

ERGEBNISSE

Die Analyse der Reflexionsberichte (WIP-Papers) und Projektoutputs (vgl. exemplarisch Abbildung 2 bis 4) ergab ein differenziertes Bild der Kompetenzentwicklung der angehenden Lehrkräfte. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass das gamifizierte Seminar in der Selbstreflexion der Studierenden erfolgreich zur Förderung der ICT Literacy beigetragen hat und gleichzeitig wichtige Erkenntnisse über motivationale Effekte sowie wahrgenommene Hürden lieferte. Im Folgenden werden die zentralen Befunde entlang der wichtigsten inhaltlichen Kategorien erläutert, illustriert durch exemplarische Zitate der Studierenden (anonymisiert).

Technische Kompetenz

Alle Studierenden berichteten von einem deutlichen Zuwachs an technischem Know-how im Umgang mit digitalen Tools. Besonders die zuvor wenig bekannten Anwendungen Scratch, Delightex, Merge Cube und TinkerCAD wurden am Ende sicher beherrscht. Die Studierenden lernten, technische Ausstattung selbstständig zu bedienen und bei Prob-



Abbildung 2: Lernumgebung über die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Es wurde ein Memory für Lebensräume, einen sich drehenden Globus, um die Fledermaus zu finden, eine Waage zum Wiegen der Fledermaus in Zuckerwürfeln und ein Quiz über die Größe der Fledermaus programmiert.



Abbildung 3: Lernumgebung zum Bau eines Fledermauskastens. Lernende müssen die Umgebung nach den benötigten Teilen durchsuchen und dann den Kasten zusammenbauen. Es müssen von den Bewohnerinnen und Bewohnern der Lernumgebung Informationen zu Winterschlaf und Artenschutz eingesammelt werden.

lemen Lösungen zu finden. Anfangsschwierigkeiten, etwa mit Programmierlogik in Scratch oder der 3D-Modellierung in TinkerCAD, wurden überwunden und führten zu Erfolgserlebnissen:

„[...] [dass] man wirklich viel Zeit in Kleinigkeiten investieren kann. Wirklich schön war aber immer der Teil, in dem all mein Vorhaben reibungsfrei geklappt hat [...]“ (JL2023)

„[...] mit dem Drehen und Zoomen [...] hatte ich anfangs Probleme [...], jedoch mit der Zeit war das nicht mehr ein großes Hindernis.“ (TD2023)

Diese Aussagen verdeutlichen, dass praktische Problemlösekompetenz erworben wurde.

Auch die Fähigkeit, Informationen digital aufzubereiten, wurde gestärkt: Einige Studierende erstellten interaktive Quizze oder Erklärvideos, die in die Lernumgebung integriert wurden. Sie lernten, Inhalte zielgruppengerecht für Schüler*innen zu gestalten. In den Reflexionen schätzten sie ihr technisches Wissen am Ende deutlich höher ein und trauten sich zu, ähnliche Projekte im späteren Unterricht umzusetzen:

„Dafür würden sich meiner Meinung nach Projektwochen oder Ähnliches [z.B. Atelier-Unterricht] sehr gut eignen.“ (LB2023)

„[...] könnte ich mir gut vorstellen, dieses [...] auch mit Schülerinnen und Schülern durchzuführen.“ (SJ2023)

DIDAKTISCH-METHODISCHE KOMPETENZ

Die Studierenden reflektierten intensiv über den pädagogischen Mehrwert von Gamification und digitalen Medien. In den WIP-Papers wurde deutlich, dass sie zunehmend die Verbindung zwischen Technik und Didaktik erkannten und konkrete Einsatzszenarien für den späteren Unterricht entwickelten – etwa eine virtuelle Fledermaus-Höhlenexkursion mit CoSpaces als Einstieg in den Biologieunterricht. Eine Person schrieb:

„So können die Kinder den Unterrichtsstoff selbstständig und spielerisch erarbeiten [...]“ (DL2023)

Das Zitat zeigt, dass Gamification als Methode für selbstgesteuertes Lernen, Motivation und nachhaltige Lernprozesse als didaktisches Werkzeug verstanden wurde.

