

**Christine LEEB^{1*}, Rita LEITNER*, Verena PICHLER,
Carina HUBER-GRIES, Dominik RÜNZLER &
Veronika JESENBERGER (Wien)**

Einführung und Optimierung eines praxis-orientierten Problem-based-Learning-Moduls im Life-Science-Bereich

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag soll zur Diskussion rund um effektive Lehrkonzepte unter Anwendung des Problem-based-Learning-Ansatzes beitragen. Anhand eines konkreten Beispiels aus dem Life-Science-Bereich Tissue Engineering werden zunächst Herausforderungen in der Einführungsphase eines PBL-Moduls beleuchtet. Anschließend werden das aktuelle Konzept des Moduls, die vorgenommenen Maßnahmen zur Optimierung während dessen kontinuierlicher Weiterentwicklung sowie deren Wirksamkeit aus Sicht der Studierenden dargestellt.

Schlüsselwörter

Problem based Learning, Didaktik, Life Science, Hochschullehre

¹ E-Mail: christine.leebe@technikum-wien.at

* Diese beiden Autorinnen haben zu gleichen Teilen zum Werkstattbericht beigetragen.



Implementation and optimization of a practice-oriented, problem-based learning module in the field of life sciences

Abstract

This paper contributes to the discussion on effective teaching strategies using the problem-based learning (PBL) approach. Based on a concrete example from the field of life sciences (i.e. tissue engineering), challenges in the implementation phase of a PBL module are illustrated. The paper then goes on to present the current concept of the module, the optimization measures taken during the module's ongoing development, and the effectiveness of these measures from the student perspective.

Keywords

Problem-based learning, didactics, life sciences, higher education

1 Einleitung

Ein Ziel der Modularisierung von Curricula an österreichischen Fachhochschulen ist eine kompetenzorientierte, anwendungsbezogene und wissenschaftsbasierte Verknüpfung von Theorie und Praxis (STOCKER, 2009). In technisch-naturwissenschaftlichen Studiengängen ist dies von besonderer Relevanz, da Absolventinnen und Absolventen unter Nutzung interdisziplinärer Kenntnisse Lösungen zu komplexen Fragestellungen finden sollen. Problem based Learning (PBL) ist eine vielversprechende Lehrform, um der Komplexität der angewandten Forschungstätigkeit in den Life-Sciences in einer realistischen und praxisnahen Lernumgebung gerecht zu werden (DICARLO, 2006; WALLEN & PANDIT, 2009).

Im Masterstudiengang „Tissue Engineering and Regenerative Medicine“ an der FH Technikum Wien wurde diesen Erfordernissen durch die Entwicklung eines zentralen PBL-Moduls Rechnung getragen, welches direkt an die aktuelle Forschung des Instituts angebunden ist. Während der Einführungsphase zeigten sich einige we-

sentliche Probleme einer PBL-Implementierung, die auch in der Literatur beschrieben werden, wie Überforderung und Demotivierung von Studierenden aufgrund mangelnder Struktur und Anleitung und Unsicherheit der Lehrenden bezüglich ihrer Aufgaben als Lernbegleiter/innen (KIRSCHNER, SWELLER & CLARK, 2006; MÜLLER, 2011), mangelnde Vergleichbarkeit der Beurteilung (BIGGS, 1996) sowie gruppendynamische Probleme wie etwa divergierendes Engagement einzelner Studierender innerhalb einer Gruppe (DAVIES, 2009).

Im Folgenden präsentieren wir das aktuelle Konzept des Moduls und stellen die vorgenommenen Optimierungen während dessen kontinuierlicher Weiterentwicklung seit seiner Einführung im Studienjahr 2011/12 sowie eine Beurteilung des Erfolgs der Maßnahmen aus Sicht der Studierenden des Jahrgangs 2014/15 dar. Wir denken, dass unsere Erfahrungen für Lehrende in Studiengängen aller Disziplinen mit hohem Praxis-Anteil relevant sein können.

