



Lehrvideos und virtuelle Lernumgebungen in der Studieneingangsphase: Anforderungen und Wirkungen im Grenzbereich Schule, Hochschule und Gesellschaft

Dirk Burdinski

Zusammenfassung

In Schule, Hochschule und Gesellschaft gewinnen digitale Bildungsmaterialien an Bedeutung. Im Studieneingangsbereich chemischer Studiengänge wächst gleichzeitig der Bedarf, Erstsemestern mit zunehmend diversen Bildungshintergründen ein individuell nutzbares Selbstlernangebot zur Verfügung zu stellen, um ihnen eine realistische Einschätzung relevanter Handlungsfelder ihres Studiums zu ermöglichen und den Studieneinstieg zu erleichtern. Mit offenen Plattformen, wie YouTube, können solche Angebote über die eigentliche Zielgruppe hinaus bis in die Gesellschaft wirken. Zudem bieten virtuelle Lernwelten neue Möglichkeiten, Wissenschaft erlebbar zu machen. Damit können Unsicherheiten insbesondere im Studieneingangsbereich abgebaut und eine inhaltsgetriebene Lernmotivation gefördert werden.

D. Burdinski (✉)

Professor für Materials Science und Studiendekan, Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften, Technische Hochschule Köln, Campus Leverkusen, Leverkusen, Deutschland

E-Mail: dirk.burdinski@th-koeln.de

© Der/die Autor(en) 2023

L. Mrohs et al. (Hrsg.), *Digitale Kulturen der Lehre entwickeln*, Perspektiven der Hochschuldidaktik, https://doi.org/10.1007/978-3-658-43379-6_26

369

1 Einleitung

1.1 Kontext

An deutschen Hochschulen ist die Erfolgsquote von Studienanfänger:innen in naturwissenschaftlichen Studiengängen deutlich geringer als in anderen Studiengängen. In chemischen Studiengängen liegen die Studienabbruchquoten seit Jahren im Bereich bis zu 40 % (Heublein et al. 2014, 2022). Hintergrund sind oft Leistungsprobleme, die sich im subjektiven Empfinden „den Anforderungen des Studiums nicht gerecht zu werden“ ausdrücken, sowie „eine mangelnde Studienmotivation“ infolge nicht erfüllter Erwartungen (Heublein et al. 2010). Dabei spielen insbesondere auch enttäuschte Erwartungen an das gewählte Fach eine Rolle (Kreulich und Dellmann 2016). Nach den Ergebnissen des aktuellen MINT-Nachwuchsbarometers muss davon ausgegangen werden, dass diese Problematik sich in den kommenden Jahren eher noch verschärfen wird, denn die mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungen der 15-Jährigen sinken seit 2012 kontinuierlich (acatech/Joachim Herz Stiftung 2022).

Die Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften der TH Köln bietet die Bachelorstudiengänge Angewandte Chemie (B.Sc.) und Pharmazeutische Chemie (B.Sc.) an. Jährlich nehmen am Campus Leverkusen jeweils zum Wintersemester in beiden Bachelorstudiengängen ca. 200 Studierende ein Chemiestudium auf. Die Bildungshintergründe der Erstsemesterstudierenden sind, was typisch für eine Hochschule für Angewandte Wissenschaften ist, sehr divers (Bornkessel et al. 2019), nicht selten in Kombination mit einem Migrationshintergrund (Erdmann 2019). Die überwiegende Zahl der Studierenden beginnt ihr Studium mit Abitur oder Fachhochschulreife, in einigen Fällen ergänzt um eine abgeschlossene betriebliche Berufsausbildung. Bezogen auf das Fach Chemie reicht das Spektrum damit von der Kombination Abitur + Chemieleistungskurs + Ausbildung (z. B. als Chemielaborant) bis zur Fachhochschulreife mit nur sehr geringen Chemievorkenntnissen.

1.2 Vorhabenbeschreibung

An der Fakultät wurden daher mehrere Projekte gestartet mit dem Ziel, allen Studierenden einen bestmöglichen Start in ihr Studium zu ermöglichen. Das soll dadurch erreicht werden, dass Studierende schon im Vorfeld zur Studienfachwahl ihr aktuelles Verständnis der Anforderungen eines Chemiestudiums selbstständig überprüfen können, um eine fundierte Studienwahl zu treffen. Gleichzeitig

sollen sie Fokusfelder für die eigene Studienvorbereitung identifizieren und Unterstützung erhalten, wenn sie diese bereits vor Studienbeginn im begleiteten Selbststudium adressieren möchten.

Um diese Zielgruppe möglichst umfassend erreichen zu können, soll das zu entwickelnde Angebot möglichst niederschwellig und zunächst anonym nutzbar sein. Nach Austerschmidt et al. können Vorkurse insbesondere bei Studieninteressierten mit länger zurückliegendem Abitur und schlechterer schulischer Vorbereitung Wirkung entfalten. Dabei sollten der zu erwartende Nutzen betont und, falls eine persönliche Teilnahme nicht möglich ist, die Vorkursinhalte auf anderem Wege (z. B. online) angeboten werden (Austerschmidt et al. 2021).

Während klassische mehrtägige Präsenzvorkurse insbesondere hochmotivierte Studieninteressierte erreichen (Lang et al. 2012), bieten Online-Angebote, wie z. B. Online-Self-Assessments (Stoll 2019), die Chance, stärker solche Studienanfänger:innen zu motivieren, die sich nicht unmittelbar einem persönlichen Vergleich mit schon Leistungsstärkeren aussetzen möchten. Dabei besteht nach Leon et al. eine starke Korrelation zwischen dem selbstempfundenen Vorbereitungsniveau und der späteren akademischen Leistung, wobei Chemiestudierende mit, nach Selbsteinschätzung, nur schlechtem Vorbereitungsniveau, ein größeres Risiko haben, im Studium weniger erfolgreich zu sein (Leong et al. 2021).

Motivierende und leicht zugängliche digitale Medien sind dabei wichtige Schlüsselemente von Online-Vorkursangeboten, wenn es darum geht, diese für eine möglichst breite Gruppe an Nutzer:innen attraktiv und verfügbar zu machen. Darüber hinaus gewinnen, nicht zuletzt bedingt durch die Herausforderungen der COVID-19-Pandemie, digitale Medien sowohl in der schulischen als auch in der hochschulischen Lehre eine immer größere Bedeutung. Das Interesse an wissenschaftlichen Zusammenhängen wird auch durch die stärkere öffentliche Diskussion wissenschaftlicher Themen stimuliert. Neue digitale Kanäle, wie Twitter und YouTube, haben dabei an Bedeutung gewonnen (Metz und Dreyer 2022). In dem Zuge steigt in der Chemie der Bedarf an auch für „Chemieneulinge“ aufbereiteten und gleichzeitig frei zugänglichen digitalen Angeboten.

1.3 Lehrvideos in der Wissenschaftsvermittlung

Die Zahl offener digitaler Lehrmedien und Tutorial-Formate wächst entsprechend stark. Auf den bekannten Video-Plattformen, allen voran YouTube, findet sich bereits eine große Anzahl an Erklär- und Laborvideos zu beinahe allen Themen der Schulchemie. Diese werden vielfach von Schüler:innen und „Hobbychemiker:innen“, in der Pandemiezeit auch verstärkt durch Lehrer:innen und zum Teil

auch durch Hochschullehrer:innen produziert. Im Fokusbereich Schule bewegen sich diese Videos inhaltlich und/oder formell meist auf einem eher niedrigen Niveau. Nicht selten werden spektakuläre Effekte und entsprechende Experimente stärker betont als die wissenschaftliche Tiefe. Gleichzeitig bieten gerade solche Plattformen mit ihrer großen Reichweite herausragende Möglichkeiten, die Gesellschaft stärker für die komplexen Zusammenhänge chemischer Prozesse zu sensibilisieren und potenzielle Studieninteressierte zu erreichen.

