

kann. Zudem ist die Bedienung sehr intuitiv, sodass eigentlich keine Einarbeitungszeit notwendig ist. Abstriche gibt es natürlich hinsichtlich Komplexität und Funktionsvielfalt, wobei in der Praxis festgestellt wurde, dass die meisten Funktionen sowieso nicht genutzt werden.⁷ Die Anforderungen für PINGO und damit die größte Einschränkung sind ein internetfähiges Endgerät der Studierenden (Laptop, Smartphone, Tablet), sowie ein vorhandener Internetzugang. Die Abstimmung erfolgt dann über die PINGO-Webseite. Ein weiteres Problem ist die Tatsache, dass hierbei die Studierenden animiert werden ihre mobilen Endgeräte zu verwenden, wodurch sie eventuell zu unterrichtsfremden Aktivitäten verleitet werden.

4. Die Diskussion: Worauf kommt es an?

Als ein zentraler Teil von Peer Instruction gilt die Diskussion. Lernende sollen nach der ersten Abstimmung angeregt werden, das ihrer Meinung nach richtige Ergebnis vor einem oder mehreren Partnern plausibel zu erklären und somit das Gegenüber davon zu überzeugen. Der Lehrende sollte deshalb versuchen in die einzelnen Diskussionen hineinzuhören, also vor allem eine beobachtende und moderierende Rolle einzunehmen. Er sollte jetzt keine Fragen beantworten, sondern bestenfalls durch die Reihen gehen und die Studierenden falls nötig zum Mitmachen auffordern und sich darum kümmern, dass jeder Lernende zur Diskussion findet. In dieser „heißen Phase“ von Peer Instruction hat der Dozent die Gelegenheit, sich einen Eindruck von der Denkweise seiner Studierenden zu verschaffen.

5. Fazit

Peer Instruction bietet sowohl Lernenden als auch Lehrenden die Möglichkeit, Wissen während der Vorlesungszeit zu überprüfen. Dies geschieht nicht auf herkömmliche Weise in Form von Frontalunterricht, sondern auf aktivierende Art. Wie in den vorangegangenen Abschnitten ersichtlich, ist diese Methode sehr flexibel und auf verschiedene Gruppen von Studierenden, sowie auf unterschiedliche Vorgehensweisen von Seiten der Professoren hin anwendbar. Die Einbindung der Studierenden in den Unterricht ist eine wichtige Voraussetzung für nachhaltiges und selbstständiges Lernen und sollte daher vermehrt Einzug in Bildungstätten haben. Dafür ist Peer Instruction eine Möglichkeit, bei der es jedoch keine explizit richtige Art und Weise gibt. Die Erfahrungen an den HD-MINT-Verbundhochschulen haben gezeigt, dass die Methode individuell angepasst stets zu positiven Lehr- und Lernerlebnissen für beide Seiten führt, wenn man sich mit der Methode auseinandersetzt.

⁷ Dozenten der TH Nürnberg verwendeten bisher lediglich Multiple-Choice-Fragen mit einfacher Auswertung ohne eine weitergehende Speicherung der Daten oder statistischer Auswertung.

„Problembasiertes Lernen“ (PBL) in Mathematik und Technik – Ein Ansatz für mehr Anwendungsbezug und Praxisnähe

Kathrin Wolf, Andreas Kämper, Antje Nissler
Hochschule München, Projekt „HD MINT“, Dachauer Str. 100a, 80636 München,
E-Mail: {kathrin.wolf, andreas.kaemper, antje.nissler}@hm.edu

