

Laborpraktikum für Masterstudierende unter Berücksichtigung der Konzepte des forschenden Lernens

ABSTRACT/ZUSAMMENFASSUNG

Bereits im Bachelorstudium gehören in den Biowissenschaften Laborpraktika zum Alltag der Studierenden. Üblicherweise arbeiten die Studierenden ein vorgegebenes Skript ab und protokollieren ihre Ergebnisse, um sich grundsätzliche Techniken anzueignen. Während diese Struktur für die Anforderungen des Grundstudiums sehr gut geeignet ist, erschwert das Festhalten daran in Masterstudiengängen eine Weiterentwicklung der Studierenden zu unabhängigen Forscher*innen. Deshalb wurde hier ein Laborpraktikum für Masterstudierende anhand der Konzepte zum forschenden Lernen (FoL) geplant und durchgeführt. Studierende konnten so durch das selbständige Durchlaufen des kompletten biowissenschaftlichen Forschungszyklus Fähigkeiten erlangen, die im weiteren Verlauf ihrer Karriere für erfolgreiche eigenständige Forschung notwendig sind. Konkret wurde zu Beginn des Praktikums eine wissenschaftliche Beobachtung vorgestellt und in einer gemeinsamen Diskussion mögliche Fragestellungen, Hypothesen und experimentelle Ansätze erarbeitet. Die Studierenden haben unter Anleitung Versuche geplant, durchgeführt und ausgewertet. Die Forschungsergebnisse wurden in einem schriftlichen Protokoll im Stil einer wissenschaftlichen Publikation zusammengefasst. Die Teilnehmer*innen legten ein hohes Maß an Kreativität und Eigeninitiative an den Tag und ihr Feedback zur Veranstaltung war sehr positiv. Zusammenfassend bietet die Orientierung an den Prinzipien des forschenden Lernens für Laborpraktika auf Masterniveau bei gleichem Zeitaufwand für die Lehrenden deutlich mehr Lernpotential für die Studierenden. Daher sollten Lehrende anstreben, ihre Veranstaltungen bewusst an diesen Prinzipien auszurichten.

Schlagworte: Forschendes Lernen – Biowissenschaften – Laborpraktikum

Laboratory practical courses are an integral part of bioscience classes already at undergraduate level. Usually, the students work according to a pre-defined script and protocol their results to learn basic laboratory techniques. While this structure is well suited for undergraduate studies, adhering to it during graduate studies prevents the advancement of the students to independent scientists. Therefore, here, a laboratory practical course for Master students was conducted based on the principles of research-based learning. By performing a complete bioscientific research cycle, the students acquired competencies required to develop to independent researchers in the future. Specifically, a scientific observation was presented and, together with the supervisors, the students discussed potential derived hypotheses, research questions and experimental approaches to tackle them. Under supervision, they planned, conducted and analyzed experiments. Their results were summarized in a written report resembling a scientific publication. The participants demonstrated a high level of creativity and self-initiative and their feedback was very positive. In summary, research-based learning in the context of laboratory practical courses for graduate students offers a substantially increased learning potential for the students with a similar level of time investment by the supervisors. Hence, teachers should aim to plan their courses according to these principles.

Keywords: Research-based learning – Biosciences – Laboratory practical course

Einleitung

Bereits im frühen 19. Jahrhundert schrieb Wilhelm von Humboldt im Königsberger Schulplan über die Lehre an Hochschulen: „Es ist ferner eine Eigentümlichkeit der höheren wissenschaftlichen Anstalten, daß sie die Wissenschaft immer als ein noch nicht ganz aufgelöstes Problem behandeln und daher immer im Forschen bleiben [...]“ (HUMBOLDT 1946). Er definierte also die Lehre an Hochschulen im Gegensatz zum Schulunterricht als einen Akt der Forschung und folglich Hochschullehrende als Personen, die diese Forschung ermöglicht und anleitet.

Setzt man diese historischen Überlegungen in Bezug zur modernen Lernzieltaxonomie nach Benjamin Bloom, sollte die Aufgabe der Schule eher als die Erreichung von Lernzielen der niedrigen Taxonomie-Ebenen (Wissen, Verständnis und Anwendung) sein, während die Universität vermehrt die höheren Taxonomie-Ebenen (Analyse, Synthese und Beurteilung) abdecken sollte (BLOOM 1972). Die Voraussetzung für die Erreichung solcher Lernziele höherer Taxonomie-Ebenen ist die gezielte Einübung der dafür notwendigen Fähigkeiten. Während in der Schule also die Wissensvermittlung im Vordergrund steht, sollte an der Hochschule das forschende Lernen (FoL) durch angewandte, am disziplinspezifischen Forschungszyklus orientierte Lehre, ermöglichen, einen tieferen Zugang zu wissenschaftlichen Themen und deren Zusammenhängen zu erlangen.

Die Definition des forschenden Lernens als Lehrprinzip erwies sich in den vergangenen Jahren als keineswegs statisch festgelegt. Während es sehr strikte Auslegungen gibt, die einfordern, dass die Studierenden mit möglichst hohem Aktivitätsgrad alle Schritte des Forschungszyklus durchlaufen (HUBER 2009), vertreten andere Vertreter*innen der Lehr-Lernforschung die Position, dass es durchaus verschiedene Abstufungen und Interpretationen des FoL-Konzeptes (v. a. in Bezug auf konkreten Forschungsbezug in der Lehre) geben kann und sollte (HEALEY & JENKINS 2009).

Unabhängig von der konkreten begrifflichen Auslegung bleibt die Hauptaufgabe der Universität auch in der heutigen Zeit nicht nur die Vermittlung von disziplinspezifischem Spezialwissen, sondern gerade in den postgraduellen Studiengängen die Ausbildung von forschungsbefähigten Wissenschaftler*innen. Darum ist es essentiell, dass während des Studiums sowohl auf curricularer als auch auf Ebene von Einzelveranstaltungen zunehmend Lernziele höherer Taxonomie-Ebenen wie beispielsweise „Analyse“ und „Synthese“ berücksichtigt werden, um den Studierenden die Möglichkeit zu bieten, die dafür notwendigen Fähigkeiten zu entwickeln (TREMP & HILDBRAND 2012). Hierfür ist die Planung von Lehrveranstaltungen nach den Prinzipien des forschenden Lernens ein bekannter und geeigneter Ansatz. Dabei wird gezielt dafür gesorgt, dass die Studierenden die Möglichkeit bekommen, möglichst viele Schritte des disziplinspezifischen Forschungszyklus

aktiv unter Betreuung der Lehrperson zu durchlaufen. Somit animieren Lehrveranstaltungen, die nach den Prinzipien des forschenden Lernens konzipiert sind, die Studierenden dazu, sich aktiv mit der Wissenschaft und dem Forschungszyklus auseinanderzusetzen.

