

Wirken Erklärvideos als Lerntool im universitären Laborpraktikum?

Evaluation von Video-Scaffolds zum experimentellen Problemlösen anhand von Fähigkeitsselbsteinschätzungen

Besim Enes Bicak^{1,*}, Cornelia Borchert² & Kerstin Höner¹

¹ Technische Universität Braunschweig

² Universität Bielefeld

* Kontakt: Technische Universität Braunschweig,
Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften,
Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften,
Abteilung Chemie und Chemiedidaktik,
Bienroder Weg 82, 38106 Braunschweig,
b.e.bicak@gmx.net

Zusammenfassung: Erkenntnisgewinnung ist in der universitären Lehrkräftebildung noch nicht entsprechend ihrer hohen Bedeutung als zentraler Kompetenzbereich der Naturwissenschaften in der Schule repräsentiert. In der Chemielehrkräftebildung an der Technischen Universität Braunschweig erfolgte daher ihre explizite Vermittlung und Förderung mit experimentellen Problemlöseaufgaben in einem fachwissenschaftlichen, organisch-chemischen Laborpraktikum. Zusätzlich wurden Erklärvideos zu Erkenntnisgewinnung bzw. labormethodischen Techniken als kognitives Scaffolding in der Vorbereitungszeit der Studierenden eingesetzt. Im Beitrag werden die Erklärvideos als Lerntool vorgestellt und anhand ihres Einflusses auf die Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Studierenden evaluiert. Während signifikante Zuwächse in den Fähigkeitsselbsteinschätzungen durch die Teilnahme am Praktikum gefunden wurden, zeigten sich keine Interaktionseffekte durch den Einsatz der Erklärvideos. Die Erkenntnisse zum Einsatz von Erklärvideos im universitären Laborpraktikum werden diskutiert.

Schlagerwörter: Chemie; Selbstkonzept; Scaffolding; inquiry-based learning; Erkenntnisprozess; praktisches Arbeiten



1 Einleitung

Die Möglichkeiten der Digitalisierung für die universitäre Bildung stehen seit einigen Jahren im Fokus der Forschung. Allerdings kann nicht per se von der Wirksamkeit digitaler Medien ausgegangen werden (KMK, 2017). Als ein beliebtes Lernmedium bei Studierenden finden Erklärvideos auch in der Hochschullehre Verwendung (Schmid et al., 2017). In der Chemielehrkräftebildung an der Technischen Universität Braunschweig werden Erklärvideos in einem organisch-chemischen Laborpraktikum eingesetzt, um die Förderung von erkenntnismethodischen Fähigkeiten und labormethodischen Fertigkeiten zu unterstützen. Denn insbesondere die Erkenntnisgewinnung steht in universitären Laborpraktika noch wenig im Fokus (Bretz et al., 2013). Die Fähigkeiten angehender Lehrkräfte sind entsprechend defizitär (Hilfert-Rüppell et al., 2013; Kambach, 2018; Khan & Krell, 2019), wenngleich sie Erkenntnisgewinnung bei ihren künftigen Schüler*innen fördern sollen. Einen weiteren Baustein des Praktikums stellen daher den Erkenntnisgewinn anleitende Problemlöseexperimente dar, deren Einfluss auf die Erkenntnisgewinnungskompetenzen bei Bicak et al. (2021) berichtet wurde. In diesem Beitrag sollen die Erklärvideos als Lerntool vorgestellt und anhand der Fragestellung evaluiert werden, ob sie zu einem Zuwachs der studentischen Fähigkeitsselbsteinschätzungen führen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Erkenntnisgewinnung

Die Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse wird in der Lehre üblicherweise als ein idealtypischer Prozess zur Bildung von Theorien vermittelt (Stiller et al., 2020). Erkenntnisgewinnung lässt sich als komplexer Problemlöseprozess beschreiben (Mayer, 2007), dessen Teilbereiche, u.a. *Entwickeln von Forschungsfragen, Bilden von Hypothesen, Planen von Experimenten, Beobachten und Messen, Aufbereiten von Daten und hypothesenbezogenes Schlussfolgern* (Kambach, 2018), auch in Kompetenzmodellen zum „scientific reasoning“ Anwendung finden (z.B. Hartmann et al., 2015). Abzugrenzen davon sind das Wissenschaftsverständnis und die manuellen Fertigkeiten (Labormethodik) als eigene Kompetenzkonstrukte (Mayer, 2007).

Die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung stellt Lernende vor Herausforderungen: Erwachsene neigen zur Planung konfundierter Experimente oder zu falscher Interpretation von Evidenz (Zimmerman & Klahr, 2018). Angehenden Naturwissenschaftslehrkräften fällt vor allem das Generieren von Fragestellungen und Hypothesen schwer (Kambach, 2018; Khan & Krell, 2019). Bei der Planung von Experimenten berücksichtigen sie Kontrollexperimente zu wenig (Hilfert-Rüppell et al., 2013) und wählen Materialien nicht nachvollziehbar aus; Experimente werten sie oft nicht aus und wenn, dann nur selten mit Rückbezug ihrer Schlussfolgerungen auf die Hypothesen (Kambach, 2018). Die Defizite werden u.a. darauf zurückgeführt, dass die universitäre (Lehrkräfte-)Bildung in den Naturwissenschaften durch kochrezeptartige Versuche (Befolgen von Schritt-für-Schritt-Anleitungen) geprägt ist, bei denen der Erkenntnisprozess gegenüber der Einübung handwerklicher Techniken in den Hintergrund tritt (Bretz et al., 2013; Kambach, 2018). Als Fördermöglichkeiten werden u.a. Laborpraktika mit offenem Experimentieren (Etkina et al., 2010; Khaparde, 2019) und mit zusätzlichem kognitiven „scaffolding“ (Bruckermann et al., 2017) diskutiert. Als „scaffolding“ für den Problemlöseprozess eignen sich z.B. Videos (Kaiser & Mayer, 2019).

2.2 Erklärvideos

„Medien, die Informationen mit Hilfe elektronischer Geräte digital speichern oder übertragen und in bildhafter oder symbolischer Darstellung wiedergeben“ (Pallack, 2018, S. 28), werden als digitale Medien bezeichnet. Ein beliebtes digitales Medium bei Lernenden wie Lehrenden ist das Erklärvideo (Schmid et al., 2017). Dabei handelt es sich um eigenproduzierte Filme zum Zweck der Vermittlung, die Konzepte erklären oder Tätigkeiten demonstrieren (Findeisen et al., 2019). Für eine effektive Gestaltung sollten die „cognitive load theory“ (CLT; Sweller et al., 2011) und die „cognitive theory of multimedia learning“ (CTML; Mayer, 2014) beachtet werden. Die für die audiovisuelle Gestaltung bedeutsame CTML beschreibt die Informationsverarbeitung beim Menschen als aktiven Prozess, in dem die Inhalte der medialen Präsentation über einen auditiven und einen visuellen Kanal aufgenommen und an das Arbeitsgedächtnis weitergegeben werden. Dort werden sie mithilfe kognitiver Organisationsprozesse zu verbalen und bildhaften Modellen weiterverarbeitet, die mit dem Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis interagieren (Mayer, 2014). Für Erklärvideos ist insbesondere die getrennte Verarbeitung der Text- und Bildinformationen relevant.

Die CLT beschreibt die aus der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses resultierende kognitive Belastung beim Wissenserwerb (Sweller et al., 2011). Werden Lernende kognitiv überlastet, werden Verarbeitung und Speicherung von Informationen beeinträchtigt. Belastungsreduzierend wirken z.B. vor dem Problemlösen eingesetzte „worked examples“, d.h. vollständig durchgeführte Problemlösungen (Paas et al., 1994, S. 122). Erklärvideos können „worked examples“ sowohl für kognitive als auch für praktische Tätigkeiten darbieten. Derartiges computergestütztes Vorführen einer Problemlösestrategie hat sich als wirksames „scaffolding“ für Problemlöse-Szenarien erwiesen (Belland et al., 2017). Erklärvideos eignen sich ebenfalls zur Abschwächung des „split attention effect“ (Kalyuga et al., 2003, S. 24), da sie Text- und Bildinformationen in einem Medium verbinden. Diese Effekte verringern sich allerdings mit zunehmender Expertise der Lernenden bis hin zur vollständigen Umkehr, wenn Unterstützungen nicht benötigt werden und hingegen belastend auf das Arbeitsgedächtnis wirken („expertise reversal effect“; Kalyuga et al., 2003, S. 23). Die Passung der Videounterstützung zur Zielgruppe ist also zu prüfen, um z.B. irrelevante Informationen zu vermeiden („redundancy effect“; Sweller et al., 2011, S. 141).