Zusammenfassung

Im Rahmen des HD-MINT-Projekts werden aktivierende und studierendenzentrierte Lehrmethoden eingesetzt. Einen Ansatz, um Studierende weg vom sturen Anwenden von Kochrezepten hin zum selbstständigen Lösen von komplexen Aufgaben zu bringen und zudem den Anwendungsbezug und die Praxisnähe zu fördern, liefert die Methode „Problembasiertes Lernen“ (PBL). Anwendungsorientierte und praxisbezogene Aufgaben sollen die Studierenden stärker motivieren und sie auf den beruflichen Alltag vorbereiten. Eine klar strukturierte Herangehensweise, der sogenannte „Siebensprung“, gibt den Studierenden Hilfestellung beim selbstständigen, z. T. kooperativen Lösen und Bearbeiten der Problemstellungen. Sie lernen mathematisches/technisches Modellieren, indem sie das gegebene Problem identifizieren und analysieren, Lösungsideen in Form von Lernzielen formulieren, sich in der Selbstlernphase eigenständig in neue Themen einarbeiten und schließlich eine Strategie entwickeln, um das Problem zu lösen. Durch die Gruppenarbeitsphase sollen insbesondere personale und soziale Kompetenzen geschult werden.

Im Workshop zeigen wir konkrete Umsetzungsbeispiele von PBL aus Veranstaltungen an der Hochschule München aus dem Sommersemester 2013. Wir setzten PBL in den Veranstaltungen „Angewandte Mathematik“ (2. Semester, Studiengänge Informatik und Scientific Computing) und „Finite Elemente für Flächentragwerke“ (6. Semester, Studiengang Bauingenieurwesen) ein. Wir stellen den Ablauf der Methode, exemplarische Problemstellungen, die konkrete Einbettung von PBL in die gesamten Veranstaltungskonzepte sowie bereits gewonnene Erfahrungswerte vor.

Einleitung

Als eines der Ziele des Bologna-Prozesses wurde die Verbesserung der Berufsbefähigung der Studierenden festgelegt. Der Bericht der Kultusministerkonferenz 2012 zeigt, dass in diesem Punkt noch Handlungsbedarf besteht (KMK 2012). Dies belegt auch die vom Deutschen Industrie- und Handelskammertag 2010 durchgeführte Befragung zu den Erwartungen der Unternehmen an die Hochschulabsolventen (Heidenreich 2011): Als wichtigste Forderung an die Hochschulen geben die Unternehmen an, den Praxisbezug zu erhöhen und eine aktive Lernkultur zu schaffen, sodass die Studierenden das Wissen forschungs- und praxisbezogen selbst erlernen können. Für Unternehmen ist es von zentraler Bedeutung, dass die Studieninhalte anwendungsorientiert sind, damit die Absolventen in der Lage sind, ihre theoretischen Fachkenntnisse in der Unternehmenspraxis anzuwenden. Sie erwarten zudem eine stärkere Vermittlung von sozialen und persönlichen Kompetenzen. Als wichtigste Fähigkeiten wünschen sie sich Einsatzbereitschaft, Verantwortungsbewusstsein, selbstständiges Arbeiten, Kommunikationsfähigkeit und Teamfähigkeit. Ein Ansatz, um diesen Zielsetzungen in der Hochschullehre zu begegnen, bietet die Methode „Problembasiertes Lernen“ (PBL).

Der Beitrag umfasst einen kurzen Überblick über die Methode, insbesondere ihren Nutzen und Ablauf, legt aber den Schwerpunkt auf zwei konkrete Beispiele aus den Fachbereichen Mathematik und Bauingenieurwesen, die an der Hochschule München im Rahmen des HD-MINT-Projekts umgesetzt wurden. Abschließen werden wir mit Erfahrungswerten und Tipps für die erfolgreiche Umsetzung.

Problembasiertes Lernen – Was ist das?