2 Das PBL-Modul „Project Laboratory“

In dem Modul „Project Laboratory“, welches 23 % des Arbeitspensums der Studierenden im ersten Studienjahr (SJ) umfasst, wird das Ziel verfolgt, eine realitätsnahe Lernumgebung zu schaffen, in der Studierende in Kleingruppen eine wissenschaftliche Problemstellung, die direkt aus der angewandten Forschung des Instituts kommt, sowohl in organisatorischer als auch inhaltlicher Hinsicht selbständig planen und durchführen. Dabei soll sowohl auf Vorkenntnissen aufgebaut als auch eine Verbindung zu den anderen Modulen des Curriculums hergestellt werden. Wesentlich dabei ist, dass die Studierenden die praktische Laborarbeit eigenständig durchführen können und die Laboreinheiten nicht als angeleitetes Praktikum oder reine Demonstration stattfinden. Tabelle 1 fasst die konkreten Aufgaben der Studierenden zusammen.

Tab. 1: Aufgaben der Studierenden im Modul „Project Laboratory“

Organisatorische Aufgaben der Studierenden	Inhaltliche Aufgaben der Studierenden
<ul style="list-style-type: none"> • Aufteilung der Arbeit innerhalb der Gruppe • Einteilung der Zeiten im Labor unter Berücksichtigung freier Ressourcen und in Absprache mit Institutspersonal und anderen Gruppen • Vereinbarung regelmäßiger Treffen mit den Lehrenden je nach Fortschritt und Bedarf zur Diskussion der Ergebnisse bzw. der nächsten Schritte 	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung des wissenschaftlichen Hintergrunds mithilfe eigenständiger Recherche der relevanten Literatur • Erarbeitung von Problemlösungsstrategien • Versuchsplanung und Durchführung unter Anwendung relevanter Methoden und Berücksichtigung vorhandener Ressourcen • Dokumentation, Auswertung, Interpretation und Präsentation von Daten

Die geringe Zahl von damals 17 Studienanfängerinnen und Studienanfängern war ideal für die Einführung des Moduls im SJ 2011/12. Das ursprüngliche Konzept hatte nur wenige Vorgaben. Lehrende stellten eine wissenschaftliche Problemstellung aus ihrem Forschungsbereich vor, an deren Lösung sie Interesse hatten und die an Vorkenntnisse der Studierenden aus dem Bachelorstudium anknüpfen sollte. Die Studierenden konnten sich für ein Projekt melden und bearbeiteten dieses im ersten SJ in kleinen Gruppen von drei bis vier Studierenden. Als Beurteilungsgrundlagen für die zuständige Lehrperson dienten eine Projektmappe, die alle verwendeten Unterlagen sowie einen Endbericht pro Semester beinhaltete, die Aufzeichnungen der Studierenden in Laborjournals, sowie je eine Präsentation der erzielten Ergebnisse pro Semester. Überdies floss der persönliche Eindruck über die Qualität der Arbeit im Labor in die Beurteilung mit ein. Es wurde eine Gruppennote vergeben.

3 Herausforderungen bei der Durchführung

Bei der Einführung des Moduls wurden insbesondere bei der praktischen Laborarbeit einige bekannte Probleme einer Implementierung von PBL deutlich. Die Bandbreite der Vorkenntnisse der Studierenden in der praktischen Laborarbeit variierte sehr stark. Dadurch kam es zu Diskrepanzen sowohl zwischen den als auch innerhalb der Gruppen, die durch die freie Gruppenwahl verstärkt wurden. Generell zeigte sich, dass der Schritt von den klassischen, großteils angeleiteten Laborpraktika, die die Studierenden aus Bachelorstudien kannten, zur selbständigen Planung und Durchführung eines komplexeren Projektes, das eine Auswahl geeigneter Methoden und eine Planung zielgerichteter Versuchsreihen erforderte, viele Studierende schlichtweg überforderte. Sich beispielsweise die Informationen für die korrekte Durchführung einer Labormethode selbst zusammenzusuchen und diese dann selbständig durchzuführen, ohne bei jedem Fehler unmittelbar durch eine Betreuungsperson korrigiert zu werden, wäre dafür eine Voraussetzung gewesen, die viele Studierende noch nicht erfüllten. Dies machte die Bereitstellung geeigneter wissenschaftlicher Problemstellungen mit hohem Praxisanteil problematisch und die Beurteilung der praktischen Arbeit schwierig, da nicht klar war, an welchem Standard gemessen werden sollte. Die Lehrenden hatten Probleme mit dem Verständnis ihrer eigenen Rolle im PBL-Prozess, was zu Abstufungen von „laissez-faire“ bis zu einer Betreuung, die schon fast einer Mitarbeit im Labor als „Gruppenmitglied“ gleich kam, führte. Die fehlende organisatorische Struktur hatte überdies zur Folge, dass das Arbeitspensum einzelner Studierender innerhalb der Gruppen teilweise sehr ungleich verteilt war. In diesem Zusammenhang erschien die Vergabe einer reinen Gruppennote als wenig motivierend, da das persönliche Engagement einzelner Studierender nicht abgebildet werden konnte. Die freie Zeiteinteilung führte insgesamt zu einer zeitweise sehr hohen Belastung von Lehrenden, insbesondere bei Gruppen mit mehreren berufstätigen Studierenden, zumal das Fehlen von Zwischenschritten mit Deadlines in vielen Fällen ein Hinauszögern der Arbeit bis zum Schluss zu bedingen schien.