Der typische Forschungszyklus in den Biowissenschaften ist in Abbildung 1 dargestellt.

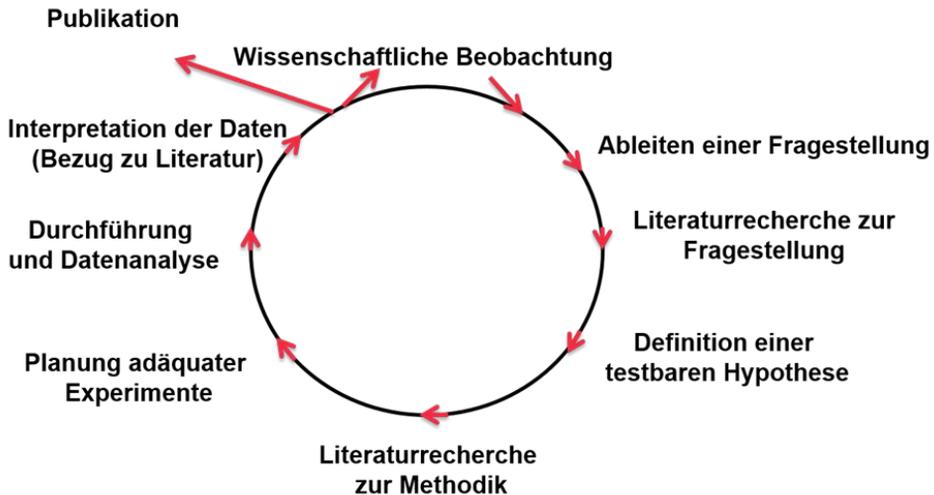


Abbildung 1

Ein typischer Forschungszyklus in den Biowissenschaften (eigene Darstellung).

Der Forschungszyklus beginnt mit einer wissenschaftlichen Beobachtung, aus der eine Fragestellung abgeleitet wird, die nach Literaturrecherche in eine testbare Hypothese übersetzt wird. Diese Hypothese wird mithilfe geeigneter Methoden überprüft, was die Literaturrecherche zur Methodik, die Planung adäquater Experimente, sowie deren Durchführung und die Analyse und Interpretation der Daten einschließt. Daraus ergibt sich in Zusammenfassung eine neue wissenschaftliche Beobachtung, sodass sich der Forschungszyklus schließt. Neue, interessante Beobachtungen dienen dabei als Basis für wissenschaftliche Publikationen, also wissenschaftliches Schreiben. Gleichzeitig können diese als Grundlage neuer Fragestellungen herangezogen werden, wodurch der Forschungszyklus erneut durchlaufen werden kann.

Klassischerweise werden Laborpraktika in den Biowissenschaften auch auf Masterebene zumeist in Form von durch die betreuenden Lehrpersonen vorab durchorganisierter, anhand eines Skripts detailliert vorgeplanter Laborarbeit durchgeführt, wobei der Fokus darauf liegt, den Studierenden in kurzer Zeit eine Vielzahl an Techniken näherzubringen. Im konkreten Beispiel hier handelt es sich um ein dreiwöchiges Fortgeschrittenenpraktikum im Rahmen des Masterstudiengangs Molecular Biosciences der Universität Heidelberg, das

üblicherweise mit einer Gruppe von acht Studierenden durchgeführt wird. Im Curriculum des Studiengangs sind in den ersten beiden Semestern insgesamt vier solcher Praktika vorgesehen, die zum Teil durch mehrere Forschungsgruppen betreut werden. Dadurch bietet sich den Studierenden die Möglichkeit, eine Vielzahl an Forschungsfeldern und Methoden in kurzer Zeit kennenzulernen. Allerdings bleibt hierbei oft das tiefere Verständnis aufgrund von begrenzter Zeit zur Auseinandersetzung mit den einzelnen Teilprojekten des Praktikums auf der Strecke. Zudem bietet sich für die Studierenden nicht die Möglichkeit, eigene Ideen einzubringen und so ihre Kreativität und Selbständigkeit zu schulen. Die Ergebnisse des Praktikums werden durch die Teilnehmer*innen im Anschluss in Form eines formalen Protokolls, dessen Struktur an eine wissenschaftliche Publikation angelehnt ist, beschrieben und diskutiert.

Im vorliegenden Artikel wird beschrieben, wie ein solches Praktikum basierend auf den Prinzipien des forschenden Lernens überarbeitet wurde, um den Studierenden gezielt zu ermöglichen, den Forschungszyklus in den Biowissenschaften anhand eines kleinen Projekts zu durchlaufen. Anstelle eines vorgefertigten Skripts erhielten die Studierenden eine theoretische Einleitung und Hilfestellungen durch die Lehrpersonen, um eine Forschungsfrage zu entwickeln und mithilfe geeigneter Methoden zu bearbeiten. Hierbei konnte beobachtet werden, dass der subjektive Lernzuwachs auf Seiten der Studierenden sowie deren objektive Fähigkeit, die erzielten Ergebnisse zu beschreiben und einzuordnen, im Vergleich zu einem Skript-basierten Praktikum deutlich verbessert waren.

Beobachtung und Hypothese

In den vergangenen Jahren habe ich als Prüfungsverantwortliche ein derartiges zweiwöchiges Laborpraktikum für Masterstudierende des Studiengangs Molecular Biosciences, Major Cancer Biology, der Universität Heidelberg organisiert, das an dem klassischen, skript-basierten Format orientiert war. Hierbei war das Ziel, relevante in unserem Labor etablierte Techniken zu vermitteln, die zur Bearbeitung einer von mir vorgegebenen wissenschaftlichen Fragestellung durchgeführt werden sollten. Sowohl der Hintergrund der Techniken und der wissenschaftlichen Fragestellung als auch die detaillierte Durchführung inklusive Zeitplan und notwendiger Kontrollen war Bestandteil des Skripts, das ich zusammen mit weiteren Betreuungspersonen aus unserer Abteilung für Molekulare Genomanalyse am Deutschen Krebsforschungszentrum erstellt und den Studierenden im Vorfeld des Praktikums zur Verfügung gestellt habe. Die Einzelheiten der Planung, wie beispielsweise Verwendung von Kontrollen (z. B. technische Positiv- und Negativkontrollen, um beurteilen zu können, ob Versuche technisch einwandfreie Ergebnisse liefern oder biologische Positivkontrollen mit bekanntem Effekt) oder Bestimmung optimaler Zeitpunkte (z. B. Inkubationszeiten kultivierter Zellen nach einer Behandlung), wurden im Laufe des Praktikums theoretisch besprochen. Diese Struktur gewährleistet eine effektive Nutzung der vorhandenen Zeit zur Erprobung der Labortechniken. Allerdings wurde insbesondere im Rahmen

der schriftlichen Protokolle oft klar, dass die Studierenden Schwierigkeiten hatten, die besprochenen Einzelheiten zur Planung verständlich wiederzugeben. Beispielsweise waren sie teilweise nicht in der Lage, die Auswahl von verwendeten Techniken schlüssig zu begründen und Positivkontrollen korrekt in Bezug zu ihrer Funktion zu setzen. Diese Fähigkeiten sind allerdings unerlässlich, um die Studierenden zu eigenständiger Forschung nach wissenschaftlichen Standards zu befähigen, was eines der curricularen Lernziele eines Masterstudiengangs sein sollte (FAKULTÄT FÜR BIOWISSENSCHAFTEN 2016).