Ziel und Nutzen

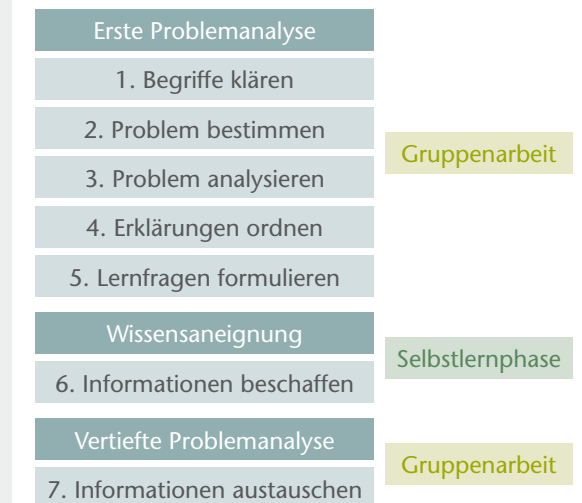
Die Methode PBL soll durch die Verwendung von anwendungsorientierten Aufgaben die Motivation der Studierenden fördern und sie auf den beruflichen Alltag vorbereiten. Durch abwechselnde Phasen von eigenständiger Erarbeitung und kollaborativer Teamarbeit, soll neben dem Erlernen von fachlichen Inhalten auch eine Verbesserung der sozialen und personalen Kompetenzen einhergehen. In erster Linie werden mit der Methode in der Selbstlernphase Fähigkeiten des selbstgesteuerten Arbeitens geschult, in der Gruppenarbeitsphase vor allem soziale und kommunikative Kompetenzen (Prpic, Hadgraft 1999). Außerdem ist durch den handlungs- und praxisorientierten Lehr-Lernprozess, der Transfer- und teilweise auch das interdisziplinäre Denken fördert, nachhaltiges Lernen möglich. Zudem werden auch Problemlösefähigkeiten sowie der Umgang mit der Informationstechnologie geschult.

Funktionsweise

Die Methode PBL hat ihren Ursprung in der medizinischen Ausbildung und wurde erstmalig in den sechziger Jahren an der kanadischen McMaster-Universität eingesetzt (Kassebaum 1989). Inzwischen ist es eine vielfältig eingesetzte und erprobte Methode, die hilft, den Lernprozess der Studierenden effektiv zu gestalten und zu steuern (Weber 2007, S. 15). Guilbert (1998, übersetzt von Weber 2007, S. 12) definiert die Methode PBL folgendermaßen: „Problembasiertes Lernen ist der Prozess, in dem anhand eines Problems gelernt wird. Das Problem dient als Stimulus, um herauszufinden, welche Informationen es braucht, um es zu verstehen und lösen zu können. Das Problem steht zu Beginn des Lernprozesses.“ Ausgangspunkt der Methode sind daher authentische Problemstellungen, die so komplex sind, dass der Lösungsweg nicht vorgezeichnet ist, sondern Raum für die Studierenden lässt, den Problemlöseprozess selbstständig zu gestalten (Zumbach 2006). Zentrale Vorgehensweise und Kerngedanke der Methode ist der sogenannte „Siebensprung“ (Moust et al. 1999). Diese klar strukturierte Herangehensweise hilft Studierenden sich schrittweise Problemstellungen zu nähern und diese zu lösen. Der Siebensprung kann als Leitfaden verstanden werden. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die sieben Schritte, die sich in drei Phasen zusammenfassen lassen: erste Problemanalyse in der Gruppe, Wissensaneignung im Selbststudium und vertiefte Problemanalyse (Weber 2007, S. 31).

- **Erste Problemanalyse (Gruppe).** Nach Ausgabe der Problemstellung klären die Studierenden zunächst die unklaren Begriffe (Schritt 1). Dies stellt ein gemeinsames Verständnis in der Gruppe sicher. Im zweiten Schritt wird dann das mögliche Problem identifiziert und evtl. auftretende Teilprobleme werden formuliert. Daran schließt sich Schritt 3, die Problemanalyse, an. Ein Brainstorming kann beispielsweise helfen, vorhandenes Wissen zusammenzutragen. Die Strukturierung und Priorisierung der genannten Aussagen erfolgt im nächsten Schritt. Auf Basis dieser Diskussion werden im fünften Schritt die Lernfragen formuliert, die vorhandene Wissens- und Verständnislücken widerspiegeln. Die Lernenden können sich bei diesen Schritten gegenseitig unterstützen. Durch das Kennenlernen unterschiedlicher Perspektiven profitieren sie voneinander und erste gemeinsame Wissenskonstruktionen setzen ein (Zumbach 2006).
- **Wissensaneignung (Selbststudium).** Im Selbststudium beschäftigen sich die Studierenden mit den Lernfragen. Dabei beschaffen sie sich die nötigen Informationen, bearbeiten diese und geben erste Antworten auf die Lernfragen.
- **Vertiefte Problemanalyse (Gruppe).** Im letzten Schritt trägt die Gruppe, die im Selbststudium gewonnenen Erkenntnisse zusammen, tauscht Informationen aus, klärt Fragen und diskutiert Probleme. Mit diesem neuen Wissen werfen die Studierenden erneut einen Blick auf die Ausgangs-Problemstellung, um diese nun abschließend zu klären.