YouTube ist eine der populärsten Social-Media-Plattformen im Netz, auch für die akademische Lehre, und zeichnet sich dabei durch ihre große Reichweite aus. Das leicht zugängliche, freie Videoportal ist die, nach Google, am zweitmeisten aufgerufene Webseite (Schicchi et al. 2021; Geipel 2018). Funktionen, wie eine beschleunigte oder verlangsamte Wiedergabe und das Einblenden auch von automatisiert erstellten Untertiteln, machen die Plattform für Lernaktivitäten interessant.

Für Studierende gehören der Wunsch nach Unterhaltung, der Informationsbedarf und akademisches Lernen zu den hauptsächlichen Motivationen für die Nutzung von YouTube-Videos (Moghavvemi et al. 2018). Wichtig für die Effektivität der Videos sind dabei die Relevanz der thematisierten Inhalte und eine passende Einbettung in die sonstigen Kursstrukturen.

Am Campus Leverkusen werden seit gut zehn Jahren Lehr- und Laborvideos und seit 2021 auch interaktive Laborsimulationen für die Hochschullehre entwickelt und auf offenen Plattformen (insbesondere YouTube) verfügbar gemacht (Burdinski und Glaeser, 2016; Burdinski und Rausch 2021; Burdinski 2022). Ziel ist es hierbei, für Studierende den Einstieg in das Studium zu verbessern, indem der inhaltliche Zugang zu den oft als abstrakt und komplex empfundenen Modellvorstellungen in der Chemie erleichtert wird.

1.4 VR-Simulationen als handlungsorientiertes Medium

Während Lehrvideos eine attraktive und effektive Möglichkeit bieten Wissen breit zu vermitteln, bleiben die Betrachtenden doch überwiegend in einer rezeptiven Haltung. Virtuelle Simulationen hingegen erfordern eine aktive Mitarbeit der Nutzer:innen und sind insofern stärker handlungsorientiert. Für die Entwicklung von praxisnahen Handlungskompetenzen bieten sie demnach gegenüber Videos entscheidende Vorteile. Auf der anderen Seite ist die eigene Entwicklung wissenschaftlicher Simulationen in virtuellen Realitäten zeitlich und finanziell sehr aufwendig. Um in einem ersten Schritt die Wirksamkeit solcher Simulationen im Studieneingangsbereich zu testen, wurde im Rahmen dieser Studie zunächst

auf ein kommerzielles Angebot zurückgegriffen. Im Bereich der Chemie schien hierfür das Angebot der Firma Labster (www.labster.com) geeignet (Jones 2018), da es bereits zahlreiche Simulationen zu theoretischen und insbesondere auch laborpraktischen Themen umfasste (Makransky et al. 2016; Gabellini et al. 2021; Bonde et al. 2014).

Virtuelle Labore haben u. a. folgende Vorteile (Potkonjak et al. 2016; Thisgaard und Makransky 2017):

- Sie bieten auch weniger finanzstarken Institutionen eine kostengünstige Möglichkeit Laborexperimente anzubieten.
- Sie können in der Durchführung einfach variiert werden.
- Sie sind ausgesprochen robust und gegenüber Beschädigung sicher. Gleichmaßen sind sie für die Nutzer:innen ungefährlich, ein Vorteil, der gerade in der Chemie wichtig ist.

Allgemein können virtuelle Realitäten (VR) bzw. virtuelle Lernwelten darüber hinaus, das „Unsichtbare sichtbar machen“, insbesondere im Laborkontext können komplexe Geräte im Innern analysiert und detaillierte Reaktionsverläufe durch Molekülsimulationen sichtbar gemacht werden (Przywarra und Risch 2021).

2 Zielsetzung und Methodik

2.1 Zielsetzung

Ziel dieser Studie war es, Einsatz- und Nutzungsszenarien sowie Möglichkeiten der Kombination von Lehrvideos und Simulationen im Studieneingangsbereich systematisch zu analysiert, um hieraus nächste Entwicklungsschritte für den Aufbau eines Online-Vorbereitungskurses für Chemiestudierende zu entwickeln, der gleichzeitig auch als allgemein zugängliche und wissenschaftsbasierte Ressource für Chemieinteressierte anderer Adressatengruppen dienen kann.

Hieraus ergaben sich folgende Forschungsfragen:

- Wie werden selbst produzierte Lehrvideos im Studieneingangsbereich auf der offenen Plattform YouTube genutzt?
- Wie werden kommerzielle VR-Angebote, hier Simulationen der Firma Labster, in einem kontrollierten Raum durch die relevanten Nutzer:innen-Gruppen angenommen und bearbeitet?

- Wie beeinflusst die Rahmung der angebotenen Lehrvideos und Simulationen deren Nutzung?

2.2 Methodik

In den Jahren 2021 und 2022 nahmen Studierende, die als Nutzer:innen der Labster-Plattform registriert waren, nach der Bearbeitung der ersten Simulationen freiwillig an einer ILIAS-7-basierten, anonymen Online-Befragung zur Nutzung der Simulationen sowie deren Einbettung in die begleitende Kommunikationsplattform THspaces teil.

Die auf der Labster-Plattform erhobenen Daten wurden statistisch und nicht personenbezogen ausgewertet. Videozugriffsdaten des offenen YouTube-Kanals Chemie Grundlagen wurden im Zeitraum September 2018 bis November 2022 mithilfe der Analytics-Funktion von YouTube-Studio (Stand: 11/2022) auf Monats- oder Jahresbasis analysiert.

Für die statistische Auswertung der erhobenen Daten sowie deren graphische Darstellung wurden die Programme Microsoft Excel (Office 2016) sowie IBM SPSS Statistics (Version 27.0.0.0) verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Nutzung VR-Simulationen

Im WiSe 2021 wurden die ca. 60 aktiven Erstsemesterstudierenden des Studiengangs Angewandte Chemie eingeladen, Labster-Simulationen in der Studieneingangsphase (September bis Dezember) zu nutzen (Tab. 1).

Von diesen bekundeten 22 (37 %) auf der Lehr-Lernplattform ILIAS persönliches Interesse, Labster nutzen zu wollen. Für diese Studierenden wurde der Zugang entsprechend freigeschaltet. Von diesen nutzten 15 (68 %) wenigstens einmal den Zugang zu Labster, allerdings starteten nur 9 (25 %) wenigstens eine der angebotenen Simulationen.

Im WiSe 2022 wurde die Einladung zur Nutzung von Labster auf beide Bachelorstudiengänge Angewandte Chemie und Pharmazeutische Chemie ausgeweitet, sodass ca. 130 aktive Erstsemesterstudierende angesprochen wurden. Von diesen

Tab. 1 Labster-Nutzung: Die Zahl interessierter und tatsächlich aktiver Studierender im Vergleich (Stand jeweils Dezember). (Eigene Darstellung)

Jahr	2022		2021	
	Zahl	Anteil (%)	Zahl	Anteil (%)
Eingeladene	130		60	
Zugelassene	24	18	22	37
Aktive	19	79	15	68
Simulation gestartet	10	54	9	25

bekundeten nur 24 (18 %) Interesse an der Labster-Nutzung und wurden freigeschaltet. Von diesen nutzten 19 (79 %) wenigstens einmal den Zugang zu Labster und 10 (54 %) starteten wenigstens eine der angebotenen Simulationen.

Im WiSe 2022 wurden die sechs angebotenen Simulationen insgesamt 32 Mal gestartet. Sie wurden im Mittel zu 76 % bearbeitet, wobei durchschnittlich 66 % der möglichen Punkte erzielt. Die mittlere Bearbeitungszeit lag bei 88 % der jeweiligen Anbieterrichtlinienwerte (diese lagen, je nach Simulation, zwischen 15 und 27 min).

Im Anschluss an die Bearbeitung der einzelnen Simulationen wurden die Studierenden um eine kurze Evaluation (<3 min) der jeweils durchgeführten Simulation gebeten. Leider wurde keine der angebotenen Simulationen von mehr als fünf Studierenden bewertet, sodass keine für eine objektive Bewertung brauchbaren Daten erhalten werden konnten.

Die teilnehmenden Studierenden wurden zudem eingeladen, nach der Bearbeitung von mehreren (wenigstens drei) Simulation die Nutzung der Simulationen selbst sowie deren Einbettung in die rahmende Kommunikationsplattform THspaces zu bewerten.

