

Ulrike KELLER<sup>1</sup> (Rosenheim) & Thomas KÖHLER (München)

## Vergleich der Anwendbarkeit von PBL in verschiedenen MINT-Fächern

### Zusammenfassung

An sechs bayerischen Hochschulen soll angesichts hoher Studienabbruchquoten in den MINT-Fächern die Lehre durch den Einsatz wissenschaftsbasierter Lehrmethoden (wie problembasiertes Lernen (PBL), Peer Instruction (PI) und Just in Time Teaching (JiTT)) verständnis- und kompetenzfördernder gestaltet werden. Insgesamt wurden über fünf Semester 5.465 Studierende mit standardisierten Fragebögen befragt. PBL zeigt sich anderen aktivierenden Lehrmethoden ebenbürtig, ist allerdings ohne strukturelle Unterstützung seitens der Hochschule nur mühsam umzusetzen.

### Schlüsselwörter

PBL, MINT, Implementierung, Kompetenzen

---

<sup>1</sup> E-Mail: [keller@diz-bayern.de](mailto:keller@diz-bayern.de)



## **Applicability of problem-based learning in different STEM subjects**

### **Abstract**

At six Bavarian universities, activating teaching methods such as Peer Instruction (PI), Just-in-Time-Teaching (JiTT) and Problem-Based Learning (PBL) were established to promote understanding and to minimize high dropout rates in the STEM subjects. In the current study, a total of 5,465 students were questioned over 5 semesters using standardized questionnaires. Although PBL is equivalent to other activating teaching methods, it is difficult to implement with the current lack of structural support from the universities.

### **Keywords**

Problem-based learning, STEM, implementation, competences

## **1 Stand der Forschung**

Der Qualität in der Lehre und verbesserten Studienbedingungen wird immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt, nicht zuletzt durch die Förderung von 186 Hochschulen im Rahmen des Förderprogramms „Qualitätspakt Lehre“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Durch dieses Programm erhalten die Hochschulen Unterstützung bei der Qualifizierung bzw. Weiterqualifizierung ihres Personals sowie bei der Sicherung und Weiterentwicklung einer qualitativ hochwertigen Hochschullehre. Qualität in der Lehre zeichnet sich u. a. durch eine Abkehr von der Instruktionsdidaktik hin zu einer lernbegleitenden Didaktik aus. Dazu werden verschiedene neue Lehr-/Lernkonzepte forciert, die das eigenständige Lernen im Sinne eines konstruktivistischen Lernansatzes (DUIT, 1995) unterstützen. Das problembasierte Lernen (PBL) ist eine dieser Methoden. PBL steigert nachweislich Kompetenzen wie Teamwork, Konflikt- und Problemlösefähigkeiten, Selbststeuerung und einen Wissenstransfer. Nachhaltiges und interdisziplinäres

Denken wird forciert (WEBER, 2007; WOODS, 2000). Die Studierenden erleben durch diese didaktische Methode ihr Lernen aktiv, selbstverantwortet und selbstgesteuert.

PBL ist weltweit im Einsatz und bietet im Bereich aktivierender Lehr- und Lernformen viele Möglichkeiten und Chancen in der Ausbildung an den Hochschulen. Im Gesundheitsbereich ist PBL schon seit den 60er Jahren etabliert (COLLIVER, 2000). Die kanadische McMaster University hat ganze Ausbildungswege im medizinischen Bereich nach dieser Methode ausgerichtet (NEVILLE & NORMAN, 2007). Auch in den deutschsprachigen Ländern wie Österreich, Schweiz und Deutschland spielen die Gesundheitsberufe bezogen auf den Einsatz von PBL eine Vorreiterrolle (ZUMBACH & WEBER, 2007). In den Niederlanden ist PBL in allen Studiengängen der Universität Maastricht im Curriculum fest verankert (MOUST, BERKEL & SCHMIDT, 2005). In Deutschland setzen verschiedene Hochschulen z. B. in Köln oder Witten-Herdecke PBL in reformierten Medizin-Studiengängen ein (KONECZNY et al., 2003). In den medizinischen Studiengängen darf PBL gegenüber traditionellen Lehrmethoden als wesentlich effektiver eingestuft werden: Die Studierenden haben nicht nur bessere Abschlüsse, sondern auch eine kürzere Studienzzeit (SCHMIDT, 2010).

Ausgehend von der medizinischen Ausbildung wurde PBL auch von anderen Ausbildungsbereichen übernommen (SAVERY, 2006). Die Universität in Aarlborg setzt PBL in der ingenieurwissenschaftlichen Fakultät ein (SHINDE & KOLMOS, 2011), die finnischen Universitäten in Lahti und Turku haben die Studiengänge Mechatronics und Informationstechnologie umgestellt (LAHTINEN, 2005; ROS-LÖF & TUOHIL, 2005), die Universität in Leicester setzt PBL in der Physik ein (RAINE & SYMONS, 2005).

