Medien in kompetenzorientierten Lehr- und Unterrichtsveranstaltungen am Beispiel von computergestützter Modellierung und 3D-Druck

Marcel Bonorden & Jutta Papenbrock

1. Einleitung

Die Qualitätsoffensive Lehrkräftebildung wurde von Bund und Ländern initiiert, um die Qualität der Lehrkräftebildung nachhaltig zu verbessern (Bundesministerium für Bildung und Forschung, o. D.). In der universitären Bildung sollen neue Wege angestoßen werden, innovative Ausbildungsstrukturen geschaffen und Praxisbezüge hergestellt werden. Die Leibniz Universität Hannover fördert im Rahmen der *Qualitätsoffensive Lehrkräftebildung* die *Reflektierte Handlungsfähigkeit* in der Lehrkräftebildung (Leibniz School of Education, o. D.) und setzt dies in drei verschiedenen Handlungsfeldern um. An diesen sind verschiedene lehrkräftebildende Institute beteiligt. Das Institut für Botanik setzt sich im Förderrahmen mit Medien und kompetenzorientierten Lehr- und Unterrichtsveranstaltungen am Beispiel von computergestützter Modellierung und 3D-Druck auseinander.

Mit dem 2019 in Kraft getretenen Digitalisierungspakt von Bund und Ländern soll der Einsatz digitaler Medien in Schule und Unterricht gefördert werden. Das Ausbilden einer digitalen Kompetenz sei für die heutigen Anforderungen an die Arbeitswelt besonders wichtig (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2019, S.1). Teil dieser digitalen Kompetenz ist der Umgang mit modernen Technologien wie computergestützter Modellierung sowie dem 3D-Druck als Schnittstelle zwischen digitalen und analogen Modellen. Die Verbreitung beider Technologien in verschiedensten Bereichen wie Industrie, Wirtschaft, Kunst und Design wächst stetig. Auch für den Unterricht bieten diese Technologien ein hohes Potential (Schelly et al., 2015, S. 227). Voraussetzung für eine gelungene Umsetzung sind kompetente Lehrkräfte, die einen hohen Lernerfolg sowie Akzeptanz und Motivation bei den Lernenden erzeugen können (Fassbender et al., 2022; Gräsel, 2010, S. 9–12; Hofmeister & Pilz, 2020, S. 182).

Zur Förderung der Umsetzung von computergestützter Modellierung und 3D-Druck im Unterricht wurden aufgrund dieser vorliegenden Er-

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

kenntnisse aus der Implementationsforschung verschiedene Ansätze verfolgt. Zunächst von biologischen und chemischen Lerninhalten wie Blütenstruktur oder Polymerisationsereignissen ausgehend, wurden Unterrichtskonzepte und Materialien zum computergestützten Modellieren sowie dem anschließenden 3D-Druck entwickelt und ausgearbeitet. Die Unterrichtkonzepte wurden in Zusammenarbeit mit Kooperationsschulen erprobt und mithilfe von Lehrkräften und Schüler:innen evaluiert und sukzessive verbessert. Weiterhin wurden Lehramtsstudierende, Referendar:innen und Lehrkräfte in Fortbildungen und Seminaren dazu befähigt, die entwickelten Unterrichtskonzepte sowie die Technologien im Unterricht einsetzen zu können. In den nachfolgenden Kapiteln werden diese Teilprojekte ausführlicher dargestellt.