Abb. 1: PBL „Siebensprung“ (Weber 2007, S. 31)



Der Dozierende nimmt während der Kleingruppentreffen die Rolle eines Tutors ein: Er begleitet den Lernprozess, indem er in erster Linie zurückhaltend moderierend und organisierend den Studierenden zur Seite steht. Er berät die Studierenden, fördert die aktive Teilnahme aller, stellt – falls nötig – offene stimulierende Fragen und gibt der Gruppe Feedback. Durch die Konstruktion der Problemstellungen stellt der Dozierende sicher, dass die Studierenden das erlernt haben, was sie können sollen (Weber 2007, S. 42).

Umsetzungsbeispiele

Der Einsatz von PBL ist in verschiedenen Variationen möglich: für einzelne Lehrsequenzen oder auch für gesamte Lehrveranstaltungen. Der Umfang sowie die Rahmenbedingungen müssen individuell auf die Veranstaltung angepasst werden. Daher zeigen wir im Folgenden exemplarisch zwei unterschiedliche Umsetzungsvarianten von PBL: Im Rahmen des Projekts „HD MINT“ wurden im Sommersemester 2013 zwei Lehrveranstaltungen an der Hochschule München mit der Methode gestaltet.

PBL in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

Das erste Beispiel beschreibt die Umsetzung in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“ von Prof. Dr. Edda Eich-Soellner und Prof. Dr. Rainer Fischer. Bei der Veranstaltung handelt es sich um eine Pflichtveranstaltung für Studierende im zweiten Semester der Bachelor-Studiengänge Informatik und Scientific Computing an der Fakultät für Informatik und Mathematik (s. auch Eich-Soellner 2010).

Die Lernziele der Veranstaltung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Studierenden sind in der Lage, einfache mathematische Modelle für praktische Problemstellungen zu entwickeln. Diese Modelle und Lösungsmethoden implementieren sie mit Hilfe des Computeralgebrasystems Mathematica. Die Problemlösefähigkeit, Teamfähigkeit und Präsentationstechniken der Studierenden werden gefördert, indem die Studierenden in Zweier-Teams die Ergebnisse kooperativ erarbeiten, interpretieren, visualisieren und präsentieren (Modulhandbuch Angewandte Mathematik).

Der Ablauf der Veranstaltung ist in Abbildung 2 zu sehen und gliedert sich in drei aufeinander aufbauende Abschnitte:

- 1) **Erlernen der Grundlagen des Computeralgebrasystems Mathematica.** Die Studierenden lernen in der ersten Phase als Basis für die PBL-Einheiten den Umgang mit Mathematica kennen, sodass sie mit den Grundfunktionen vertraut sind. Dies erfolgt über eine Mischung aus Frontalunterricht und Übungsphasen sowie mit der Methode Just-in-Time-Teaching.
- 2) **1. PBL-Phase: einfache anwendungsorientierte Problemstellungen.** Die PBL-Phase startet nach vier Wochen mit einer Einführung der Methode und einem einfachen Einstiegsbeispiel (Abb. 3), um die Studierenden die Methode „erleben“ zu lassen. Das Beispiel ist so gewählt, dass es kaum neuen Stoff behandelt, und in einer Doppelstunde

von den Studierenden vollständig bearbeitet werden kann. Nach dem Kennenlernen der Methode schließen drei PBL-Phasen mit einer Dauer von jeweils ca. 1,5 Wochen an. Die Sequenzen enden jeweils mit einer bewerteten Abgabe der Arbeitsergebnisse. Zusätzlich findet als unterstützende Maßnahme nach der ersten PBL-Aufgabe eine Sequenz zum Thema „Gruppendynamik und Kommunikation“ statt, da die Zusammenarbeit in Teams für die Studierenden neu und daher auch problembehaftet ist. Die Zweier-Teams werden für jede der drei PBL-Aufgaben von den Dozierenden zugeteilt, wobei jedes Team dieselbe Aufgabenstellung bearbeitet.