Während im WiSe 2021 der überwiegende Teil der Studierenden bereits Vorerfahrungen mit der Nutzung von virtuellen Umgebungen hatte, waren solche Umgebungen für den überwiegenden Teil der teilnehmenden Studierenden im WiSe 2022 neu (Abb. 1).

Im Pandemiejahr 2021 nutzten die meisten der teilnehmenden Studierenden einen Desktop-Computer zur Bearbeitung der Labster-Simulationen (Abb. 2). Im WiSe 2022 wurden insbesondere Apple-Tablet-Computer, darüber hinaus aber auch diverse andere Geräte genutzt.

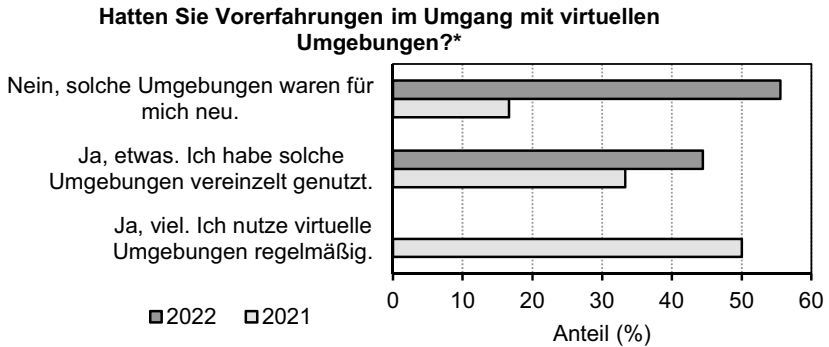


Abb. 1 Vorerfahrungen der Studierenden (N = 6 (2021) und N = 9 (2022))

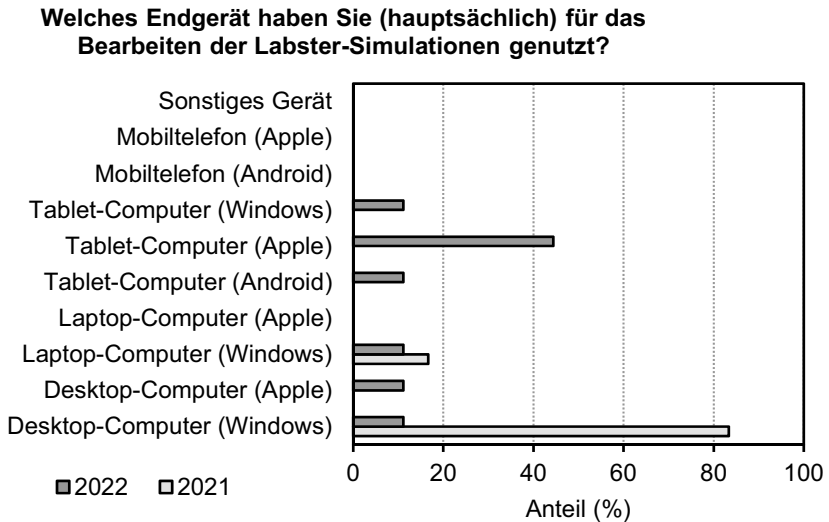


Abb. 2 Für die Nutzung von Labster (hauptsächlich) verwendete Endgeräte (N = 6 (2021) und N = 9 (2022))

Der Labster-Zugang erfolgt über einen persönlichen Login auf der Labster-Webseite. Auf dieser können Nutzer:innen ihre persönlichen Präferenzen einstellen (z. B. Passwort, Sprache), und sie erhalten in Form einer Liste die für sie verfügbaren Simulationen angeboten.

Labster bietet darüber hinaus Plugins für die Integration der Simulationen in verschiedene Lerning-Management-Systeme (LMS). Neben einigen international verwendeten Systemen, wie z. B. Blackboard, Canvas oder Google Classroom, ist ein Plugin für Moodle verfügbar. Da eine entsprechende Integrationsmöglichkeit für das an der TH Köln genutzte LMS ILIAS nicht zur Verfügung stand, wurden die Simulationen in einer ersten Entwicklungsstufe des geplanten Online-Vorkurses in die Word-Press-basierte, hochschuleigene Plattform THspaces eingebunden (Glaeser et al. 2018; Kaliva und Glaeser 2021).

Für die Nutzer:innen wurde ein geschlossener (nur für die Mitglieder zugänglicher) Space eingerichtet, über den die Studierenden alle relevanten Informationen zur Nutzung und zur Evaluation der Simulationen erhielten. Zudem erfolgte in diesem Space die thematische Rahmung sowie didaktische Ordnung der einzelnen Simulationen, und sie wurden mit den jeweiligen simulationsspezifischen Evaluationsabfragen verknüpft. Über den Space erfolgte auch der Zugang zur summarischen Evaluation des Labster-Angebots. Er diente gleichzeitig als Kommunikationsplattform, über die Studierende technische und inhaltliche Fragen stellen, sich gegenseitig unterstützen und mit dem Lehrenden austauschen konnten.

Inhaltliche wurden die Simulationen in dem Space mit den thematisch verwandten Lernvideos auf YouTube (s. u.) verknüpft, sodass Studierende Fragen, die sich evtl. im Rahmen der Bearbeitung einer Simulation ergeben hatten, unmittelbar mithilfe des passenden Lehrvideos weiterbearbeiten konnten.

In Abb. 3 sind die Rückmeldungen der Studierenden zu ihren Erfahrungen mit der entsprechenden THspaces Seite dargestellt. Mehr als zwei Drittel (2021) bzw. mehr als die Hälfte der Studierenden (2022) gab an, alle für sie wichtigen Informationen zu Labster erhalten zu haben. Die insgesamt etwas geringere Zufriedenheit mit dem Informationsangebot im WiSe 2022 könnte eine Folge der in diesem Jahrgang insgesamt geringeren Vorerfahrungen mit Umgang mit virtuellen Umgebungen sein (Abb. 1).

Ähnliche Ergebnisse wurden bei der Frage „Wie haben Sie den Einstieg in Labster erlebt?“ erhalten (Abb. 4). Während sich die Studierenden im WiSe 2021 durchweg sicher und motiviert fühlten, fühlten in der Gruppe des WiSe 2022 beim Einstieg in Labster mehr als 50 % noch etwas unsicher und waren vorsichtig skeptisch.

Wie bewerten Sie die THspaces-Seite zur Einführung in Labster?

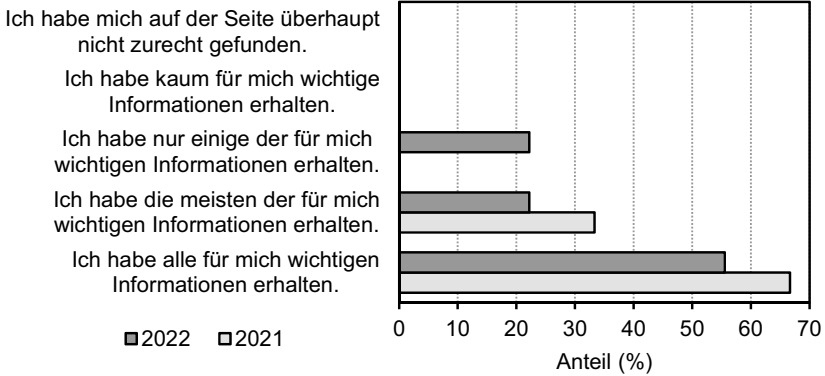


Abb. 3 Zustimmung zu Aussagen zu der die Simulationen rahmenden THspaces-Web-Seite (N = 6 (2021) und N = 9 (2022))

Wie haben Sie den Einstieg in Labster erlebt?