2. 3D-Druck Arbeitsgemeinschaft (AG) Blühende Fantasie

Im Rahmen einer Bachelorarbeit (Meinders, 2017) wurde ein AG-Konzept zur Implementation von computergestützter Modellierung und 3D-Druck entwickelt. Die umfassende tabellarische Verlaufsplanung war für ein Schulhalbjahr ausgelegt, in dem die Lernenden mithilfe der Software *Blender* digitale Modelle des *Gewöhnlichen Reiherschnabels* erstellen, die anschließend 3D-gedruckt und bemalt werden. In einer sich anschließenden Masterarbeit (Meinders, 2019) wurde das Konzept erstmals mit einer kleinen Lerngruppe (n=6) als AG an einem Gymnasium in Hannover durchgeführt. Dabei wurden der Zuwachs an botanischem Fachwissen sowie die intrinsische Motivation der Schüler:innen mithilfe von Fragebögen untersucht. Abschließend war es in dieser Arbeit möglich, die Erkenntnisse zur ersten Anpassung des Konzeptes praktisch zu nutzen. Im Rahmen einer weiteren Masterarbeit (Bonorden, 2020) wurde das AG-Konzept in drei Lerngruppen (n_1=4; n_2=9; n_3=4) an verschiedenen Schulen durchgeführt. Hier lag der Schwerpunkt auf der Übertragbarkeit und Optimierung des Konzeptes hinsichtlich größerer, heterogenerer Lerngruppen. Die Begleitforschung fand in Form eines Prä-Posttest-Designs zur Ermittlung des Zuwachses an botanischem Fachwissen sowie einer Evaluation mit der *Kurzskala Intrinsischer Motivation* (KIM) (Wilde et al., 2009, S. 45) statt. Der Prä-Posttest wurde in der ersten sowie der letzten Unterrichtseinheit durchgeführt und umfasst acht Items zur Struktur der Blüte sowie fünf Items zu den Funktionen der Blütenorgane. Die KIM besteht aus 14 Items, die je einem der Bereiche *Interesse/Vergnügen*, *wahrgenommene Kompe-*

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY-NC-ND

tenz, *wahrgenommene Wahlfreiheit* und *Anspannung/Druck* zugeordnet sind und in ihrer Gesamtheit Rückschlüsse auf die intrinsische Motivation der Schüler:innen ermöglichen.

Mithilfe des Prä-Posttest-Designs wurde ein durchschnittlicher Zuwachs an botanischem Fachwissen von 1,33 (s=0,98) auf 5,42 (s=1,99) von 13 möglichen Punkten in der Pilotierung an demselben Gymnasium gemessen. Während der sich anschließenden Durchführung in drei weiteren Lerngruppen (n=17) belief sich der Zuwachs an botanischem Fachwissen von 3,44 (s=2,65) auf 7,65 (s=1,87) Punkten. Besonders in Gruppen, die im Prätest im Durchschnitt eine niedrige Punktzahl erzielten, war die Differenz zu den Punkten im Posttest hoch. So konnten die Gruppen 1 (n_1=4) und 3 (n_3=4) ihre durchschnittlichen Punkte von 6,25 (s=2,9) um 3,75 auf 10 (s=1) und von 4,63 (s=1,11) um 3,5 auf 8,13 (s=1,65) erhöhen, während die zweite Gruppe (n_2=9) ihre Punktzahl von 1,67 (s=1,5) auf 6,39 (s=0,96) um 4,72 Punkte steigern konnte. Auffällig war, dass die Schüler:innen die Strukturen (76,5% richtige Antworten) der Blüten deutlich besser als die Funktionen (30,6 % richtige Antworten) der Blütenorgane benannten.

Da das Unterrichtskonzept nach der Pilotierung so umgestaltet wurde, dass es den Lernenden mehr selbstbestimmtes Handeln zur Förderung der Qualität des Lernens (Deci & Ryan, 2000, S. 70) ermöglicht, kam dem Aspekt *wahrgenommene Wahlfreiheit* der KIM eine übergeordnete Rolle bei der Untersuchung zu. Mithilfe der fünfstufigen Likert-Skala (0: stimmt gar nicht; 1: stimmt wenig; 2: stimmt teils-teils; 3: stimmt ziemlich; 4: stimmt völlig) gaben die Gruppen 1 und 3 beispielsweise an, die Tätigkeit in der AG selbst steuern zu können (3,25; s=0,5 und 3; s=0,82), während die Gruppe 2 ein geringeres Maß an Selbstbestimmtheit signalisierte (1,89; s=1,27). Da diese Ergebnisse auf eine Korrelation mit der Gruppengröße zurückgeführt werden konnten, wurde das Unterrichtskonzept dahingehend weiterentwickelt, gerade in größeren Gruppen selbstbestimmtes Arbeiten zu ermöglichen. Hierfür wurde zum Beispiel das Modellieren in Gruppen als zielführend identifiziert. Auf diese Weise stand den Lernenden mehr Zeit für den eigentlichen Modellierungsprozess zur Verfügung. Sie arbeiteten im Sinne der Ko-Konstruktion zusammen, sodass ein Austausch über Modellplanung, Konstruktionsprozesse sowie das Zusammensetzen der Blüte gemeinsam erfolgte (Fthenakis, 2009). Weiterhin wurde das Unterrichtskonzept so umgestaltet, dass es sich nicht mehr auf den *Gewöhnlichen Reiherschnabel* beschränkte, sondern auch die Modellierung anderer Pflanzenarten (beispielsweise die *Gewöhnliche Vogelmiere* oder die *Acker-Schmalwand*) zuließ. Diese Allgemeingültigkeit war ein wichtiger Schritt,

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

um den Unterrichtsansatz für andere Lehrkräfte nutzbar zu machen und bezog sich nicht nur auf die Wahl der Pflanzenarten, sondern auch auf Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung sowie Änderungen in den Sozialformen.