- 3) **2. PBL-Phase: komplexe anwendungsorientierte Problemstellung.** Auf die erste PBL-Phase aufbauend schließt nun eine komplexere Problemstellung an. Diese erfordert mehr Einsatz in der Selbstlernphase und dauert ca. drei Wochen. Die Zweier-Teams können sich nun freiwillig finden und bekommen jeweils verschiedene Aufgabenstellungen. Abschließender Teil dieser Phase ist die bewertete Präsentation und Dokumentation der Arbeitsergebnisse jedes Teams.

PBL in der Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“

Das zweite Beispiel beschreibt die Umsetzung von PBL in der Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“ von Prof. Dr.-Ing. Christof Hauser. Hierbei handelt es sich um eine Veranstaltung im Wahlpflichtbereich für Studierende im sechsten Semester des Bachelor-Studiengangs Bauingenieurwesen.

Die Lernziele der Veranstaltung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM). Sie erlangen die Fähigkeit, mit Hilfe der FEM Beanspruchungen von Platten- und Scheibentragwerken am PC zu ermitteln. Die

Abb. 2: Ablauf der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

Angewandte Mathematik		
Wochen	Inhalt	Methode/Ablauf
1	Grundlagen „Mathematica“	Frontalunterricht
2		Abwechselnde Phasen: Just-in-Time-Teaching „Live-Programming“ & Frontalunterricht
3		
4		
5	Einfache anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL) Mathematische Modellierung & Implementierung in Mathematica	Einführung PBL & Beispiel
6		1. PBL-Aufgabe (ca. 1,5 Wochen)
7		Workshop Gruppendynamik
8	Komplexe anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL) Mathematische Modellierung & Implementierung in Mathematica	2. PBL-Aufgabe (ca. 1,5 Wochen)
9		3. PBL-Aufgabe (ca. 1,5 Wochen)
10		Komplexe PBL-Aufgabe Dauer (ca. 3 Wochen)
11	Präsentationen	
12		
13		
14		
15		

Abb. 3: Beispielaufgabe zum Einstieg in die Methode PBL in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

Beispielaufgabe

Renovierung eines Gutshofs

Ein alter Gutshof wird renoviert. Dabei soll der Buntsandstein in der Scheune frei gelegt werden, indem der Putz von den 7,80m hohen Wänden abgeschlagen wird.

Auf dem Boden der Scheune liegen allerdings noch andere Materialien im Weg, die nicht verschoben werden können. So steht eine würfelförmige Kiste direkt an der Wand mit der Seitenlänge von 1,60m. Reicht eine 6,50m lange Leiter die an der Wand anlehnt und die Kiste in einem Punkt berührt aus, um den Putz an der kompletten Wand abzuschlagen?



Abb. 4: Ablauf der Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“

Finite Elemente für Flächentragwerke		
Wochen	Inhalt	Methode/Ablauf
1	Grundlagen „Finite Elemente“	Frontalunterricht & Arbeiten am PC mit dem System
2		
3		
4	Einführung PBL	Einführung PBL & Gruppendynamik
5		1. PBL-Aufgabe (1 Woche)
6		Reflexion & „Feedback & Kommunikation“
7	Anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL)	2. PBL-Aufgabe (1 Woche)
8		3. PBL-Aufgabe (1 Woche)
9		4. PBL-Aufgabe (1 Woche)
10		Komplexe 5. PBL-Aufgabe Studienarbeit (2 Wochen)
11	Komplexe anwendungsorientierte Problemstellungen (PBL)	Frontalunterricht & 6. PBL-Aufgabe
12		
13	Abschluss & Prüfung	7. PBL-Aufgabe (ca. 1 Woche)
14		Fragestunde, Resümee
15		Prüfung