4 Maßnahmen zur Optimierung des Konzeptes

In Anbetracht der genannten Probleme, gekoppelt mit der Herausforderung kontinuierlich steigender Studierendenzahlen, wurde das Konzept in den vergangenen Jahren fortlaufend optimiert. Die zentrale Fragestellung dabei war: Wie gelingt es, den Studierenden mehr Struktur zu geben und sie auf einen einheitlichen Kenntnisstand zu bringen, ohne die zentrale Idee des Moduls zu verändern oder auf vorgefertigte Laborpraktika unter Anleitung zu reduzieren?

Um Diskrepanzen zwischen den Gruppen zu verringern und innerhalb der Gruppen auszugleichen, werden nun heterogene Teams von der Lehrveranstaltungsleitung eingeteilt, wobei auf Diversität hinsichtlich Vorbildungen und Vorerfahrung, Geschlecht, Interkulturalität und Berufstätigkeit in den Teams geachtet wird.

Die selbständige organisatorische und inhaltliche Planung und Durchführung, die den Kern dieses PBL-Ansatzes darstellt, wurde in kleinere Schritte unterteilt. Im ersten Semester (Project Laboratory 1, PL1) sollen die Studierenden zunächst auf einen einheitlichen Kenntnisstand gebracht werden. Dabei erarbeiten sie fünf relevante Labormethoden theoretisch (in einer ausführlichen Vorbereitungsphase) und führen drei davon dann auch praktisch durch (Durchführungsphase), wobei jede durchgeführte Methode ausführlich dokumentiert und jeweils ein Bericht erstellt wird (Abb. 1).

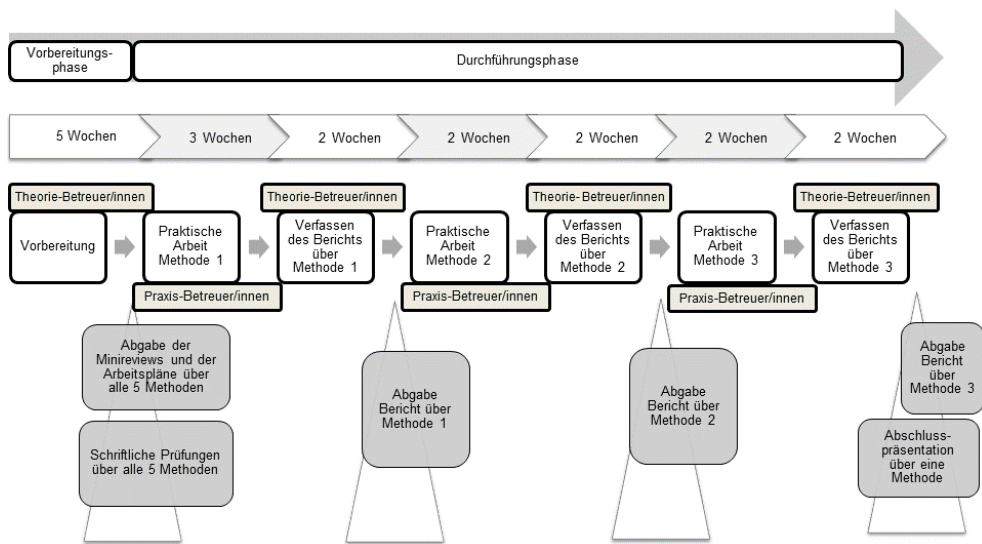


Abb. 1: Komponenten und zeitlicher Ablauf des Moduls PL1. In der Vorbereitungsphase erarbeiten die Studierenden die Methoden theoretisch und schließen diese Phase mit Prüfungen ab. Danach beginnt die Durchführungsphase, in der sich Phasen praktischer Arbeit und des Verfassens eines Berichts wiederholen. Abschließend wird eine ausgewählte Methode präsentiert.