Nahezu alle Teilnehmenden bestätigten die motivierende Wirkung gamifizierter Elemente, sowohl im Seminar als auch mit Blick auf ihre zukünftigen Schüler*innen. Punkte, Wettbewerbe oder kreative Aufgaben führten dazu, dass sie mehr Einsatz zeigten als in traditionellen Formaten. So hieß es:

„Das Arbeiten am PC stößt bei SuS in aller Regel immer auf Begeisterung [...]“ (AP202223)

„Mein Projekt bietet ein sehr großes Motivationspotential [...]“ (LB2023)

Diese Aussagen stehen im Einklang mit Forschungsergebnissen, die Gamification mit erhöhtem Engagement verbinden. Zudem entwickelten die Studierenden ein kritisches Verständnis für die sinnvolle Anwendung. Einige merkten an, dass nicht jedes Thema oder jede Lerngruppe gleichermaßen geeignet sei. Etwa wurde gewarnt, dass zu viel Wettbewerb leistungsschwächere Schüler entmutigen könne, weshalb kooperative Elemente wichtig seien. Solche Reflexionen zeugen von einem differenzierten didaktischen Urteilsvermögen.

Insgesamt wurde das didaktische Potenzial gamifizierter Ansätze hoch eingeschätzt: Neben Motivation wurden Medienkompetenz, Kreativität und Problemlösefähigkeit als zentrale Lernziele genannt – im Einklang mit den Intentionen des Seminarkonzepts.

INHALTLICHE KOMPETENZ ARTENSCHUTZ

Obgleich das Hauptziel des Seminars in der Förderung digitaler Kompetenzen lag, weisen die Ergebnisse auch auf Lerneffekte im inhaltlichen Bereich Naturschutz/Fledermäuse hin. Die meisten Studierenden gaben an, über Fledermäuse und Artenschutz dazugelernt zu haben, sei es durch eigene Recherche für das Projekt oder durch die Auseinandersetzung mit den Materialien der Kommiliton*innen. Mehrere Reflexionen betonten, wie gut sich das Thema für fächerübergreifendes Lernen eigne; Verbindungen zur Biologie, Geografie und sogar Ethik wurden hergestellt. Eine Person schrieb:

„Eine Vielzahl an Lernzielen kann mit einem solchen

*Projekt erreicht werden. Ein zentrales Ziel ist es, die Schüler*innen für die Relevanz des Fledermausschutzes zu sensibilisieren.“ (SJ2023)*

Dieses Zitat illustriert, dass die Studierenden den pädagogischen Wert des Themas erkannten: Artenschutz kann nicht nur Fachwissen vermitteln, sondern Wertebildung fördern. Die eingesetzten Gamification-Elemente trugen offenbar dazu bei, das Interesse am Thema zu wecken. Einige gaben an, dass sie privat nie große Tier- oder Naturschützer gewesen seien, aber durch das spielerische Beschäftigen mit Fledermäusen einen Zugang dazu gefunden haben. So meinte eine Person, das virtuelle Eintauchen in den nächtlichen Wald (via VR) habe ein Gefühl für die Lebenswelt der Tiere geschaffen, das bloßes Lesen nie erreicht hätte. Insgesamt zeigte sich eine positive Einstellung dahingehend, Artenschutzthemen künftig im eigenen Unterricht aufzugreifen.



Abbildung 4: Spiel über das Coronavirus Sars-CoV 2 und die Immunisierung. Es enthält Informationen über Viren im Allgemeinen, Schutz vor Viren, die Rolle der Fledermäuse in Bezug auf Sars-CoV 2, Zoonose und das Immunsystem der Fledermäuse.