PBL erfordert nicht nur von den Studierenden ein Umdenken, sondern auch von den Lehrenden. Diese verfügen zwar über sehr gute inhaltliche Fachkompetenzen, ihre didaktischen Fähigkeiten beruhen aber weitgehend auf ihren bisherigen Erfahrungen mit traditionellen Unterrichtsmethoden. Um die Lehrenden zum Einsatz der neuen Lehr-/Lernkonzepte zu befähigen und diese auch nachhaltig und in der

nötigen Qualität zu verankern, wurde das Projekt HD MINT (Hochschuldidaktik Departement für die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) ins Leben gerufen (KELLER, 2014). In diesem Projekt stehen den Dozierenden an sechs bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften (Amberg-Weiden, Augsburg, München, Nürnberg, Rosenheim und Weihenstephan-Triesdorf) im Verbund ein speziell ausgebildetes Team von 20 MINT-Fachwissenschaftlerinnen/-wissenschaftlern und Pädagoginnen/Pädagogen zur Seite, welches die Dozierenden in ihrer Lehrvorbereitung und -ausübung unterstützen sowie beratend begleiten. Das Team wurde zu Beginn des Projekts vom Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ) umfassend in Lehr-/Lernkonzepten (speziell in den Methoden Peer Instruction (PI), Just in Time Teaching (JiT), und PBL) geschult, um die Lehrenden in der Anwendung und Durchführung der neuen Methoden sowie bei der Lehr-Lernmaterialerstellung zu beraten bzw. zu unterstützen. Dabei werden die Dozierenden in einem Erstgespräch über die Vorzüge der einzelnen Methoden informiert. Gemeinsam mit dem zu betreuenden Team wird dann eine passende Methode für die Lehrveranstaltung ausgewählt und umgesetzt. Darüber hinaus betreuen die Projektmitarbeitenden Studierende in ihrem Lernverhalten und setzen dadurch zusätzlich auf der Ebene an, die die Lehre erreichen soll, indem sie Veranstaltungen zum persönlichen Lernverhalten, Zeit- und Zielmanagement sowie Tutorenschulungen durchführen. Für die wissenschaftliche Begleitforschung ist das Bayerische Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF) zuständig und misst, wie wirksam die Lehr-/Lernkonzepte im Vergleich zu traditionellen Lehrmethoden sind (HOFMANN & KÖHLER, 2013).

## 2 Beschreibung des Forschungsdesigns

Wie wirksam ist nun PBL im Vergleich zu traditionellen Lehrmethoden bzw. zu anderen aktivierenden Lehrmethoden? Dazu wurden 143 Lehrveranstaltungen in den vergangenen fünf Semestern begleitet und ausgewertet. Die Untersuchung findet unter differierenden Blickwinkeln mit verschiedenen standardisierten Fragebögen statt: Studierende werden zu ihrer Studierzufriedenheit befragt, Dozierende

zu ihrer Einschätzung in der Anwendung und Handhabbarkeit der Methoden und das HD-MINT-Team wird zur Umsetzung der Methoden im Sinne einer Außen-sicht befragt.

Der studentische Fragebogen enthält 96 Fragen, die sich in drei Kategorien zu all-gemeinen Studierbedingungen, zur konkreten Lernsituation und zur Einschätzung der Lernmotivation zusammenfassen lassen, und neun Fragen zu soziodemografi-schen Merkmalen. Die Konstrukte wurden unter anderem auf Basis des Berliner Evaluationsinstruments entwickelt (BRAUN, 2008).

Die Vorgehensweise basiert auf einem Vorher-Nachher-Vergleich. Die Studieren-den werden in Lehrveranstaltungen, die bis dato in herkömmlicher Weise (Frontal-unterricht) durchgeführt wurden, jeweils vor und nach der Einführung der neuen Lehrmethode befragt (zu Semesterbeginn und zu Semesterende). Zusätzlich wur-den ab Wintersemester 2013/14 ergänzend Dozentenbefragungen durchgeführt, da zu vermuten ist, dass Dozierende durch die Art und Weise des Lehrmitteleinsatzes die positiven Auswirkungen neuer Lehrmethoden signifikant beeinflussen (HOF-MANN & KÖHLER, 2013). Die Dozierenden wurden über Fragebögen nach ihrer eigenen Einschätzung des Lehrmethodeinsatzes befragt. Hierzu liegen 19 ausge-füllte Fragebögen vor.

Eine Außenansicht auf den Einsatz der Lehrmethoden wird durch die Teams gene-riert, in dem die Mitarbeitenden des HD-MINT-Teams als Experten für die Lehr-methoden befragt wurden. 24 verschiedene Lehrveranstaltungen wurden so durch die Einschätzungen der Teams in vielen Teilaspekten bewertet. Bei den restlichen Lehrveranstaltungen konnte bisher nur durch eine generelle Frage zur Einschät-zung der Umsetzung der Lehrmethode der Lehrmethodeinsatz bewertet werden, da den Teams nicht überall ein detaillierter Einblick ermöglicht wurde.

Zwischen dem SS13 und dem SS15 wurden an den sechs Hochschulen insgesamt 5.465 Studierende der ersten beiden Studienjahre befragt. Fragebögen, die nicht komplett ausgefüllt wurden, wurden nicht berücksichtigt. Davon dienten 936 Stu-dierende als Kontrolle. Sie besuchten Lehrveranstaltungen, die nicht mit aktivie-renden Lehrmethoden umgestaltet waren. 1.688 Fragebögen von Studierenden

liegen nach Bereinigung der Daten für die Lehrmethode PI vor, 1.708 für Lehrveranstaltungen, die mit JiTT umgestaltet wurden, 798 wurden in Veranstaltungen ausgefüllt, die mit einer Kombination aus PI und JiTT umgestellt wurden, und 335 Fragebögen wurden in Lehrveranstaltungen ausgefüllt, die mit PBL umgestaltet wurden.