Erst im zweiten Semester (Project Laboratory 2, PL2) erhält jede Gruppe dann gemäß ihrer Fähigkeiten und Fortschritte im ersten Semester ein wissenschaftliches Problem zugeteilt, an dem sie das Semester über arbeitet (Abb. 2). So soll eine individuelle Förderung der Teams erreicht werden. Die individuellen Problemstellungen kommen dabei direkt aus der aktuellen Forschung des Institutes. Die Möglichkeit an realen Forschungsprojekten mitzuwirken, scheint eine besonders effektive Variante darzustellen um das Engagement von Studierenden zu fördern, wie auch an anderen Stellen dargelegt wird (ADAMS, 2009).

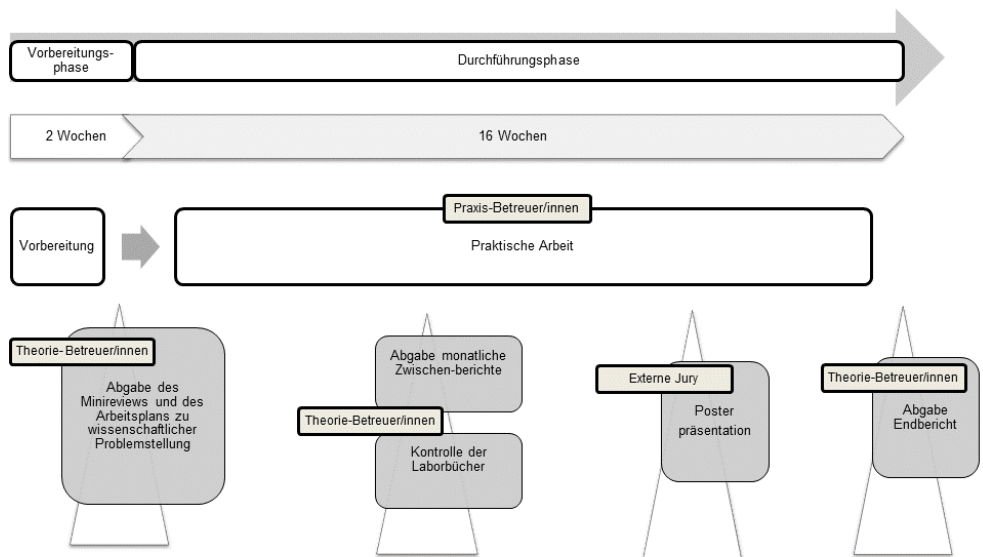


Abb. 2: Komponenten und zeitlicher Ablauf des Moduls PL2. In der Vorbereitungsphase wird ein Minireview verfasst, danach beginnt die praktische Arbeit. Theorie- und Praxis-Betreuer/innen sind durchgehend mit den Studierenden in Kontakt und unterstützen die Projektarbeit.

Die Betreuungssituation wurde ebenfalls verändert, um Studierenden mehrere Ansprechpartner/innen und so viel Support wie nötig zu geben. Zudem sollten eine objektivere Bewertung erzielt, Feedback von mehreren Seiten ermöglicht und Belastungsspitzen für Lehrende reduziert werden. In beiden Semestern werden die Studierenden daher nun von einer Theorie-Betreuungsperson unterstützt, die für die schriftlichen Lernprodukte zuständig ist und diese mithilfe eines Kriterienkataloges bewertet. Zusätzlich steht den Studierenden im ersten Semester ein Team von Praxis-Betreuungspersonen während fixer Rahmenzeiten zur Seite, welches die Qualität ihrer Laborarbeit vergleichen kann. Im zweiten Semester haben die Studierenden eine persönlich zuständige Praxis-Betreuung für ihr spezifisches Projekt, mit