HERAUSFORDERUNGEN/BARRIEREN

Trotz der positiven Resonanz benannten die Studierenden auch Herausforderungen, die sie auf den Schulalltag übertrugen. Auf personaler Ebene wurden vor allem die technische Komplexität und der hohe Zeitaufwand einiger Aufgaben betont – etwa beim 3D-Modellieren oder Programmieren. Diese führten teils zu Frustration, aber auch zu Erfolgserlebnissen, wenn Probleme gelöst wurden. Dieses Wechselspiel ist typisch für spielerische Lernumgebungen und fördert bei guter Unterstützung die Lernresilienz:

„[...] kam mir die Idee, getrennte Scores [...] zu erstellen. Dies führte zu einem interessanten didaktischen Mehrwert [...]“ (SK2022)

Wiederholt wurde die Sorge geäußert, dass technische Ausstattung und Rahmenbedingungen an Schulen nicht ausreichen, um die im Seminar entwickelten Konzepte umzusetzen. Einige äußerten Zweifel an der Übertragbarkeit:

„Die Verwendung von virtuellen Lernräumen erfordert [...] geeignete technische Ausrüstung. SuS [...] können sonst ausgeschlossen werden.“ (JR2023)

Auch digitale Ungleichheiten wurden reflektiert: Unterschiedliche Vorerfahrungen, fehlender Zugang zu Endgeräten oder mangelnde Barrierefreiheit könnten Lernende benachteiligen. Gleichzeitig wurde die Flexibilität virtueller Lernräume positiv hervorgehoben:

„[...] von jedem Ort und zu jeder Zeit zu lernen [...] ermöglicht den SuS, ihr eigenes Tempo zu bestimmen [...]“ (JR2023)

Ein weiterer Punkt betraf curriculare und zeitliche Zwänge: Gamifizierte Projekte erfordern mehr Zeit als traditionelle Formate, was Fragen zur Integration in enge Lehrpläne und zur Prüfungsrelevanz aufwarf. Hier wurde der Wunsch geäußert, dass innovative Methoden stärker berücksichtigt werden sollten.

Ein spezifisches Feedback zum Thema Fledermäuse betraf den Wunsch nach realistischeren Darstellungen in virtuellen Lernumgebungen – etwa durch einen Nachtmodus oder passende Körperhaltungen der Tiere. Diese Details zeigen sowohl das Engagement der Studierenden als auch die Grenzen der eingesetzten Tools.

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Die Studierenden bewerteten das Seminar insgesamt als sehr gewinnbringend. In ihren WIP-Papers betonten sie, nun deutlich besser auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht vorbereitet zu sein. Besonders hervorgehoben wurde die praxisnahe und kreative Arbeitsweise – eine seltene Erfahrung im ansonsten oft theoretisch empfundenen Lehramtsstudium. Die Verbindung von ICT Literacy, dem sinnstiftenden Thema Artenschutz und Gamification wurde als gelungen empfunden.

Gleichzeitig äußerten die Studierenden realistische Einschätzungen: Neben dem Zuwachs an digitalen Kompetenzen und ökologischem Bewusstsein wurden auch Herausforderungen benannt. So schrieb eine Person:

*„Die Erstellung eines so komplexen Lernraumes beansprucht einiges an Zeit [...] Ich könnte mir vorstellen, bereits existierende Lernlandschaften von Kolleg*innen zu integrieren [...] Der Faktor Zeit ist für mich der begrenzende Faktor.“ (LF2024)*

Ein anderer Beitrag betonte technische Voraussetzungen und didaktische Balance:

„Technik muss verfügbar sein – Plattformen sollten offline funktionieren, Apps wenig Datenvolumen benötigen [...] Nach gamifizierten Einheiten sollte eine Reflexion folgen, z. B. in Gruppendiskussionen, um aktiv auf Lernziele einzugehen.“ (AB2024)

Die Ergebnisse zeigen: Innovation in der Lehrkräftebildung muss mit strukturellen Veränderungen im Bildungssystem einhergehen, damit das Gelernte auch in der Praxis umge-

setzt werden kann.