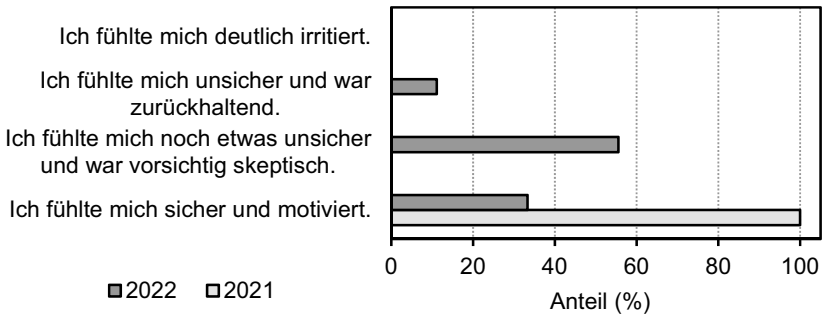


Abb. 4 Zustimmung zu Aussagen zum Einstieg in Nutzung von Labster (N = 6 (2021) und N = 9 (2022))

Ihre Erfahrungen im Umgang mit Labster hinsichtlich einiger formeller und technischer Aspekte der Arbeit bewerteten die Studierenden beider Kohorten ähnlich (Abb. 5). Hierbei bewertete die 2021er-Gruppe ihre Erfahrungen etwas positiver als die 2022er-Gruppe. Gerade bei den Fragen zu den individuellen

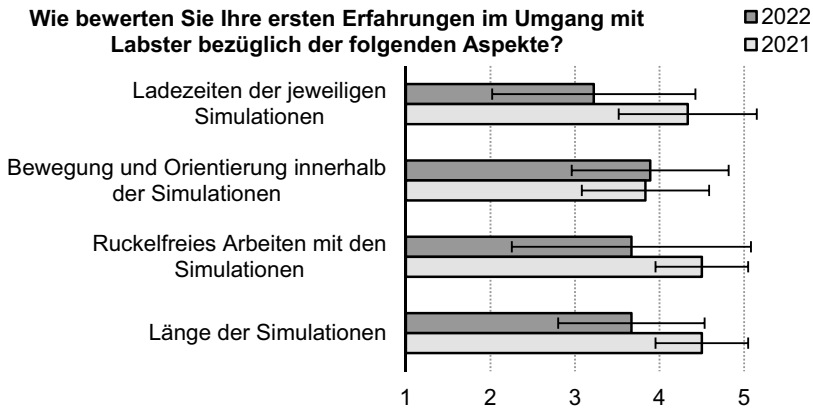


Abb. 5 Bewertung der Erfahrungen im Umgang mit Labster auf einer fünfteiligen Skala als sehr gut (5), eher gut (4), annehmbar (3), eher schlecht (2), sehr schlecht (1) (N = 6 (2021) und N = 9 (2022))

Ladezeiten der Simulationen und zum ruckelfreien Arbeiten spielten wahrscheinlich auch individuell unterschiedliche Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle.

Hinsichtlich der eigentlichen inhaltlichen Arbeit mit den Labster-Simulationen ergab sich bezüglich des möglichen Mehrwerts gegenüber anderen Lernformen ebenfalls ein differenziertes Bild (Abb. 6). In beiden Gruppen gaben mehr als 60 % an, im „Spiel“ (mit den Simulationen) weniger zu merken, dass sie lernen. Knapp 50 % (2021) bzw. 80 % (2022) sahen einen stärkeren Anwendungsbezug, etwa die Hälfte der Studierenden empfand die 3D-Darstellung als Verständnis erleichterung. Insgesamt wurden die regelmäßigen Rückmeldungen auf das Lernen dabei von im Mittel der Hälfte der Studierenden als Mehrwert erfahren. Die 2021er-Gruppe sah ausnahmslos den Mehrwert eines alternativen Lernzugangs, von mehr Spaß beim Lernen und einer damit gesteigerten Lernmotivation. Im Jahr 2022 wurden diese motivationalen Aspekte demgegenüber deutlich weniger betont.

Auf die Frage „Wie bewerten Sie insgesamt Ihre bisherige Lernerfahrung mit Labster im Vergleich zum Lernen mit sonstigen Medien?“ ergaben sich auf einer Skala von -3 (negativ) bis + 3 (positiv) Werte von $1,9 \pm 0,8$ (2022) und $1,7 \pm 1,4$ (2021). Insgesamt wurde die Nutzungserfahrung also überwiegend positiv bewertet.

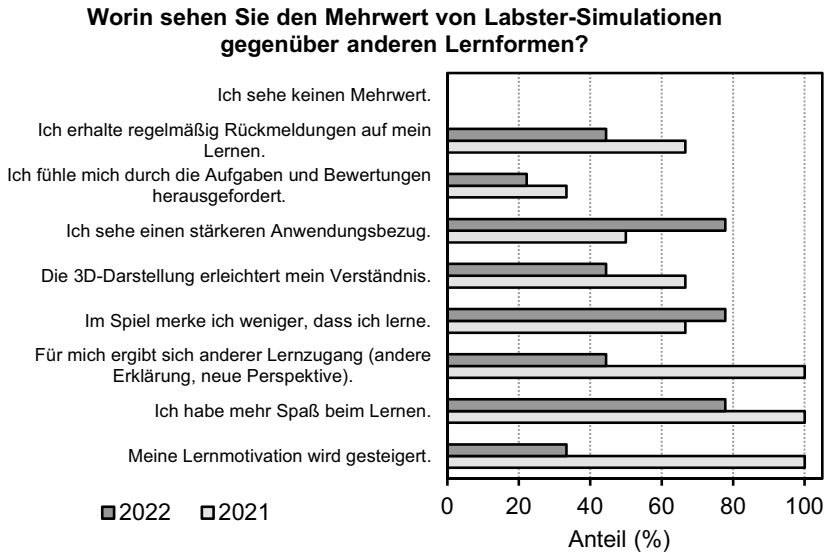


Abb. 6 Zustimmung zu Aussagen zum Mehrwert von Labster-Simulationen gegenüber anderen Lernformen (N = 6 (2021) und N = 9 (2022))

Vor diesem Hintergrund ist wenig überraschend, dass die Teilnehmer:innen, zumindest in der Evaluationsgruppe aus dem WiSe 2022, weit überwiegend angeben, sich vorstellen zu könnten, mit fachlich passenden Labster-Simulationen auch in „regulären“ Modulen zu lernen, zum Teil allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die Bearbeitung nicht verpflichtend sondern nur eine Ergänzung wäre (Abb. 7).

3.2 Nutzung YouTube

Der Kanal Chemie Grundlagen ist seit September 2018 online (Burdinski 2018). Alle dort angebotenen Videos sind frei zugänglich, mit Metadaten indiziert und recherchierbar. Auf dem Kanal werden seitdem acht Lehrvideos mit studienrelevanten Themen aus dem schulischen Bereich (Tab. 2) und seit 2021 zudem ein Video zum Tutoring angeboten (letzteres wird hier nicht weiter berücksichtigt).

Insgesamt wurde auf Inhalte des Kanals 50.600 Mal zugegriffen (Stand 1.12.2022). Die Zahl der Zugriffe auf die einzelnen Lehrvideos ist in Tab. 2

Würden Sie mit fachlich passenden Labster-Simulationen gerne auch in "regulären" Modulen lernen?

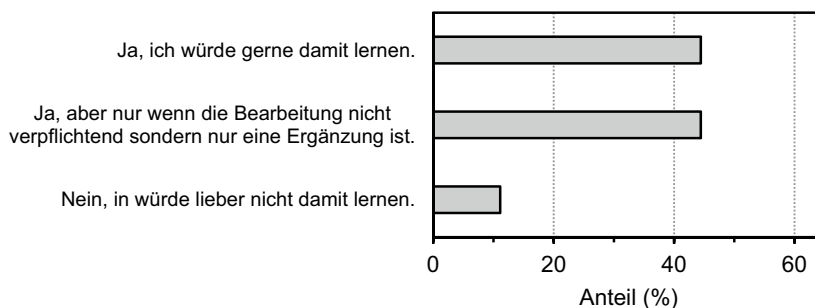


Abb.7 Aussagen zur einer möglichen zukünftigen Nutzung von Labster-Simulationen in „regulären“ Modulen im WiSe 2022 (N = 9)

Tab.2 Lehrvideos des Kanals Chemie Grundlagen. (Eigene Darstellung)

Titel des Videos	Laufzeit (mm:ss)	Aufrufe*
Ausbeuteberechnung (Teil 1)	05:49	20.345
Ausbeuteberechnung (Teil 2)	07:41	12.124
Elemente, Elementsymbole und das PSE	08:03	3983
Molare Masse von Verbindungen	05:32	3281
Stoffmenge	04:32	2852
Einwaageberechnung	06:01	2744
Atombau und Atommasse	08:24	2156
Grundlagen des Atombaus	13:07	2033

*Stand: 1.12.2022

vergleichend zusammengestellt. Videoabhängig lagen diese zwischen ca. 2000 und 20.000, was ein Zeichen für eine starke Nutzung deutlich über das eigene Lehrangebot hinaus ist.