2.1 Computergestützte Modellierung und 3D-Druck im Unterricht

Nach den Erkenntnissen und Anpassungen aus den AGs konnte das Unterrichtskonzept in einer weiteren Kooperation mit demselben Gymnasium erstmals 2020 in den naturwissenschaftlichen Unterricht (NW) einer 9. Klasse übertragen werden (Bonorden et al., 2022). Das Konzept war so gestaltet, dass es innerhalb eines Halbjahres durchgeführt werden konnte. Ein primäres Forschungsinteresse galt zunächst der Durchführbarkeit mit einer ganzen Schulklasse (n_{Z1}=31), die im Gegensatz zu den AG-Teilnehmenden nicht freiwillig und aus persönlichem Interesse an dem Projekt teilnahm. Nachdem der Projektunterricht erfolgreich durchgeführt wurde, schlossen sich zwei weitere Zyklen (n_{Z2}=27; n_{Z3}=16) an. Die Untersuchungsergebnisse jedes Projektdurchlaufs wurden genutzt, um das Konzept weiter zu optimieren.

Als übergeordnete Methodologie bei der Weiterentwicklung des Unterrichtskonzeptes diente der *Design-Based Research*-Ansatz (DBR). Hier werden verschiedenste Methoden (beispielsweise quantitative Methoden wie geschlossene Fragebögen und qualitative Methoden wie Interviews) miteinander kombiniert, um praktische Lernumgebungen zu designen und dabei die Erkenntnisse in existierende Lerntheorien zu integrieren (Klees & Tillmann, 2015, S. 92). Charakteristisch für DBR ist der iterative Ansatz, in welchem sich die Abfolge von Design, Implementation, Analyse und Re-Design wiederholen (Reinmann, 2005, S.62).

In allen drei Lerngruppen fand das Projekt im Rahmen des NW-Unterrichts der 9. Klasse statt. In der ersten Lerngruppe nahmen 31 Schüler:innen am Projektunterricht teil. Das Alter in dieser Gruppe variierte von 14 und 18 Jahren. Beeinflusst wurde die Durchführung des Unterrichts durch das COVID-19-bedingte Homeschooling im Herbst und Winter 2020. So musste je eine Hälfte der Gruppe wöchentlich alternierend von zu Hause die Inhalte selbstständig erarbeiten. Zu diesem Zweck wurden umfangreiche Hilfsmaterialien wie (Video-)Anleitungen und Übungsaufgaben im Programm entwickelt. Im Dezember musste das Projekt wegen des vollständigen Entfalls des Präsenzunterrichts für mehrere Monate un-

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

terbrochen werden und konnte erst im Sommer 2021 fortgesetzt werden (Bonorden & Papenbrock, 2022). In der zweiten Gruppe nahmen 27 Schüler:innen im Alter von 13 bis 15 Jahren am Projekt teil. Einige der Schüler:innen hatten bereits Vorkenntnisse in der computergestützten Modellierung und waren besonders schnell beim Erlernen der Software. Der zweite Projektdurchlauf fand im Zeitraum September 2021 bis Ende Januar 2022 statt. Die dritte Gruppe bestand aus 16 Schüler:innen zwischen 14 und 16 Jahren. Diese Gruppe war vergleichsweise klein, weil nur ein Teil der Klasse ein naturwissenschaftliches Profil belegt hatte und am NW-Unterricht teilnahm. Hier fand das Projekt von Februar 2022 bis Ende April 2022 statt, da diese Gruppe besonders schnell arbeitete.

