

# **Problemfeld Laborpraktika**

## **Wie Studierende durch eine multimedial unterstützte Vorbereitungsphase in ihrer Handlungskompetenz gefördert werden können**

DIRK BURDINSKI

### **Zusammenfassung**

Laborpraktische Handlungskompetenzen zu entwickeln, ist für Studierende naturwissenschaftlicher Studiengänge wie der Chemie essenziell und zugleich besonders herausfordernd. Mit dem Konzept des *Flipped Lab* werden die Prinzipien des *Inverted-Classroom*-Modells auf laborpraktische Lehrveranstaltungen übertragen. Dabei wird Raum für die Unterstützung der Studierenden in der wichtigen Laborvorbereitungsphase geschaffen. Mit multimedialen, videobasierten Selbstlernmaterialien können die Studierenden sich strukturierter auf die zunächst als abstrakt erlebten Laboraufgaben vorbereiten. Im Praktikum Anorganische Chemie wurde die Gestaltung der eingesetzten Multimedia-Elemente, insbesondere Laborvideos, exemplarisch evaluiert und nächste Entwicklungsschritte definiert.

### **Gliederung**

1	Herausforderung Laborpraktikum .....	33
2	Das <i>Flipped-Lab</i> -Konzept .....	34
3	Ein Chemiepraktikum als <i>Flipped Lab</i> .....	36
4	Zusammenfassung .....	38
	Literatur .....	38
	Autor .....	39

## **1 Herausforderung Laborpraktikum**

Laborpraktika verbinden die Entwicklung handlungspraktischer und fachlicher Kompetenzen (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007). Wichtig ist, dass Studierende die praktischen Laborphasen intensiv vorbereiten und hierbei bestmöglich unterstützt werden (Jones & Edwards, 2010). In der Lehrpraxis sind hierzu oft nur wenig motivierende Praktikumsskripte verfügbar.

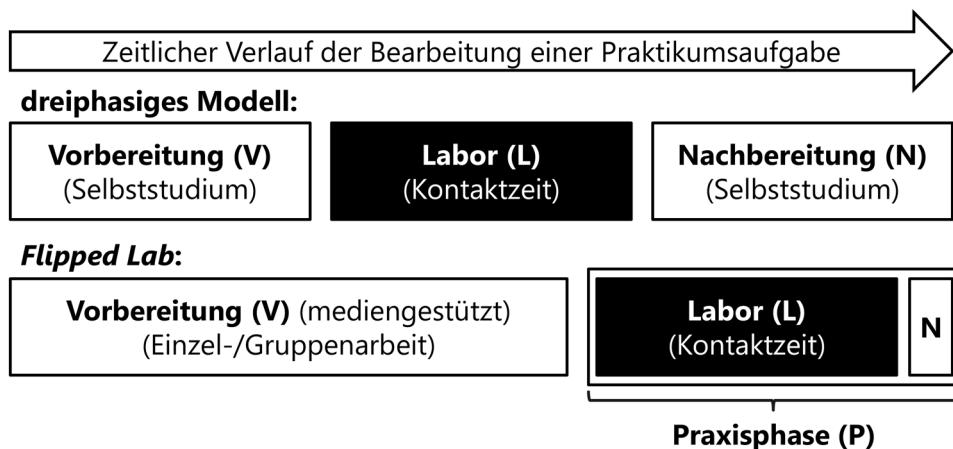
In der Vorbereitungsphase erworbenes Vorwissen ist kognitionswissenschaftlich essenziell für die Kompetenzentwicklung in der Laborsituation (Schneider et al.,

1990). Ein nur kurzfristiger Aufbau von Vorwissen im Arbeitsgedächtnis kann der komplexen Laborsituation kaum gerecht werden. Dennoch wird meist auf die Laborphase und deren Nachbereitung fokussiert. Studierende reduzieren die Lernaktivitäten in der als weniger *prüfungsrelevant* erfahrenen Vorbereitungsphase dabei auf ein Minimum, woraus sich die Gefahr einer kognitiven Überlastung im Labor ergibt. Tiefflern und nachhaltige Kompetenzentwicklung werden erschwert. Misserfolge in der Laborpraxis führen leider selten zu einer selbstgesteuerten Änderung des Vorbereitungsverhaltens.