Aus diesen Gründen habe ich die Hypothese entwickelt, dass eine Orientierung der Praktikumsplanung an den Prinzipien des forschenden Lernens den Studierenden die Möglichkeit eröffnet, essentielle Kompetenzen zu erwerben, die für wissenschaftliches Arbeiten erforderlich sind. Diese Kompetenzen beinhalten zum Beispiel die Fähigkeit, aus vorhandenen Beobachtungen überprüfbare Hypothesen abzuleiten und eine Strategie für deren Testung zu entwickeln. Zu diesem Zweck habe ich das Praktikum seit dem Sommersemester 2019 neu konzipiert, um den Studierenden ein hohes Maß an Eigenständigkeit und selbständiger, kreativer Planung zu ermöglichen. Das neue Format wurde seither in vier aufeinanderfolgenden Gruppen von Studierenden erprobt, wobei die inhaltliche Gestaltung sich jeweils an aktuellen Projekten in unserer Abteilung orientiert hat. Die Planung, Umsetzung und eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen dieses Vorgehens werden im Folgenden im Detail erörtert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das FoL-Konzept von den Studierenden sehr positiv bewertet wurde. Es hat sich motivationsförderlich ausgewirkt und den Teilnehmer*innen Lerngelegenheiten für die verschiedenen Teilbereiche des Forschungszyklus (z. B. detaillierte Versuchsplanung inklusive Zeitmanagement) ermöglicht, die sie so vorher in skript-basierten Praktika noch nicht gewinnen konnten. Zudem wurde aus den angefertigten Praktikumsprotokollen deutlich, dass die Studierenden im Rahmen der Planung und der damit verbundenen intensiven Diskussionen ein hohes Maß an Verständnis für die Notwendigkeit bestimmter experimenteller Kontrollen, für Vor- und Nachteile bestimmter Methoden und für Anforderungen an die Planung von Versuchen entwickelt haben. Obwohl die Durchführung des Praktikums nach den Prinzipien des forschenden Lernens aus logistischer Sicht eine Herausforderung dargestellt hat, da die konkrete Versuchsbetreuung sehr kurzfristig organisiert werden muss, überwiegen die positiven Aspekte wie erhöhte Motivation und verbessertes Verständnis, das sich in qualitativ hochwertigeren Protokollen widerspiegelt. Aus diesem Grund werde ich auch in kommenden Semestern an dem hier beschriebenen Konzept für das Laborpraktikum festhalten und nach Möglichkeit auch andere Lehrveranstaltungen zunehmend auf Basis dieser Prinzipien planen. Zudem würde ich ein ähnliches Konzept allen Betreuungspersonen von Laborpraktika auf Master-Niveau nahelegen, damit durch wiederholte Einübung der verschiedenen Aspekte des Forschungszyklus eine weitere Festigung der angeeigneten Fähigkeiten ermöglicht wird.

Den Prinzipien des forschenden Lernens folgend ist es für Masterstudenten der Biowissenschaften essentiell, mit zunehmender Dauer ihres Studiums größere Teile des biowissenschaftlichen Forschungszyklus aktiv und eigenständig zu durchlaufen, um dadurch die

Fähigkeiten zu entwickeln, die sie benötigen, um selbständige Wissenschaftler*innen werden zu können. In der derzeitigen Interpretation des Curriculums findet dies frühestens im dritten Semester des Masterstudiums statt, wenn die Studierenden in den mehrwöchigen Forschungspraktika „Biolab“ und „Working in Biosciences“ die ersten Erfahrungen in wissenschaftlichen Forschungsprojekten innerhalb von Arbeitsgruppen machen. Diese Module sind für eigenständiges forschendes Lernen zwar geeignet, werden aber häufig aus verschiedenen Gründen von den betreuenden Personen nicht als FoL-Projekte interpretiert. Häufig sind meiner Erfahrung nach auch die Studierenden von der plötzlichen Eigenständigkeit überfordert und fordern mehr konkrete und konzeptionelle Betreuung ein. Somit hatten sie noch zu Beginn und teilweise auch bis zum Ende ihrer Masterarbeit nicht die Möglichkeit, aktiv und eigenständig alle Schritte des Forschungskreislaufs zu absolvieren. Um diesen Kreislauf zu durchbrechen, scheint es zielführend, die Studierenden frühzeitig an die Anforderungen heranzuführen, denen sie im späteren Verlauf des Studiums und im Berufsleben begegnen werden. Zu den benötigten Fähigkeiten gehören auch in klassischen Lehrformaten häufig wenig berücksichtigte Aspekte wie soziale Kompetenzen und Zeitmanagement.

Die Fortgeschrittenen-Praktika (HP-F), die im Rahmen der Module der ersten beiden Semester Teil des Masterstudiengangs Molecular Biosciences sind, eignen sich meiner Meinung nach aus mehreren Gründen besonders gut, um die Studierenden in angemessenem Rahmen an Eigenständigkeit und Forschungstätigkeit heranzuführen:

Erstens handelt es sich um einen kleinen, überschaubaren Zeitrahmen von zwei bis drei Wochen, sodass es auch für in der Forschung unerfahrene Studierende möglich ist, anhand von vorgestellten wissenschaftlichen Beobachtungen eine adäquate Forschungsfrage zu definieren und alle Versuche und Ergebnisse zu überblicken. Im vorgestellten Beispiel haben die Studierenden diese Forschungsfrage im Vorfeld des Praktikums im Rahmen einer mehrtägigen Vorbesprechungs- und Planungsphase selbst erarbeitet.

Zweitens finden diese Praktika in Kleingruppen von ca. vier Studierenden statt. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, dass sich die Studierenden Hintergrundinformationen zu unterschiedlichen Methoden aneignen, die im Praktikum Anwendung finden können. Dieses Wissen kann dann im Sinne eines Expertenpuzzles mit den übrigen Teilnehmer*innen geteilt und im Rahmen der Versuchsplanung und -durchführung synergistisch berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall habe ich die im Praktikum obligatorische Seminarpräsentationen dazu genutzt, den Teilnehmer*innen Themen zuzuordnen, die sich mit der Planung, Durchführung und Theorie von Methoden befassen, die im zeitlichen und inhaltlichen Rahmen des Praktikums angewendet werden könnten.