Studierenden kontrollieren erhaltene Rechenergebnisse und beurteilen diese, lesen und interpretieren Grafiken und Diagramme und setzen die Ergebnisse in eine Stahlbetonbemessung um (Modulhandbuch Bauingenieurwesen). Der Schwerpunkt der Veranstaltung liegt in der Anwendung des Finite-Elemente-Programmes RFEM. Jeder Studierende wird dabei in die Lage versetzt, Berechnung und Beurteilung sowohl alleine als auch im Team durchzuführen. Nach der Synthese stellen einzelne Freiwillige ihre Ergebnisse im Plenum vor. Unstimmigkeiten und offene Fragen werden dabei im Plenum mit dem Dozierenden diskutiert. Der Lernstoff wird dabei auch geordnet und stellenweise ergänzt.

Der Ablauf der Veranstaltung (Abb. 4) gliedert sich, analog zur Veranstaltung „Angewandte Mathematik“, in drei aufeinander aufbauende Abschnitte:

- 1) Erlernen der Grundlagen der Finite-Elemente-Methode.** Die Studierenden erhalten in der ersten Phase als Basis für die PBL-Einheiten einen Einblick in die theoretischen Grundlagen der FEM. Zudem erhalten sie eine Einführung in das Arbeiten mit dem Finite-Elemente-Programm RFEM. Dies erfolgt über eine Mischung aus Frontalunterricht und angeleiteten Übungsphasen.
- 2) 1. PBL-Phase: einfache anwendungsorientierte Problemstellungen.** Die PBL-Phase startet in der vierten Woche mit einer theoretischen Einführung in die Methode sowie einem ergänzenden Kurzvortrag zum Thema „Gruppendynamik“. Anschließend wird anhand eines bewusst einfach gewählten Problems der Siebensprung mit den Studierenden eingeübt. In der darauf folgenden Woche werden die ersten Erfahrungen mit PBL von den Studierenden reflektiert. Aufgrund von wahrgenommen Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der einfachen Problemstellung erhalten die Studierenden einen

Vortrag über „Feedback und Kommunikation“. Im Anschluss daran wird eine neue Problemstellung zur selbstständigen Bearbeitung an die Studierenden herausgegeben. Abbildung 5 zeigt hierzu exemplarisch die zweite Problemstellung.

- 3) 2. PBL-Phase: komplexe anwendungsorientierte Problemstellung.** Mit der zweiten PBL-Phase steigern sich Komplexität und Schwierigkeitsgrad der Problemstellungen. Die Aufgaben ähneln mehr und mehr realen Aufgabenstellungen aus dem künftigen Berufsleben der Studierenden. Bereits erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten werden z. T. für die Bearbeitung der Probleme vorausgesetzt. Eine Problemstellung während dieser Phase wird als Studienarbeit herausgegeben. Neben den fachlichen Anforderungen, sollen die Studierenden auch über das persönliche Vorgehen in der Gruppe und die Methode PBL reflektieren. Die Studienarbeit wird durch den Dozierenden korrigiert, sodass die Studierenden Rückmeldung zu ihrem Leistungsstand erhalten. Zur Vorbereitung auf die letzte Aufgabenstellung, erhalten die Studierenden in der 12. Woche eine Vorführung am PC. Die letzte Veranstaltung vor der Klausur dient der Klärung offener Fragen und dem Resümee der gesamten Lehrveranstaltung.

Diskussion: Erfahrungswerte

Aus den Erfahrungen des Sommersemesters, aber auch aufgrund der Erkenntnisse, die man aus einschlägiger Literatur gewinnt, empfiehlt es sich, die Methode PBL zu Beginn des Einsatzes einzuführen und zu erklären. Eine Möglichkeit ist dabei, einen kurzen Vortrag zu halten und dann die Studierenden die sieben Schritte anhand eines einfachen Beispiels erleben zu lassen. Dieses Beispiel sollte so einfach gewählt sein, dass sich die Studierenden auf die Methode konzentrieren können und nicht zu stark von den Inhalten „beansprucht werden“. Nach Möglichkeit sollte dieses Kennenlernen der Methode innerhalb einer Präsenzphase (z. B. einer Doppelstunde) durchgeführt werden. Das zur Lösung des Einführungsbeispiels benötigte Material sollte im Idealfall bereits im Voraus ausgewählt und als Kopie bereitgestellt werden.