Dem Rezipieren von Erklärvideos durch Lernende werden positive Wirkungen auf den Lernerfolg zugeschrieben, u.a. aufgrund der Möglichkeiten, die Erklärung zu pausieren oder erneut anzusehen, sowie der Schaffung zeitlicher Freiräume im Unterricht (Campbell et al., 2020; Wrede & Gerhard, 2016). Lernende beurteilen Erklärvideos als wirksam für ihren Lernprozess (Campbell et al., 2020; Lewis, 1995). In naturwissenschaftlichen Praktika zeigen sich nur teilweise positive Effekte, z.B. auf Fachwissen (Varnai & Reinhold, 2018) und Selbsteinschätzungen (Chen, 2022). Lewis (1995) hingegen berichtet keine Verbesserung der Leistung. Möglicherweise haben weder die didaktische Gestaltung noch die Verortung des Videoschauens vor oder während einer Aufgabe Einfluss auf den Lernerfolg (Sterzing et al., 2022). Hingegen deutet sich ein zumindest partieller „expertise reversal effect“ (z.B. Richter & Scheiter, 2019) an, insofern vor allem Lernende mit geringeren Vorkenntnissen von Erklärvideos profitieren (Sterzing et al., 2022). Aus unterrichtspraktischer Sicht eignen sich Erklärvideos zur Vorstrukturierung von Problemlöseprozessen (Kaiser & Mayer, 2019). In einem Laborpraktikum könnten so auch offene Experimente reibungsloser ablaufen, zeitlich und inhaltlich vorentlastet werden. Es ist anzunehmen, dass sich derartiges Videoscaffolding positiv auf subjektive Einschätzungen der Lernenden, z.B. fähigkeitsbezogene Selbstkonzepte, auswirkt.

2.3 Selbstkonzept und Selbsteinschätzung

Das Selbstkonzept (SK) ist „das mentale Modell einer Person über ihre Fähigkeiten und Eigenschaften“ (Moschner & Dickhäuser, 2018, S. 750) und wird als ein hierarchisches, multidimensionales Konstrukt verstanden (z.B. Shavelson et al., 1976). Das Fähigkeits-selbstkonzept (FSK) beschreibt die Selbsteinschätzungen der eigenen Fähigkeiten in einem bestimmten Fach oder spezifischer bei einer bestimmten Tätigkeit (Shavelson et al., 1976) und beeinflusst u.a. die Leistung der Person (Moschner & Dickhäuser, 2018). Das experimentbezogene FSK für das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten in den naturwissenschaftlichen Fächern (Atzert et al., 2020) spiegelt auch Teilbereiche der Erkenntnisgewinnung wider (Kap. 2.1).

Fähigkeitsselbstkonzepte entstehen durch Kompetenzerfahrung und anhand interner und externer Bezugsnormen (Dickhäuser et al., 2002; Marsh & Craven, 2006). Temporale Vergleiche der eigenen Fähigkeiten beziehen sich auf frühere Leistungen. Das FSK von Personen, die sich z.B. im zeitlichen Verlauf als zunehmend fähiger beim Experimentieren wahrnehmen, sollte ansteigen (Atzert et al., 2020). Vergleiche mit den eigenen Leistungen in anderen Fächern bilden den dimensional Bezugsrahmen. Hier befinden Personen, ob sie sich eher mit diesem oder jenem Fach identifizieren (Marsh & Craven, 2006). Chemiestudierende weisen z.B. ein höheres fachbezogenes SK auf als Studierende mit Chemie und weiterem Fach, wie z.B. Lehramtsstudierende (Klostermann et al., 2014). Des Weiteren wird das FSK vom Vergleich der eigenen Leistung mit der sozialen Bezugsgruppe beeinflusst. So ist es möglich, dass sich zwei Personen mit objektiv gleichen Fähigkeiten in unterschiedlich leistungsstarken Bezugsgruppen als unterschiedlich fähig einschätzen (sog. Fischteich-Effekt; Marsh, 1987). Der kriteriale Vergleich hingegen orientiert sich daran, ob die Person nach eigener Einschätzung den Ansprüchen der Bildungsinstitution bzw. der Aufgabe selbst genügt (Atzert et al., 2020; Dickhäuser et al., 2002).

Während die Forschung zum SK von Schüler*innen im naturwissenschaftlichen Unterricht Erkenntnisse zu Einflussfaktoren wie Geschlecht, Selbstwirksamkeitserwartungen (Jansen, 2014) oder auch bildungs- und fachbezogenem Kapital im Bourdieu'schen Sinne (Archer et al., 2015; vgl. Rüschenpöhler & Markic, 2020, zu Selbstwirksamkeitserwartungen) liefern konnte, ist die Datenlage für Lehramtsstudierende weniger aussagekräftig. Das absolut, d.h. unter Verzicht auf Explikation der Bezugsnorm erhobene FSK zeigt bei Physiklehramtsstudierenden keine Geschlechterunterschiede (Elsholz, 2018). Allerdings offenbart es geringere Einschätzungen im Vergleich zu Mitstudierenden und höhere Einschätzungen im temporalen Vergleich. Im kriterialen Vergleich unterscheidet es sich nicht signifikant vom absolut erhobenen SK (Elsholz, 2018). Auch das im naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutsame experimentbezogene FSK von Schüler*innen speist sich vor allem aus kriterialen Vergleichen (Atzert et al., 2020). Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften schätzen sich im Experimentieren tendenziell fähiger ein als im Planen oder Auswerten von Experimenten (Franken et al., 2020). Für Studierende der Chemie bestehen zudem Korrelationen des FSK mit ihrem Interesse an Theorien und Erklärungen sowie ihrer Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren (Klostermann et al., 2014).

3 Erklärvideos im Laborpraktikum

3.1 Beschreibung des Erklärvideoeinsatzes

Im Projekt „DiBS – Digitale Kompetenzen für die Lehrkräftebildung“ an der TU Braunschweig (Qualitätsoffensive Lehrerbildung III) lernen Lehramtsstudierende, mit digitalen Medien zu arbeiten und sie reflektiert in ihre Unterrichtspraxis einzubeziehen. Darin angesiedelt ist ein zweiwöchiges Laborpraktikum in Organischer Chemie für das dritte

Fachsemester, in dem die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung mit experimentellem Problemlösen vermittelt wird (Bicak et al., 2021).

Tabelle 1: Titel der Erklärvideos Erkenntnisgewinn und Labormethodik (eigene Darstellung)

Erklärvideos Erkenntnisgewinn	Erklärvideos Labormethodik
Fragestellung entwickeln	Titration
Hypothesen generieren	Aufbau von Apparaturen
Experimente planen (EP) ¹	Extraktion mit einem Scheidetrichter
EP: Variablenkontrollstrategie	Kühlen mit einem Eisbad
EP: Blind- und Vergleichsprobe	Fraktionierte Destillation
Beobachten/Messen	Umgang mit einem Exsikkator
Daten aufbereiten	Umkristallisation
Schlussfolgerungen ziehen	

Anmerkung: ¹ Aufgrund seines großen Umfangs wurden für den Teilbereich „Experimente planen“ drei Erklärvideos erstellt.

„Scaffolding“ für den Problemlöseprozess wird u.a. über Erklärvideos dargeboten (Höner et al., im Erscheinen; Kaiser & Mayer, 2019; Sterzing et al., 2022), da zu diesem frühen Zeitpunkt im Studium noch nicht in allen Teilbereichen der Erkenntnisgewinnung und allen labormethodischen Techniken von fundierten Kenntnissen der Studierenden ausgegangen werden kann (z.B. Hilfert-Rüppell et al., 2013; Kambach, 2018). Ein „expertise reversal effect“ (Kalyuga et al., 2003) für besonders vorwissensstarke Studierende ist daher eher selten zu erwarten, während jedoch insbesondere Studierende mit geringeren Vorkenntnissen von den Videos profitieren sollten (Richter & Scheiter, 2019; Sterzing et al., 2022). Verglichen mit den vorherigen und anschließenden Praktika, die vorwiegend auf handwerkliche Fertigkeiten abzielen, eignet sich dieses Praktikum besonders für Erkenntnisgewinnung: Unter seinen vielen Versuchen mit Schulbezug, die für die Lehramtsstudierenden in der späteren Berufspraxis von Bedeutung sind, sind einige, die aufgrund ihrer Problemstellungen offenes Experimentieren prinzipiell ermöglichen (Bicak et al., 2022). Acht der 25 kochrezeptartigen Versuche wurden daher zu erkenntnisgewinnanleitenden Experimenten überarbeitet und mit acht Erklärvideos zu Inhalten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung vorentlastet (Bicak et al., 2021; Höner et al., im Erscheinen). Zudem wurden sieben Videos zur Labormethodik als „scaffolding“ für praktische Fertigkeiten eingesetzt (s. Tab. 1).