Drittens ist aufgrund des limitierten zeitlichen Rahmens ungeachtet der Art der Betreuung nicht davon auszugehen, dass Ergebnisse erzielt werden können, die für die betreuende Arbeitsgruppe in Hinblick auf Publikationen verwertbar sein können. Diese Überlegung stellt in den Einzelpraktika oft eine Hemmung von forschendem Lernen dar, da die Interes-

sen der betreuenden Arbeitsgruppe – in diesem Fall zeit- und kosteneffiziente, ergebnisorientierte Arbeit – den Interessen des Studierenden – in diesem Fall Erlernen von Fähigkeiten, die die Voraussetzung für eigenständige Forschung darstellen – entgegenstehen.

Viertens ist davon auszugehen, dass ein frühzeitiges Engagement der Studierenden in FoL-Projekten sie im weiteren Verlauf des Studiums dazu befähigt, auch eigenständig effizient zu arbeiten. In diesem Sinne ist das Einüben dieser Fähigkeit in frühen Studienabschnitten wünschenswert, da es automatisch dazu führen kann, dass auch in späteren Projekten bei gleichbleibender wissenschaftlicher Erfolgsaussicht den Studierenden ein erhöhtes Maß an Eigenständigkeit von den betreuenden Arbeitsgruppen zugestanden werden kann. Folglich kann eine frühe Einführung von Lehrveranstaltungen, die den Prinzipien des forschenden Lernens folgen, zu einem sich potenzierenden Lernerfolg für die Studierenden führen, da sie auf dieser Basis im weiteren Verlauf ihres Studiums mehr Möglichkeiten und Freiheiten zu forschendem Lernen bekommen können. Dies ist insbesondere im Rahmen des Masterprogramms Major Cancer Biology gegeben, da die Studierenden erfahrungsgemäß überaus intrinsisch motiviert und leistungsfähig sein.

Nicht zuletzt sei auch angemerkt, dass die Struktur der Kleingruppe mit ca. vier Personen gleich zwei motivationsfördernde Aspekte verbinden kann: Autonomie und soziale Eingebundenheit (RYAN & DECI 2000). Die Gruppe ist groß genug, um in ihrer Funktion als soziales Gefüge wahrgenommen zu werden und ermöglicht Diskussion und Austausch über das Projekt. Gleichzeitig ist sie klein genug, dass jeder einzelne sich aktiv einbringen und seine Meinung und Ideen vertreten kann.

Planung

Die Lernziele wurden im Rahmen der Vorbesprechung beispielhaft für das Sommersemester 2019 folgendermaßen kommuniziert:

Am Ende des Praktikums werden die Teilnehmer*innen in der Lage sein....

- ... grundlegende Mechanismen für Therapieresistenz in Brustkrebs zu benennen und zu erklären
- ... Versuche zu erklären, durchzuführen und die gewonnenen Daten auszuwerten, die sich mit Zellzyklus, Apoptose und Proliferation beschäftigen
- ... solche Versuche eigenständig zu planen und die Funktion von notwendigen experimentellen Kontrollen zu erklären
- ... geeignete öffentlich zugängliche Datensätze zu identifizieren und mit Bezug auf die Forschungsfrage auszuwerten
- ... Versuche und daraus gewonnene Erkenntnisse in Form eines schriftlichen Protokolls zu kommunizieren und in Bezug zur vorhandenen Literatur zu setzen

Die detaillierte Veranstaltungsplanung inklusive verwendeter Lehr-Lernaktivitäten und ihrer konkreten didaktischen Funktion sowie ihrer Verortung im biowissenschaftlichen Forschungszyklus finden sich in den Tabellen 1–3.

Die Veranstaltung wurde in drei getrennten Abschnitten geplant: Zunächst wurde einige Wochen vor Beginn des eigentlichen Praktikums eine Vorbesprechung abgehalten. Diese diente vor allem zur Einführung in das Thema des Praktikums (Tabelle 1). Darauf folgte eine dem Praktikum vorangestellte zweitägige Planungsphase (Tabelle 2). Diese umfasste die curricular als Teil der Prüfungsleistung vorgesehenen Seminarpräsentationen durch die Studierenden sowie die konkrete Versuchsplanung und Erstellung eines Zeitplans für die Durchführungsphase. Daran schloss sich die achttägige Durchführung des Praktikums an sowie die Anfertigung der Protokolle (Tabelle 3).

Dauer	Inhalt	Lehr-Lern-Aktivität	Didaktische Funktion	Teil des Forschungszyklus
20min	Einstieg	Frontalvortrag, Blitzlicht zur Frage nach Erwartungen an Kurs und Lernumgebung	Vermittlung der Lernziele und Erstellung eines Lernkontrakts	
20min	Hintergrundinformationen zum Thema Therapie und Resistenz bei Brustkrebs und wissenschaftliche Beobachtung: ATF3 Expression ist erhöht in therapieresistenten Brustkrebszellen	Frontalvortrag	Wissensvermittlung	Wissenschaftliche Beobachtung
20min	Entwicklung einer Forschungsfrage	Think-Pair-Share	Gemeinsame Erarbeitung von möglichen Forschungsfragen und Hypothesen, die sich aus der vorgestellten Beobachtung ergeben könnten	Definition einer testbaren Hypothese
60min	Entwicklung eines Gerüsts für eine Projektskizze/Abstract	5§-Methode	Durch Autonomie und soziale Eingebundenheit Förderung der intrinsischen Motivation, am Thema zu arbeiten; Vorstellung einer Methode, mit der man schreibend Gedanken strukturieren kann	Definition einer testbaren Hypothese
10min	Ausstieg	Frontal	Instruktion der Seminarvorträge --> Lernziele statt Themen; Ausblick auf den Ablauf des Praktikums	Literaturrecherche zur Methodik

Tabelle 1
Veranstaltungsplanung der Vorbesprechung.

