

Lernen als soziale Interaktion



Didaktikzentrum

DiZ - Zentrum für
Hochschuldidaktik
der bayerischen
Fachhochschulen

Inhalt

Editorial	2
„Sieben auf einen Streich“ Über die Vereinbarkeit der Vermittlung von „harten“ Lernzielen und Schlüsselkompetenzen	1
Ist entdeckendes Lernen für technische Studiengänge geeignet?	12
Epilog	34

„ Sieben auf einen Streich “ Über die Vereinbarkeit der Ver- mittlung von „harten“ Lernzielen und Schlüsselkompetenzen

Achim Weiland

Der äußere Rahmen

Spätestens mit der Diskussion um den Bologna-Prozess hat der Begriff der Schlüsselkompetenzen (oder auch Schlüsselqualifikationen) ein breiteres Publikum erreicht und eine hohe Bedeutung gerade in den Hochschulen erlangt. Schließlich sollen Schlüsselkompetenzen den Lernenden befähigen, sich schnell, flexibel und erfolgreich auf wechselnde Rahmenbedingungen in Bezug auf Arbeitsplatzinhalte, Funktion und Position innerhalb einer Organisation sowie unterschiedliche Anforderungen beispielsweise in der Kommunikation und bei der Zusammenarbeit mit Kunden, Lieferanten, Kollegen, Mitarbeitern oder Vorgesetzten einzustellen. Sie sollen ihm helfen, sich in einer Welt der schnellen Veränderungen zu behaupten, jenseits seiner erworbenen fachbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten. Denn diese Fachkenntnisse sind nicht der alleinige Schlüssel zum Erfolg - in interaktiven Handlungssituationen brauchen wir immer auch ein gewisses Maß an sozialen Kompetenzen.



Liebe Kolleginnen und Kollegen,
liebe Lehrbeauftragte,

Wie können Sie den Studierenden fachliche **und** überfachliche Kompetenzen beibringen? Diese Forderung von KMK¹⁾ und Wissenschaftsrat²⁾ wird insoweit diskutiert, als es dafür integrative und additive Ansätze gibt. Der integrative Ansatz, also das Erlernen und Üben von Schlüsselqualifikationen innerhalb der fachbezogenen Ausbildung, kann dann schon eine Herausforderung werden.

Lesen Sie den Beitrag unseres Kollegen Achim Weiland, „Sieben auf einen Streich“. Im Prinzip ergibt sich bei ihm die Förderung der überfachlichen Kompetenzen aus dem Einsatz von Lehrmethoden, die die Zusammenarbeit der Studierenden fordern. Dazu müssen sie miteinander kommunizieren und interagieren.

So ähnlich ist das bei Niall Palfreyman, der mit dem „entdeckenden Lernen“ die Prinzipien der Forschung in den Unterricht holt. Zunächst hat man den Eindruck, er hadert dabei mit dem DiZ und dem, was wir vertreten – oder vielleicht mehr damit, wie wir es vertreten. Im Schwerpunkt aber geht es bei ihm um einen Unterricht, der die physiologischen und psychologischen Grundlagen des menschlichen Lernens in hohem Maße berücksichtigt, und dadurch einen enorm gesteigerten Wirkungsgrad gegenüber der Frontale erreicht. Auch hier erwerben die Studierenden einiges an überfachlicher Qualifikation. Absolut lesenswert: Sie bekommen die verschiedenen Tiefen des Konstruktivismus (der heute wohl wichtigsten Erkenntnistheorie im Zusammenhang mit der menschlichen Informationsverarbeitung) und ihre Zusammenhänge mitsamt einem umfassenden Konzept zu ihrer Umsetzung in den Unterricht aus der Sicht eines mathematisch-naturwissenschaftlich geprägten Autors geschildert.

Wir vereinigen in diesem Heft zwei Beispiele aus unterschiedlichen Fachrichtungen. Achim Weiland lehrt betriebswirtschaftliche Fächer, Niall Palfreyman vertritt eine naturwissenschaftliche Ausrichtung. Ich kann mir gut vorstellen, dass Sie soviel Phantasie mitbringen, den Fachinhalt der Beiträge durch einen aus Ihrem Spezialgebiet zu ersetzen, und Ihre Folgerungen daraus ableiten zu können: Nutzen Sie den Echtheitscharakter von Projekten, Planspielen oder anderen entsprechenden Methoden. Je mehr tatsächliche Handlungsorientierung beim Lernen dabei ist, umso leichter fällt der Transfer. Wichtig dabei ist, dass Sie mit den Studierenden nicht nur über die Inhalte sprechen, sondern auch den Arbeitsprozess, die Abläufe und die Einzelbeiträge dazu überdenken.