Der Videoeinsatz dient der kognitiven Aktivierung der Studierenden (z.B. Vorwissen zu Fachmethoden) und der Vermittlung theoretischer Grundlagen zu naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und Labormethoden. Die Gestaltung je eines Video-Sets anhand von CLT und CTML folgt einer gemeinsamen Grundstruktur (vgl. Abb. 1 auf der folgenden Seite), um die Lernenden nicht unnötig durch variierende Inhaltsstrukturierung zu belasten (Sweller et al., 2011). Die Titelfolie gibt zur Reduzierung des „cognitive load“ eine Orientierungshilfe, welcher Teil des Erkenntnisprozesses behandelt wird (vgl. Abb. 1 (1)). Auch schematisch geordnete Darstellungen (Abb. 1 (3)) und die exemplarische Anwendung im Sinne eines „worked example“ (Abb. 1 (4); Paas et al., 1994, S. 112) beschränken sich auf die wesentlichen Inhalte. Die Darstellung in den beiden Videosets orientiert sich an der Art der zugehörigen Aufgabe. So sind die handwerklichen Labormethodik-Tutorials im Labor über die Schulter der Experimentatorin gefilmt, während die kognitiv geprägten Erkenntnisgewinn-Videos als konzepterklärende „screencasts“ umgesetzt sind. Das Zusammenspiel der Bild- und Tonspur gemäß CTML kann hier nicht gezeigt werden. Der Sprechtext wurde jedoch so konzipiert, dass die

visuelle Darstellung durch korrespondierende Erklärungen unterstützt wird („coherence and contiguity“; Mayer, 2014, S. 89), aber keine verbale Redundanz, z.B. durch Vorlesen von geschriebenem Text, entsteht (vgl. Mayer, 2014, S. 92).

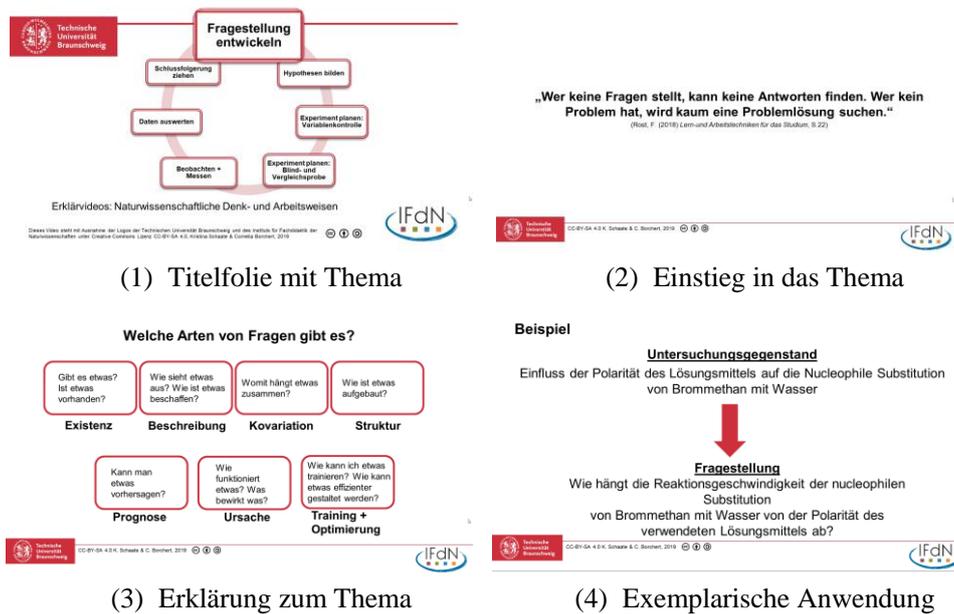


Abbildung 1: Grundstruktur der Erklärvideos Erkenntnisgewinn, am Beispiel des Videos *Fragestellung entwickeln* (Schaate & Borchert, 2019).

Die Videos werden von den Studierenden in vorbereitender Hausarbeit geschaut und die Inhalte in der Praktikumszeit in Lehr-Lerngesprächen mit den Laborassistent*innen besprochen, sodass das Wissen danach bei den planerischen und praktischen Tätigkeiten angewandt werden kann. Das Lehr-Lerngespräch fungiert für die Studie zugleich als Überprüfung, ob die Videos geschaut wurden. Jedes Video ist mit einem Experiment gepaart, in dem die vorab vermittelten Methoden erprobt werden. Die Videoinhalte werden zwar an fachlichen Beispielen erläutert; diese sind aber nicht identisch mit denen des Praktikums, damit die Studierenden ihr Wissen auf ein unbekanntes Beispiel transferieren. So dienen die Erklärvideos als kognitives „scaffolding“ für den sich anschließenden Forschungs- und Experimentierprozess (Höner et al., im Erscheinen). Um Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Praktikumsdurchgängen herzustellen, werden Leitfäden zur inhaltlichen Ausgestaltung der Lehr-Lerngespräche verwendet und die Experimente festen Assistent*innen zugeordnet. Durch den Einsatz derselben studentischen Hilfskräfte in den Erhebungskohorten besteht zusätzliche Konstanz des Personals.

3.2 Vorgehen zur Evaluation des Videoeinsatzes

Die intendierte Verbesserung der Lernprozesse wird im Projekt DiBS flankierend durch die Untersuchung der Wirksamkeit der eingesetzten Medien überprüft. Fraglich ist bisher, welchen Einfluss das kognitive „scaffolding“ mit Erklärvideos auf das Lernen der Studierenden im Praktikum hat.

3.2.1 Hypothesen

Zur Evaluation der Videos wird ihre Wirksamkeit exemplarisch über die Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Studierenden operationalisiert. Da Erkenntnisgewinnung im Sinne des „scientific reasoning“ und Labormethodik zwei getrennte Kompetenzkon-

strukture darstellen (Mayer, 2007), wird diese Aufteilung auch für Fähigkeitsselbstschätzungen angenommen. Studierende, denen aufgrund des „scaffoldings“ durch die Videos eine zusätzliche Lerngelegenheit zur Verfügung steht, sollten beim Experimentieren mehr kognitive Ressourcen zur Verfügung haben, dadurch effizienter lernen und einen stärkeren Zuwachs ihrer Fähigkeiten erfahren. So ergeben sich die folgenden zwei Hypothesen:

- (1) *Studierende, die mit den Erklärvideos Erkenntnisgewinn arbeiten, weisen einen höheren Zuwachs in der Selbsteinschätzung Erkenntnisgewinn auf als jene, die nicht mit diesen Videos arbeiten.*
- (2) *Studierende, die mit den Erklärvideos Labormethodik arbeiten, weisen einen höheren Zuwachs in der Selbsteinschätzung Labormethodik auf als jene, die nicht mit diesen Videos arbeiten.*

3.2.2 Design und Auswertungsmethode

Ein quasi-experimentelles Design mit Treatmentgruppe ($n(\text{TG}) = 20$) und Alternativtreatmentgruppe ($n(\text{ATG}) = 14$) wurde gewählt, in dem beide Gruppen das Praktikum mit experimentellem Problemlösen absolvierten. Allerdings erhielt nur die TG die zugehörigen *Erklärvideos Erkenntnisgewinn*. Um für einen möglichen motivationssteigernden Einfluss des Medieneinsatzes (Astleitner et al., 2006) zu kontrollieren, erhielt die ATG ebenfalls Erklärvideos, jedoch über *Labormethodik*, d.h. ohne inhaltlichen Bezug zur Erkenntnisgewinnung. Um einer Verzerrung der Daten durch etwaige Weitergabe der Videolinks unter den Studierenden eines Praktikumsaals vorzubeugen, erhielt je eine Praktikumskohorte entweder das Treatment oder das Alternativtreatment. Aufgrund der Veränderungshypothesen kommt als statistisches Untersuchungsverfahren eine mixed ANOVA mit Zwischensubjektfaktor Gruppenzugehörigkeit (TG, ATG) und Innersubjektfaktor Zeit (Prä, Post) zum Einsatz (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 730). Die Eignung der mixed ANOVA wird angenommen, weil die Daten intervallskaliert und normalverteilt sind sowie Varianz- und Kovarianzgleichheit gegeben sind. Sphärizität kann aufgrund der zwei Stufen der zeitlichen Dimension angenommen werden (vgl. Bortz & Schuster, 2010, S. 300). Die Effektstärke η_p^2 wird nach Cohen (1988) als kleiner ($\eta_p^2 = ,01$), mittlerer ($\eta_p^2 = ,06$) bzw. großer Effekt ($\eta_p^2 = ,14$) eingeschätzt. Die Berechnungen erfolgen mit SPSS 28.

3.2.3 Datenerhebung

Vor und nach Absolvieren des Praktikums werden die Studierenden um Selbsteinschätzung ihrer Fähigkeiten in naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und Labormethodik auf einer fünfstufigen Ratingskala (1 = --; 2 = -; 3 = 0; 4 = +; 5 = ++) gebeten. Für den Fall, dass den Studierenden noch nicht alle Tätigkeiten bekannt sind, wird die von den Berechnungen ausgeschlossene Option „weiß nicht“ angeboten.