	Dauer	Inhalt	Lehr-Lern-Aktivität	Didaktische Funktion	Teil des Forschungszyklus
Tag 1	3h	Methodisch-orientierte Seminarpräsentationen	Studentische Vorträge	Teil der Prüfungsleistung; Vermittlung von methodischem Wissen an andere Teilnehmer*innen als Grundlage für spätere Versuchsplanung	
	2h	Diskussion der Studierenden, welche Forschungsfragen sie aus der Beobachtung abgeleitet haben und welche testbaren Hypothesen sich daraus ergeben	Kleingruppendiskussion - ohne Lehrperson	Einüben von sozialer Kompetenz und Diskussionskultur; Konsenzfindung; Einübung von wissenschaftlichem hypothesenbasiertem Denken	Definition einer testbaren Hypothese
	1h	Vorstellung der Diskussionsergebnisse und weiterführende Diskussion mit der Lehrperson	Kleingruppe plus Lehrperson	Einüben von logischer Argumentation und Vorstellung von Meinungen und Konzepten; Anregung zum weiterführenden Nachdenken über Details der Fragestellung/Hypothese (testbar, konkret genug)	Definition einer testbaren Hypothese
	Dauer	Inhalt	Lehr-Lern-Aktivität	Didaktische Funktion	Teil des Forschungszyklus
Tag 2	3h	Eigenständige Erarbeitung eines groben experimentellen Plans (Welche Versuche? Welche Zeitpunkte? Welche Kontrollen? Warum?)	Kleingruppendiskussion - ohne Lehrperson	Einüben von sozialer Kompetenz und Diskussionskultur; Konsenzfindung; Einübung von wissenschaftlichem hypothesenbasiertem Denken und Anwendung des Fachwissens aus den Seminarvorträgen	Planung adäquater Experimente
	1h	Vorstellung der Diskussionsergebnisse und weiterführende Diskussion mit der Lehrperson	Kleingruppe plus Lehrperson	Einüben von logischer Argumentation und Vorstellung von Meinungen und Konzepten; Anregung zum weiterführenden Nachdenken über experimentelle Details (Kontrollen ausreichend?)	Planung adäquater Experimente
	3h	Eigenständige Erarbeitung eines konkreten Zeitplans für die folgenden 8 Tage	Kleingruppendiskussion - ohne Lehrperson	Einüben von sozialer Kompetenz und Diskussionskultur; Konsenzfindung; Zeitmanagement im Labor	Planung adäquater Experimente
	1h	Vorstellung der Diskussionsergebnisse und weiterführende Diskussion mit der Lehrperson	Kleingruppe plus Lehrperson	Einüben von logischer Argumentation und Vorstellung von Meinungen und Konzepten; Anregung zum weiterführenden Nachdenken über experimentelle Details (Zeitplanung angemessen? Geplante Versuche machbar?)	Planung adäquater Experimente

Tabelle 2

Veranstaltungsplanung der Planungsphase innerhalb des Praktikums.

	Inhalt	Lehr-Lern-Aktivität	Didaktische Funktion	Teil des Forschungszyklus
Tag 3 - 10	Angeleitete Durchführung der geplanten Experimente im Labor	Kleingruppe mit wechselnden Lehrpersonen aus der Abteilung	Einüben von Methoden; Erprobung des Zeit- und Versuchsmanagements (War die Versuchsplanung realistisch? Hätte man sich stärker fokussieren sollen?)	Durchführung und Datenanalyse
	Eigenständige Analyse der experimentellen Daten	Kleingruppe - zunächst ohne, dann mit Lehrperson	Einüben von Analysemethoden und wissenschaftlichem Denken	Durchführung und Datenanalyse
Nach Ende des Praktikums	Anfertigung eines Protokolls im Stil einer wissenschaftlichen Arbeit	Einzelarbeit	Einüben von wissenschaftlichem Schreiben und von Beschreibung und Interpretation von experimentellen Daten; in Bezug auf die Forschungsfrage und die Literatur	Interpretation der Daten (Bezug zu Literatur), Publikation

Tabelle 3

Veranstaltungsplanung für die Durchführungs- und Schreibphase des Praktikums.

Um die beschriebene Eigenständigkeit der Studierenden erreichen zu können, war es essentiell, dass ich als Lehrperson bewusst die Rolle des Facilitators einnehme (KAUFMANN & EGGENSBERGER 2017). Das bedeutet, dass ich eine explizit mit den Studierenden besprochen habe, dass die Verantwortung für ihren Lernerfolg maßgeblich bei ihnen liegt und ich sie mit Rat und Tat auf Augenhöhe dahin begleiten möchte.

Um dies vorzubereiten, habe ich bereits in der Vorbereitungsphase mit den Studierenden einen Lernvertrag geschlossen, in dem wir vereinbart haben, dass Eigenverantwortung für den Fortschritt ihres Projektes eine Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Praktikum ist. Auf diese Art kann man die Studierenden als aktive Partner gewinnen, die sich auf mich als Facilitator einlassen können. Zudem haben wir thematisiert, dass wir in gegenseitigem Einvernehmen in respektvollem Umgang mit mir und miteinander zusammenarbeiten. Im Gegenzug haben wir vereinbart, dass sie auf Anfrage von mir alle mir mögliche Hilfestellungen in Bezug auf Versuchsplanung, -durchführung und -auswertung bekommen werden. Ich habe mich bewusst und gezielt aus Diskussionen und Planungsphasen der Studierenden zurückgezogen, war aber gleichzeitig stets verfügbar für gezielte Rückfragen.

Umsetzung

Eine der wichtigsten Annahmen, die vor der Planung des Praktikums gemacht wurde, war, dass die Studierenden intrinsisch motiviert, am Thema interessiert und aufgeschlossen gegenüber neuen Konzepten sein würden. Ich habe mich also darauf verlassen, die Studierenden im Rahmen des geplanten Praktikums als aktive Partner*innen gewinnen zu können (CHUR 2012). Diese Annahme basierte auf den Erfahrungen der vorangegangenen acht Jahre, in denen ich insgesamt mehr als 60 Studierende desselben Studiengangs aktiv beaufsichtigt und angeleitet habe. In den vier Praktika, die ich seitdem als FoL-basierte Projekte durchgeführt habe, hat sich diese Annahme auch jedes Mal als Grundvoraussetzung eines erfolgreichen Praktikums bestätigt.

Auch analog zu den vergangenen Jahren, war das Verhältnis zwischen Teilnehmer*innen und Lehrpersonen von gegenseitigem Respekt, Motivation und angemessenen Umgangsformen gekennzeichnet. Die Teilnehmer*innen entwickelten schnell das notwendige Vertrauen in die Lehrpersonen, Fragen, Anregungen und Kritik offen und ohne Scheu zu kommunizieren. Dies war eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung und die flexible Anpassung der Planung des Praktikums.