Es hat sich auch bewährt, die Problemstellungen so zu verteilen, dass jeweils in der Präsenzzeit mit dem PBL-Siebensprung begonnen werden kann (Schritte 1–5). Die Studierenden können bei Fragen so auf die Expertise des Tutors zurückgreifen und Unklarheiten rasch klären. Außerdem erleichtert es den Studierenden die Kommunikation und Organisation in den Gruppen bzw. Teams, da alle bereits anwesend sind. Die Selbstlernphase (Schritt 6) findet dann außerhalb der Präsenzzeit statt. Die Studierenden können so das Bearbeiten der Lernfragen individuell steuern. Dies hilft auch, um der Heterogenität der Studierendengruppe Rechnung zu tragen. Nach einer Woche findet dann die Synthese in der Präsenzzeit statt. Die Gruppenmitglieder haben die Möglichkeit ihre Ergebnisse

Abb. 5: Beispielaufgabe für die Veranstaltung „Finite Elemente für Flächentragwerke“

Beispielaufgabe

Wie erkläre ich's Laien? – Bange Minuten

Mittlerweile haben Sie sich als frisch eingestellter Angestellter des Büros für Tragwerksplanung schon etwas in die Finite-Elemente-Methode einarbeiten können. Ihr Chef, der zu wichtigen Gesprächsterminen außer Haus ist, hat gerade eine Nachricht auf Ihrem Anrufbeantworter hinterlassen: „Hören Sie! Der wichtige Kunde, Herr Maier von Maier & Meyer-Bau, der die Platte mit 6,0 m Spannweite plus Auskragung von Ihnen berechnen ließ, Sie erinnern sich ... (vgl. „1. Übung Finite Elemente“) hat mich auf dem Handy angerufen. Er hat noch einige Fragen zu den Ergebnissen, die Sie ihm geliefert haben. Er versteht nicht, warum Sie ihm mehrere Höhenlinien- und Konvergenzdiagramme geschickt haben. Er meint, das wäre unnötig, wenn Sie die richtige Querdehnzahl und eine passende Elementgröße verwendet hätten. Dann würde das schon passen! Ich muss Sie warnen, der Herr Maier ist ein notorischer Schwerversteher, dem muss ich immer alles haarklein erklären! Heute schaffe ich es leider nicht rechtzeitig vom Außertermin zurück. Daher bitte ich Sie, die offenen Fragen mit Herrn Maier zu klären. Sie schaffen das schon! Ach ja, Herr Maier ist schon unterwegs zu Ihnen ... müsste in einer Stunde da sein! So, ich muss weg ... Besprechung ...! Servus!“

zusammenzutragen und abzugleichen. Die Präsentation und Reflexion im Plenum hat weiterhin den Vorteil, dass auch hier wieder die Lehrperson bzw. der Tutor anwesend ist und bei Bedarf korrigierend, strukturierend oder ergänzend eingreifen kann.

Zur erfolgreichen Umsetzung ist es ebenfalls wichtig, dass die Lehrkraft während der sieben Phasen, statt der gewohnten Rolle eines Dozierenden, nun die Rolle eines Tutors einnimmt. Dies bedeutet eine nicht unerhebliche Umstellung, da Dozierende allzu leicht in ihre gewohnte Rolle zurückfallen. Für die Studierenden ist es jedoch ein wichtiges Signal, dass sie nun gefordert sind und Aktivität zeigen müssen. Dennoch sollen sie das Gefühl haben, bei Bedarf auf Unterstützung zählen zu können. Insbesondere beim Einführungsbeispiel ist es notwendig, dass die Tutoren stärker steuernd und erklärend eingreifen, als bei den späteren Aufgabenstellungen. Dies wurde auch seitens der Studierenden aus dem Kurs „Finite Elemente“ als Feedback am Semesterende geäußert.