Basierend auf Atzert et al. (2020) und Elsholz (2018) sind die Items absolut, d.h. ohne Nennung einer Bezugsnorm, formuliert. Während die Items zur *Selbsteinschätzung Erkenntnisgewinn* auf den Teilbereichen der Erkenntnisgewinnung beruhen (vgl. Kap. 2.1), sind die Items zur *Selbsteinschätzung Labormethodik* in Abstimmung mit den Lehrenden des Instituts an die labormethodischen Lernziele des Praktikums gekoppelt, wie es Bretz et al. (2013) empfehlen. Im Fragebogen sind die Items durchmischt aufgeführt (s. Tab. 2 auf der folgenden Seite). Das Item E3 wurde nach der Pilotierung hinzugefügt (Bicak et al., 2021). Die Inhaltsvalidität des Instruments wurde in einer Fragebogenkonferenz (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 411) von acht Chemie- und Biologiedidaktiker*innen der TU Braunschweig überprüft (Bicak et al., 2021). Die Expert*innen kamen zu dem Votum, dass die Teildimensionen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung entsprechend der Literatur (vgl. Kap. 2.1) adressiert werden. Durchführungsobjektivität ist gegeben,

da der Fragebogen von einem Testleiter standardisiert mittels Instruktion in einer größeren Erhebung eingesetzt wird (Bicak et al., 2021). Auswertungsobjektivität wird durch die numerische, regelgeleitete Auswertung der Single-Choice-Items gewährleistet (Döring & Bortz, 2016). Aus den Items, für die genug Antworten ($n > 10$ in jeder Gruppe) vorlagen, wurden zwei 6-Item-Skalen mit guter bzw. akzeptabler Reliabilität gebildet (Erkenntnisgewinn: $\alpha = 0,852$; $n = 29$; Labormethodik: $\alpha = 0,682$; $n = 29$). Als Begleitvariablen wurden Geschlecht, Alter, Abiturnote, Fachsemester, Haupt- und Nebenfach sowie Studiengang erhoben, um die Ähnlichkeit der Gelegenheitsstichproben zu vergleichen. Außerdem wurde die Auskunft erbeten, ob die zugehörige Vorlesung in Organischer Chemie bereits gehört und die Prüfung bestanden wurde.

Tabelle 2: Items des Fragebogens „Experimentieren in chemischen Laboratorien“ zur Erhebung der Selbsteinschätzungen Erkenntnisgewinn (E) und Labormethodik (L) (eigene Darstellung)

<i>Nr.</i>	<i>Items Erkenntnisgewinn</i>	<i>Nr.</i>	<i>Items Labormethodik</i>
E1 (3)	Forschungsfragen aufstellen	L1 (1)	Eine Probe unbekannter Konzentration titrieren
E2 (7)	Wissenschaftliche Hypothesen bilden	L2 (4)	Apparaturen aufbauen
E3 (12)	Experimente planen	L3 (6)	Mit einem Scheidetrichter Flüssigkeitsgemische extrahieren
E4 (5)	Beim Experimentieren die Variablenkontrollstrategie anwenden	L4 (9)	Ein Eisbad zur Kühlung von Reaktionen bereiten
E5 (10)	Beim Experimentieren Blind- und Vergleichsproben einsetzen	L5 (11)	Eine fraktionierte Destillation durchführen
E6 (8)	Beobachten und Messwerte aufnehmen	L6 (14)	Einen Exsikkator bedienen
E7 (2)	Experimentelle Daten aufbereiten	L7 (15)	Einen Feststoff umkristallisieren
E8 (13)	Schlussfolgerungen ziehen		

Anmerkung: Item-Nummern in Klammern geben die Platzierung im Fragebogen an. Einleitender Text zum Fragebogen: „Laborpraktika sind ein wichtiger Bestandteil der experimentell-handwerklichen Ausbildung im Lehramtsstudium Chemie. Daher interessieren wir uns für die Förderung Ihrer laborhandwerklichen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Schätzen Sie bitte ein, wie gut Sie die folgenden, in chemischen Laboratorien anfallenden Tätigkeiten beherrschen.“

3.2.4 Stichprobenbeschreibung

Tabelle 3: Demographische und studienbezogene Daten der Treatment- (TG) und Alternativtreatmentgruppe (ATG) (eigene Berechnung)

Merkmal	TG		ATG	
	<i>n</i>	<i>D</i>	<i>n</i>	<i>D</i>
Geschlecht (1: weiblich, 2: männlich)	18	1	13	2
Angestrebte Schulform (1: Gymnasium, 2: Haupt-/Realschule)	20	1	13	1
	<i>n</i>	<i>MD (IQR)</i>	<i>n</i>	<i>MD (IQR)</i>
Anzahl naturwissenschaftlicher Fächer (1: ein Fach, 2: zwei Fächer)	20	1 (1-2)	12	1 (1-1,75)
Anzahl MINT-Fächer (1: ein Fach, 2: zwei Fächer)	20	2 (1,25-2)	12	1,5 (1-2)
Vorlesung „Organische Chemie“ (1: nicht gehört, 2: gehört)	20	2 (2-2)	13	2 (2-2)
Klausur „Organische Chemie“ (1: nicht bestanden, 2: bestanden)	20	2 (1-2)	13	2 (1-2)
	<i>n</i>	<i>MW (SD)</i>	<i>n</i>	<i>MW (SD)</i>
Abiturnote	19	2,4 (0,6)	13	2,4 (0,6)
Fachsemester	19	4,8 (1,5)	13	4,7 (2,7)
Alter	18	21,6 (2,3)	13	23,2 (3,4)

Anmerkungen: Stichprobengröße *n*, Modus *D*, Median *MD*, Interquartilsabstand *IQR*, Mittelwert *MW*, Standardabweichung *SD*.

An der Erhebung nahmen in den Jahren 2019–2021 insgesamt 34 Chemielehramtsstudierende der TU Braunschweig teil. Die meisten streben das Lehramt an Gymnasien an und haben die Klausur in Organischer Chemie bereits bestanden. Anders als laut Studienordnung vorgesehen, belegen sie das Praktikum nicht im dritten, sondern durchschnittlich im fünften Fachsemester. Aufgrund der Erhebung von Gelegenheitsstichproben sind nicht alle Begleitvariablen in beiden Gruppen gleich verteilt (vgl. Tab. 3 und Online-Supplement). So sind in der TG mehrheitlich weibliche, in der ATG mehrheitlich männliche Studierende. In der TG studieren mehr Studierende ein weiteres MINT-Fach.

5 Ergebnisse

5.1 Selbsteinschätzung Erkenntnisgewinn

In der TG liegen die anfänglichen Selbsteinschätzungen in den einzelnen Fähigkeiten im mittleren bis hohen Bereich (vgl. Tab. 4 und Tab. 5 auf der folgenden Seite). Insbesondere ihre Fähigkeit im *Beobachten/Messen* (E6) schätzen sie als eher hoch ein. Da das Item *Experimente planen* (E3) erst nach der Pilotierung ergänzt wurde, liegen nur wenige Antworten vor. Zur Anwendung der *Variablenkontrollstrategie* (E4) machten im Prä-Test trotz Einsatzes in der Pilotierung nur neun Studierende Angaben; im Post-Test sind es 19. Ähnliches ist bei der ATG zu beobachten, wobei sich diese Gruppe durchweg tendenziell etwas besser einschätzt als die TG. Hoch schätzt sich die ATG im *Beobachten/Messen* (E6) ein. Da die ATG in der Pilotierung aufgenommen wurde, gibt es keine Daten zum Item *Experimente planen* (E3). Im Prä-Test schätzen nur acht und im Post-

Test nur neun Teilnehmende ihre Fähigkeiten zur *Variablenkontrolle* (E4) ein. Die Items E3 und E4 wurden aufgrund der wenigen Antworten von der Skalenbildung ausgeschlossen. In beiden Gruppen liegt die mittlere Selbsteinschätzung Erkenntnisgewinn im eher hohen Bereich. Die TG schätzt sich zu beiden Messzeitpunkten tendenziell geringer ein als die ATG.

Tabelle 4: Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Treatmentgruppe zur Erkenntnisgewinnung in Prä- und Post-Test (eigene Berechnung)

<i>Item</i>	<i>Prä</i>				<i>Post</i>			
	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>
Forschungsfrage (E1)	19	2,79	0,79	0,56	20	3,70	0,66	0,74
Hypothesen (E2)	20	3,05	1,10	0,61	20	3,50	0,77	0,70
Experiment planen (E3)	7	3,43	0,79	0,69	8	3,25	0,71	0,65
Variablenkontrolle (E4)	9	2,89	1,54	0,58	19	4,00	0,88	0,80
Blindprobe (E5)	18	3,83	0,79	0,77	20	4,50	0,69	0,90
Beobachten/Messen (E6)	20	4,20	0,89	0,84	20	4,50	0,61	0,90
Daten aufbereiten (E7)	20	3,85	0,75	0,77	20	3,95	0,69	0,79
Schlussfolgerung (E8)	20	3,65	0,88	0,73	20	3,95	0,95	0,79
Erkenntnisgewinn	17	3,56	0,65	0,71	20	4,02	0,46	0,80

Anmerkungen: Stichprobengröße *n*, Mittelwert *MW*, Standardabweichung *SD*, Aufgabenschwierigkeit *P_i*; Gesamtskala Erkenntnisgewinn zusammengesetzt aus den Items E1, E2 und E5 bis E8.