DISKUSSION

Die Befunde zeigen, dass das gamifizierte Seminarkonzept ein effektiver Ansatz zur Förderung von ICT-Kompetenzen in der Lehrkräftebildung ist. Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse im Licht theoretischer Grundlagen und Forschungsliteratur diskutiert.

Kompetenzgewinn durch praxisnahes, spielerisches Lernen

Ein zentrales Ergebnis ist die deutlich gesteigerte digitale Selbstkompetenz der Studierenden. Dies bestätigt, dass projektbasiertes, aktives Lernen – im Sinne von „Learning by Doing“ (Dewey, 1938; Knoll, 2022) – besonders effektiv für den Kompetenzerwerb ist. Der risikofreie Rahmen ermöglichte es, Fehler zu machen und daraus zu lernen – ein Vorteil, der im Berufsalltag selten gegeben ist. Auch Instefjord und Munthe (2017) betonen, dass praktische Erfahrungen digitale Kompetenzen nachhaltiger fördern als Theorie. Neben Tool-Bedienung entwickelten die Studierenden Problemlösekompetenz und Selbstlernstrategien.

Gamification wurde positiv bewertet und als motivierend erlebt, wie auch zahlreiche Studien bestätigen (Alsawaier & Raed S., 2018; Hamari et al., 2014; Sailer & Homner, 2020; Xi & Hamari, 2019). Besonders bedeutsam war, dass die Methode selbst zum Lerngegenstand wurde: Die Studierenden reflektierten die Wirkung spielerischer Elemente aus Lernenden- und Lehrendensicht, identifizierten Chancen wie Risiken (z. B. Ablenkung) und wurden so zu „Forschenden in eigener Sache“. Diese Reflexion stärkt die Fähigkeit, im Unterricht zwischen Motivation und Zielorientierung zu balancieren.

Entwicklung von Selbstwirksamkeit und professioneller Haltung

Neben fachlichen Kompetenzen wurde auch die Selbstwirksamkeit gestärkt. Viele Studierende trauten sich nach dem Seminar zu, digitale Projekte im Unterricht umzusetzen – eine Überzeugung, die laut Forschung stark handlungswirksam ist (Ertmer et al., 2012; Pajares, 1992; Wang et al., 2004), da positive Haltungen zu ICT mit häufigerem Technikeinsatz einhergehen. Konkrete Erfolgserlebnisse (z. B. funktionierende Spiele) wirkten laut Bandura (1977) selbstwirksamkeitsfördernd.

Da Technikängste zu den größten Hürden bei der Digitalisierung des Unterrichts zählen (Ahlers et al., 2024; Wilmers et al., 2020), ist die spielerische, fehlertolerante Lernatmosphäre besonders bedeutsam. Gamification wirkte hier wie eine Expositionstherapie: Die Technik rückte in den Hintergrund, während der Fokus auf Story und Herausforderung lag. So konnte eine experimentierfreudige Grundhaltung gestärkt werden.

Auch die professionelle Haltung der Studierenden entwickelte sich weiter: Sie zeigten ein wachsendes Bewusstsein für Inklusion, Ausstattung und digitale Ungleichheiten. Kritische Reflexion und der Wunsch nach Lösungen – etwa über Fördermittel oder adaptive Unterrichtsstrategien – deuten

auf eine gestärkte Problemlösungskompetenz hin. Das Seminar ermöglichte so realitätsnahe Lernprozesse, wie sie Tondeur et al. (2012) fordern, um Lehrkräfte auf schulische Herausforderungen vorzubereiten.

Grenzen und Optimierungspotenziale

Trotz positiver Resonanz zeigt Gamification auch Grenzen. Erstens: Sie ist nicht die Lösung für alle Probleme. Einige Studierende kritisierten übermäßigen Wettbewerb oder oberflächliche Spielmechaniken. Der Einsatz muss pädagogisch sinnvoll und inklusiv gestaltet werden, da nicht alle Lernenden gleich motiviert sind. Künftige Seminare sollten verschiedene Gamification-Typen reflektiert einsetzen.