Die Zugriffe erfolgten, soweit nachvollziehbar, weit überwiegend (>96 %) aus Deutschland, was verständlich ist, da alle Videos in deutscher Sprache produziert wurden. Gut ein Drittel (36 %) der Zugriffe erfolgte infolge einer YouTube-Suche, ein Viertel (25 %) durch die direkte Verlinkung bzw. Einbettung

von Videos auf anderen, mutmaßlich lehrbezogenen Plattformen oder Learning-Management-Systemen. Ein knappes Siebtel der Videoaufrufe war die Folge von Videovorschlägen nach dem Aufruf anderer Videos.

Die Nutzer:innen waren, wiederum soweit nachvollziehbar, zu mehr als 98 % im Alter zwischen 18 und 24 Jahren, dabei, über die Zeit relativ stabil, zu 52 % männlich und zu 48 % weiblich.

Auf die Videos wurde überwiegend von Desktop-Computern (55 %) und Mobiltelefonen bzw. Smartphones (Handy, 34 %), allerdings kaum von TV-Geräten (2 %) zugegriffen (Abb. 8). Tablet-Computer spielten im Zeitraum seit 2018 mit im Mittel 9 % eine nur untergeordnete Rolle, dieser Gerätetypus verzeichnete gleichzeitig als einziger eine regelmäßig zunehmende Bedeutung.

Insgesamt variierten die Zugriffszahlen auf die Videos sowohl im Jahresverlauf als auch im Jahresvergleich recht stark (Abb. 9). Innerhalb eines Jahres wurden die höchsten Zugriffszahlen jeweils im November mit einem zweiten Maximum im Januar beobachtet. Jeweils kleinere lokale Maxima traten in den Monaten März und Mai auf. Es ist naheliegend, diese zunächst mit dem Semesterbetrieb an den Hochschulen, sowohl den Universitäten als auch den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften zu korrelieren. Gleichzeitig sind dies in den meisten Bundesländern aktive Schulzeiten.

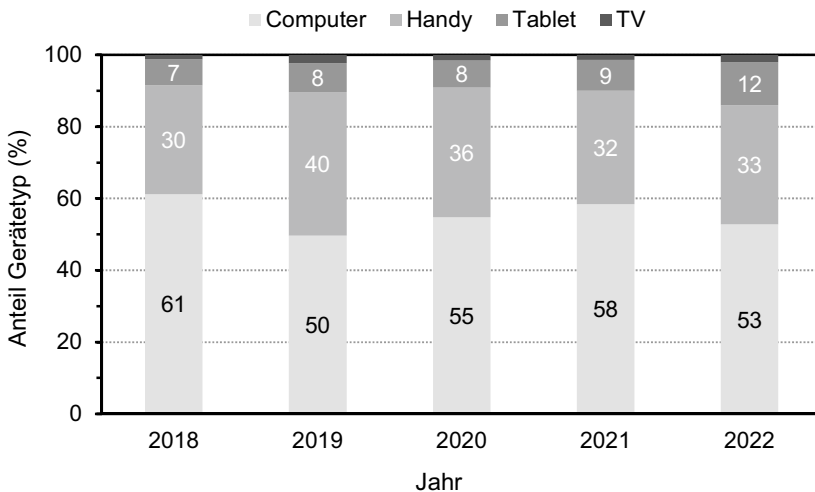


Abb. 8 Anteile der bei Videoaufrufen genutzten Endgerätetypen (Desktop-Computer, Mobiltelefon/Smartphone (Handy), Tablet-Computer, TV-Gerät) im Jahresvergleich

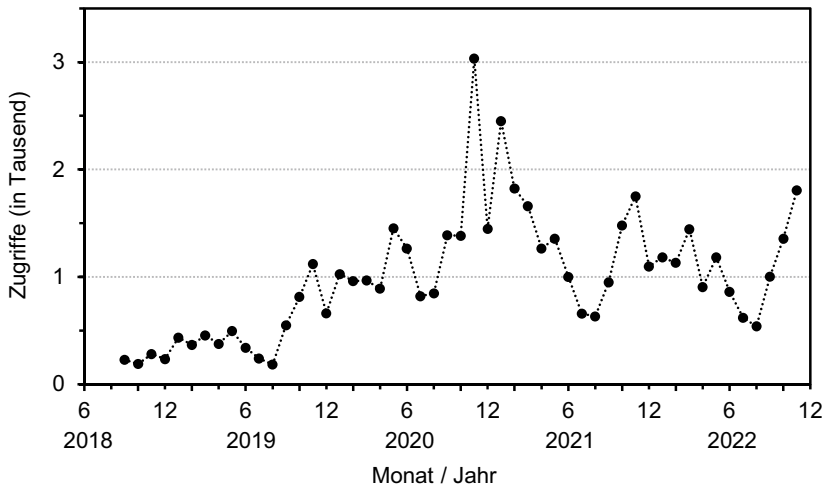


Abb. 9 Zugriffe auf den Kanal Chemie Grundlagen je Monat

Von diesen lokalen Maxima abgesehen, nahm die Nutzung des Kanals Chemie Grundlagen seit der Erstellung regelmäßig zu und erreichte ein Maximum im ersten Jahr der Corona-Pandemie mit mehr als 3000 Zugriffen/Monat im November 2020. Hiernach pendelten sich diese um einem Wert von 1100 Zugriffen/Monat ein.

Während die niedrigsten Werte durchweg in den Monaten Juli und August beobachtbar waren, fiel auf, dass die Zahl der Zugriffe bereits im September und dann weiter im Oktober regelmäßig stark anstiegen. Die Phasen der Studenvorbereitung zum Wintersemester fallen an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften eher in den September und an Universitäten, infolge der später beginnenden allgemeinen Vorlesungszeiten, in den Oktober.

Alle Videos auf dem Kanal Chemie Grundlagen wurden schon zum Zeitpunkt der Veröffentlichung mit selbst erstellten deutschen Untertiteln angeboten. Abb. 10 zeigt den Anteil der Videoaufrufe, bei denen die deutschen Untertitel eingeschaltet wurden, auf Monatsbasis im Verlauf der Jahre 2018 bis 2022.

In den Jahren 2018 bis 2020 wurden im Schnitt 10 % der Videos mit Untertiteln angesehen. Zum Beginn des Jahres 2021 war dann ein leichter Anstieg zu beobachten. Sehr auffällig war ein deutlicher Sprung des Anteils der Videowiedergaben mit Untertiteln im September 2021 mit einem Maximum im Oktober

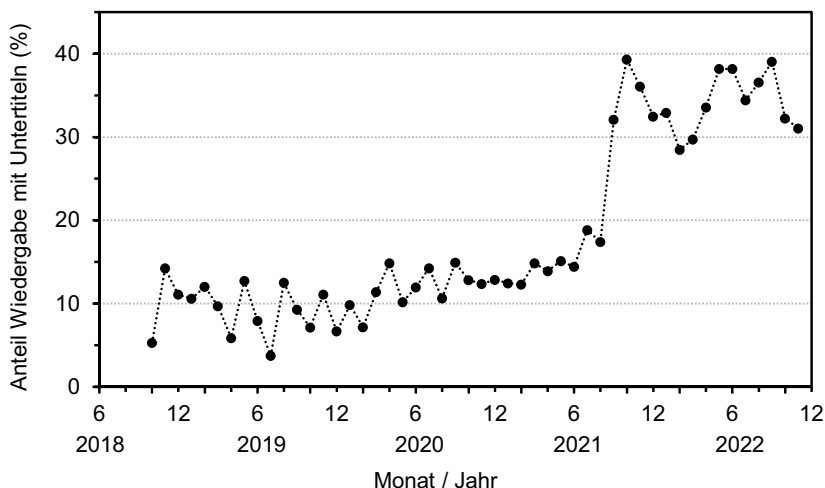


Abb. 10 Anteil Videowiedergaben mit deutschen Untertiteln auf dem Kanal Chemie Grundlagen je Monat

2021 (39 %), was etwa einer Verdopplung der Untertitelnutzungshäufigkeit innerhalb von zwei Monaten entspricht. Das Nutzungsniveau pendelte sich hiernach auf einem gleichbleibend hohen Niveau zwischen 30 und 40 % ein.