Im *Inverted-Classroom*-Modell wird die eigenverantwortliche Vorbereitung betont (Handke et al., 2016). Übertragen auf das Bedingungsfeld Labor werden Lernaktivitäten in die Vorbereitungsphase verschoben, wodurch die Entwicklung höherer Handlungskompetenzen in der Laborpraxis gefördert wird (Gregory & Di Trapani, 2012; Hedtrich & Graulich, 2018). Entsprechende Adoptionsmodelle werden auch als *Flipped Lab* bezeichnet (Agustian & Seery, 2017; Burdinski & Glaeser, 2016).

## 2 Das *Flipped-Lab*-Konzept

Die eigenverantwortliche Vorbereitung der Studierenden zu stärken, gelingt im Kontext des *Flipped Lab* durch eine Strategie des *Förderns* und *Forderns*. Wichtig ist dabei die zeitliche Organisation des Praktikums.



**Abbildung 1:** Zeitlicher Verlauf der Bearbeitung einer Praktikumsaufgabe in dreiphasigen und *geflippten* Laborpraktika

Anmerkung: Die Nachbereitung (Auswertung, Protokoll und ggf. Korrekturen) wird außerhalb des Labors (dreiphasig) oder in der Praxisphase (*Flipped Lab*) durchgeführt, die Vorbereitungsphase erhält im *Flipped Lab* mehr Raum.

Klassische Praktikumsmodelle sind dreiphasig, wobei die Laborphase (L) von einer Vorbereitungs- (V) und einer Nachbereitungsphase (N) eingerahmt wird (Abb. 1, oben).

Lernhinderlich wirken hierbei miteinander konkurrierende Aufgaben. Typisch für solche Praktikumsaufgaben (oft im Wochenrhythmus) ist, dass Studierende sich auf eine Laboraufgabe vorbereiten, gleichzeitig aber noch eine vorherige Laboraufgabe nachbereiten sollen (Abb. 2, oben). Oft schließt sich in der zweiten Laborfolgewoche zudem noch eine Überarbeitung (Korrektur, K) bewerteter Praktikumsprotokolle an. Ist das Versuchsprotokoll entscheidend für die Leistungsbewertung, fokussieren Studierende hierauf und vernachlässigen die Vorbereitung der nachfolgenden Aufgabe.

	Aufgabe	zeitlicher Verlauf des Praktikums →															
dreiphasig	Aufgabe	1	V	L	N	L	K	L	K	N	L	K	N	L	K	N	...
	1	V	P		V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	...		
	2																
	3																
	4																
	5																

	Aufgabe	zeitlicher Verlauf des Praktikums →													
Flipped Lab	Aufgabe	1	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	...
	1	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	...	
	2														
	3														
	4														
	5														

Abbildung 2: Bearbeitung von Praktikumsaufgaben im zeitlichen Verlauf

Anmerkung: Vergleich von dreiphasigem Modell, mit Vorbereitung (V), Laborzeit (L), Nachbereitung (N) und Protokollkorrektur (K), und Flipped-Lab-Modell, mit Vorbereitung (V) und abschließender Praxisphase (P).

Im *Flipped Lab* werden diese Aktivitäten entkoppelt (Burdinski, 2020). Wesentliche, oft in der Nachbereitung verankerte Aufgaben, wie die Dokumentation relevanter Berechnungsgrundlagen oder theoretischer Zusammenhänge, werden in die Vorbereitungsphase verlegt. Die Studierenden entwerfen zudem detaillierte Handlungspläne (z. B. Operationsschemata). Dadurch wird die eigentliche Laborarbeit insgesamt besser strukturiert.