Zweitens erschweren strukturelle Hürden wie mangelnde Ausstattung, Zeitdruck und enge Curricula die Umsetzung. Lehrkräftebildung kann diese nicht auflösen, sollte aber Wege aufzeigen, wie digitale Innovation auch unter Restriktionen gelingt – etwa durch Low-Tech-Gamification wie Planspiele. Lehramtsstudierende sollten zudem als Change Agents befähigt werden, Veränderungen aktiv mitzugestalten (Müller et al., 2010; Nikolaou et al., 2007).

Drittens basiert die Studie auf qualitativen Selbstberichten, die sozial erwünschte Antworten begünstigen können. Ergänzende Designs wie Prä-Post-Tests oder Kontrollgruppen wären sinnvoll, um die Wirksamkeit objektiver zu erfassen. Dennoch liefern die Ergebnisse wertvolle Impulse für weiterführende Forschung.

Schließlich bleibt offen, ob der Kompetenzzuwachs auf das Thema (Artenschutz) oder die Methode (Gamification) zurückzuführen ist. Für die Breitenwirksamkeit sollte untersucht werden, ob ähnliche Effekte auch in anderen Fächern auftreten – besonders bei gesellschaftlich relevanten Themen wie Klimawandel oder Gesundheit, die Motivation mit Sinnstiftung verbinden.

FAZIT

Die Studie zeigt, dass Gamification ein wirksamer Ansatz zur Förderung von ICT Literacy in der Lehrkräftebildung sein kann. Im gamifizierten Seminarkonzept erwarben die Studierenden technische Fertigkeiten und mediendidaktisches Wissen und erfuhren, wie digitale Medien und spielerisches Lernen kombiniert werden können, um Motivation zu fördern und komplexe Inhalte – wie Artenschutz – anschaulich zu vermitteln. Gamification wirkte als Katalysator für Engagement und interaktive Lernprozesse. Die Studierenden gestalteten aktiv mit und reflektierten den pädagogischen Mehrwert für ihre berufliche Praxis.

Praxisnahe Erfahrungen im Design digitaler Lernumgebungen erwiesen sich dabei als besonders bedeutsam: Sie verknüpften Theorie mit Anwendung und bauten Hemmungen gegenüber digitaler Technik ab. Durch Konzeption, Umsetzung und Evaluation eigener Szenarien gewannen die Studierenden Sicherheit im Umgang mit innovativen Methoden. Ihre Haltung veränderte sich: Sie erkannten den didaktischen Nutzen digitaler Medien und entwickelten ein lösungsorientiertes Problembewusstsein.

Insgesamt zeigt sich, dass die Verbindung von profes-

sioneller Lehrkräftebildung, gezielter digitaler Kompetenzförderung und Gamification ein vielversprechender Weg zur Vorbereitung auf zeitgemäßen Unterricht sein kann. Lehramtsstudiengänge sollten projektbasierte, spielerische Formate stärker integrieren. Zugleich braucht es systemische Unterstützung durch Infrastruktur, Fortbildungen und Offenheit für Innovation.

Die Ergebnisse liefern ermutigende Hinweise darauf, dass passende Ausbildungskonzepte Lehramtsstudierende zu Change Agents der digitalen Transformation machen können. Zukünftige Forschung sollte untersuchen, wie sich Barrieren langfristig überwinden lassen und welche nachhaltigen Effekte gamifizierte Ansätze entfalten. Ziel ist ein Lehrkollegium, das digital kompetent, motiviert und verantwortlich die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts mitgestaltet.