Tabelle 5: Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Alternativtreatmentgruppe zur Erkenntnisgewinnung in Prä- und Post-Test (eigene Berechnung)

<i>Item</i>	<i>Prä</i>				<i>Post</i>			
	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>
Forschungsfrage (E1)	13	3,38	1,12	0,68	13	3,92	0,76	0,78
Hypothesen (E2)	13	3,92	0,86	0,78	13	4,23	0,60	0,85
Experiment planen (E3)	0	–	–	–	0	–	–	–
Variablenkontrolle (E4)	8	3,25	1,17	0,65	9	3,56	1,01	0,71
Blindprobe (E5)	14	4,21	0,80	0,84	13	4,85	0,38	0,97
Beobachten/Messen (E6)	14	4,57	0,51	0,91	13	4,85	0,38	0,97
Daten aufbereiten (E7)	14	3,86	0,86	0,77	13	4,31	0,63	0,86
Schlussfolgerung (E8)	14	4,07	0,62	0,81	13	4,31	0,75	0,86
Erkenntnisgewinn	12	4,14	0,47	0,83	13	4,41	0,43	0,88

Anmerkungen: Stichprobengröße *n*, Mittelwert *MW*, Standardabweichung *SD*, Aufgabenschwierigkeit *P_i*; Gesamtskala Erkenntnisgewinn zusammengesetzt aus den Items E1, E2 und E5 bis E8.

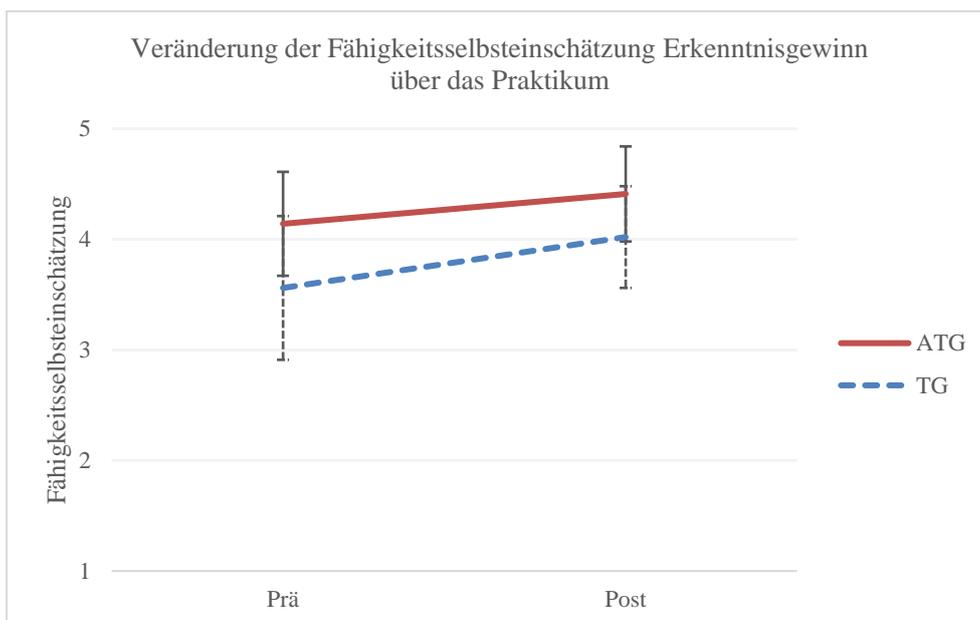


Abbildung 2: Veränderung der Fähigkeitsselbstschatzung Erkenntnisgewinn in der Treatment- (TG) und Alternativtreatment-Gruppe (ATG) über das Praktikum; Prä-Test vor Praktikumsbeginn, Post-Test nach Abschluss des zweiwöchigen Praktikums; Whiskers zeigen die Standardabweichung (eigene Darstellung)

Hypothese 1, dass die TG einen höheren Zuwachs in ihrer Fähigkeitsselbstschatzung Erkenntnisgewinn aufweist als die ATG, wird mittels mixed ANOVA überprüft. Es besteht kein signifikanter Interaktionseffekt von Zeit und Gruppe, jedoch bestehen signifikante Haupteffekte der Variablen Zeit und Gruppe, jeweils mit großer Effektstärke (Cohen, 1988) (vgl. Abb. 2 und Tab. 6).

Tabelle 6: Veränderung der Fähigkeitsselbstschatzung Erkenntnisgewinn, berechnet mittels mixed ANOVA (eigene Berechnung).

	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η_p^2
Zeit	1	15,614	,001***	,366
Gruppe	1	7,985	,009**	,228
Zeit x Gruppe	1, 27	0,136	,293	,041

Anmerkungen: Freiheitsgrade *df*, Wert der F-Verteilung *F*, Signifikanz *p*, Effektstärke partielles Eta-Quadrat η_p^2 ; * $p < ,05$; ** $p < ,01$; *** $p < ,001$.

5.2 Selbsteinschätzung Labormethodik

Beide Gruppen schätzen ihre anfänglichen, einzelnen Fähigkeiten zur *Labormethodik* mittel bis hoch ein (vgl. Tab. 7 und Tab. 8 auf der folgenden Seite), die ATG tendenziell höher als die TG. Bereits im Prä-Test sind die Aufgabenschwierigkeiten $P_i \geq 0,80$ im *Durchführen einer Titration* (L1), *Kühlen mit einem Eisbad* (L4) und *Umgang mit einem Exsikkator* (L6), bei der ATG auch beim *Aufbau von Apparaturen* (L2). Im Post-Test schätzen alle Teilnehmenden ihre Fähigkeit im *Kühlen mit einem Eisbad* als voll ausgeprägt ein. Neun Studierende der TG geben im Prä-Test an, ihre Fähigkeiten beim *fraktionierten Destillieren* (L5) nicht einschätzen zu können; im Post-Test sind es noch zwei. Das Item L5 wurde von der Skalenbildung ausgeschlossen. Auch in der Gesamtskala Labormethodik liegen die Werte der ATG tendenziell über denen der TG.

Tabelle 7: Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Treatmentgruppe zur Labormethodik in Prä- und Post-Test (eigene Berechnung)

Fähigkeiten	Prä				Post			
	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>
Titration (L1)	20	4,10	0,72	0,82	19	4,53	0,61	0,91
Apparaturen (L2)	20	3,85	1,14	0,77	20	4,20	0,70	0,84
Extraktion (L3)	18	3,50	0,99	0,70	20	4,45	1,00	0,89
Eisbad (L4)	20	4,50	0,69	0,90	20	5,00	0,00	1,00
Destillation (L5)	11	2,45	1,37	0,49	18	3,61	1,04	0,72
Exsikkator (L6)	19	4,00	1,25	0,80	20	4,70	0,47	0,94
Umkristallisation (L7)	19	3,05	1,03	0,61	19	3,68	0,95	0,74
Labormethodik	17	3,90	0,51	0,78	18	4,42	0,33	0,88

Anmerkungen: Stichprobengröße *n*, Mittelwert *MW*, Standardabweichung *SD*, Aufgabenschwierigkeit *P_i*; Gesamtskala Labormethodik zusammengesetzt aus den Items L1 bis L4 und L6 bis L7.

Tabelle 8: Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Alternativtreatmentgruppe zur Labormethodik in Prä- und Post-Test (eigene Berechnung)

Fähigkeiten	Prä				Post			
	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>	<i>n</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>P_i</i>
Titration (L1)	14	4,57	0,51	0,91	13	4,69	0,48	0,94
Apparaturen (L2)	14	4,14	0,86	0,83	13	4,54	0,66	0,91
Extraktion (L3)	13	3,92	0,95	0,78	13	4,46	0,66	0,89
Eisbad (L4)	14	4,86	0,36	0,97	13	5,00	0,00	1,00
Destillation (L5)	12	2,58	1,08	0,52	12	4,17	0,58	0,83
Exsikkator (L6)	14	4,57	0,76	0,91	13	4,92	0,28	0,98
Umkristallisation (L7)	12	3,17	1,03	0,63	13	4,23	0,73	0,85
Labormethodik	12	4,25	0,55	0,85	13	4,64	0,33	0,93

Anmerkungen: Stichprobengröße *n*, Mittelwert *MW*, Standardabweichung *SD*, Aufgabenschwierigkeit *P_i*; Gesamtskala Labormethodik zusammengesetzt aus den Items L1 bis L4 und L6 bis L7.