Im Verlauf beider Artikel wird aus meiner Sicht deutlich, was Lernen heißt: Jeder Lernende befindet aufgrund seines Vorwissens und seiner Vorerfahrungen in einer anderen Situation, und macht deswegen auch eine andere Erfahrung. Es gibt eben nicht die allgemeingültige Präsentation von Inhalten, die (das wäre das Prinzip „Nürnberger Trichter“) bei allen gleich ankommt.

Genauso kann auch das DiZ seine Kurse nicht so gestalten, dass wir Ihnen auf dem Silbertablett Patentrezepte für Ihren Unterricht mitgeben – die Begründung findet sich bei Niall Palfreyman. Sie müssen nämlich die Übertragung auf Ihren Unterricht vornehmen, und das ist **Ihr** Lernprozess, den Ihnen niemand abnehmen kann – auch wir nicht. So wie Sie bei Ihren Studierenden, können wir aber zum „Ermöglicher“ bei Ihnen werden.

Heute und morgen.

Ihr

¹⁾ Vgl. KMK (Hrsg.): 10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur in Deutschland. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.6.2003, S.1; vgl. a. KMK (Hrsg.): Rahmenvorgaben für die Einführung von Leistungspunktsystemen und die Modularisierung von Studiengängen. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.09.2000 i.d.F. vom 22.10.2004, Erläuterungen, S.1

²⁾ Vgl. Wissenschaftsrat (Hrsg.): Empfehlungen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium. Berlin, Juli 2008, S.8

Diese Schlüsselkompetenzen werden im deutschen Sprachraum oft unterschieden in personale, fachliche, methodische und soziale Kompetenzbereiche¹⁾. Das Projekt DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) der OECD identifizierte im Rahmen der PISA-Studien im Jahr 2003 drei unterschiedliche Bereiche von Schlüsselkompetenzen, die für ein erfolgreiches Leben und eine gut funktionierende Gesellschaft benötigt werden²⁾:

- Wirksame Anwendung von Medien und Mitteln (z. B. Sprache, Technologie); dazu gehört auch die interaktive Anpassung dieser „Tools“ an die eigenen Zwecke
- Interagieren in heterogenen Gruppen (soziale und/oder kulturelle Heterogenität)
- Autonome Handlungsfähigkeit, d. h. Übernahme von Verantwortung für die eigene Lebensgestaltung sowie die Fähigkeit, das eigene Leben im größeren Kontext zu situieren und eigenständig zu handeln.

Unklar ist allerdings oft, wie denn diese Schlüsselkompetenzen erfolgreich erworben werden können. Oft wird der Weg gewählt, eigene Seminare anzubieten, in denen Teilbereiche dieser Schlüsselkompetenzen vermittelt werden. So finden sich in den neueren Studien- und Prüfungsordnungen für Bachelor-Studiengänge Seminare zu Lerntechniken, Präsentationstechniken, Moderation oder Verhandlungsführung. Bei vielen technischen Studiengängen fehlen diese aber oft, wohl von dem Standpunkt aus, dass die Vermittlung von „harten“ Lernzielen (z. B. Programmiersprachen) immer Vorrang hat vor „weichen“ Lernzielen (wie eben Schlüsselkompetenzen) und dass man als Hochschullehrer sowieso mit einer schier unüberwindlichen Stofffülle zu kämpfen hat.