Vor Beginn des eigentlichen Praktikums wurde im Rahmen einer Vorbesprechung die wissenschaftliche Beobachtung und der grundlegende Hintergrund vorgestellt, um den Studierenden eine Grundlage für die Generierung von abgeleiteten Fragestellungen und Hypothesen zu ermöglichen. Mithilfe der Schreibübung „5§-Methode“ konnten die Teilnehmer*innen unter Anleitung mit gezielten Leitfragen ihre Gedanken diesbezüglich strukturieren und niederschreiben (EGGENSPERGER, SANDMEIR & NEUMANN 2019). Dies diente als Basis für einen nicht benoteten Abstract, den sie bis zum Beginn des Praktikums als Vorbereitung auf die Projektplanung als Hausaufgabe anfertigten. Gleichzeitig konnte so erreicht werden, die Studierenden in überschaubarem Rahmen an wissenschaftliche Schreibaufgaben heranzuführen.

Ebenfalls während der Vorbesprechung wurden die Anforderungen an die methodenorientierten Seminarpräsentationen dargestellt und besprochen. Die geforderten Inhalte habe ich in Form von Lernzielen kommuniziert, die die übrigen Teilnehmer*innen durch die jeweilige Präsentation erreichen sollen. Beispielhaft für das Sommersemester 2019 sind die kommunizierten Lernziele in Abbildung 2 zusammengefasst.

Topic 1: Proteomics techniques in molecular/cellular biology

At the end of your presentation, your fellows will be able to....

- Explain different techniques (namely Western Blot, Mass-Spec, Antibody Arrays and Reverse-Phase Protein Arrays (RPPA))
- Explain their basic strengths and weaknesses (e.g. throughput, specificity)
- Explain in which situation, which technique is superior
- Explain which quality controls are required for RPPA and why

Topic 2: Analysis of cell growth/proliferation

At the end of your presentation, your fellows will be able to....

- Explain different techniques (Cell counting, WST, Cell Titer Glo) to assess cell proliferation/growth/viability
- Explain their basic strengths and weaknesses by naming their differences
- Explain which controls are required for cell proliferation assays and why
- Explain how cell proliferation experiments can be visualized depending on the underlying question/hypothesis

Topic 3: Analysis of cell cycle and apoptosis

At the end of your presentation, your fellows will be able to....

- Explain different techniques (e.g. 7-AAD/BrdU, EdU, FUCCI system / Cleaved Caspase analysis, NucView, AnnexinV/PI staining) to assess cell cycle and apoptosis
- Explain their basic strengths and weaknesses by naming their differences
- Explain which controls are required for cell cycle/apoptosis assays and why
- Explain how such experiments can be visualized depending on the underlying question/hypothesis

Topic 4: Exploitation of publically available results

At the end of your presentation, your fellows will be able to....

- Name databases where they can search for published data/results (PubMed, GEO, SRA, TCGA)
- Explain strategies to identify published datasets they can exploit to answer their research question
- Name and explain different analyses that can be done using patient data (survival, differential expression, gene set enrichment analysis)
- Name and apply online tools for patient data analysis (GSEA, KM Plotter)

Abbildung 2

Lernziele für die Seminarpräsentationen im Sommersemester 2019.

Die Intention dieser Präsentationen war es, die Teilnehmer*innen über Methoden zu verschiedenen biologischen Fragestellungen, die man im Zusammenhang mit den in der Vorbesprechung entwickelten Hypothesen durchführen könnte, zu informieren. Ich bot den Studierenden die Möglichkeit, sich bei Fragen und für Feedback im Vorfeld des Seminars bei mir zu melden, was im Durchschnitt der vergangenen Jahre etwa von

der Hälfte Teilnehmer*innen in Anspruch genommen wurde. Die auf dieser Basis vorbereiteten Seminarpräsentationen wurden am ersten Tag des eigentlichen Praktikums als Teil der offiziellen Prüfungsleistung vorgetragen und dienten als gemeinsame Grundlage für die nachfolgende Versuchsplanung.

Im weiteren Verlauf des Praktikums haben die Teilnehmer*innen zunächst eigenständig und in ständiger Diskussion mit mir mögliche zu bearbeitende Hypothesen diskutiert und den konkreten experimentellen Schwerpunkt festgelegt. Anschließend haben sie eine detaillierte experimentelle Planung in der Kleingruppe erarbeitet und in der Diskussion mit mir weiter verfeinert (Tabelle 2). In den Tagen drei bis zehn des Praktikums haben sie die geplanten Versuche durchgeführt, die Ergebnisse protokolliert und ausgewertet (Tabelle 3). Hierbei war der letzte Praktikumstag der Datenanalyse und Interpretation vorbehalten.

In dieser Phase des Praktikums hat sich die Annahme bestätigt, dass die freie Versuchsplanung durch die Teilnehmer*innen in den ersten beiden Tagen des Praktikums ein hohes Maß an Flexibilität auf Seiten der Lehrpersonen für die übrigen Tage bedeuten wird. Aufgrund der Tatsache, dass erst am Abend des zweiten Tages die experimentellen Abläufe konkretisiert wurden, war die Organisation von Laborabläufen und Lehrpersonen insbesondere während der restlichen Tage der ersten Praktikumswoche schwierig, aber mit adäquater Vorbereitung und genügend Betreuungspersonen machbar.

Nach Ende der Präsenzphase haben die Teilnehmer*innen als Teil der offiziellen Prüfungsleistung schriftliche Protokolle im Stil einer wissenschaftlichen Veröffentlichung angefertigt, die von mir auf Basis des Inhalts, der sprachlichen Qualität und der Logik und Struktur bewertet wurden.

Auswertung

Die Hauptziele der Neukonzipierung der Lehrveranstaltung waren es, die Studierenden zu mehr Eigeninitiative und Eigenverantwortung anzuregen, sie dadurch stärker zu motivieren und gleichzeitig ein tieferes Verständnis für die Planung und Durchführung sowie für die Hintergründe des Projekts zu entwickeln. Dabei wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Orientierung an den Prinzipien des forschenden Lernens dazu führen würde, dass die Studierenden eine hohe intrinsische Motivation aufweisen und gleichzeitig einen hohen forschungsorientierten Lernzuwachs haben. Diese Hypothese konnte weitestgehend bestätigt werden, wie sich auch in der Auswertung der Evaluationsbögen aus dem Jahr 2019 gezeigt hat (Abbildung 3: Evaluation der zwei Wochen mit teilweise FoL-orientierten Fragen; dargestellt ist der Mittelwert, $n=7$). Hier ist besonders zu bemerken, dass alle Teilnehmer*innen den Aussagen komplett zugestimmt haben, die sich darauf bezogen, dass ihr Lernzuwachs im FoL-Setting größer war als in einem konventionellen Praktikum, was die ursprüngliche Arbeitshypothese bestätigt.