Der bereinigte Datensatz enthält nun folgende Anzahl von Fragebögen (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Datengrundlage: Gesamtdatensatz mit Fallzahlen für befragte Studierende in Veranstaltungen, die mit den Lehrmethoden PI, JITT und PBL umgestaltet wurden.

<b>Lehrmethode</b>	<b>Häufigkeit</b>
Kontrolle	936
PI	1.688
JiTT	1.708
PBL	335
PI & JiTT	798
Gesamt	5465

Von den ursprünglich 143 begleiteten Veranstaltungen wurden 89 Lehrveranstaltungen ausgewählt, in denen die Lehrmethoden PI, JITT und PBL ein ganzes Semester lang eingesetzt wurden. Lehrveranstaltungen, in denen die Lehrmethoden nur ein paar Stunden getestet wurden, oder in denen innerhalb der Veranstaltungsreihe die Methode wechselte, wurden in Tabelle 2 nicht berücksichtigt.

Tab. 2: Verteilung der umgestellten Veranstaltungen der Fächergruppen auf die Lehrmethoden an sechs Hochschulen. Nicht dargestellt sind traditionelle Veranstaltungen, die als Kontrolle dienen, und Veranstaltungen, in denen die Methode während des Semesters wechselte bzw. nur ein paar Stunden eingesetzt wurde.

		<b>Lehrmethoden</b>			
		PI	JiTT	PI und JiTT im Mix	PBL
<b>Fächergruppen</b>	Mathematik	5 (15%)	2 (7%)	2 (12%)	4 (37%)
	Informatik	11 (32%)	10 (37%)	6 (35%)	4 (36%)
	Naturwissenschaften	2 (6%)	8 (30%)	5 (29%)	2 (18%)
	Technik	16 (47%)	7 (26%)	4 (24%)	1 (9%)
	Gesamt	34 (100%)	27 (100%)	17 (100%)	11 (100%)

An allen Hochschulen wurden die Dozierenden intensiv von den Team-Mitarbeitenden betreut und in die Methoden eingeführt. Als vergleichbare Grundlage dienten die Standards der Methodenumsetzung, wie sie in der Literatur von MAZUR (1997) für PI und NOVAK (1999) für JiTT und von WEBER (2007) für PBL beschrieben sind. So ist z. B. darauf zu achten, dass bei PI verständnisbasierte Fragen gestellt werden und die Studierenden Zeit haben, sich untereinander auszutauschen. JiTT lebt davon, dass im anschließenden Präsenzünterricht nicht der Unterrichtsstoff wiederholt wird, sondern die Fragen, die sich bei den Studierenden während der Selbstlernphase ergeben haben, geklärt werden. PBL erzielt die besten Ergebnisse, wenn die sieben Schritte eingehalten werden. Es zeigte sich, dass bei einigen Veranstaltungen die freiere Umsetzung dazu führte, dass wichtige Elemente der Methoden vernachlässigt wurden. Aufgrund der unter-

schiedlichen Umsetzung der Lehrmethoden wurden die Fragebogenergebnisse nach dem Umsetzungsgrad eingeteilt. Der Umsetzungsgrad beruht auf der Selbsteinschätzung des Dozierenden per Fragebogen und der Einschätzung der HD-MINT-Mitarbeitenden, ob eine Veranstaltung gemäß den in der Literatur beschriebenen charakteristischen Merkmalen oder etwas freier umgesetzt wurde. Dabei liegt die Antwortspanne des Umsetzungsgrades bei Werten von 1 – wobei 1 bedeutet, dass die Methode nach den in der Literatur beschriebenen Kriterien umgesetzt wurde – bis 7, wobei 7 diejenigen Veranstaltungen beschreibt, in denen die Methode nicht richtig umgesetzt wurde. Für diese Studie wurde ein hoher Umsetzungsgrad mit den Antwortkategorien 1-2, definiert, ein mittlerer Umsetzungsgrad mit den Kategorien 3-5 und ein niedriger Umsetzungsgrad mit den Kategorien 6-7; letztere wurden in die weitere Untersuchung nicht eingeschlossen.

### 3 Ergebnisse

Betrachtet man die absoluten Zahlen in Tabelle 2, so wurde eine vergleichsweise kleine Anzahl, nämlich insgesamt elf Veranstaltungen, mit PBL umstrukturiert. Die PBL-Veranstaltungen verteilten sich auf den ganzen MINT-Bereich. Die durchschnittliche Anzahl der Studierenden pro Veranstaltung betrug 24, eine ideale Größe, um PBL durchzuführen, angefangen bei der Auswahl und Konstruktion der Fälle bis hin zur Durchführung der Veranstaltung. Da in dieser Untersuchung Veranstaltungen in verschiedenen Fächern an unterschiedlichen Hochschulen verglichen werden, haben wir uns auf die Basis der klassischen Siebensprung-Methode in PBL geeinigt (vgl. WEBER, 2007). Der Siebensprung wurde von Teams an alle beteiligten Lehrenden vermittelt.