der sie für beide Seiten passende Arbeitszeiten vereinbaren und deren Feedback – ungleich dem ersten Semester – nicht nur in praktische, sondern in Abstimmung mit den Theorie-Betreuungspersonen auch in alle schriftlichen Beurteilungskomponenten miteinfließt. Diese Person ist eine Forscherin/ein Forscher des Instituts. Die Studierenden sind also direkt in die Forschungsgruppe miteingebunden und es besteht reales Interesse an ihren Ergebnissen. Neben ihrer Aufgabe als Lernbegleiter/innen mit dem Ziel der Anleitung zu Selbständigkeit, stehen die Praxis-Betreuer/innen als kompetente Ansprechpartner/innen für fachliche Diskussionen zur Verfügung. Nicht-Ziele sind sofortige Fehlervermeidung, Aufzeigen der Lösungswege sowie ein „Über-die-Schulter-Schauen“ oder „Vorkochen“ von Methoden. Die Betreuung der schriftlichen Lernprodukte durch die Theorie-Betreuer/innen verläuft ähnlich der einer Masterarbeit.

Der Problematik der ungleichen Verteilung des Arbeitspensums im Labor wurde durch die Einführung von Anwesenheitslisten, die von den Praxis-Betreuungspersonen verwaltet werden, gegengesteuert. Zudem beinhaltet die Beurteilung nun sowohl Gruppen- als auch Einzelkomponenten: Im PL1 fließen individuelle Leistungen zu 60 %, im PL2 zu 50 % in die Benotung ein, wobei sowohl die Erarbeitung des theoretischen Hintergrunds bzw. die Darstellung und Präsentation der Daten (PL1: 75 %, PL2: 55 %) als auch die praktische Bewältigung der Aufgaben im Labor (PL1: 25 %, PL2: 45 %) zur Note beitragen.

Es wird darauf geachtet, dass Feedback zeitnah und durch verschiedene Personen gegeben wird, was Studierenden dabei helfen soll, den eigenen Fortschritt jederzeit abschätzen zu können. Die Studierenden durchlaufen bei allen durchzuführenden Arbeiten immer eine oder mehrere Feedbackschleifen. Auf schriftliche Abgaben erhalten sie zunächst eine Rückmeldung, welche sie einarbeiten können, erst dann erfolgt die Beurteilung. Auch bei der praktischen Arbeit bekommen Studierende ständig Feedback durch Betreuer/innen, aber auch durch Mitstudierende, und haben dadurch die Möglichkeit, aus Fehlern zu lernen und Versuche zu wiederholen.

Zur Vereinfachung der Verwaltung von Dokumenten und besseren Übersicht über Termine erfolgen seit dem SJ 2014/15 die Bereitstellung relevanter Unterlagen

sowie die Abgabe aller für das Verständnis und die Durchführung einer Methode relevanten Unterlagen über die elektronische Lernplattform Moodle.

5 Beurteilung der Maßnahmen aus Studierendensicht

Die oben beschriebenen Maßnahmen wurden nach Abschluss des Moduls mittels einer anonymen Erhebung im Zuge des Studierendenfeedbacks im Jahrgang (JG) 2014/15 evaluiert. Die Auswertung dieser Befragung ist in Abb. 3 zusammengefasst.

1. Teamzusammensetzung und Arbeitsverteilung

Die vorbestimmte Zusammensetzung der Gruppe half mir, mich schneller in den Klasseverband zu integrieren.

Ich profitierte von der Erfahrung meiner Teamkolleginnen und Teamkollegen.

Ich hätte mir meine Teammitglieder lieber selber ausgesucht.

Innerhalb unseres Teams war die Workload gerecht verteilt.

2. Modulinhalte

Ich glaube, dass nach PL1 jede/r in meiner Gruppe ein annähernd gleiches Niveau erreicht hatte.

PL1 bereitete mich gut auf unser PL2-Projekt vor.

Es motivierte mich, dass das PL2-Projekt ein echtes Forschungsprojekt war.

3. Beurteilung und Lernplattform

Die Beurteilung war objektiv.

Ich hätte eine ausschließlich individuelle Beurteilung bevorzugt.

Ich hätte eine ausschließliche Gruppenbeurteilung bevorzugt.

Ich hätte es bevorzugt, die Dokumente ausgedruckt abzugeben.