Dieser positive Eindruck wurde durch die Ergebnisse der offiziellen EvaSys-Evaluation ($n=7$) mit einer Gesamtnote von 1,3 und einem sehr hohen subjektiven Lernzuwachs

(Durchschnittsnote 1,1) gefestigt. Hierbei ist zu bemerken, dass die offizielle Evaluation ein zweites, vom hier dargestellten unabhängiges Modul des HP-F Praktikums miteinschließt und der FoL-Anteil des Praktikums in den Freitextkommentaren mehrfach positiv erwähnt wurde (z. B. „In the lab of Cindy Körner, I loved the personal approach and self-planned protocol. It gave a perspective of how to plan our own project“).

	I totally agree	I somewhat agree	No opinion	I somewhat disagree	I totally disagree
The pre-meeting was helpful to get into the topic.		●			
I did invest time and effort to think about the topic and write the abstract before the practical.	●				
I would have invested more time and effort if the abstract would have been collected but not graded.			●		
I had enough time and instructions to work efficiently on the topic.		●			
Help and instructions by the supervisors were sufficient to learn something.		●			
I learned more by working independently on the project compared to a classical practical with a detailed script.	●				
Combining different experiments on the same day was not too complicated		●			
I learned something new during the course.	●				
The workload during the practical was adequate to allow me to think about what we did why.		●			
The discussions during the course helped me to understand experiments and the project better.		●			
The method-based presentations were helpful to prepare me for designing the project.		●			
Instructions on what the method-based presentations should cover was sufficient to render them more helpful.				●	
The explanations about theoretical background by the supervisors was sufficient		●			
I learned more efficiently than in a course with a detailed script to follow.	●				
I have the feeling that this course could prepare me more for a 'real' project than a classical practical.	●				
I felt challenged, but not overwhelmed by the tasks.		●			
Structure/infrastructure were sufficient to work efficiently.		●			
The project was interesting.	●				
The chosen project enabled us to develop, discuss and evaluate different hypotheses/research questions.	●				
The scientific background was not too complex/complicated to get into it.		●			
The methodology was novel to me and interesting.		●			

Abbildung 3

Ergebnisse der spezifischen Evaluation des FoL-Moduls des Praktikums. Die Mittelwerte aus jeweils sieben Rückmeldungen sind dargestellt. Besonders FoL-orientierte Fragen sind in rot markiert.

Diskussion

Um den Studierenden eine eigenständige Planung der Versuche zu ermöglichen, habe ich die Seminarpräsentationen, die klassischerweise die Vorstellung von wissenschaftlichen Veröffentlichungen umfasst haben, zu methoden-basierten Vorträgen umkonzipiert. Dadurch bot sich den Teilnehmer*innen die Möglichkeit, theoretische Hintergründe und praktische Überlegungen zu vielfältigen Methoden im Zusammenhang mit dem Projekt des Praktikums kennenzulernen. Gleichzeitig konnten die nötigen Fähigkeiten einüben, um wissenschaftliche Methoden differenziert vorzustellen und in Bezug zu ihren Anwendungen und Grenzen zu setzen.

Hierbei zeigte sich im ersten FoL-Praktikum im Jahr 2019, dass ich die Funktion der Seminarpräsentationen als Vorbereitung auf die experimentelle Planung in Bezug auf die im Praktikum bearbeitete Hypothese nicht explizit genug dargestellt hatte. Keiner der Teilnehmer*innen hat in seiner Präsentation einen Bezug hergestellt zwischen den vorgestellten Methoden und ihrer möglichen Anwendung im Rahmen des Praktikums, sodass das Seminar nicht optimal genutzt werden konnte zur Vorbereitung der experimentellen Planung. Dies deckt sich auch mit der Tatsache, dass die Frage zur Anleitung der Seminarpräsentationen die einzige mit negativer Bewertung durch die Studierenden war (s. Abbildung 3). Diese Erfahrung hat mich einmal mehr daran erinnert, dass Transparenz und explizite Anleitung Grundvoraussetzungen für erfolgreiche Lehre mit hohem Anteil an Eigenverantwortung der Studierenden sind. Dementsprechend habe ich bei den Wiederholungen des Praktikums in den folgenden Jahren zunehmend darauf geachtet, den Sinn der Präsentationen explizit darzustellen und den Teilnehmer*innen aktiv im Rahmen von persönlicher Beratung im Vorfeld der Präsentation dabei geholfen, die Seminar möglichst lernförderlich und effektiv zu gestalten.

Die anschließende Planung und Durchführung der Versuche verlief annähernd optimal. Die Studierenden waren überaus motiviert und engagiert, sodass sie eigenständig kreative und zielführende Ansätze für die praktische Bearbeitung der selbstdefinierten Hypothese entwickeln konnten. In gemeinsamen Diskussionssituationen konnte ich sie mit gezielten Leitfragen zum Nachdenken und zur weiteren eigenständigen Verfeinerung der Planung anregen. Diese Einschätzung deckt sich auch mit dem insgesamt überaus positiven Feedback durch die Teilnehmer*innen (s. Abbildung 3).

Als Konsequenz aus der herausfordernden Organisation bei der ersten Durchführung des FoL-Praktikums, die sich vor allem aus der zeitlichen Nähe zwischen Planungs- und Durchführungsphase ergab, habe ich für die darauffolgenden Jahre eine zeitliche Trennung der beiden Anteile eingeplant. Konkret wurde die Planungsphase an zwei bis drei Tagen vor Semesterbeginn durchgeführt und die Versuchsphase erst einige Wochen später begonnen, sodass mehr Zeit für die Organisation von Laborgeräten und Lehrpersonen für die

praktische Unterstützung bei den Versuchen geschaffen wurde. Dies hat die Umsetzung weiter vereinfacht und einen noch reibungsloseren Ablauf bewirkt.

Bei der Bewertung der Protokolle hat sich einerseits die Hypothese bestätigt, dass die Studierenden durch Anwendung des FoL-Prinzips und durch die vermehrte intellektuelle Eigenleistung die Ergebnisse und die zugrundeliegende Fragestellung und Hypothese auf inhaltlich sehr hohem Niveau beschreiben konnten. Verglichen mit den Protokollen aus vergangenen Jahren war mein subjektiver Eindruck, dass das inhaltliche Niveau und die logisch sinnvolle Darstellung verbessert waren.

Allerdings gab es gerade bei der ersten Durchführung im Jahr 2019 wieder erhebliche Defizite in Bezug auf die Strukturierung und die explizite logische Verknüpfung einzelner Abschnitte innerhalb der Protokolle. So wurde beispielsweise in nur einem der acht Protokolle konsequent zu Beginn jedes Teilabschnitts des Ergebnisteils eine Zusammenfassung der Hypothese und des Grunds für den jeweiligen Versuch genannt. Außerdem waren die Einleitungen der Protokolle sehr breit und wenig auf das eigentliche Projekt fokussiert, was mich zu dem Schluss brachte, dass die Studierenden sich nicht über die Funktion einzelner Textabschnitte aus Sicht der Leser*innen bewusst sind, sodass sie diese auch nicht effektiv lesenorientiert strukturieren können.

Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass im Praktikum selbst lediglich die 5§-Methode integriert war, die insbesondere dafür geeignet ist, Gedanken zu strukturieren und sich Zusammenhänge klar zu machen. Allerdings war zu diesem Zeitpunkt weder im allgemeinen Curriculum noch im Praktikum selbst ein strukturierter Schreibworkshop integriert, um den Studierenden explizit und mit konkreten Übungen die Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens erlernbar zu machen.

Aus diesem Grund habe ich zunächst ein sehr detailliertes strukturelles individuelles Feedback an alle Teilnehmer*innen verfasst und im Einzelgespräch mit ihnen besprochen, um ihnen die Möglichkeit zu bieten, ihre Schreibfähigkeit für folgende Schreibaufgaben zu verbessern. Außerdem biete ich seitdem zu Beginn des Wintersemesters im Rahmen der Einführungswoche für Erstsemester-Studierende des Masterstudiengangs eine kleine, insgesamt 5-stündige Schreibwerkstatt an, um die kurze und rein theoretisch gehaltene Einführung ins wissenschaftliche Schreiben von der Koordinatorin des Studiengangs, Ilse Hofmann, durch praktische Übungen (z. B. 5§-Methode, Auswertung von Abstracts und Abschnitten in wissenschaftlichen Texten, strukturiertes Peer-Feedback) zu vertiefen. Außerdem richte ich seit dem Wintersemester 2021 ein freiwilliges Seminar für Studierende des Masterstudiengangs Major Cancer Biology aus, in dem wir gemeinsam anhand von vorgegebenen Aufgabestellungen in Kleingruppen Primärliteratur unter Aspekten guter wissenschaftlicher Praxis und wissenschaftlichen Schreibens analysieren und besprechen. Dies soll gemeinsam dazu beitragen, dass die Studierenden durch ein aktives Verständnis für die Funktion der von ihnen geschriebenen Texte in der Lage sind, sie funktions- und lesenorientiert anzufertigen. Diese Erwartung wurde in den Protokollen des Praktikums aus dem Sommersemester 2022 tatsächlich erfüllt. Es bleibt abzuwarten, ob sich dieser Eindruck auch in kommenden Jahren halten wird.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Praktikum als FoL-Projekt in der Durchführung für die Lehrpersonen aufwändiger, in der Vorbereitung hingegen weniger aufwändig war als ein klassisches Praktikum. Der subjektive Lernerfolg und die Zufriedenheit der Studierenden waren in diesem Ansatz basierend auf der inhaltlichen Qualität der Protokolle und auf dem positiven anonymen und persönlichen Feedback durch die Teilnehmer*innen höher. Dies führt mich zu dem Entschluss, das Praktikum auch in zukünftigen Semestern als FoL-Projekt durchzuführen und auch andere Lehrveranstaltungen verstärkt an den Prinzipien des forschenden Lernens auszurichten. Zudem würde ich ein ähnliches Konzept auch anderen Dozent*innen, die Fortgeschrittenenpraktika im Masterstudiengang betreuen, nahelegen, um den Studierenden eine optimale Vorbereitung auf eine selbständige wissenschaftliche Tätigkeit zu ermöglichen.

Bibliographie

- BLOOM, B. S. 1972. *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Weinheim und Basel, Beltz Verlag.
- CHUR, D. 2012. "Kompetenzorientierung im Studium und der Erwerb von Schlüsselkompetenzen", in: KOSSEK, B., ZWIAUER, C. (Hg.) *Universität in Zeiten von Bologna. Zur Theorie und Praxis von Lehr- und Lernkulturen*. Göttingen: V&R unipress [u.a.], S. 289–314.
- EGGENSPERGER, P., SANDMEIR, A., NEUMANN, B. 2019. *Wissenschaftliches Schreiben (4): Entwurf einer Projektskizze [Die-5-Paragraphen-Methode]*. Heidelberg: Universitätsbibliothek Heidelberg. <https://doi.org/10.11588/heidok.00026221>.
- HEALEY, M., JENKINS, A. 2009. "Developing students as researchers.", in: HASLETT, S. K., ROWLANDS, H. (Hg.) *Linking Research and Teaching in Higher Education. Proceedings of the Newport NEXUS Conference. Special Publication, No. 1*. University of Wales, Newport: Centre for Excellence in Learning and Teaching, S. 7–11.
- HUBER, L. 2009. "Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist", in: HUBER, L., HELLMER, J., SCHNEIDER, F. (Hg.): *Forschendes Lernen im Studium: Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld: Universitätsverlag Webler, S. 9–35.
- HUMBOLDT, W. v. 1946. *Schulpläne des Jahres 1809. Über die innere und äußere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin, 1810*. Hamburg: Selbstverlag der Universität

Hamburg.

- KAUFMANN, D., EGGENSBERGER, P. 2017. "Wer bin ich? – Über Experten, Helfer und Facilitators", in: KAUFMANN, D., EGGENSBERGER, P. (Hg.) *Gute Lehre in den Naturwissenschaften: Der Werkzeugkasten: Einfach, Schnell, Erfolgreich*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, S. 13–24.
- FAKULTÄT FÜR BIOWISSENSCHAFTEN, Universität Heidelberg. 2016. "Master of Science (M.Sc.) Molecular BioSciences" (https://www.uni-heidelberg.de/md/bio/studium/studiengang/mbiomsc/molbisci_modulkatalog.pdf; Zugriff: 21.07.2022)
- RYAN, R. M., DECI, E. L. 2000. "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being", in: *American Psychologist*, 55:1, S. 68–78.
- TREMP, P., HILDBRAND, T. 2012. "Forschungsorientiertes Studium - universitäre Lehre: Das "Zürcher Framework" zur Verknüpfung von Lehre und Forschung", in: BRINKER, T., TREMP, P. (Hg.) *Einführung in die Studiengangsentwicklung*. Bielefeld: Bertelsmann, S. 101–116.

Dr. Cindy Körner ist promovierte Biologin und arbeitet als Wissenschaftlerin in der Abteilung Molekulare Genomanalyse am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen auf den Mechanismen von Metastasierung und Therapieresistenz in Brustkrebs, um daraus verbesserte Therapiemöglichkeiten abzuleiten. Sie lehrt an der Fakultät für Biowissenschaften. Gute Lehre bedeutet für sie, durch einen Dialog auf Augenhöhe wissenschaftliche und wissenschaftsethische Grundlagen zu schaffen, die es den Studierenden ermöglichen, sich zu kritischen, selbständigen Wissenschaftler*innen zu entwickeln.

Dr. Cindy Körner
c.koerner@dkfz-heidelberg.de