Bei den Veranstaltungen, die in der Mathematik mit PBL umgestaltet wurden, gab es von Studierenden hinsichtlich des Praxisbezuges und der Teamarbeit viele positive Rückmeldungen (EICH-SÖLLNER, FISCHER & WOLF, 2013). Die Veranstaltungen in der Fächergruppe Informatik wurden sehr offen mit PBL umgesetzt, es gab sehr viel Freiraum für Studierende im ersten Semester, was zum Teil zu einer Überforderung führte (MEISSNER & NENG, 2013). Im naturwissenschaftli-

chen Fachbereich wurde schließlich das PBL-Format nicht ganz klassisch eingesetzt, sondern erfolgte in den Veranstaltungen angepassten Formaten (SERBU et al., 2013).

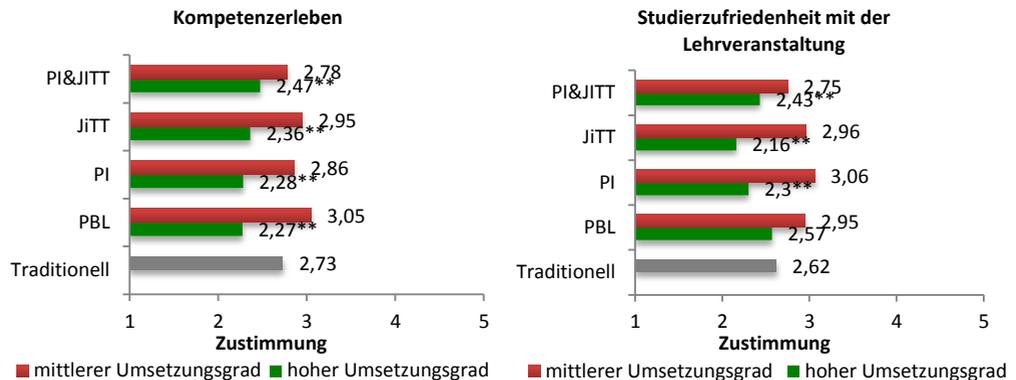


Abb. 1: Konstrukte zum Kompetenzerleben und zur allgemeinen Studierzufriedenheit bei Lehrveranstaltungen, mit aktivierenden Methoden vs. Lehrveranstaltungen mit traditionellen Methoden. Wertebereich der den Konstrukten zu Grunde liegenden Fragen von 1 = „stimme völlig zu“ bis 5 = „stimme überhaupt nicht zu“. Je kleiner der Wert, desto positiver für die jeweilige Lehrmethode. Das Signifikanzniveau (\*\*  $\alpha=0,01$ ; \*  $\alpha=0,05$ ) ist auf die Kontrollgruppe bezogen. Berücksichtigt wurden nur Messungen zum Semesterende.

Der Wertebereich der Konstrukte verläuft von 1-5 im Schulnotenbereich. Je niedriger die Zahl ist, desto positiver ist das Ergebnis zu bewerten. Berücksichtigt werden nur Messungen zum Semesterende im Zeitraum von SS13 bis SS15. Vergleicht man die Methode PBL mit den anderen aktivierenden Lehrmethoden, dann schneidet PBL bei guter Umsetzung gleich gut ab. Bei einer schlechten Umsetzung wird die PBL-Veranstaltung sogar noch schlechter als eine traditionell durchgeführte bewertet (Abb. 1). Die Studierzufriedenheit mit der Lehrveranstaltung liegt bei guter Umsetzung bei PBL mit der Note 2,57 im Mittelfeld und weist aber kaum

einen Unterschied zur Kontrollgruppe auf. Veranstaltungen, die mit PI oder JiTT durchgeführt wurden, werden im Vergleich signifikant besser mit 2,3 bzw. 2,16 bewertet.