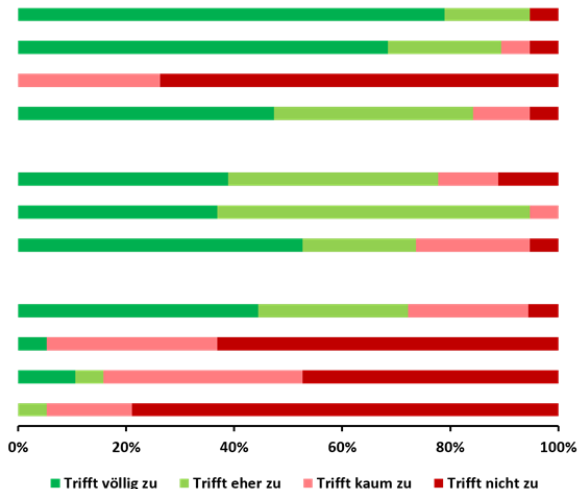


Abb. 3: Auswertung Fragen des Studierendenfeedbacks des JG 2014/15 (n=19)

Die Zusammenstellung der Gruppen durch die Lehrveranstaltungsleitung hatte zur Folge, dass die Integration von Studierenden sowie ein Lernen voneinander gefördert wurden: 79 % der befragten Studierenden gaben an, dass ihnen die Zuweisung

in eine Gruppe half, sich schneller in den Klassenverband zu integrieren, 68 % hatten den Eindruck, von den Erfahrungen ihrer Teammitglieder gelernt zu haben. 74 % hätten es nicht bevorzugt, die Gruppenmitglieder selbst zu bestimmen.

Das Ziel, die Studierenden im ersten Semester auf einen einheitlichen Kenntnisstand zu bringen, wurde in den letzten Jahren durch Optimierungsschritte im Aufbau und der Struktur des Moduls aus Sicht der Befragten weitgehend erreicht: 74 % der Studierenden gaben an, dass es völlig oder eher zutreffe, dass alle Gruppenmitglieder nach PL1 ein annähernd gleiches Niveau erreicht hätten. Wenn nach der eigenen Person gefragt wurde, waren sogar 95 % der Ansicht, durch PL1 völlig oder eher optimal auf PL2 vorbereitet worden zu sein.

Die Annahme, dass die Mitarbeit in realen Forschungsprojekten besonders motivierend ist, wurde in der Erhebung bestätigt: 74 % der befragten Studierenden betrachteten die Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen des Instituts im Rahmen von PL2 als völlig oder eher motivierend.

Um eine gerechte Verteilung der Workload für die praktische Arbeit im Labor zu fördern, wurde die Anwesenheit der Studierenden detailliert dokumentiert. Eine Auswertung dieser Aufzeichnungen in Abb. 4 zeigt, wie viele Stunden die einzelnen Teams für die Durchführung von Methode 1 im Labor gearbeitet haben. Es ist ersichtlich, dass der Zeitaufwand für die einzelnen Teams unterschiedlich ist, allerdings ist die Standardabweichung sehr gering (70 bis maximal 300 Minuten), was durch eine gleichmäßige und faire Verteilung der praktischen Arbeit innerhalb einer Gruppe erklärt werden kann. Ein sehr ähnliches Ergebnis zeigte eine Auswertung der Workload für alle weiteren Methoden. Von der Fairness war auch ein Großteil der Studierenden überzeugt: 85 % waren in der Umfrage der Ansicht, dass der Arbeitsaufwand innerhalb ihrer Gruppe völlig oder eher ausgewogen verteilt war.

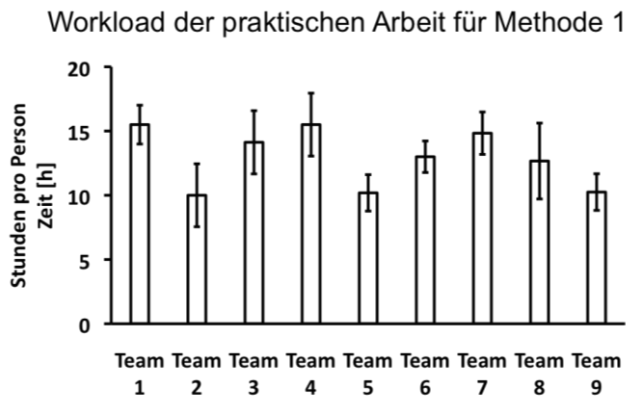


Abb. 4: Verteilung der Workload aller 9 Teams im JG 2014/15 für die praktische Durchführung von Methode 1 (Mittelwert mit Standardabweichung)

Die Studierenden wurden auch zu ihren Einschätzungen zur Beurteilung befragt. 68 % aller Befragten waren der Meinung, völlig oder eher objektiv beurteilt worden zu sein. Mit der Aufteilung in individuelle und Gruppennoten waren die Studierenden ebenfalls zufrieden: 95 % wollten nicht nur individuelle Noten haben, und 85 % hätten es nicht bevorzugt, nur als Team beurteilt worden zu sein.