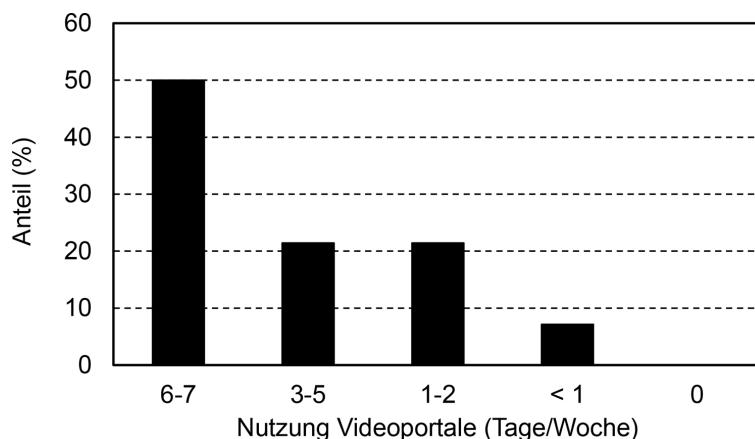
Wichtig ist die möglichst nahtlose Integration von visuell-bildhaften Medien, insbesondere von Laborvideos, Simulationen und vermehrt virtuellen, interaktiven Laborumgebungen mit auditiv-verbalen Medien, wie klassischen Laborskripten, digitalen Texten und Video-Untertitelung. Damit nimmt die Vorbereitungsphase mehr Raum ein, der dadurch geschaffen wird, dass die Nachbereitungsphase konzentriert und intensiviert wird. Gelingt die vollständige Einbettung der Nachbereitung in die Praxisphase (Abb. 1, unten), können Studierende jederzeit auf nur jeweils eine Aufgabe fokussieren (Abb. 2, unten).

### 3 Ein Chemiepraktikum als *Flipped Lab*

Das Praktikum Anorganische Chemie an der TH Köln (Campus Leverkusen) wird seit 2014 nach einem *Flipped-Lab*-Modell durchgeführt (Burdinski & Glaeser, 2016). In der Vorbereitungsphase werden eingesetzt:

- detaillierte Versuchsanleitungen
- Laborvideos (idealtypische Versuchsdurchführung)
- Lehrvideos (relevante Grundlagen)
- Betriebsanweisungen (Arbeitsvorlage)
- elektronische Tests (statt Zugangskolloquium)

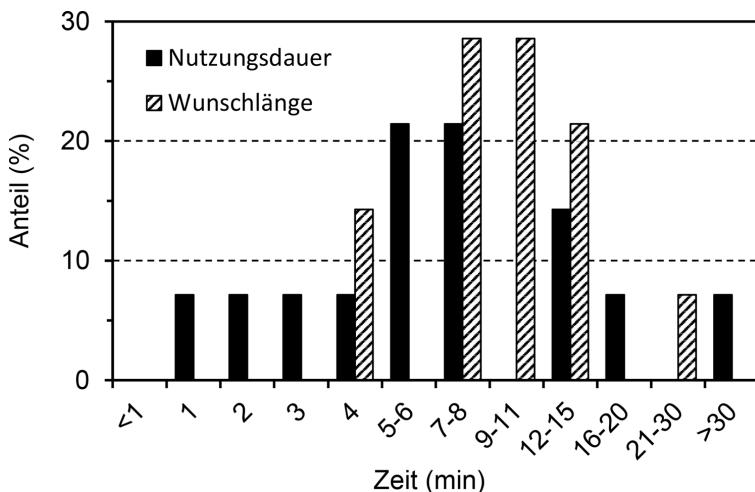
Zum Sommersemester 2019 wurden das Praktikum vom ersten ins zweite Fachsemester verlegt und umgestaltet und neue Laborvideos produziert. Hierbei fiel auf, dass die auf YouTube öffentlich zugänglichen Laborvideos bei einer mittleren Länge von 12 min (SA 3 min) eine mittlere Wiedergabezeit von unter 40 % aufwiesen (Stand 08/2020: 38 % (SA 7%) bei 73.000 Aufrufen).<sup>1</sup>