Hypothese 2, dass die ATG einen höheren Zuwachs in ihrer Fähigkeitsselbsteinschätzung Labormethodik aufweist als die TG, wird mittels mixed ANOVA geprüft. Es besteht kein signifikanter Interaktionseffekt von Zeit und Gruppe, jedoch signifikante Haupteffekte der Variablen Zeit und Gruppe, jeweils mit großer Effektstärke (Cohen, 1988) (vgl. Abb. 3 und Tab. 9 auf der folgenden Seite).

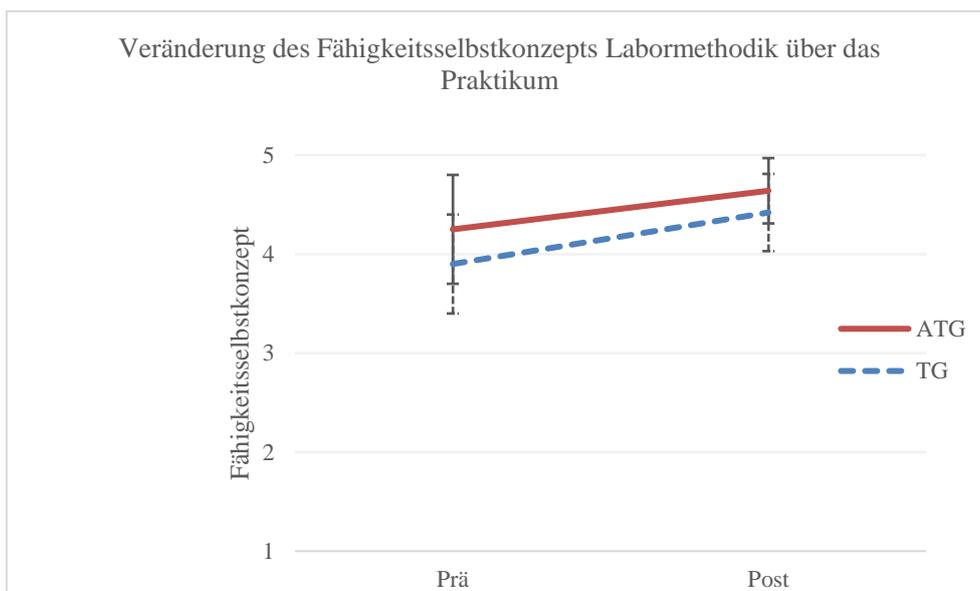


Abbildung 3: Veränderung der Fähigkeitsselbsteinschätzung Labormethodik in der Treatment- (TG) und Alternativtreatment-Gruppe (ATG) über das Praktikum; Prä-Test vor Praktikumsbeginn, Post-Test nach Abschluss des zweiwöchigen Praktikums; Whiskers zeigen die Standardabweichung (eigenen Darstellung)

Tabelle 9: Veränderung der Fähigkeitsselbsteinschätzung Labormethodik, berechnet mittels mixed ANOVA (eigene Berechnung)

	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η_p^2
Zeit	1	27,729	<,001***	,538
Gruppe	1	4,302	,049*	,152
Zeit x Gruppe	1, 24	0,051	,512	,018

Anmerkungen: Freiheitsgrade *df*, Wert der F-Verteilung *F*, Signifikanz *p*, Effektstärke partielles Eta-Quadrat η_p^2 ; * $p < ,05$; ** $p < ,01$; *** $p < ,001$.

6 Interpretation der Ergebnisse

6.1 Selbsteinschätzung Erkenntnisgewinn

In der Fähigkeitsselbsteinschätzung Erkenntnisgewinn wurde ein signifikanter Zuwachs über das Praktikum festgestellt. Dies lässt sich jedoch nicht auf den unterschiedlichen Videoeinsatz zurückführen, da kein signifikanter Interaktionseffekt mit der Gruppenzugehörigkeit gefunden wurde. Daher muss Hypothese 1 (größerer Zuwachs der *Selbsteinschätzung Erkenntnisgewinn* bei der TG) zurückgewiesen werden. Darüber hinaus wurde ein signifikanter Effekt der Gruppenzugehörigkeit gefunden. Dies zeigt, dass sich die Gruppen bereits bezüglich ihrer Ausgangswerte, aber auch der Werte im Post-Test unterscheiden. Darüber hinaus war eine geringe Anzahl gültiger Antworten beim Item *Variablenkontrollstrategie* im Prä-Test beider Gruppen festzustellen, im Post-Test nur noch in der ATG. Unter der Annahme, dass diese Studierenden vor dem Praktikum nicht mit der Begrifflichkeit vertraut waren, konnte den Studierenden der TG möglicherweise durch das Video ein Verständnis des Begriffs der Variablenkontrollstrategie vermittelt werden. Für einige Studierende der ATG, der diese Wissensquelle fehlte, genügte die

beiden Gruppen gemeinsamen Lerngelegenheiten im Praktikum (experimentelles Problemlösen, Lehr-Lerngespräche) dafür jedoch nicht. So ist bezüglich der Videos positiv herauszustellen, dass lediglich mehr Studierende der TG über das Praktikum ein Verständnis des Begriffs Variablenkontrollstrategie erwarben.

6.2 Selbsteinschätzung Labormethodik

In der Fähigkeitsselbsteinschätzung Labormethodik wurde ebenfalls über den Praktikumsverlauf ein Zuwachs mit großem Effekt gefunden. Dies lässt sich aufgrund des fehlenden Interaktionseffekts mit der Gruppenzugehörigkeit nicht auf die *Erklärvideos Labormethodik* zurückführen. Entsprechend muss Hypothese 2 zurückgewiesen werden. Darüber hinaus wurde ein signifikanter Effekt der Gruppenzugehörigkeit gefunden. Dies zeigt, dass sich die Gruppen bereits bezüglich ihrer Ausgangswerte, aber auch der Werte im Post-Test unterscheiden. In der TG war zur Selbsteinschätzung im *fraktionierten Destillieren* eine geringe Anzahl gültiger Antworten im Prä-Test festzustellen. Nach dem Praktikum können die meisten Studierenden dieses Item einschätzen. Möglicherweise hatten vor Praktikumsbeginn noch nicht alle eine Vorstellung zu dieser Labormethode. Da die TG keine Videos zur Labormethodik erhielt, ist dies nicht auf die Lerngelegenheit Erklärvideo zurückzuführen. Naheliegend ist, dass die Studierenden Begriff und Fähigkeit in den praktischen Anteilen der Laborarbeit erwarben.

7 Diskussion und Ausblick

Erklärvideos sind ein beliebtes digitales Medium (Campbell et al., 2020; Schmid et al., 2017), das sich nach einer zeitaufwändigen Produktionsphase leicht als vorbereitende Hausaufgabe in universitäre Laborpraktika einbinden lässt und sich als „scaffolding“ zur Vorstrukturierung von Problemlöseprozessen eignet (Kaiser & Mayer, 2019). Allerdings fand Lewis (1995) in einem Doppelblindversuch keinen Einfluss von Videos zu laborpraktischen Fertigkeiten auf die studentische Leistung, wenngleich die Studierenden die Videos als hilfreich einschätzten (vgl. Chen, 2022). Auch in der vorliegenden Evaluation wurde unabhängig davon, ob es sich um Videos zu kognitiven Fähigkeiten oder handwerklichen Fertigkeiten handelt, kein Effekt auf die Fähigkeitsselbsteinschätzungen von Chemielehramtsstudierenden gefunden. Die geringe Stichprobengröße und die Erhebung an nur einem Standort schränken die Aussagekraft allerdings ein. Bicak et al. (2021) konnten für dasselbe Praktikum Kompetenzzuwächse der Studierenden in einigen Teilbereichen der Erkenntnisgewinnung ermitteln, die sich jedoch auch dort nicht eindeutig den Videos zuordnen ließen. Pulukuri und Abrams (2021) stellen zwar fest, dass sich Erklärvideos besser zur Vorbereitung eignen als Lehrbücher; optimale Leistungen zeigen Lernende aber, wenn sie ein gutes Feedback zu ihrer Arbeit bekommen. Feedback erhalten die Studierenden unabhängig von der Gruppenzuordnung über das ganze Praktikum hinweg und zu jedem der Praktikumsversuche in den Lehr-Lerngesprächen, in denen über ihren geplanten Erkenntnisweg in den Problemlöseexperimenten gesprochen wird, aber auch über das begründete Vorgehen in den übrigen, eher kochrezeptartigen Versuchen, mögliche Schwierigkeiten der Umsetzung der Experimentplanung oder die fachlichen Inhalte der jeweiligen Versuche (Höner et al., im Erscheinen). Der Zuwachs in der Fähigkeitsselbsteinschätzung kann also aus den übrigen Lerngelegenheiten im Praktikum erwachsen sein. Hervorzuheben ist hier vermutlich auch die Auseinandersetzung mit den Problemlöseexperimenten. Um etwaige Einflüsse der Betreuung zu minimieren, wurden sowohl die Zuordnungen der Assistent*innen zu den Experimenten als auch die Leitfäden der Lehr-Lerngespräche konstant gehalten. Darüber hinaus sind praktikumsexterne Lerngelegenheiten im Verlauf der zwei Wochen zwischen Prä- und Post-Test aufgrund der hohen zeitlichen Anforderung des Praktikums unwahrscheinlich.