Trotz der zahlreichen Modifikationen im Unterrichtskonzept blieb der grundlegende Unterrichtsablauf gleich: Zu Beginn der ersten von zehn 90-minütigen Einheiten erfolgte ein objektorientierter Einstieg, in dem die Lernenden den 3D-Drucker und die Modellierungssoftware kennenlernten. Den fachlichen Einstieg stellte das Bestimmen von realen Pflanzenarten anhand der Blütenmorphologie anhand eines Bestimmungsschlüssels dar. Sobald die Art bekannt war, fertigten die Lernenden Bildvorlagen zur Modellierung unter Zuhilfenahme von Smartphones, Vergrößerungsobjektiven und Mikroskopen an. Diese Bilder wurden zur Modellierung in Gruppen genutzt, wobei jedes Gruppenmitglied je ein Blütenorgan modellierte, welche später gemeinsam zu einer vollständigen virtuellen Blüte zusammengesetzt wurden. Abschließend wurden die Modelle 3D-gedruckt, nachbearbeitet, bemalt und in einer Einheit zur Modellkritik reflektiert.

Die Begleitforschung der drei Projektdurchläufe stützte sich auf zwei geschlossen gestaltete Fragebögen, die in der letzten Unterrichtseinheit von den Lernenden anonym ausgefüllt wurden. Die für den Lernerfolg wichtige Variable der intrinsischen Motivation wurde über die KIM (Wilde et al., 2009, S. 45) erfasst. Ein weiterer Fragebogen wurde zur Evaluation der Akzeptanz und Qualität des Lehr-Lernarrangements sowie der Selbsteinschätzung des Lernerfolgs verwendet (Edeling & Pilz, 2016). Die ursprünglichen Items dieses Fragebogens wurden an den Ablauf und die Inhalte des Projektunterrichts angepasst. In beiden Fragebögen wurden die Antworten in einer vierstufigen Likert-Skala (3: trifft zu; 2: trifft eher zu; 1: trifft eher nicht zu; 0: trifft nicht zu) angegeben.

Die Untersuchungsergebnisse der ersten Lerngruppe zeigten eine positive Einstellung der Lernenden zu Beginn der Unterrichtseinheiten („Zu Beginn der Unterrichtseinheit war ich froh, Inhalte über 3D-Druck zu lernen“: 1,97; s=0,82 trifft eher zu. „zu Beginn der Unterrichtseinheit war ich

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

froh, Inhalte über computergestützte Modellierung zu lernen“: 1,90; s=0,77 trifft eher zu). Dies deutete auf ein generelles Interesse an den Lerninhalten hin, was insofern relevant war, als die Schüler:innen der NW-Klassen verpflichtend am Unterricht teilnahmen. Während der Einführung in die Modellierungssoftware (1,21; s=0,86; trifft eher nicht zu) und der späteren Modellierung der Blütenorgane (1,8; s=0.82; trifft eher zu) signalisierte die Gruppe die größten Schwierigkeiten im Vergleich zu den nachfolgenden Gruppen. Auch schätzten die Schüler:innen der ersten Lerngruppe ihren Lernerfolg geringer ein (2,08; s=0,69, trifft eher zu). Diese Ergebnisse führten unter anderem zu der Annahme, dass die Modellierungssoftware nach der Einführung nicht ausreichend beherrscht wurde, was zu Schwierigkeiten bei der sich anschließenden freien Modellierungsphase führte. Das Unterrichtskonzept wurde daher so angepasst, dass ein besonderer Fokus auf die Einführung und das sorgsame Erlernen der Funktionen im Programm gelegt wurde. So wurde mehr Zeit für diese Phase des Unterrichtskonzeptes veranschlagt, regelmäßige Wiederholungsphasen integriert und vertiefte Übungen im Grafikstil des bekannten Videospiels *Minecraft* entwickelt. Die detaillierte Einführung sollte auch die vergleichsweise gering bewertete *wahrgenommene Wahlfreiheit* („Bei der Tätigkeit in der Unterrichtseinheit konnte ich wählen, wie ich es mache“: 1,67; s=0,78; trifft eher zu) in der KIM verbessern: wird das Programm besser beherrscht, ist die Gruppe besser in der Lage, eigene Ansätze zur Modellierung der Blütenorgane zu entwickeln und benötigt tendenziell weniger Unterstützung durch die Lehrkraft. Weiterhin wurde eine dezidierte Einheit zur Modellplanung in das Unterrichtskonzept integriert und der 3D-Drucker stärker in die Unterrichtsphasen eingebunden. Außerdem sollten statt großer Gruppenmodelle kleinere, individuelle Modelle für alle Lernenden gedruckt werden, um die persönliche Identifikation mit dem Modell und dem Projekt zu erhöhen. Um die Effektivität dieser Anpassungen im Unterrichtskonzept zu überprüfen, waren die Untersuchungsergebnisse des zweiten Projektdurchlaufs besonders wichtig. Verglichen mit der ersten Lerngruppe, signalisierte die zweite Gruppe geringere Schwierigkeiten während der Einführungsphase (0,6; s=0,06; trifft eher nicht zu) sowie bei der Modellierungsphase (0,96; s=1,02; trifft eher nicht zu). Weiterhin bewerten sie ihren Lernzuwachs (2,44; s=0,65; trifft eher zu) sowie die wahrgenommene Wahlfreiheit (2,13; s=0,68; trifft eher zu) signifikant höher ($p<0,0001$; $p=0.0001$) als die erste Gruppe. Diese Ergebnisse wurden auf die Optimierung der Einführung des Unterrichtskonzeptes zurückgeführt. Durch die höhere Kompetenz im Umgang mit der Modellierungssoftware war das Modellieren für die