Eine Vorabauswertung auch anderer YouTube-Kanäle des Autors zeigte ein ähnliches Bild. Der Zeitraum der Intensivierung der Untertitelnutzung überlappt wiederum mit der Vorbereitungszeit auf das Wintersemester (September-Oktober).

Bei allen Videos war im gesamten Zeitraum die Möglichkeit zur Kommentierung freigeschaltet, und diese wurde von den Nutzer:innen gelegentlich für Feedback verwendet (ca. 30 Primärkommentare). Nur zwei der Kommentare waren nicht sachbezogen und hatte offenbar nur zum Ziel, einen wenig reglementierten Kommunikationskanal für andersartige Beiträge auszunutzen.

Mit den inhaltsbezogenen Kommentaren drückten die Nutzer:innen durchweg Dank für das Angebot und die Qualität der produzierten Videos aus, wie z. B. „Super aufgebaut und verständlich erklärt, genial danke!“ (V.S.), „Vielen Dank. Genau das habe ich gesucht!“ (P.E.), „Es geht ja auch in einfach.“ (R.) und „Endlich hab ich es verstanden. Danke!“ (D.D.). Vereinzelt wurde die Rückmeldung näher begründet, wie z. B. „Produzieren Sie bitte weiterhin solche Videos! [...]

Ich nutze Ihren Kanal um meine Vorlesungen nachzubereiten und wäre ohne diese Möglichkeit ziemlich aufgeschmissen. Danke!“ (A.J.)

Zumindest in Einzelfällen wurden die Videos also zur Vorlesungsbegleitung, mutmaßlich im Studieneingangsbereich, verwendet. Die meisten Kommentare waren mit Klarnamen versehen, sodass erkennbar war, dass diese Nutzer:innen nicht an der Fakultät des Autors studierten. Sie verdeutlichen damit nochmals die hochschulübergreifende Reichweite des Kanals.

4 Diskussion

4.1 VR-Simulationen

Zu Beginn dieser Studie lagen keine eigenen und auch nur wenige externe Erfahrungen mit dem Einsatz von VR-Simulationen im Studieneingangs- bzw. Studienvorkursbereich vor. In beiden Untersuchungsjahren 2021 und 2022 konnten jeweils weniger als 15 % der eingeladenen Erstsemesterstudierenden dazu motiviert werden, wenigstens eine VR-Simulation zu starten. Die Rückmeldungen zu den einzelnen Simulationen erfolgten ebenfalls nur vereinzelt, sodass diese hier nicht ausgewertet wurden.

Aus den allgemeinen Rückmeldungen nach der Bearbeitung mehrere Simulationen ergab sich, dass die Studierenden sehr unterschiedliche Geräte für die Bearbeitung nutzten. Für die Entwicklung des Vorkursangebots ist diese geräteunabhängige Nutzbarkeit daher ein wichtiges Kriterium. Da ein Labster-Plugin für das LMS ILIAS derzeit nicht zur Verfügung steht, spricht dies für die Plattform THspaces, die html-basiert und damit unabhängig vom jeweiligen Betriebssystem nutzbar ist.

Die Plattform wurde bereits im Rahmen dieser Studie ohne größere Probleme verwendet. Der Aufbau und die Inhalte des für die Studie eingerichteten Spaces als Vorkurs-Prototyp lieferte den Studierenden nach eigener Einschätzung alle relevanten Informationen. Er erlaubte es zudem, die Simulationen auf der externen Labster-Plattform mit den begleitenden Kommunikationsangeboten sowie den Evaluationsabfragen auf der ILIAS-Plattform zu verknüpfen. Dass diese Verknüpfung wichtig ist und gleichzeitig noch verbessert werden muss, ergibt sich aus der geringen Rücklaufquote bei den Einzelsimulationsevaluationen. Inwieweit die Verknüpfung der Simulationen mit den inhaltlich dazu passenden Lehrvideos wirksam war, konnte im Rahmen dieser Studie leider nicht untersucht und muss in einem nächsten Schritt adressiert werden.

Um die offenbar noch zurückhaltende Nutzung des Angebots an VR-Simulationen in Zukunft zu verbessern, sind zwei Beobachtung wichtig: Zum einen, fühlten sich Studierende mit Vorerfahrungen im Umgang mit VR-Simulationen sicherer beim Einstieg in die Nutzung der Labster-Simulationen als solche ohne derartige Vorerfahrungen. Gerade für letztere scheint ein möglichst niederschwelliger Zugang und Einstieg entscheidend. In diesem Kontext kann, zum anderen, auch die insgesamt geringe Nutzungsrate des Angebots bei vielen Studierenden trotz der ursprünglichen Interessensbekundung interpretiert werden. Insbesondere, da die Simulationen eine freiwillige „Arbeitsleistung“ waren, scheint es umso wichtiger, dass der Einstieg leicht und attraktiv, also motiviert durch eine in Aussicht gestellte positive Lernerfahrung, erfolgt. Unnötige Systemwechsel sollten daher vermieden werden oder zumindest möglichst unmerklich bzw. reibungslos funktionieren.

Bei den Studierenden, die aktiv mit den Simulationen gearbeitet hatten, war die inhaltliche Nutzungserfahrung insgesamt eher positiv, sowohl in der Gesamtschau als auch bezüglich der zusätzlichen Lernmotivation, auch im Kontext neuer Lernperspektiven und einem fachlichen Anwendungsbezug. Entscheidend für die weitere Entwicklung des Online-Vorkurses scheint damit, die Zugänglichkeit sowie die Nutzerfreundlichkeit des Angebots zu verbessern und dieses möglichst transparent zu gestalten.

4.2 YouTube

Der regelmäßige Anstieg der Zugriffszahlen auf den YouTube-Kanal Chemie Grundlagen bis 2020 und ein danach stabiler Verlauf deuten auf einen zunächst wachsenden und dann gleichbleibenden Bedarf an einfachen, wissenschaftlich fundierten Lehrvideos des hier produzierten Typs. Die Verfügbarkeit solcher Videos war gerade in der Pandemie wichtig, denn nicht nur Studierende änderten ihr Nutzungsverhalten, sondern vor allem Nutzende, die unregelmäßige Recherche betrieben und mit dem Beginn der Covid-19-Krise verschiedene Medien täglich nutzten (März et al. 2021). Die durchschnittliche tägliche Nutzungszeit von Computerspielen und sozialen Online-Medien insbesondere durch Kinder und Jugendliche nahm deutlich zu (Spitzer 2020).

Mit dem Beginn der Corona-Pandemie intensivierte sich, mit Blick auf Deutschland, insgesamt die Nutzung von Videos auf den verschiedenen Kanälen deutlich. Auf YouTube, im Besonderen, nahm die Nutzungsdauer von Videos um ca. 40 % auf im Schnitt 15 min täglich zu. In der hier besonders relevanten Altersgruppe der 14- bis 29-Jährigen wurden YouTube-Videos, trotz des sehr

hohen Anfangsniveaus vor der Pandemie, um knapp 38 % länger für dann Mittel 40 min täglich genutzt (van Eimeren et al. 2020).