Inwiefern das ungleiche Geschlechterverhältnis in den Gruppen Einfluss auf die Vergleichbarkeit und damit auf den gefundenen Haupteffekt der Gruppenzugehörigkeit hat,

bleibt zu klären, da z.B. bei Physiklehramtsstudierenden kein Geschlechterunterschied im Fähigkeitsselbstkonzept besteht (Elsholz, 2018), jedoch in der vorliegenden Untersuchung die geringeren Selbsteinschätzungen in der TG mit dem höheren Anteil an weiblichen Studierenden einhergehen (vgl. Moschner & Dickhäuser, 2018). Außerdem wurden die Fähigkeitsselbsteinschätzungen in der vorliegenden Studie ohne Nennung der Bezugsnorm formuliert. Effekte durch den Vergleich mit anderen Studierenden des Praktikumsaals (Marsh, 1987) sind daher nicht auszuschließen. Durch die Durchführung in den Räumlichkeiten der Fachdidaktik Chemie wurde zwar ein Vergleich mit Studierenden des 1-Fach-Bachelor Chemie, die statistisch signifikant höhere Selbsteinschätzungen der chemischen und experimentellen Fähigkeiten als Lehramtsstudierende aufweisen (Freyer et al., 2015), vermieden. Dennoch sind soziale Vergleiche zwischen Studierenden mit z.B. unterschiedlich chemieaffinen Zweitfächern nicht auszuschließen.

Insgesamt schätzen die Studierenden ihre Fähigkeiten entgegen den Erwartungen bereits im Prä-Test als eher hoch bis hoch ein. Erfahrungen aus der Betreuung des Praktikums sowie die Untersuchung der studentischen Fähigkeiten (Bicak et al., 2021) deuten auf Überschätzungen der tatsächlichen Fähigkeiten hin. So ist nicht auszuschließen, dass sich die Selbsteinschätzungen der Studierenden durch kriteriale Vergleiche anhand ihrer Lernerfahrungen im Praktikum zum Post-Test etwas relativieren. Da sich das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept bei Schüler*innen vorwiegend aus kriterialen Vergleichen speist (Atzert et al., 2020), wäre zu untersuchen, ob dies auch bei Studierenden zutrifft. Hinge die herangezogene Bezugsnorm von der *Auswahl* der gestellten Aufgaben und den Anforderungen ab, bestünde mithin potenziell Einfluss eines impliziten Curriculums: Da experimentelle Aufgaben in der Universität bisher vorwiegend laborpraktisch und kaum erkenntnisorientiert eingesetzt werden (Bretz et al., 2013), ist z.B. fraglich, woher Studierende ihre Kriterien beziehen. Darüber hinaus kann die recht hohe Selbsteinschätzung zu Beginn des Praktikums auch motivationale Einflüsse auf das Rezipieren der Videos haben: Wenngleich kein „expertise reversal effect“ der tatsächlichen Fähigkeiten zu erwarten wäre, könnte das Wiederholen scheinbar bereits bekannter Themen mittels Videos weniger motivierend sein.

Während Erklärvideos aus didaktischer Perspektive zur Aktivierung von Vorwissen, Vorentlastung von Problemlöseprozessen (Kaiser & Mayer, 2019) und damit für einen reibungsloseren Ablauf der Experimente sinnvoll sind, besteht eine weitere Grenze des hier beschriebenen Videoeinsatzes in seinem rezeptiven Charakter (Lewis, 1995): Als vorbereitende Hausaufgabe in Einzelarbeit und unter der Voraussetzung, dass sich die Studierenden aktiv Notizen machen, ist maximal das zweitniedrigste Niveau der kognitiven Auseinandersetzung mit digitalen Medien im Modell von Chi und Wylie (2014) zu erreichen. Künftig wäre zu erproben, ob das gemeinsame Rezipieren und gegenseitige Erklären der Videoinhalte im Laborteam, d.h. eine konstruktive und damit vermutlich lernwirksamere (Chi & Wylie, 2014) sowie für Lehramtsstudierende interessantere (Busker et al., 2010) Auseinandersetzung, einen Effekt auf die Selbsteinschätzungen der Studierenden zeigt. Da bisher nicht abschließend geklärt ist, wie Erklärvideos zu gestalten und didaktisch einzusetzen sind, damit Lernerfolge erzielt werden können (Kulgemeyer, 2018; Sterzing et al., 2022), wäre zusätzlich eine Re-Analyse und Überarbeitung der eingesetzten Videos hinsichtlich ihrer Erklärqualität in Erwägung zu ziehen. Trotz der Popularität von Erklärvideos bei Lehrenden wie Studierenden sollten sich Lehrende somit im Klaren sein, dass sich der hohe zeitliche Aufwand bei der Produktion der Videos nicht zwangsläufig in einem Zuwachs der Fähigkeitsselbsteinschätzungen oder Kompetenzen (Bicak et al., 2021) der Studierenden niederschlägt.

Literatur und Internetquellen

- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A. & Wong, B. (2015). "Science Capital". A Conceptual, Methodological, and Empirical Argument for Extending Bourdieusian Notions of Capital Beyond the Arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52 (7), 922–948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Astleitner, H., Pasuchin, I. & Wiesner, C. (2006, 27. September). Multimedia und Motivation – Modelle der Motivationspsychologie als Grundlage für die didaktische Mediengestaltung. *Medienpädagogik*, (Occasional Papers), 1–19. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2006.03.22.X>
- Atzert, R., John, R., Preisfeld, A. & Damerau, K. (2020). Der Einfluss kriterialer, sozialer und individueller Bezugsnormen auf das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26, 89–102. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00114-x>
- Belland, B.R., Walker, A.E., Kim, N.J. & Lefler, M. (2017). Synthesizing Results from Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87 (2), 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Bicak, B.E., Borchert, C.E. & Höner, K. (2021). Measuring and Fostering Preservice Chemistry Teachers' Scientific Reasoning Competency. *Education Sciences*, 11 (9), Artikel 496. <https://doi.org/10.3390/educsci11090496>
- Bicak, B.E., Borchert, C.E. & Höner, K. (2022). Förderung von Erkenntnisgewinnung im organisch-chemischen Laborpraktikum durch geöffnete Versuchsvorschriften. *CHEMKON*, 29 (Vorab-Onlinepublikation). <https://doi.org/10.1002/ckon.202200024>
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7., überarb. u. erw. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Bretz, S.L., Fay, M., Bruck, L.B. & Towns, M.H. (2013). What Faculty Interviews Reveal about Meaningful Learning in the Undergraduate Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 90 (3), 281–288. <https://doi.org/10.1021/ed300384r>
- Bruckermann, T., Aschermann, E., Bresges, A. & Schlüter, K. (2017). Metacognitive and Multimedia Support of Experiments in Inquiry Learning for Science Teacher Preparation. *International Journal of Science Education*, 39 (6), 701–722. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1301691>
- Busker, M., Parchmann, I. & Wickleder, M. (2010). Eingangsvoraussetzungen von Studienanfängern im Fach Chemie. Welches Vorwissen und welche Interessen zeigen Studierende? *CHEMKON*, 17 (4), 163–168. <https://doi.org/10.1002/ckon.201010134>
- Campbell, J., Macey, A., Chen, W., Shah, U.V. & Brechtelsbauer, C. (2020). Creating a Confident and Curious Cohort. The Effect of Video-Led Instructions on Teaching First-Year Chemical Engineering Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 97 (11), 4001–4007. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00406>
- Chen, S.H. (2022). Learning Lab Skills Online: Lessons from Implementing Video-Based Instruction for a Remote Biotechnology Lab. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 50 (6), 633–640. <https://doi.org/10.1002/bmb.21667>
- Chi, M.T.H. & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework. Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49 (4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). L. Erlbaum Associates.
- Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23 (4), 393–405. <https://doi.org/10.1024//0170-1789.23.4.393>