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

Lernenden leichter. Die Gruppe war in der Lage, selbstständiger zu modellieren und benötigte weniger Unterstützung seitens der Lehrkraft. Die dritte Lerngruppe war mit 16 Schüler:innen vergleichsweise klein, was eine umfassendere Betreuung ermöglichte. Die Gruppe gab an, nahezu keine Schwierigkeiten bei der Einführung zu haben (0,43; s=0,65; trifft nicht zu) und bewertete auch ihren Lernerfolg in dieser Phase am höchsten (2,71; s=0,47, trifft zu). Da die Lerngruppe besonders leistungsstark war, wurde die Sozialform geändert, sodass nur zwei Schüler:innen je ein Modell erstellten. So mussten alle Teilnehmenden statt einem, mehrere Blütenorgane im selben Zeitraum modellieren. Zwar gab diese Gruppe im Vergleich zu den anderen Gruppen an, etwas mehr unter Druck gestanden zu haben („Bei der Tätigkeit in der Unterrichtseinheit fühlte ich mich unter Druck": 1,07; s=1,07, trifft eher nicht zu), signalisierte jedoch auch den höchsten Lernzuwachs sowie die größte *wahrgenommene Wahlfreiheit* („Bei der Tätigkeit in der Unterrichtseinheit konnte ich wählen, wie ich es mache": 2,71; s=0,47; trifft zu) und *wahrgenommene Kompetenz* („Mit meiner Leistung in der Unterrichtseinheit bin ich zufrieden": 2,5; s=0,65, trifft zu).

Alles in allem hat das Teilprojekt gezeigt, dass computergestützte Modellierung und 3D-Druck gewinnbringend in den Unterricht integriert werden können. Durch die wissenschaftlich basierte Optimierung des Unterrichtskonzeptes in iterativen Zyklen konnten für andere Lehrkräfte zugängliche Unterrichtsmaterialien bereitgestellt werden, die den Einsatz der Technologien im Unterricht fördern. Zwar ist der Umfang der Unterrichtseinheiten sehr hoch und es ist fraglich, ob Lehrkräfte diese in ihren regulären Lehrplan integrieren können. Jedoch wäre eine Umsetzung im Rahmen von Projektwochen oder in Profilklassen durchaus realistisch. Da die Modellierung von Blüten sehr umfangreich und das Programm *Blender* äußerst komplex ist, könnten auch andere curriculare Lerninhalte wie verschiedene Gelenke mit einer simpleren Software (beispielsweise *Tinkercad*) (siehe 2.1.4) modelliert werden. So könnten computergestützte Modellierung und 3D-Druck leichter in die Unterrichtsplanung integriert werden. Die grundlegenden Abläufe für eine solche Planung können aus dem optimierten Unterrichtskonzept entnommen werden, das so die Basis für die Etablierung von computergestützter Modellierung und 3D-Druck im Unterricht bildet.