**Abbildung 3:** Auswertung zur Frage: „Wie oft nutzen Sie Videoportale, um Onlinevideos anzusehen?“ ( $N=14$ )

Die Praktikumsteilnehmer:innen des Sommersemesters 2019 ( $N=14$ ) wurden zu Beginn anonym nach ihrem Videonutzungsverhalten befragt. Hierbei gaben mehr als 70 % an, wenigstens dreimal in der Woche Videoportale zu nutzen (Abb. 3). Auch umfangreichere Videos würden überwiegend nicht länger als 5–8 Minuten am Stück angesehen, wobei im Fall von Lehrvideos auch Längen von 7–11 Minuten akzeptiert würden (Abb. 4). Dies stimmt mit Studien von Geri und Lagerstrom überein, nach denen für ansprechend gestaltete, idealerweise interaktive Lehrvideos Nutzungszeiten von sogar 11–20 Minuten realistisch sind (Geri et al., 2017; Lagerstrom et al., 2015).

<sup>1</sup> YouTube-Kanal „Praktikum Anorganische Chemie“, abgerufen am 23. August 2021 von <https://www.youtube.com/channel/UCq9ACNa46lj8lanmdOGyK2w>



**Abbildung 4:** Befragung zu Nutzungsdauer und Wunschlänge von Videos

Anmerkung: Gefragt wurde, „Wie lange sehen Sie sich ein einzelnes Onlinevideo im Durchschnitt an, bevor Sie es verlassen?“ (Nutzungsdauer) bzw. „Wie lang sollte ein einzelnes Video zu einer Lehrveranstaltung höchstens sein, sodass Sie es in der Regel ohne Unterbrechung bis zum Ende durcharbeiten würden?“ (Wunschlänge) (beide  $N=14$ ).

**Tabelle 1:** Zustimmung zu den genannten Aussagen: „Stimme voll und ganz (1)/eher (2)/teilweise (3)/eher nicht (4)/überhaupt nicht (5) zu“

Aussage	M	SA
Digitale Lernangebote spielten auf meinem bisherigen Bildungsweg eine wichtige Rolle.	2.2	1.9
Beim Umgang mit digitalen Lernangeboten fühle ich mich sicher.	1.9	2.4
Digitale Lernmaterialien (z. B. Videos, e-Tests, interaktive Formate) bevorzuge ich gegenüber klassischen Lernmaterialien (z. B. Buch, Ausdruck).	2.2	2.2
Mithilfe digitaler Lernangeboten erwerbe ich leichter laborpraktische Kompetenzen.	2.1	1.9
Komplexe Zusammenhänge kann ich durch ein dokumentierendes Video besser erfassen als mithilfe einer schriftlichen Beschreibung.	1.5	3.6
Komplexe Zusammenhänge kann ich durch einen geleiteten, strukturierten Abstraktionsprozess besser erfassen als ohne diesen.	1.6	3.3

Anmerkungen: Bei keiner der Aussagen wurde Option (5) gewählt. Angaben als Mittelwerte (M) mit Standardabweichung (SA) bei  $N=14$  Teilnehmenden.

Insgesamt gaben die Studierenden an, dass auf ihrem bisherigen Bildungsweg digitale Lernangebote eher eine wichtige Rolle spielten, sie sich eher sicher beim Umgang mit digitalen Lernangeboten fühlten und diese eher gegenüber klassischen Lehrmaterialien bevorzugten (Tab. 1). Zudem könnten sie mithilfe digitaler Lernangebote leich-

ter laborpraktische Kompetenzen erwerben. Weitgehend stimmten sie dabei der Einschätzung zu (1.5 von 5), dass sie komplexe Zusammenhänge durch ein dokumentierendes Video besser erfassen könnten als mithilfe einer schriftlichen Beschreibung, wobei sie diese durch einen geleiteten, strukturierten Abstraktionsprozess besser erfassen als ohne diesen (1.6 von 5). Beides sind Kernelemente des *Flipped-Lab*-Konzepts.

In einer im letzten Praktikumsdrittel durchgeführten Teaching Analysis Poll (TAP,  $N = 14$ ) stellten die Studierenden insbesondere das *praktische Arbeiten* und die *E-Test-Vorbereitung* (je 100 % Zustimmung) als besonders lernförderlich heraus. Übereinstimmend mit früheren Ergebnissen wurde die Bedeutung der multimedialen Vorbereitungsphase als gleichwertig mit der eigentlichen Laborarbeit betont (Burdinski, 2018). Der formulierte Wunsch nach mehr elektronischen Selbstlerntests zur individuellen Vorbereitung soll in zukünftigen Durchläufen umgesetzt werden.