- Döring, N. & Bortz, J. (Hrsg.). (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5., vollst. überarb., aktual. u. erw. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Elsholz, M. (2018). *Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase* (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 272). Dissertation, Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Logos. <https://doi.org/10.30819/4857>
- Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R. & Hmelo-Silver, C.E. (2010). Design and Reflection Help Students Develop Scientific Abilities. Learning in Introductory Physics Laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, 19 (1), 54–98. <https://doi.org/10.1080/10508400903452876>
- Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019, 1. Oktober). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *MedienPädagogik*, (Occasional Papers), 16–36. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.01.X>
- Franken, N., Damerau, K. & Preisfeld, A. (2020). „Experimentieren kann ich gut!“ – Experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie*, 24, 48–66. <https://doi.org/10.4119/zdb-1733>
- Freyer, K., Asikainen, M.A., Hirvonen, P.E. & Sumfleth, E. (2015). Studienanfängerinnen und Studienanfänger im Fach Chemie: Deutschland und Finnland im Vergleich. *CHEMKON*, 22 (2), 75–81. <https://doi.org/10.1002/ckon.201410245>
- Hartmann, S., Upmeyer von Belzen, A., Krüger, D. & Pant, H.A. (2015). Scientific Reasoning in Higher Education. Construction and Evaluating the Criterion-Related Validity of an Assessment of Preservice Science Teachers' Competencies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 47–53. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000199>
- Hilfert-Rüppell, D., Looß, M., Klingenberg, K., Eghtessad, A., Höner, K., Müller, R., Strahl, A. & Pietzner, V. (2013). Scientific Reasoning of Prospective Science Teachers in Designing a Biological Experiment. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 6 (2), 135–154. <https://doi.org/10.25656/01:14743>
- Höner, K., Hilfert-Rüppell, D., Bicak, B.E., Nimz, A. & Borchert, C. (im Erscheinen). Prozessbezogene Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium. Erlernen, unterrichten, diagnostizieren. In C. Fischer, C. Fischer-Ontrup, F. Käpnick, N. Neuber & C. Reintjes (Hrsg.), *Potenziale erkennen – Talente entwickeln – Bildung nachhaltig gestalten (Begabungsförderung: Individuelle Förderung und Inklusive Bildung)* [Arbeitstitel]. Waxmann.
- Jansen, M. (2014). *Akademische Selbstkonzepte in den naturwissenschaftlichen Fächern: Ausdifferenzierung, Geschlechtsunterschiede und Effekte dimensionaler Vergleiche*. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin. <https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/17757/jansen.pdf?sequence=1>
- Kaiser, I. & Mayer, J. (2019). The Long-Term Benefit of Video Modeling Examples for Guided Inquiry. *Frontiers in Education*, 4, Artikel 104. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00104>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38 (1), 23–31. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4
- Kambach, M. (2018). *Experimentierprozesse von Lehramtsstudierenden der Biologie. Eine Videostudie* (Biologie lernen und lehren, Bd. 23). Logos. <https://doi.org/10.30819/4669>
- Khan, S. & Krell, M. (2019). Scientific Reasoning Competencies: A Case of Preservice Teacher Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19, 446–464. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00063-9>

- Khaparde, R. (2019). Experimental Problem Solving. A Plausible Approach for Conventional Laboratory Courses. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286, Artikel 012031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012031>
- Klostermann, M., Höffler, T.N., Bernholt, A., Busker, M. & Parchmann, I. (2014). Erfassung und Charakterisierung kognitiver und affektiver Merkmale von Studienanfängern im Fach Chemie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20 (1), 101–113. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0011-7>
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2017). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. KMK. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF._vom_07.12.2017.pdf
- Kulgemeyer, C. (2018). Wie gut erklären Erklärvideos? Ein Bewertungs-Leitfaden. *Computer + Unterricht*, 109, 8–11.
- Lewis, R.A. (1995). Video Introductions to Laboratory. Students Positive, Grades Unchanged. *American Journal of Physics*, 63 (5), 468–470. <https://doi.org/10.1119/1.17914>
- Marsh, H.W. (1987). The Big-Fish-Little-Pond Effect on Academic Self-Concept. *Journal of Educational Psychology*, 79 (3), 280–295. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.79.3.280>
- Marsh, H.W. & Craven, R.G. (2006). Reciprocal Effects of Self-Concept and Performance from a Multidimensional Perspective: Beyond Seductive Pleasure and Unidimensional Perspectives. *Perspectives on Psychological Science*, 1 (2), 133–163. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00010.x>
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biomedizinischen Forschung* (S. 177–180). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_16
- Mayer, R.E. (2014). The Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R.E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 43–71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Moschner, B. & Dickhäuser, O. (2018). Selbstkonzept. In D.H. Rost, J.R. Sparfeldt & S. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie* (5., überarb. u. erw. Aufl.) (S. 750–756). Beltz.
- Paas, F.G.W.C. & Van Merriënboer, J.J.G. (1994). Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive-Load Approach. *Journal of Educational Psychology*, 86 (1), 122–133. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.1.122>
- Pallack, A. (2018). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I + II*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47301-6>
- Pulukuri, S. & Abrams, B. (2021). Improving Learning Outcomes and Metacognitive Monitoring: Replacing Traditional Textbook Readings with Question-Embedded Videos. *Journal of Chemical Education*, 98, 2156–2166. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00237>
- Richter, J. & Scheiter, K. (2019). Studying the Expertise Reversal of the Multimedia Signaling Effect at a Process Level. Evidence from Eye Tracking. *Instructional Science*, 47 (6), 627–658. <https://doi.org/10.1007/s11251-019-09492-3>
- Rüschepöhler, L. & Markic, S. (2020). How the Home Environment Shapes Students' Perceptions of Their Abilities: The Relation Between Chemistry Capital at Home and Students' Chemistry Self-Concept. *International Journal of Science Education*, 42 (12), 2075–2094. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1812010>
- Schaate, K. & Borchert, C. (2019). *Erklärvideos: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen. Fragestellung entwickeln*. Video, CC-BY-SA. TU Braunschweig.

- Schecker, H. (2014). Überprüfung der Konsistenz von Itemgruppen mit Cronbachs α . In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (Online-Ergänzung) (S. 1–7). Springer Spektrum.
- Schmid, U., Goertz, L., Radomski, S., Thom, S. & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung: Die Hochschulen im digitalen Zeitalter*. Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2017014>
- Shavelson, R.J., Hubner, J.J. & Stanton, G.C. (1976). Self-Concept. Validation of Construct Interpretations. *Review of Educational Research*, 46 (3), 407–441. <https://doi.org/10.3102/00346543046003407>
- Sterzing, F., Kulgemeyer, C. & Reinhold, P. (2022). Untersuchung zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen* (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Bd. 42) (S. 120-123). GDGP. https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2022/TB2022_120_Sterzing.pdf
- Stiller, C., Allmers, T., Habigsberg, A. Stockey, A. & Wilde, M. (2020). Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften: Von der Hypothese zur Theorie. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2), 28–39. <https://doi.org/10.4119/pflb-3302>
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Varnai, A.S. & Reinhold, P. (2018). Experimentelle Praktika mit Erklärvideos optimieren. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht – normative und empirische Dimensionen* (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Bd. 38) (S. 360–363). GDGP. https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2018/TB2018_360_Varnai.pdf
- Wrede, J. & Gerhard, M. (2016). Mehr Zeit zum Experimentieren – Erfahrungen mit vorbereitenden Videoclips (ICM) während einer Unterrichtseinheit „Enzymatik“ in der Oberstufe. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie*, 20, 82–91. <https://doi.org/10.4119/UNIBI/zdb-v20-i1-321>
- Zimmerman, C. & Klahr, D. (2018). Development of Scientific Thinking. In J.T. Wixted (Hrsg.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience* (Developmental and Social Psychology, Bd. 4) (S. 1–25). Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119170174.epcn407>

Beitragsinformationen¹

Zitationshinweis:

Bicak, B.E., Borchert, C. & Höner, K. (2023). Wirken Erklärvideos als Lerntool im universitären Laborpraktikum? Evaluation von Video-Scaffolds zum experimentellen Problemlösen anhand von Fähigkeits-selbsteinschätzungen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 6 (1), 161–180. <https://doi.org/10.11576/hlz-5391>

Online-Supplement:

Ergänzende Diagramme zur Stichprobenerhebung und ergänzende Berichtstabellen zur mixed ANOVA

Eingereicht: 05.04.2023 / Angenommen: 03.07.2023 / Online verfügbar: 16.08.2023

ISSN: 2625–0675



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

English Information

Title: Are Explanatory Videos an Effective Tool for Learning in the Undergraduate Laboratory? Evaluation of Video Scaffolding for Experimental Problem Solving on the Basis of Self-Concept of Ability

Abstract: Given its high importance as a central competence in the natural sciences in schools, scientific inquiry is not yet adequately represented in preservice science teacher education at university level. In preservice chemistry teacher education at Technische Universität Braunschweig, scientific inquiry is taught explicitly and promoted with experimental problem solving in an organic chemistry laboratory. In addition, cognitive scaffolding is provided by explanatory videos on scientific reasoning and practical skills for students' pre-laboratory preparation. In the article, the explanatory videos are introduced as a tool for learning and evaluated regarding their influence on students' self-concept of ability. While significant gains were found in the students' self-concept of ability due to participation in the laboratory, there was no interaction of the exposure to the videos. The insights on explanatory videos for the undergraduate laboratory are discussed.

Keywords: chemistry; self-concept; scaffolding; inquiry-based learning; practical work

¹ Das diesem Beitrag zugrunde liegende Forschungsvorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA2028 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.