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

2.2 Binationale Veranstaltung im Sommersemester 2022

Erasmus+ Blended Intensive Programmes (BIPs) ermöglichen im Rahmen von gemeinsam angebotenen Veranstaltungen kürzere Studienaufenthalte im Ausland (Deutscher Akademischer Austauschdienst, o. D.). Diese von mindestens drei Hochschulen gemeinsam entwickelten Kurzzeitprogramme sind im Idealfall in die jeweiligen Curricula eingebettet. BIPs beinhalten eine Präsenzphase (Mobilitätskomponente) sowie virtuelle Phasen zur inhaltlichen Vor- und Nachbereitung.

Im Sommersemester 2022 wurde an der Leibniz Universität Hannover das Erasmus+-Seminar *Ersatzleistung für das berufsfeldbezogene Praktikum im FüBa Biologie* angeboten, das als BIP geplant war, allerdings nur binational in Kooperation mit der Universität Wien stattfinden konnte. Im Rahmen des Seminars entwickelten die Studierenden mittels computergestützter Modellierung und 3D-Druck eigene Blütenmodelle, die in eine kurze, praktische Unterrichtssequenz eingebettet wurden.

Dazu wurden in vorbereitenden Onlineseminaren mit den Studierenden aus Hannover und Wien Inhalte wie Modelltheorie, Arbeit mit Modellen im (Biologie-)Unterricht und Aktionsforschung erarbeitet. In der ersten Präsenzphase an der Leibniz Universität Hannover erlernten die Studierenden die Grundlagen der computergestützten Modellierung mit *Blender* und entwickelten ihre eigenen Blütenmodelle, die im Anschluss gedruckt wurden. In begleitenden Onlinesitzungen planten die Studierenden Unterrichtseinheiten, in denen die Modelle (Abb. Nr. 1–3) eingesetzt werden. Die zweite Präsenzphase fand im Botanischen Garten der Universität Wien statt. Hier führten die Studierenden kurze Unterrichtssequenzen mit den Modellen durch, die von den anderen Teilnehmenden evaluiert wurden. In abschließenden Onlinesitzungen wurden die geplanten Unterrichtseinheiten auf dieser Grundlage reflektiert und überarbeitet.

Thematisch bietet das Seminar einen Anschluss an das in 2.1.1 und 2.1.2 vorgestellte Unterrichtskonzept. Angehende Lehrkräfte wurden durch das Seminar befähigt, eigene Modelle mithilfe von computergestützter Modellierung und 3D-Druck zu erstellen und lernten, diese in Unterrichtseinheiten zu integrieren. Dabei wurde das Erlernen neuer Methoden im (Biologie-)Unterricht mit dem praktischen Unterrichten an außerschulischen Lernorten kombiniert. Dieser Ansatz der Leibniz Universität Hannover und der Universität Wien ist somit in hohem Maße relevant für die Lehrkräftebildung und kann langfristig dazu beitragen, computergestützte

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY-NC-ND

Abb. 1–3: Blütenmodelle aus der binationalen Veranstaltung. Fotos: Marcel Bonorden

Modellierung und 3D-Druck im schulischen Unterricht auch über Staatsgrenzen hinweg zu fördern.

2.3 Lehrkräfteschulungen zu computergestützter Modellierung mit *Tinkercad* und 3D-Druck

Zur Förderung von computergestützter Modellierung und 3D-Druck im Unterricht wurden neben Seminaren für Studierende der Leibniz Universität Hannover seit 2021 Schulungen für Lehrkräfte und Referendar:innen angeboten. Ausgangspunkt dafür war die Entwicklung kürzerer Unterrichtseinheiten (zwei bis drei Doppelstunden) zu curricularen Lerninhalten wie beispielsweise verschiedenen Gelenktypen (Unger et al., 2021). Diese lassen sich im Gegensatz zu der Modellierung von Blüten mit *Blender* aufgrund ihres kompakteren Umfangs besser von Lehrkräften in die Unterrichtsplanung integrieren.

Dazu wurde im Rahmen einer Masterarbeit ein Unterrichtskonzept entwickelt, das durch die zeitsparende Verwendung des Programms *Tinkercad* einen Umfang von drei Doppelstunden hat. Hier erarbeiteten sich Lernende durch das selbstständige Entwickeln von 3D-Modellen das Schlüssel-Schloss-Prinzip am Beispiel von Enzymen (Bauer, 2022).