AUTORINNENINFORMATION

Dr. Ann-Katrin Krebs

ist Postdoktorandin am Institut für Nachhaltige Chemie der Leuphana Universität Lüneburg und spezialisiert auf die Didaktik der Naturwissenschaften. Sie erforscht, wie digitale Medien und Gamification in der Bildung eingesetzt werden können, um Umweltbewusstsein und Artenkenntnis zu fördern. Ein zentrales Projekt ist „Digi'B@ts“, das sich mit dem Einsatz von spielerischen Elementen im Unterricht beschäftigt, insbesondere zur Sensibilisierung für Artenschutz am Beispiel von Fledermäusen.

In ihrer Lehre legt sie Wert auf interdisziplinäre Ansätze und bietet Seminare an, die Themen wie Biologie, Physik, Technik und Nachhaltigkeit miteinander verbinden. Dabei nutzt sie moderne Technologien wie Augmented und Virtual Reality, um Lerninhalte anschaulich und praxisnah zu vermitteln.

Ab 01.07.2025 vertritt Frau Dr. Krebs die Professur für Sachunterricht und Didaktik an der RWTH Aachen.



Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

- Abels, S. & Stinken-Rösner, L. (2020). Diversitätsgerechte und digitale Lehre–Chance oder Widerspruch. *VSH-Bulletin*(Nr. 3/4), 39–46.
- Aesaert, K., Voogt, J., Kuiper, E. & van Braak, J. (2017). Accuracy and bias of ICT self-efficacy: An empirical study into students' over- and underestimation of their ICT competences. *Computers in Human Behavior*, 75, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.05.010>
- Ahlers, M., Besser, M., Herzog, C. & Kuhl, P. (Hrsg.). (2024). *Digitales Lehren und Lernen im Fachunterricht. Aktuelle Entwicklungen, Gegenstände und Prozesse*. Beltz Juventa : Weinheim. <https://doi.org/10.25656/01:29040>
- Alsawaier & Raed S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *International Journal of Information and Learning Technology*, 35(Volume 35 Issue 1). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJILT-02-2017-0009/full/html#sec011>
- Apriyani, H. (2024). Educational paradigm for the future. *Cendikia : Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 6(14), 647–653. <https://doi.org/10.35335/cendikia.v14i6.5377>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Banerjee, P., Graham, L. & Given, G. (2024). A systematic literature review identifying inconsistencies in the inclusion of subjects in research reports on STEM workforce skills in the UK. *Cogent Education*, 11(1), Artikel 2288736. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2288736>
- Bellini, C. G. P., Isoni Filho, M. M., Moura Junior, P. J. de & Pereira, Rita de Cássia de Faria (2016). Self-efficacy and anxiety of digital natives in face of compulsory computer-mediated tasks: A study about digital capabilities and limitations. *Computers in Human Behavior*, 59, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.015>
- Boso, À., Álvarez, B., Pérez, B., Imio, J. C., Altamirano, A. & Lisón, F. (2021). Understanding human attitudes towards bats and the role of information and aesthetics to boost a positive response as a conservation tool. *Animal Conservation*, 24(6), 937–945. <https://doi.org/10.1111/acv.12692>
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699. <https://doi.org/10.1177/001316448104100307>
- Buckley, P., Doyle, E. & O'Mahoney, A. (2016). Individualising gamification: Investigating how learning styles impact upon gamification: ECGBL 2016. 10th European Conference on Games Based Learning: ECGBL 2016,
- Creasy, K. L. (2015). Defining Professionalism in Teacher Education Programs. *Online Submission*, 2(2), 23–25. <https://eric.ed.gov/?id=ed563997>
- Cunningham, I. (2019). A new educational paradigm for the 21st century. *Development and Learning in Organizations: An International Journal*, 34(2), 5–7. <https://doi.org/10.1108/DLO-10-2019-0253>
- Da Rocha Seixas, L., Gomes, A. S. & Melo Filho, I. J. de (2016). Effectiveness of gamification in the engagement of students. *Computers in Human Behavior*, 58, 48–63. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.021>
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2012). Self-Determination Theory. In *Handbook of Theories of Social Psychology: Volume 1* (S. 416–437). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781446249215.n21>
- Desnenko, S., Pakhomova, T., Starostina, S. & Tokareva, J. (2021). Gamification in the formation of digital skills of future teachers. *E3S Web of Conferences*, 273, 12118. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312118>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (S. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*: Dewey, J. (1938a). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Dinerstein, E., Joshi, A. R., Hahn, N. R., Lee, A. T. L., Vynne, C., Burkart, K., Asner, G. P., Beckham, C., Ceballos, G., Cuthbert, R., Dirzo, R., Fankem, O., Hertel, S., Li, B. V., Mellin, H., Pharand-Deschênes, F., Olson, D., Pandav, B., Peres, C., ... Zolli, A. (2024). Conservation Imperatives: Securing the Last Unprotected Terrestrial Sites Harboring Irreplaceable Biodiversity. *MDPI AG*. <https://doi.org/10.20944/preprints202309.1827.v2>
- Dinse de Salas, S. (2019). *Digitale Medien im Unterricht – Entwicklung professionellen Wissens und professionsbezogener Einstellungen durch Coaching*. Dissertation.
- Eickelmann, B. & Gerick, J. (2020). *Lernen mit digitalen Medien. Zielsetzungen in Zeiten von Corona und unter besonderer Berücksichtigung von sozialen Ungleichheiten*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.25656/01:20235>
- Elstad, E. & Christophersen, K.-A. (2017). Perceptions of Digital Competency among Student Teachers: Contributing to the Development of Student Teachers' Instructional Self-Efficacy in Technology-Rich Classrooms. *Education Sciences*, 7(1), 27. <https://doi.org/10.3390/educsci7010027>

- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47–61. <https://doi.org/10.1007/BF02299597>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E. & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- Hafiza, N., Rahayu, H. M. & Pasah Kahar, A. (2022). The Relationship Between Digital Literacy and Learning Outcomes in Biology Learning for Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 171–176. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1067>
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (S. 3025–3034). IEEE. <https://doi.org/10.1109/hicss.2014.377>
- Hassan, A. M., Roberts, L. & Atkins, J. (2020). Exploring factors relating to extinction disclosures: What motivates companies to report on biodiversity and species protection? *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1419–1436. <https://doi.org/10.1002/bse.2442>
- Instefjord, E. J. & Munthe, E. (2017). Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 67, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
- International ICT Literacy Panel. (2002). ETS Report of the International ICT Literacy Panel. https://www.ets.org/research/policy_research_reports/publications/report/2002/cjik.html
- Knoll, M. (2022). Auf den Schultern von Riesen: John Dewey und die Maxime „Learning by Doing“. *Pädagogische Rundschau*, 76(2), 131–146.
- Koehler (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60.
- Koravuna, S. & Surepally, U. K. (2020). Educational gamification and artificial intelligence for promoting digital literacy. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent and Innovative Computing Applications* (S. 1–6). ACM. <https://doi.org/10.1145/3415088.3415107>
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2023). *Qualitative content analysis: Methods, practice and software* (2nd edition). SAGE.
- Manzano-León, A., Aguilar-Parra, J. M., Rodríguez-Moreno, J. & Ortiz-Colón, A. M. (2022). Gamification in Initial Teacher Training to Promote Inclusive Practices: A Qualitative Study. *International journal of environmental research and public health*, 19(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph19138000>
- Martin, J.-L., Maris, V. & Simberloff, D. S. (2016). The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(22), 6105–6112. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525003113>
- Müller, C., Peham, C. & Raich, M. (2010). Change Agent, Change Leader und Change Entrepreneur. In H. Pechlaner, M. Raich, S. Schön, K. Matzler, W. von Holzschuher & C. Wiebel (Hrsg.), *Gabler Research. Change Leadership: Den Wandel antizipieren und aktiv gestalten* (1. Aufl., S. 397–426). Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8681-8_16
- Nantha, C., Siripongdee, K., Siripongdee, S., Pimdee, P., Kantathanawat, T. & Boonsomchuae, K. (2024). Enhancing ICT Literacy and Achievement: A TPACK-Based Blended Learning Model for Thai Business Administration Students. *Education Sciences*, 14(5), 455. <https://doi.org/10.3390/educsci14050455>
- Nikolaou, I., Gouras, A., Vakola, M. & Bourantas, D. (2007). Selecting Change Agents: Exploring Traits and Skills in a Simulated Environment. *Journal of Change Management*, 7(3-4), 291–313. <https://doi.org/10.1080/14697010701779173>
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of educational research*, 62(3), 307–332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Reddy, P., Sharma, B. & Chaudhary, K. (2020). Digital Literacy: A Review of Literature. *International Journal of Technoethics (IJT)*, 11(2), 65–94. <https://doi.org/10.4018/IJT.20200701.0a1>
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Publications Office. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Rifky, S., Paling, S., Arifudin, O. & Putu Satya Narayanti (2024). Professionalism of educators in learning development. *International Journal of Teaching and Learning*, 2(2), 579–588. <http://injotel.org/index.php/12/article/view/93>
- Roberts, L., Nandy, M., Hassan, A., Lodh, S. & Elamer, A. A. (2022). Corporate Accountability Towards Species Extinction Protection: Insights from Ecologically Forward-Thinking Companies. *Journal of Business Ethics*, 178(3), 571–595. <https://doi.org/10.1007/s10551-021-04800-9>