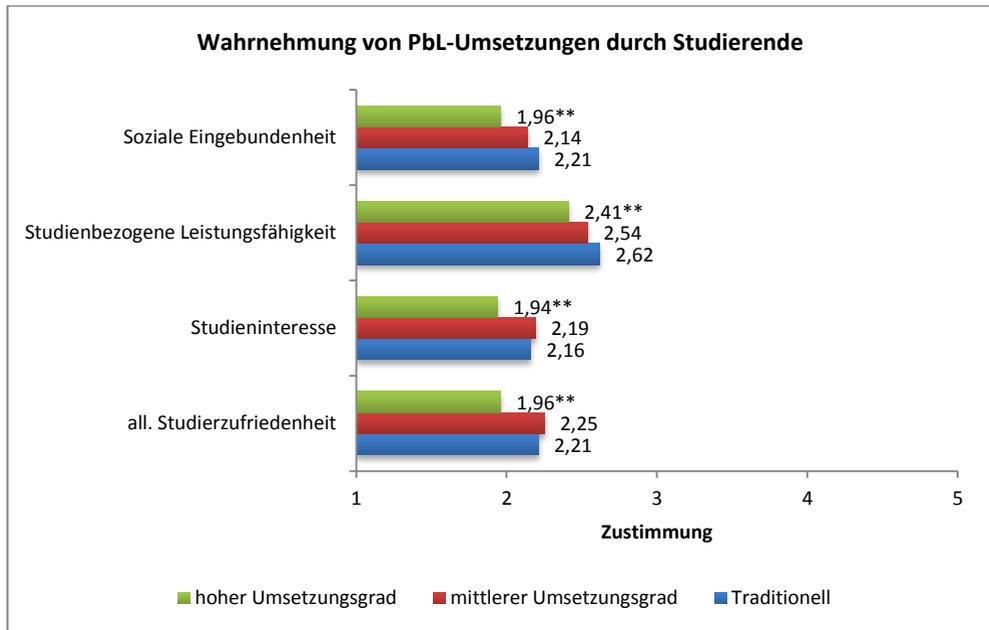


Abb. 2: Wahrnehmung von i-Umsetzungen durch Studierende. Wertebereich der den Konstrukten zu Grunde liegenden Fragen von 1 = „stimme völlig zu“ bis 5 = „stimme überhaupt nicht zu“. Je kleiner der Wert, desto positiver für die jeweilige Lehrmethode. Das Signifikanzniveau (\*\*  $\alpha=0,01$ ; \*  $\alpha=0,05$ ) ist auf die Kontrollgruppe bezogen. Berücksichtigt wurden nur Messungen zum Semesterende.

Die Abbildung 2 zeigt, dass Studierende, bei einer guten Umsetzung von PBL, ihre Zufriedenheit allgemein sowie ihr Studieninteresse signifikant positiver bewerten als Studierende, die mit traditionellen Lehrmethoden unterrichtet wurden und Noten von 1,96 bzw. 1,94 zu 2,21 bzw. 2,16 vergaben. Darüber hinaus nehmen Stu-

dierende ihre soziale Eingebundenheit in den Kurs und zu ihren Kommilitoninnen/Kommilitonen stärker wahr und fühlen sich leistungsfähiger als Studierende aus herkömmlichen Lehrformaten.

Ein Vergleich zu anderen Lehrmethoden (Tabelle 3) macht deutlich, dass diese Aussagen tendenziell auf alle interaktiven Lehrmethoden ausgeweitet werden können. Gerade in diesen Konstrukten scheint PBL aber nicht nur den traditionellen Lehrkonzepten überlegen, sondern auch alternativen, interaktiven Lehrmethoden. Natürlich gilt dies nur für eine gute Umsetzung der Methode. Generalisiert zeigt die Wahrnehmung der Studierenden in interaktiven Lehrkonzepten bei einer mittleren Umsetzung im Vergleich zu traditionellen Lehrveranstaltungen kaum Unterschiede.

Tab. 3: Ausgewählte Konstrukte zur Wahrnehmung von Lehrkonzepten durch Studierende. Wertebereich der den Konstrukten zu Grunde liegenden Fragen von 1 = „stimme völlig zu“ bis 5 = „stimme überhaupt nicht zu“. Je kleiner der Wert, desto positiver für die jeweilige Lehrmethode. Das Signifikanzniveau (\*\*  $\alpha=0,01$ ; \*  $\alpha=0,05$ ) ist auf die Kontrollgruppe bezogen. Berücksichtigt wurden nur Messungen zum Semesterende.

	Kontrolle	PI Umsetzung		JiTT Umsetzung		PI&JiTT Umsetzung	
		Hoch	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch	Mittel
allg. Studierzufriedenheit	2,21	2,05**	2,31	2,13	2,36	2,11*	2,28
Studieninteresse	2,16	1,96**	2,26	2,04*	2,18	2,10	2,17
Studienbezogene Leistungsfähigkeit	2,62	2,51	2,68	2,44**	2,68	2,62	2,67
soziale Eingebundenheit	2,21	2,12	2,11	2,08	2,43	2,13	2,19

Tab. 4: Konstrukte zur Kompetenzselbstwahrnehmung der Studierenden in Veranstaltungen mit hohem und mittlerem Umsetzungsgrad. Wertebereich der den Konstrukten zu Grunde liegenden Fragen von 1 = „stimme völlig zu“ bis 5 = „stimme überhaupt nicht zu“. Je kleiner der Wert, desto positiver für die jeweilige Lehrmethode. Das Signifikanzniveau (\*\*  $\alpha=0,01$ ; \*  $\alpha=0,05$ ) ist auf die Kontrollgruppe bezogen. Berücksichtigt wurden nur Messungen zum Semesterende.

	Kontrolle	PBL Umsetzung		PI Umsetzung		JiTT Umsetzung		PI&JiTT Umsetzung	
		Hoch	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch	Mittel
Fachkompetenz	2,56	2,18**	2,50	2,34**	2,52	2,22**	2,55	2,48	2,60
Methodenkompetenz	2,54	2,21**	2,44	2,27**	2,52	2,17**	2,47	2,30**	2,45*
Kommunikationskompetenz	2,35	2,09**	2,28	1,98**	2,25	1,96**	2,38	2,15**	2,40

Bei der Betrachtung von Tabelle 4, die eine positive Wahrnehmung der Kommunikations-, Personal-, Methoden- und Fachkompetenz für PBL nachweist, lässt sich erkennen, dass es auch auf der Ebene der Kompetenzwahrnehmung von Studierenden zu gleichen Aussagen kommt. PBL ist hier bei hohem Umsetzungsgrad den traditionellen Lehransätzen signifikant überlegen und wird selbst bei mittlerem Umsetzungsgrad tendenziell positiver bewertet. Auch bei der Selbsteinschätzung der Kompetenzen zeigt sich, dass interaktive Kursgestaltung generell positiver bewertet wird. PBL ist hierbei allerdings alternativen Lehrkonzepten nicht grundsätzlich überlegen, dies gilt einzig für die Fachkompetenz, die Unterschiede sind allerdings nur marginal.