Die Modellierung mit der browserbasierten Software *Tinkercad* ist im Gegensatz zu *Blender* für Lernende deutlich intuitiver und somit schneller zu erlernen. Es ist keine mehrstündige Einführung nötig; vielmehr können die Lernenden von Beginn an selbstständig arbeiten. Das Programm ver-

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY-NC-ND

fügt über einfache Funktionen zur Modellierung und ist für den Einsatz in Schulklassen konzipiert. Komplexe und originalgetreue Strukturmodelle wie beispielsweise die von Blüten sind mit *Tinkercad* schwer umzusetzen. Allerdings können zahlreiche reduzierte Modelle erfolgreich mit dieser Software modelliert werden.

Die Schulungen für Lehrkräfte und Referendar:innen begannen mit einer Einführung in das Programm *Tinkercad* hinsichtlich des Gebrauchs in der Schule, der Übersichtsfunktionen für Lehrkräfte sowie der Modellierung. Anschließend erstellten die Teilnehmenden mehrere Modelle im Programm anhand von fertig gedruckten Präsentationsmodellen. Außerdem erfolgte ein Export der Modelle über eine *Slicing-Software* sowie der 3D-Druck. Dafür wurden zunächst die Bauteile sowie die Funktionsweise des Druckers erklärt. Es wurde sichergestellt, dass alle Teilnehmenden den 3D-Drucker während der Schulung mindestens einmal bedient haben. In einer abschließenden Phase tauschten sich die Teilnehmenden über Einsatzmöglichkeiten der Seminarinhalte im eigenen Unterricht aus. Da sich dieses Angebot direkt an Referendar:innen und Lehrkräfte richtete, ist die Relevanz für die Lehrkräftebildung hoch. Die Teilnehmenden wurden befähigt, computergestützte Modellierung und 3D-Druck in den eigenen Unterricht zu integrieren, erstellten während der Schulung mehrere Modelle, die in der Schule eingesetzt werden können, und tauschten sich kollegial über Möglichkeiten zur Kooperation aus.

3. Fazit und Reflexion der Projektarbeit des Instituts für Botanik im Handlungsfeld 2

Die Teilprojekte sind so gestaltet, dass sie an verschiedenen Ebenen zur Förderung von computergestützter Modellierung und 3D-Druck im schulischen Unterricht ansetzen: Praktisch erprobte und wissenschaftlich fundierte Unterrichtskonzepte bieten Lehrkräften Materialien, die Technologien in ihren Unterricht einzubeziehen. Darüber hinaus wurden Lehramtsstudierende, Referendar:innen und Lehrkräfte im Umgang mit beiden Technologien geschult und lernten so, sie als Unterrichtsmethoden anzuwenden. Die Teilprojekte haben also einen Bezug zu allen 3 Phasen der Lehrkräftebildung. Dieses umfassende Konzept stützt sich auf Erkenntnisse aus der Implementationsforschung (Kapitel 2.1) und bezieht alle drei Phasen der Lehrkräftebildung ein. Mit dem Angebot des Instituts für Botanik

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY-NC-ND

konnten bereits zahlreiche Personen und eine gewisse regionale Verbreitung erreicht werden.

Um computergestützte Modellierung und 3D-Druck als festen Bestandteil des Unterrichts zu etablieren, ist jedoch noch weitaus mehr nötig. Als nächster innovatorischer Schritt wäre dafür unbedingt notwendig, den Einsatz von digitalen Medien, hier ganz konkret von Modellen im Naturwissenschaftlichen Unterricht, aufbauend von Klassenstufe 5 bis mindestens Klassenstufe 11 kontinuierlich als Lehr- und Lernmethode sukzessive in den Regelunterricht zu integrieren. Dafür wäre eine Änderung des Kerncurriculums erforderlich oder zumindest wünschenswert. Schulen müssen darüber hinaus flächendeckend mit 3D-Druckern ausgestattet werden, um überhaupt die Möglichkeit für einen Einsatz zu schaffen. Hier kommt den Einzelschulen eine zentrale Rolle zu. Von Seiten der Schulleitungen müssen entsprechende medienpädagogische Konzepte und Kooperationen im Kollegium gefördert werden, um ein Umfeld zu schaffen, das offen für Innovationen im Bildungsbereich ist.

Literatur

Bauer, C. (2022). Entwicklung und Umsetzung einer 3D-Druck-basierten Unterrichtseinheit zum Schlüssel-Schloss-Prinzip von Enzymen (Masterarbeit, Lehramt an Gymnasien), Leibniz Universität Hannover.