Im Jahr 2021 war die Nutzungsdauer anderer (nicht an Fernseh- oder Streamingdienste gebundener) Videoinhalte auf YouTube in der Gruppe der 14- bis 29-Jährigen allgemein leicht (12 %) und auf anderen Social-Media-Plattformen sogar deutlich um mehr als 60 % rückläufig (Kupferschmitt und Müller 2021), was mit dem auf dem Kanal Chemie Grundlagen beobachteten Trend korreliert.

Ungeachtet der o.g. Schwankungen schaut mittlerweile die Hälfte der deutschen Bevölkerung mindestens einmal pro Woche Videos auf YouTube. Bei den unter 30-Jährigen liegt der Anteil unterdessen bei über 80 % (Hess und Müller 2022). Mit dem Angebot von studienbezogenen Lehrinhalten auf der Plattform kann die relevante Altersgruppe damit zunehmend effektiv erreicht werden, wie auch der wiederkehrende Anstieg der Zugriffszahlen auf dem Kanal Chemie Grundlagen in den Monaten September und Oktober zeigt. Dieser fällt für viele Studierende in die klassische Studienvorbereitungszeit, in der sie beispielsweise Studienvorkurse belegen. Der schon deutlich vor Semesterbeginn auftretende Anstieg kann daher darauf hinweisen, dass dies Videos zumindest zum Teil bereits in diesem Kontext genutzt werden.

Fast die Hälfte der Videozugriffe erfolgt dabei unterdessen von mobilen Endgeräten (Tablet oder Handy, Laptop-Computer nicht mitgerechnet). Für diesen Anteil deutet das weniger auf ein planvolles Bearbeiten der Videos, als vielmehr auf eine spontane bzw. situationsbezogene Nutzung hin. Knapp mehr als die Hälfte der Videos wurde demgegenüber von Desktop- oder Laptop-Computern aus aufgerufen, was auf eine zumindest tendenziell stärker planvollere Bearbeitung hinweisen kann.

In welcher Weise die Dienste von YouTube genutzt werden, wird zu einem nicht unerheblichen Teil durch die entsprechenden Vorschlagsfunktionen von YouTube selbst beeinflusst (Schicchi et al. 2021). Von der Plattform forcierte Änderungen an den Profileinstellungen einzelner Gruppen von Nutzer:innen können daher zumindest zu einer veränderten Nutzungshäufigkeit der Untertitel beitragen. Hinweise auf einen solchen Beitrag konnten im Rahmen dieser Untersuchung bislang allerdings nicht gefunden werden.

Die hier beobachtete Zunahme der Untertitelnutzung fiel mit dem Studieneinstieg in das Wintersemester 2021–2022 und damit dem zweiten Studienjahrbeginn unter Pandemiebedingungen zusammen. Im Wintersemester 2021–2022 nahm die Zahl der Erstsemesterstudierenden an deutschen Hochschulen dabei gegenüber dem Vorjahr insgesamt leicht ab (–3,7 %), gleichzeitig nahm der Anteil nicht deutscher Studierender um knapp 21 % zu (von 20,5 % auf 24,7 %). Die Nutzung von Untertiteln im deutschsprachigen Vorkursbereich kann für nicht

deutsche Studierende hilfreich sein und für die Zunahme deren Nutzung zumindest einen Erklärungsansatz liefern. Welche anderen Faktoren hierzu beitragen, muss in nachfolgenden Untersuchungen geklärt werden.

Insgesamt ist es im Sinne der Stärkung einer studienorientierten Nutzung der Videos erstrebenswert, diese besser zu kontextualisieren und mit den Studieneingangszielen zu verknüpfen. Die Einbettung in den geplanten Online-Studienvorkurs kann diese Anforderung erfüllen. Hierbei ist das Nutzungsverhalten der potenziellen Nutzer:innen insoweit zu berücksichtigen, dass das gesamte Angebot auf den hauptsächlich verwendeten Endgeräten (Computer, Handy und Tablet) nutzbar ist. Vor diesem Hintergrund erscheint die html-basierte Word-Press-Plattform THspaces gegenüber dem ansonsten für Lehrkurse zur Verfügung stehende ILIAS-7-System besser geeignet.

5 Fazit

In Schule, Hochschule und Gesellschaft besteht ein wachsender Bedarf an qualitativ hochwertigen digitalen Medien für die selbstständige Informationsbeschaffung und den Aufbau von Grundlagenwissen. Lehrvideos können für alle Beteiligten vorteilhaft über offene Videoplattformen, hier am Beispiel YouTube untersucht, bereitgestellt und deren Nutzung ausgewertet werden. Dank der offenen Lizenzen und der sehr guten Erreichbarkeit ist eine Einbindung in nahezu beliebige Lehr-Lernsysteme möglich. Chemiebezogene Simulationen in Virtuellen Realitäten (VR) können Handlungskompetenzen gezielter und realitätsnäher adressieren. Mit kommerziellen Angeboten, hier am Beispiel der Firma Labster untersucht, können auf der Plattform bereits verfügbare Themenkomplexe handlungsorientiert erarbeitet werden. VR-Simulationen sind insofern für die Studienvorbereitung & Studieneingangsphase geeignet. Um diese besser auf die Bedarfe der (zukünftigen) Studierenden an der eigenen Hochschule abzustimmen, bietet sich, trotz der hohen Vorlaufkosten, die Entwicklung einer eigenen VR-Lernumgebung an. Mit dieser wird es möglich, das Angebot im Laufe der Vorkursentwicklung besser an die dann schärfer definierten Lernbedarfe eigener Studierender oder Chemieinteressierter anzupassen, um Einstiegshürden und ggf. bestehende Vorbehalte bei den Nutzer:innen zu reduzieren. Diese VR-Simulationen könnten damit zudem auf eigenen Hochschulrechnern betrieben werden, sodass sie den Anforderungen des Datenschutzes besser gerecht werden können. Nur in diesem Fall wird eine lizenzfreie Integration von VR-Simulationen und Videos im Sinne eines offenen und motivierenden Studienvorkurses für die Chemie möglich. Ein erster Prototyp wurde hier untersucht, um die nächsten Entwicklungsschritte vorzubereiten.