## 4 Diskussion

Aufgrund der positiven Ergebnisse stellt sich die Frage, warum im Rahmen des HD-MINT-Projektes nicht mehr Lehrveranstaltungen mit PBL umgestellt wurden, zumal diese Methode den anderen aktivierenden Lehrmethoden wie JiTT und PI in den Messungen der Kompetenzwahrnehmung und des Kompetenzerlebens ebenbürtig scheint. Es gibt einige Hochschulen und Universitäten, die in den MINT-Fächern mit PBL unterrichten (RAINDE & SYMONS, 2005; LAHTINEN, 2005; SHINDE & KOLMOS, 2011). Sieht man sich diese Beispiele an, dann stellt man zwei Dinge fest:

Zum einen sind es völlig andere Rahmenbedingungen, die eine Umstellung auf PBL in diesem Umfang möglich machten. So standen z. B. ganze Fakultäten inklusive der jeweiligen Hochschulleitung hinter der Einführung des PBL-Konzeptes (LAHTINEN, 2005).

Für eine gute Umsetzung von PBL braucht es geeignete Räume, also nicht nur Hörsäle, sondern kleine Gruppenräume, die mit Pinnwänden, Flipcharts und Moderationsmaterial ausgestattet sind. Diese Dinge sind im MINT-Bereich nicht selbstverständlich. PBL ist in großen Gruppen möglich, stellt aber hohe Anforderungen an die personelle Ausstattung, denn für jede PBL-Gruppe werden fachliche Expertinnen/Experten als Tutorinnen/Tutoren benötigt. Diese sollten pädagogisch entsprechend ausgebildet werden und müssen Moderationstechniken beherrschen. Sie sollten Lernende motivieren können, mit der jeweiligen Aufgabe vertraut sein, die spezifischen Lernziele kennen und in der Lage sein, die Lerngruppe gegebenenfalls wieder auf das richtige Lernziel hin auszurichten (MAUDSLEY, 1999). Für die Ausbildung von Tutorinnen/Tutoren müssen finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. Insofern ist es eher erstaunlich, dass innerhalb des HD-MINT-Projekts trotz widriger Bedingungen solch gute Ergebnisse erzielt werden konnten.

Um PBL durchführen zu können, braucht man natürlich Problemfälle, die sich für PBL eignen. Für viele Fächer ist es aufwändig, adäquate Probleme zu konstruieren. Es existieren zwar genügend Beispiele (BROVELLI & WILHEM, 2009), aber diese sind nicht eins zu eins übernehmbar und oft für den Schulbereich konzipiert.

Auch möchten Lehrende die Probleme auf das jeweilige Unterrichtsgebiet abstimmen. Da die Studiengänge immer mehr ausdifferenzieren und es immer mehr spezialisierte Studiengänge gibt, sind die Quellen für adäquate Probleme rar gesät (ROSLÖF & TUOHIL, 2005).

Beim Einsatz von PBL wird klassischer Weise der Siebenschritt verwendet. Dieser ist jedoch nicht immer anwendbar und hat sich manchmal auch als hinderlich erwiesen (SCHERER & SCHAFFNER, 2012). Es gibt daher einige Variationen der Umsetzung. Ergebnisse des HD-MINT-Projekts machen allerdings deutlich, dass zu große Variationen zur Verwässerung der Methode führten und diese nicht wirksam genug war (TURPEN & FINKELSTEIN, 2009).

Im Sinne des Constructive Aligment fordert nicht zuletzt der Einsatz von PBL auch eine neue Form der Prüfungen. Diese müssen mit der jeweiligen Studiengangsverordnung im Einklang stehen und durchgeführt werden dürfen.

Sowohl Lehrende als auch Lernende müssen sich im Rahmen von PBL mit neuen Rollen und einem damit verbundenen neuen Selbstverständnis auseinandersetzen. Für Lehrende bedeutet diese Methode einen Paradigmenwechsel, in dem sie sich von ihrer traditionellen Rolle der/des Wissensvermittelnden verabschieden und zur/zum Lernbegleitenden werden. Lernende müssen plötzlich als Teamplayer agieren und Probleme gemeinsam lösen. Die Aufgabenstellung bzw. der jeweilige Problemfall im PBL sollte von den Studierenden als persönliche Lern-Herausforderung erlebt und gewertet werden, d. h. es geht nicht darum, die Intentionen der/des Dozierenden zu erraten. Auch sollten die Fähigkeiten zum selbstgesteuerten Lernen zu Studienbeginn vermittelt werden (HMELO-SILVER, 2004). An den meisten Hochschulen werden dazu keine allgemeinen Grundlagenkurse angeboten. Werden diese angeboten, dann in der Regel als freiwillig zu besuchende Zusatzangebote innerhalb diverser Pilotprojekte.

Die Bedingungen für eine gute Umsetzung von PBL sind also bekannt. MÜLLER (2011) beschreibt in seinem Modell, welche Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, damit PBL gut implementiert werden kann. Vorrangig ist dazu das Zusammenspiel der ganzen Hochschule bzw. auch der Fakultäten notwendig. Es

braucht nicht nur zahlenmäßig eine entsprechende personelle Ausstattung, sondern auch didaktisch gut ausgebildete Lehrende, zudem müssen Studierende auf die neue Lehr-/Lernmethode vorbereitet werden. Nicht zuletzt bedarf es geeigneter Räumlichkeiten und kleinerer Studierendengruppen, damit PBL durchgeführt werden kann.