- Rodríguez, R. S., Pedrajas, A. P. & Gracia, E. P. (2019). Beliefs on the teacher professionalism and teaching models in initial teacher education. *Revista Brasileira de Educação*, 24, Artikel e240018. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782019240018>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K. & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Sailer, M. & Homner, L. (2020). The Gamification of Learning: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Sandbrook, C., Adams, W. M. & Monteferri, B. (2015). Digital Games and Biodiversity Conservation. *Conservation Letters*, 8(2), 118–124. <https://doi.org/10.1111/conl.12113>
- Stinken-Rösner, L [Lisa], Hofer, E., Rodenhauser, A. & Abels, S [Simone] (2023). Technology Implementation in Pre-Service Science Teacher Education Based on the Transformative View of TPACK: Effects on Pre-Service Teachers' TPACK, Behavioral Orientations and Actions in Practice. *Education Sciences*, 13(7), 732. <https://doi.org/10.3390/educsci13070732>
- Svanberg, M. & Bergh, D. (2023). Effects of Gamification in a Teacher Education Program, 2010 to 2020. *SAGE Open*, 13(1), Artikel 21582440231160995. <https://doi.org/10.1177/21582440231160995>
- Tatto, M. T. (2021). Professionalism in teaching and the role of teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 44(1), 20–44. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1849130>
- Thyssen, C., Huwer, J., Irion, T. & Schaal, S. (2023). From TPACK to DPACK: The “Digitality-Related Pedagogical and Content Knowledge”-Model in STEM-Education. *Education Sciences*, 13(8), 769. <https://doi.org/10.3390/educsci13080769>
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P. & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- Voigt, C. C. & Kingston, T. (Hrsg.). (2016). *Bats in the anthropocene: Conservation of bats in a changing world*. Springer Open.
- Wang, L., Ertmer, P. A. & Newby, T. J. (2004). Increasing Preservice Teachers' Self-Efficacy Beliefs for Technology Integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231–250. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782414>
- Wieringa, J. G. (2022). Comparing predictions of IUCN Red List categories from machine learning and other methods for bats. *Journal of Mammalogy*, 103(3), 528–539. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyac005>
- Wilmers, A., Anda, C., Keller, C. & Rittberger, M. (Hrsg.). (2020). *Bildung im digitalen Wandel. Die Bedeutung für das pädagogische Personal und für die Aus- und Fortbildung*. Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:20762>
- Xi, N. & Hamari, J. (2019). Does gamification satisfy needs? A study on the relationship between gamification features and intrinsic need satisfaction. *International Journal of Information Management*, 46, 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.002>

tedu

1|2025