## 4 Zusammenfassung

Mit dem *Flipped-Lab*-Konzept kann die Entwicklung handlungspraktischer Kompetenzen in der für Studierende zunächst ungewohnten Laborsituation mithilfe einer multimedial unterstützten Vorbereitungsphase gezielt gefördert werden. Im Praktikum Anorganische Chemie der TH Köln bewerteten die Studierenden die angebotenen Multimedia-Elemente im Sommersemester 2019 als entsprechend wichtig für die eigene Kompetenzentwicklung. Dabei werden auch Labor- und Lehrvideos akzeptiert, die gegenüber sonstigen Videos längere Laufzeiten aufweisen.

## Literatur

- Agustian, H. Y. & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: A proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518–532.
- Burdinski, D. (2018). Flipped Lab: Ein verdrehtes Laborpraktikum. In B. Getto, P. Hintze & M. Kerres (Hrsg.), *Digitalisierung und Hochschulentwicklung* (1. Aufl., S. 164–172). Münster: Waxmann.
- Burdinski, D. (2020). Das Flipped Lab als ICM-Adaption für naturwissenschaftliche Laborpraktika. In S. Zeaiter & J. Handke (Hrsg.), *Inverted Classroom – Past, Present & Future: Kompetenzorientiertes Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert* (S. 107–122). Baden-Baden: Tectum Wissenschaftsverlag.
- Burdinski, D. & Glaeser, S. (2016). Flipped Lab – Effektiver lernen in einem naturwissenschaftlichen Grundlagenpraktikum mit großer Teilnehmerzahl. In B. Berendt, A. Fleischmann, N. Schaper, B. Szczyrba & J. Wildt (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre* (Griffmarke E 5.4, S. 1–28). Berlin: Raabe-Verlag.

- Geri, N., Winer, A. & Zaks, B. (2017). Challenging the six-minute myth of online video lectures: Can interactivity expand the attention span of learners? *Online Journal of Applied Knowledge Management*, 5(1), 101–111.
- Gregory, S. J. & Di Trapani, G. (2012). A Blended Learning Approach to Laboratory Preparation. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 20(1), 56–70.
- Handke, J., Loviscach, J., Schäfer, A. M. & Spannagel, C. (2016). Inverted Classroom in der Praxis. In B. Berendt, A. Fleischmann, N. Schaper, B. Szczyrba & J. Wildt (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre* (Griffmarke E 2.11, S. 1–18). Berlin: Raabe-Verlag.
- Hedrich, S. & Graulich, N. (2018). Lernzuwachs in Blended Learning Laborpraktika transparent machen – Feedbackfunktionen des LMS erweitern. *CHEMKON*, 25(7), 279–283.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105–107.
- Jones, S. M. & Edwards, A. (2010). Online Pre-laboratory Exercises Enhance Student Preparedness for First Year Biology Practical Classes. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 18(2), 1–9.
- Lagerstrom, L., Johanes, P. & Ponsukcharoen, U. (2015). *The Myth of the Six-Minute Rule: Student Engagement with Online Videos*. <https://doi.org/10.18260/p.24895>
- Schneider, W., Körkel, J. & Weinert, F. E. (1990). Expert Knowledge, General Abilities, and Text Processing. In W. Schneider & F. E. Weinert (Hrsg.), *Interactions Among Attitudes, Strategies, and Knowledge in Cognitive Performance* (S. 235–251). New York: Springer.

## Autor

Dr. **Dirk Burdinski** ist Professor für Materials Science an der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften am Campus Leverkusen der TH Köln und leitete dort 2016–2018 das digiFellowship-Projekt „Chem-in!“. Mit seinen Lehrentwicklungsprojekten fokussiert er auf Inverted-Classroom-Konzepte, kompetenzorientiertes Lehren und Prüfen in den Naturwissenschaften. Kontakt: dirk.burdinski@th-koeln.de