Die Abwicklung aller Abgaben über eine elektronische Lernplattform war nicht nur für die Betreuer/innen eine Erleichterung: 95 % hätten es kaum oder nicht bevorzugt, alle verfassten Arbeiten in Papierform abzugeben.

6 Fazit

Anfängliche Schwierigkeiten boten gute Ansatzmöglichkeiten zur Optimierung des PBL-Moduls „Project Laboratory“ mit hohem Praxisanteil im Labor. Sowohl die Erfahrungen der Lehrenden als auch eine anonyme Umfrage unter den Studierenden zeigte, dass nun die Heterogenität der Studierenden innerhalb der Teams als Bereicherung erlebt wird. Das optimierte Konzept bietet eine effektive Struktur

und ermöglicht Eigenständigkeit, Flexibilität und individuelle Förderung. Eine direkte Übertragung des hier vorgestellten Konzeptes auf andere Studiengänge mit hohem Praxisanteil ist aus unserer Sicht möglich und lässt weitere Erkenntnisse erwarten.

Der Beitrag wurde durch die Stadt Wien im Rahmen des Projekts Kompetenzteam Lehre Zellkulturtechniken (MA23-Projekt 17-10) gefördert.

7 Literaturverzeichnis

- Adams, D. J.** (2009). Current trends in laboratory class teaching in university bioscience programmes. *Bioscience Education*, 13(3).
<http://dx.doi.org/10.3108/beej.13.3>
- Biggs, J.** (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347-364.
- Davies, W. M.** (2009). Groupwork as a form of assessment: common problems and recommended solutions. *Higher Education*, 58(4), 563-584.
- DiCarlo, S. E.** (2006). Cell biology should be taught as science is practised. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 7(4), 290-296.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E.** (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.
- Müller, C.** (2011). Implementation von Problem-based Learning-institutionelle Bedingungen und Anforderungen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6(3), 111-127.
- Stocker, F.** (2009). Externe Qualitätssicherung im Fachhochschulsektor. In H. Holzinger & W. Jungwirth (Hrsg.), *15 Jahre Fachhochschulen in Österreich: eine Standortbestimmung* (S. 75-81). Wien: facultas. wuv.

Wallen, M. & Pandit, A. (2009). Developing research competencies through a project-based tissue-engineering module in the biomedical engineering undergraduate curriculum. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 223(4), 443-448.

Autor/innen



Mag. Christine LEEB, PhD || Fachhochschule Technikum Wien,
Institut für Biochemical Engineering || Höchstädtplatz 6, A-1200
Wien

www.technikum-wien.at

christine.leeb@technikum-wien.at



Rita LEITNER, BA || Fachhochschule Technikum Wien, Institut
für Biochemical Engineering || Höchstädtplatz 6, A-1200 Wien

www.technikum-wien.at

rita.leitner@technikum-wien.at



Mag. Dr. Verena PICHLER || Fachhochschule Technikum Wien,
Institut für Biochemical Engineering || Höchstädtplatz 6, A-1200
Wien

www.technikum-wien.at

verena.pichler@technikum-wien.at



DI Dr. Carina HUBER-GRIES || Fachhochschule Technikum
Wien, Institut für Biochemical Engineering || Höchstädtplatz 6,
A-1200 Wien

www.technikum-wien.at

carina.huber-gries@technikum-wien.at



Mag. Dr. Dominik RÜNZLER || Fachhochschule Technikum
Wien, Institut für Biochemical Engineering || Höchstädtplatz 6,
A-1200 Wien

www.technikum-wien.at

dominik.ruenzler@technikum-wien.at



MMag. Dr. Veronika JESENBERGER || Fachhochschule Techni-
kum Wien, Institut für Biochemical Engineering || Höchstädtplatz
6, A-1200 Wien

www.technikum-wien.at

veronika.jesenberger@technikum-wien.at