Bonorden, M. (2020). Digitale Botanik: Konzeptionen für die Modellierung von Blüten und Umsetzung in 3D-Druck AGs in drei Schulen (Masterarbeit, Lehramt an Gymnasien), Leibniz Universität Hannover.

Bonorden, M., Meinders, K., Offermann, S., Riemenschneider, A., & Papenbrock, J. (2022). Biologieunterricht praktisch und digital. Kompetenzorientierte Lehr-Lernarrangements zur Modellierung von Blütenmodellen mit 3D-Druck. *Biologie in unserer Zeit, 52*(1), 80–88. https://doi.org/10.11576/biuz-5087

Bonorden, M., & Papenbrock, J. (2022). Evidence-Based Optimization of Classroom Teaching Units Using 3D Printers for Designing Models – From 2D Picture to 3D Flower Model. *Education Sciences, 12*(11), 831. https://doi.org/10.3390/educsci12110831

Bundesministerium für Bildung und Forschung (o. D.). Grundlagen. Abgerufen am 28. März 2023 von https://www.qualitaetsoffensive-lehrerbildung.de/lehrerbildung/de/programm/grundlagen/grundlagen_node.html

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019). Verwaltungsvereinbarung DigitalPakt Schule 2019 bis 2024

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist, 55*(1), 68–78. https://doi.org/10.1037//0003-066X.55.1.68

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND

Deutscher Akademischer Austauschdienst (o. D.). Blended Intensive Programmes (BIP). Abgerufen am 23. März 2023 von https://eu.daad.de/infos-fuer-hochschulen/projektdurchfuehrung/mobilitaet-von-einzelpersonen-KA131/blended-intensive-programmes-bip/de/79417-blended-intensive-programmes-bip/

Edeling, S., & Pilz, M. (2016). Teaching self- and social competencies in the retail sector: Findings from vocational schools in Germany, Italy and Poland. *Education and Training, 58*(9), 1041–1059. https://doi.org/10.1108/ET-07-2015-0060

Fassbender, U., Papenbrock, J., Pilz, M. (2022).Teaching entrepreneurship to life-science students through Problem Based Learning. *The International Journal of Management Education, 20*(3). https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100685

Fthenakis, W. (2009). Ko-Konstruktion: Lernen durch Zusammenarbeit. *Didacta Kinderzeit, 3*, 8–13.

Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 13*, 7–20. https://doi.org/10.1007/s11618-010-0109-8

Hofmeister, C., & Pilz, M. (2020). Using E-Learning to Deliver In-Service Teacher Training in the Vocational Education Sector: Perception and Acceptance in Poland, Italy and Germany. *Education Sciences, 10*(7), 182. https://doi.org/10.3390/educsci10070182

Klees, G., & Tillmann, A. (2015). Design-Based Research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie. *Journal für Didaktik der Biowissenschaften,* 6, 91–110.

Leibniz School of Education (o. D.). Leibniz-Prinzip. Abgerufen am 28. März 2023 von https://www.lse.uni-hannover.de/de/lse/projekte/qualitaetsoffensive-lehrerbildung/projekt-leibniz-prinzip/

Meinders, K. (2017). 3D-Druck-Verfahren im schulischen Kontext am Beispiel der CAD-Konstruktion von Blütenmodellen (Bachelorarbeit, Biologie), Leibniz Universität Hannover.

Meinders, K. (2019). Konzeption, Durchführung und Evaluation der 3D-Druck-AG Blühende Fantasie: 3D-Druck von Blütenmodellen am Gymnasium Goetheschule Hannover (Masterarbeit, Lehramt an Gymnasien), Leibniz Universität Hannover.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft, 33*(1), 52–69.

Schelly, C., Anzalone, G., Wijnen, B., Pearce, J. M. (2015). Open-source 3-D printing technologies for education: Bringing additive manufacturing to the classroom. *Journal of Visual Languages and Computing, 28*, 226–237. https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2015.01.004

Unger, B., Bonorden, M., & Papenbrock, J. (2021). Einsatz von 3D-Druck-Modellen und 3D-Modellierung im Biologie (NaWi)-Unterricht am Beispiel von Gelenktypen. Naturwissenschaften digital: Toolbox für den Unterricht – Band 2.

Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A., & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15*, 31–45.

https://doi.org/10.5771/9783985721269-131 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-NC-ND