Neben der wahrgenommenen Unterstützung sollten auch die Anforderungen, die an die Problemstellungen geknüpft werden, den Studierenden klar und transparent kommuniziert werden. Es erwies sich im Kurs „Angewandte Mathematik“ als hilfreich, die Bewertungskriterien bei der Abgabe der Ergebnisse konkret aufzuzeigen. Im Kurs „Finite Elemente“ wurde der transparente Umgang mit dem Anforderungsniveau als Zielsetzung für das kommende Semester festgelegt, da hier noch Optimierungspotenzial erkennbar war.

Als gute Möglichkeit die Studierenden beim Durchlaufen der sieben Schritte zu unterstützen, hat sich in der Veranstaltung „Finite Elemente“ ein kleiner Leitfaden herausgestellt. Dieser Leitfaden umfasst die sieben Schritte sowie Erklärungen und Hilfsfragen zum Vorgehen in den verschiedenen Phasen. Zudem enthält der Ablaufplan ungefähre Zeitangaben für die Einzelschritte des Siebensprungs. Um ein „Verzetteln“ der Gruppe zu vermeiden, sollten die Teams oder Gruppen zu einer Einhaltung der vorgegebenen Zeiten aufgefordert werden.

Die Erfahrung aus der Umsetzung von PBL in Lehrveranstaltungen zeigt, wie wichtig es ist, die begleitenden Maßnahmen gut auf die Zielgruppe der Studierenden und das jeweilige Fachgebiet anzupassen. Bei Interesse können weitere Beispielaufgaben und Materialien bei den Autoren angefordert werden.

Danksagung

Wir danken Prof. Dr. Edda Eich-Soellner, Prof. Dr. Rainer Fischer und Prof. Dr.-Ing. Christof Hausser für die Kooperation im Rahmen des Projekts „HD MINT“. Insbesondere möchten wir für die vielen anregenden Diskussionen danken. Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12023F gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literatur

Eich-Soellner, E. (2010): Mathe aktiv! In: Waldherr, F., Walter, C. (Hrsg.): Lernen Leben Lehren. Bildungsqualität für eine gemeinsame Zukunft. Forum der Lehre 2010, Didaktische Nachrichten Sonderausgabe, DiZ, Ingolstadt, S. 48.

Guilbert, J.-J. (1998): Educational Handbook for Health Personnel. 6. Auflage, 1987, Nachdruck 1998, WHO, Genf, S. 3.51.

Heidenreich, K. (2011): Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen. DIHK, Berlin.

Kassebaum, D. (1989): Change in medical education: the courage and will to be different. Academic Medicine, 64, S. 446.

Kultusministerkonferenz (KMK) 2012. URL <http://www.kmk.org/wissenschaft-hochschule/internationale-hochschulangelegenheiten/> [Stand: 15.09.2013]

Modulhandbuch Angewandte Mathematik. URL <http://fi.cs.hm.edu/fi/rest/public/modul/title/angewandtemathematik?style=http://w3-o.cs.hm.edu/hmcms.css> [Stand: 15.09.2013]

Modulhandbuch Bauingenieurwesen, Teil Wahlpflichtmodule. URL http://w3-mediapool.hm.edu/mediapool/media/fk02/fk02_lokal/studienangebot_5/pdfstudiengnge/module/wahlpflichtmodule.pdf [Stand: 15.09.2013]

Moust, J., Bouhuijs, P., Schmidt, H. (1999): Problemorientiertes Lernen. Ullstein Medical, Wiesbaden, S. 21.

Prpic, J. K., Hadgraft, R. G. (1999): Skills in Problem-Based Learning. URL <http://web.archive.org/web/20040617185354/http://cleo.eng.monash.edu.au/teaching/subjects/learning/strategy/pblskills.html> [Stand: 15.09.2013]

Weber, A. (2007): Problem-Based Learning: Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe. 2. Auflage, h.e.p., Bern.

Zumbach, J. (2006): Problembasiertes Lernen: Überlegungen und Ansatz für eine lernerzentrierte Didaktik. In: Krampen, G., Zayer, H. (Hrsg.): Psychologiedidaktik und Evaluation V. Hogrefe, Göttingen, S. 245.