Literatur

- acatech/Joachim Herz Stiftung. 2022. *MINT Nachwuchsbarometer 2022*, München/Hamburg.
- Austerschmidt, Kim L., Sarah Bebermeier, und Fridtjof W. Nussbeck. 2021. Nutzung und Effekte mathematischer Vorkurse in verschiedenen Studienfächern. *die hochschullehre* 7 (16): 126–142. <https://doi.org/10.3278/HSL2116W>.
- Bonde, Mads T., Guido Makransky, Jakob Wandall, Mette V. Larsen, Mikkel Morsing, Hanne Jarmer, und Morten O. A. Sommer. 2014. Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature Biotechnology* 32:694–697. <https://doi.org/10.1038/nbt.2955>.
- Bornkessel, Philipp, Sonja Heißenberg, und Karsten Becker. 2019. Studentische Heterogenität im Spiegel hochschulischer Homogenitätsorientierung – zur Komposition Studierender verschiedener Bildungswege und Studienberechtigungen und deren Implikationen für das Studium. In *Der Übergang in die Hochschule: Strategien, Organisationsstrukturen und Best Practices an deutschen Hochschulen*, Hrsg. Cornelia Driessen, und Angela Ittel, 115–128. Münster, New York: Waxmann.
- Burdinski, Dirk. 2018. YouTube-Kanal „Chemie Grundlagen“ (<https://t1p.de/b14u>). <https://www.youtube.com/channel/UCTfxpDamgBh9txVaMgHHo-A>.
- Burdinski, Dirk. 2022. Wirkungen der Umstellung einer Grundlagen-„Vorlesung“ Anorganische Chemie auf ein Inverted-Classroom-Modell. In *Hochschullehre erforschen: Innovative Impulse für das Scholarship of Teaching and Learning*, Hrsg. Uwe Fahr, Kenner Allesandra, Holger Angenent, und Alexandra Eßer-Lüghausen, 83–109. Wiesbaden: Springer VS; Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Burdinski, Dirk, und Susanne Glaeser. 2016. Flipped Lab – Effektiver lernen in einem naturwissenschaftlichen Grundlagenpraktikum mit großer Teilnehmerzahl. In *Neues Handbuch Hochschullehre*, Hrsg. Brigitte Berendt, Andreas Fleischmann, Niclas Schaper, Birgit Szczyrba, und Johannes Wildt, 1–28. Berlin: Raabe-Verlag.
- Burdinski, Dirk, und Eva Rausch. 2021. Teilvirtuelle Umgestaltung eines Chemie-Laborpraktikums – Maßnahmen und Wirkungen. In *Forschungsimpulse für hybrides Lehren und Lernen an Hochschulen*, Hrsg. Miriam Barnat, Elke Bosse, Birgit Szczyrba, Simone Beyerlin, Dagmar Linnartz, und Susanne Gotzen, 193–212. Köln: Cologne Open Science.
- van Eimeren, Birgit, Bernhard Kessler, und Thomas Kupferschmitt. 2020. Auswirkungen der Corona-Pandemie auf Mediennutzung, Motive und Bewertungen: Sonderauswertungen der ARD/ZDF-Massenkommunikation Langzeitstudie. *Media Perspektiven* (10-11): 526–555.
- Erdmann, Melinda. 2019. Existieren migrationsspezifische Problemlagen in der Studieneingangsphase? In *Alles auf Anfang!: Befunde und Perspektiven zum Studieneingang*, Hrsg. Wilfried Schubarth, Sylvi Mauermeister, Friederike Schulze-Reichelt, und Andreas Seidel, 103–120. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- Gabellini, Cinzia, Sabrina Gallner, Franziska Imboden, Maaïke Kuurstra, und Peter Tremp (Hrsg.). 2021. Lehrentwicklung by Openness - Open Educational Resources im Hochschulkontext. Dokumentation der Tagung vom 06. März 2021. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern; <https://doi.org/10.5281/zenodo.5004445>.

- Geipel, Andrea. 2018. Wissenschaft@YouTube. In *Knowledge in Action*, Hrsg. Eric Lettkemann, René Wilke, und Hubert Knoblauch, 137–163. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Glaeser, Susanne, Elisabeth Kaliva, und Dagmar Linnertz. 2018. Die digitale Lehr- und Lerncommunity der TH Köln als strategischer Baustein für die studierendenzentrierte Lehre. In *Digitalisierung und Hochschulentwicklung: Proceedings zur 26. Tagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V.*, Hrsg. Barbara Getto, Patrick Hintze, und Michael Kerres, 101–107. Münster: Waxmann.
- Hess, Claudia, und Thorsten Müller. 2022. ARD/ZDF-Massenkommunikation Trends 2022: Mediennutzung im Intermediavergleich: Aktuelle Ergebnisse der repräsentativen Langzeitstudie. *Media Perspektiven* (9): 414–424.
- Heublein, Ulrich, Christopher Hutzsch, und Robert Schmelzer. 2022. „Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland.“ *DZHW Brief* 05/2022.
- Heublein, Ulrich, Christopher Hutzsch, Jochen Schreiber, Dieter Sommer, und Georg Besuch. 2010. Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08. *Forum Hochschule (HIS)* (2): 1–184.
- Heublein, Ulrich, Johanna Richter, Robert Schmelzer, und Dieter Sommer. 2014. „Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2012.“ *Forum Hochschule (DZHW)* (4): 1–20.
- Jones, Nicola. 2018. The virtual lab: Can a simulated laboratory experience provide the same benefits for students as access to a real-world lab? *Nature* 562 (7725): S5–S7. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-06831-1>.
- Kaliva, Elisabeth, und Susanne Glaeser. 2021. Kompetenzorientiertes Lernen in der Post-LMS-Ära. *eleed* 14 (1).
- Kreulich, Klaus, und Frank Dellmann. 2016. Digitalisierung // Strategische Entwicklung einer kompetenzorientierten Lehre für die digitale Gesellschaft und Arbeitswelt. Die Position der UAS7-Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, UAS7 e.V. c/o HWR Berlin, Berlin.
- Kupferschmitt, Thomas, und Thorsten Müller. 2021. ARD/ZDF-Massenkommunikation Trends 2021: Mediennutzung im Intermediavergleich: Aktuelle Ergebnisse der repräsentativen Langzeitstudie. *Media Perspektiven* (8): 370–395.
- Lang, Christian, Lena Harwardt, und Boris Mizaikoff. 2012. Den Studieneinstieg erleichtern. *Nachrichten aus der Chemie* 60 (9): 955–956. <https://doi.org/10.1002/nadc.201290344>.
- Leong, Elizabeth, Agnes Mercer, Stephen M. Danczak, Sara H. Kyne, und Christopher D. Thompson. 2021. The transition to first year chemistry: student, secondary and tertiary educator’s perceptions of student preparedness. *Chemistry Education Research and Practice* 22 (4): 923–947. <https://doi.org/10.1039/D1RP00068C>.
- Makransky, Guido, Malene Warming Thisgaard, und Helen Gadegaard. 2016. Virtual Simulations as Preparation for Lab Exercises: Assessing Learning of Key Laboratory Skills in Microbiology and Improvement of Essential Non-Cognitive Skills. *PLoS one* 11 (6): e0155895 (1–11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155895>.
- März, Sophie, Thomas Mandl, und Stefan Dreisiebner. 2021. Informationsverhalten während Krisen: Mediennutzung, Zufriedenheit mit der Informationsversorgung und Umgang mit

- Fake News während der Covid-19-Pandemie im deutschsprachigen Raum. *Information - Wissenschaft & Praxis* 72 (1): 31–40. <https://doi.org/10.1515/iwp-2020-2135>.
- Metz, Sina, und Inga Dreyer. 2022. Panoptikum 22–7 #SocialMedia #DigitaleGewalt #YouTube. <https://www.wissenschaftskommunikation.de/panoptikum-22-7-socialmedia-digitalegewalt-youtube-56763/>. Zugegriffen: 5. Dezember 2022.
- Moghavvemi, Sedigheh, Ainin Sulaiman, Noor Ismawati Jaafar, und Nafisa Kasem. 2018. Social media as a complementary learning tool for teaching and learning: The case of youtube. *The International Journal of Management Education* 16 (1): 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.12.001>.
- Potkonjak, Veljko, Michael Gardner, Victor Callaghan, Pasi Mattila, Christian Guetl, Vladimir M. Petrović, und Kosta Jovanović. 2016. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education* 95:309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>.
- Przywarra, Tobias, und Björn Risch. 2021. Kugeln, Bilder oder Augmented Reality. *Nachrichten aus der Chemie* 69 (11): 12–15.
- Schicchi, Daniele, Benedetto Marino, und Davide Taibi. 2021. Exploring Learning Analytics on YouTube: a tool to support students' interactions analysis. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech '21*, Hrsg. Tzvetomir Vassilev, und Roumen Trifonov, 207–211. New York, NY, United States: Association for Computing Machinery.
- Spitzer, Manfred. 2020. Mediennutzung in Zeiten von Corona. *Nervenheilkunde* 39 (11): 698–703. <https://doi.org/10.1055/a-1193-8248>.
- Stoll, Gundula. 2019. Online-Self-Assessments zur Studienfachwahl – wie Hochschulen die Potenziale dieses Instruments effektiv nutzen können. In *Der Übergang in die Hochschule: Strategien, Organisationsstrukturen und Best Practices an deutschen Hochschulen*, Hrsg. Cornelia Driesen, und Angela Ittel, 65–76. Münster, New York: Waxmann.
- Thisgaard, Malene, und Guido Makransky. 2017. Virtual Learning Simulations in High School: Effects on Cognitive and Non-cognitive Outcomes and Implications on the Development of STEM Academic and Career Choice. *Frontiers in Psychology* 8:805 (1–13). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00805>.

Prof. Dr. Dirk Burdinski ist Professor und Studiendekan an der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften der TH Köln, Campus Leverkusen. E-Mail: dirk.burdinski@th-koeln.de

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