Lehrende stehen im Spannungsfeld zwischen den Vorgaben der jeweiligen Hochschule bezüglich Prüfungen, Räume und personeller Ausstattung, dem Wunsch, die eigene Veranstaltung umgestalten zu wollen, und den Wünschen der zu unterrichtenden Studierenden, deren vorrangiges Ziel das Bestehen der Prüfungen ist.

Als Nächstes soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit sich PBL in den MINT-Fächern generell eignet. In Aalborg wird in den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten viel mit projektorientiertem Lernen gearbeitet (MYRDAL, KOLMOS & HOLGAARD, 2011). Die Autoren beschreiben eine sinnvolle Kombination aus problem- und projektbasiertem Lernen in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern. Dabei muss bezüglich des Schwerpunkts der Lehrmethoden unterschieden werden, dass PBL den Lernprozess fokussiert, wohingegen die Projektarbeit verstärkt die Problemlösung anvisiert. In Aalborg kommen beide Methoden insofern zur Anwendung, als dass in den ersten Semestern vorwiegend PBL eingesetzt wird und in den höheren Semestern eher zum projektbasiertem Lernen übergegangen wird. In Finnland dagegen ist man bei der Umstrukturierung des Studiengangs Mechatronik wieder dazu übergegangen, die Grundlagenfächer traditionell zu unterrichten (LAHTINEN, 2005). PERRENET, BOUHUIJIS & SMITHS (2000) begründen dies durch die spezifische Art des Wissens. In der Medizin ist das Wissen eher enzyklopädisch aufgebaut, so dass die unterschiedlichen Wissensgebiete nebeneinander existieren und Wissenslücken leicht geschlossen werden können. In den Naturwissenschaften haben wir es mit einem hierarchisch aufgebauten Wissen zu tun. Ohne spezifische Grundlagen in den Fächern Mathematik und Physik können darauf aufbauende Fächer kaum oder nur schwer verstanden werden. Somit konzentriert sich das notwendige Grundlagenwissen meist auf die ersten Studiensemester, was u. a. auch dazu führt, dass Studierende oft den für sie wichtigen Praxisbezug ihres Studienfaches vermissen. PBL könnte hier möglicherweise eine

Brücke zwischen Theorie und Praxis schlagen. Im HD-MINT-Projekt hat sich allerdings auch gezeigt, dass die Veranstaltung in der Mathematik, die mit PBL umgestaltet wurde, zwar von den Studierenden sehr gut angenommen und bewertet wurde, sich der zu erwartende Verständniszuwachs nicht in den Noten niederschlug. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass die Studierenden für Berechnungen eine gewisse Übung brauchen und dieses Einüben von Rechenwegen kam bei PBL zu kurz (eig. Mitteilung, Hochschule München). PBL vermittelt nicht nur Fachwissen, sondern hauptsächlich Kompetenzen. Dies ist an der signifikanten Steigerung des Kompetenzerlebens in den Auswertungen ablesbar. Selbst wenn Prüfungen kompetenzorientiert aufgebaut sind, so wird in den darauffolgenden Semestern immer zuerst auf das spezifische Fachwissen geschaut und die/der Dozierende des jeweiligen Ausbildungsmoduls für das Nichtwissen der Studierenden verantwortlich gemacht. Widerstände gegen die Methode gibt es auch bei Studierenden, die sagen, sie hätten nichts gelernt und PBL wäre zu arbeitsintensiv. Diese Methode muss gerade im ersten Semester besser angeleitet werden (MEISSNER & NENG, 2013). PBL zeigt sich bei guter Umsetzung anderen, aktivierenden Lehrmethoden ebenbürtig, wenn nicht sogar überlegen (bzgl. Fachkompetenz). Allerdings ist diese Methode sehr aufwändig in der Einführung und Durchführung, so dass eine flächendeckende Umsetzung ohne die Unterstützung der Hochschulleitung sehr schwierig ist.

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01PL12023A bis 01PL12023G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin und dem Autor.

## 4 Literaturverzeichnis

- Braun, E.** (2008). *Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen (BEvaKomp)* (S. 30-42). Göttingen: V&R Unipress.
- Brovelli, D. & Wilhelm, M.** (2009). Problemorientiertes Lernen für den integrierten Naturwissenschaftsunterricht. *Phys. Did.*, 2(8), 65-72.
- Colliver, J.** (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: research and theory. *Academic Medicine*, 75(3), 259-266.
- Duit, R.** (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 905-923.
- Eich-Soellner, E., Fischer, R. & Wolf, K.** (2014). PBL in der Mathematik – ein Umsetzungsbeispiel. *Didaktik Nachrichten*, 10/2014, 12-17. Ingolstadt: Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ).
- Hmelo-Silver, E.** (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, 16(3), 235-266.
- Hofmann, Y. & Köhler, T.** (2013). Möglichkeiten und Grenzen der Wirksamkeitsmessung interaktiver Lehrmethoden – Ein erster Erfahrungsbericht. In Zentrum für Hochschuldidaktik (Hrsg.), *Tagungsband zum 1. HD-MINT Symposium 2013* (S. 102-108). Ingolstadt.
- Keller, U., Stippler, G., Hofmann, Y., Köhler, T., Waldherr, F. & Walter, C.** (2016). Das Projekt HD MINT ein neuer Weg zur verständnisorientierten Lehre. In M. Merkt, N. Schaper & C. Wetzel (Hrsg.), *Professionalisierung der Hochschuldidaktik. Blickpunkt Hochschuldidaktik, Bd. 127* (S. 218-227). Bielefeld: Bertelsmann.
- Koneczny, N., Hick, C., Siebachmayer, M., Floer, B., Vollmar, H. & Butzlaff, M.** (2003). Evidenzbasierte Medizin: Eingebettet in die Ausbildung – Selbstverständlich in der Praxis? *Zeitschrift für Ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung*, 97(4/5), 295-300.

**Lahtinen, T.** (2005). Implementation of Problem-Based Learning in Engineering Education – PBL curriculum in Mechatronics. In E. Poikela & S. Poikela (Hrsg), *PBL in Context – Bridging Work and Education* (S. 79-95). Tampere.

**Mazur, E.** (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

**Maudsley, G.** (1999). Roles and responsibilities of the problem based learning tutor in the undergraduate medical curriculum. *BMJ: British Medical Journal*, 318(7184), 657.

**Meissner, B. & Neng, A.** (2014). „Was brauchen wir in der Prüfung?“ Problembasiertes Lernen (PBL) im ersten Semester. *Didaktik Nachrichten 10/2014*, 18-24. Ingolstadt: Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ).

**Moust, J., Berkel, H. & Schmidt, H.** (2005). Signs of erosion: Reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University. *Higher education*, 50(4), 665-683.

**Müller, C.** (2011). Implementation von Problem-based Learning – institutionelle Bedingungen und Anforderungen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6(3), 111-127.

**Myrdal, C., Kolmos, A. & Holgaard, J.** (2011). The New Aalborg PBL Model – the first Part of the Story from a Management Perspective. In J. Davies, E. de Graaff & A. Kolmos (Hrsg.), *PBL across the disciplines: Research into best practice* (S. 726-734).

**Novak, G., Patterson E., Gavrin, A. & Christian, W.** (1999). *Just in time teaching: Blending active learning with web technology*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

**Neville, A. & Norman, G.** (2007). PBL in the undergraduate MD program at McMaster University: three iterations in three decades. *Academic Medicine*, 82(4), 370-374.

**Perrenet, J., Bouhuijs, P. & Smits, J.** (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education in theory and practice. *Teaching in higher education*, 5(3), 345-358.

- Raine, D. & Symons, S.** (2005). Experience of PBL in Physics in UK Higher Education. E. Poikela & S. Poikela (Hrsg), *PBL in Context – Bridging Work and Education* (S. 67-79). Tampere.
- Roslöf, J. & Tuohil, R.** (2005). Experiences on a PBL Implementation in Engineering Education. In E. Poikela & S. Poikela (Hrsg), *PBL in Context – Bridging Work and Education* (S. 95-117). Tampere.
- Savery, J.** (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.  
<http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Schmidt, H., Cohen-Schotanus, J., van der Molen, Henk T., Splinter, T. W., Bulte, J., Holdrinet, R. & van Rossum, H.** (2010). Learning more by being taught less: A “time-for-self-study” theory explaining curricular effects on graduation rate and study duration. *Higher Education*, 60(3), S. 287-300.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10734-009-9300-3>
- Serbu, M., Orsic-Muthig, V., Dolisni, N., Kias, U. & Palfreyman, N.** (2014). Problem-Based Learning Eine Methode – drei Anwendungen. *Didaktik Nachrichten 10/2014*, 25-35. Ingolstadt: Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ).
- Shinde, V. & Kolmos, A.** (2011). *Students’ experience of Aalborg PBL Model: A case study*. World Engineering Education Flash Week, Lisbon.
- Scherer, T. & Schaffner, N.** (2012). Wenn der Sieben-Schritt zum Alibi wird: Die Studienaufgabe. In G. M. Mair, G. Olsowski & J. Zumbach (Hrsg.), *Problem-Based Learning im Dialog* (S. 1-11). Wien: facultas. wuv Universitätsverlag.
- Turpen, C. & Finkelstein, N.** (2009). Not all interactive engagement is the same: Variations in physics professors’ implementation of Peer Instruction. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 5(2).  
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020101>
- Weber, A.** (2007). *Problem-Based-Learning. Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe*. Bern: H.E.P. Verlag.
- Woods, D.** (2000). *Helping your students gain the most from PBL*. 2<sup>nd</sup> Asia-Pacific Conference on PBL, Singapore.

**Zumbach, J. & Weber, A.** (2007). *Problembasiertes Lernen: Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum*. Bern: H.E.P. Verlag.

## Autor/in



Dr. Ulrike KELLER || Hochschule Rosenheim || Hochschulstr. 1  
D-83024 Rosenheim

[www.hd-mint.de](http://www.hd-mint.de)

[keller@diz-bayern.de](mailto:keller@diz-bayern.de)



Thomas KÖHLER || Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulfor-  
schung und Hochschulplanung || Prinzregentenstr. 24 D-80538  
München

[koehler@ihf-bayern.de](mailto:koehler@ihf-bayern.de)