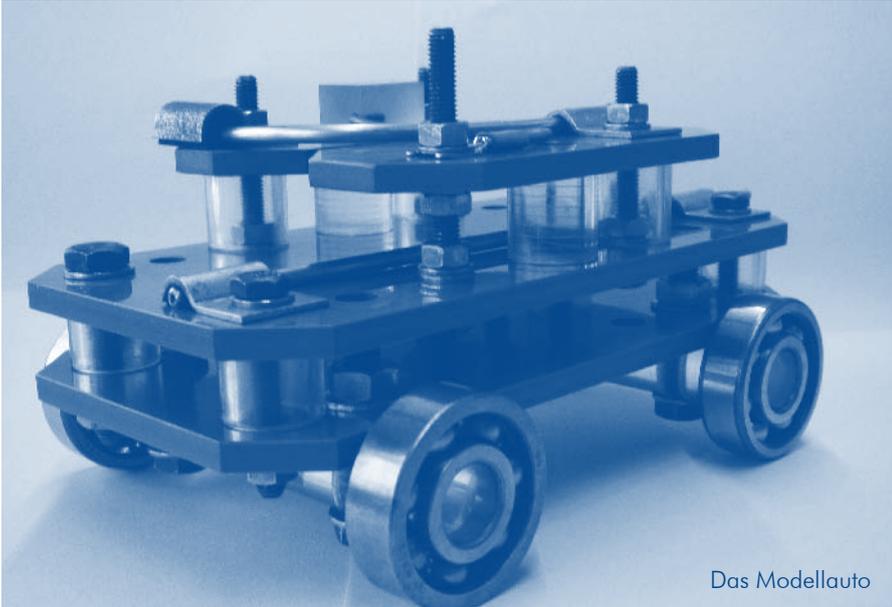
Dieser Beitrag zeigt auf, wie in einem dreitägigen Praxisblock die Vermittlung von Schlüsselkompetenzen in eine fachgebundene Lernsequenz mittels einer Simulation integriert wurde.

¹⁾ Vgl. hierzu die Darstellung bei Grote, Sven, Kauffeld, Simone & Frieling, Ekkehart (Hrsg.) (2006) - Kompetenzmanagement. Grundlagen und Praxisbeispiele. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 25 - 29

²⁾ Vgl. hierzu „Definition und Auswahl von Schlüsselkompetenzen, Zusammenfassung“, S. 7 ff., <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/04.html>, Abfrage am 20.08.2008

Der fachliche Kontext des Praxisblocks

An der Hochschule Hof wurde im März 2008 ein dreitägiger Praxisblock der besonderen Art durchgeführt: Eine Produktionssimulation, mit der 14 Studenten Einblick erhielten in die „Geheimnisse“ einer nach den Prinzipien des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) organisierten Produktion. Dazu wurde mit komplexen Modellautos der Aufbau von zwei miteinander konkurrierenden Produktionslinien aus der Automobilindustrie simuliert.



Das Modellauto

Der „Kontinuierliche Verbesserungsprozess“ (KVP) ist vom japanischen Fertigungsprinzip Kaizen abgeleitet, das die ständige und schrittweise Verbesserung sucht³⁾. Als Produktionsprinzip setzt der KVP auf den systematischen Einsatz einer Vielzahl von Instrumenten zur Analyse und Gestaltung von Arbeitsplätzen, um diese fortwährend zu optimieren. Wichtig ist dabei die ständige Suche und Eliminierung von Verschwendung, beispielsweise in Form von Wartezeiten, Überproduktion, Beständen oder der Produktion fehlerhafter Teile. KVP als Produktionsprinzip wird mittlerweile nicht nur in der Automobilindustrie angewendet, sondern auch in anderen produzierenden Industrien sowie in Branchen, die Dienstleistungen erstellen. Deshalb ist die Kenntnis dieses Produktionsprinzips für Studierende wichtig im Hinblick auf ihren späteren beruflichen Einsatz.

Simulationen als didaktisches Hilfsmittel

Im vorliegenden Falle handelt es sich um eine Produktionssimulation, bei der die Aufgabenstellung darin besteht, den Teilnehmern die Funktionsweise eines auf Produktionsabläufe bezogenen Fertigungsprinzips zu vermitteln, ohne dass ein reales System (in diesem Fall die Montagelinie eines Automobilunternehmens) sehr kostenaufwändig nachgebildet wird. Je mehr Geld allerdings investiert wird, desto realistischer werden auch die Simulationen aus Sicht der Teilnehmer und desto besser ist der Lerneffekt. Das vorliegende Modellauto ist zwar kein reales Auto, ähnelt ihm aber von seinem Aufbau her. Es setzt ebenfalls manuelle Montagetätigkeiten und damit verbunden auch Organisationsentscheidungen voraus. Auf der anderen Seite stehen bei dieser Simulation die entstehenden Kosten noch in einem annehmbaren Verhältnis zum Nutzen. Derartige Simulationen ermöglichen den Teilnehmern das reale Ausprobieren und haben gegenüber Computersimulationen den Vorteil, dass über das manuelle Handhaben etwas „Be-greifbares“ entsteht. Spiel und Spaß entstehen bei einer „LEGO-Generation“ quasi als Nebeneffekt.

³⁾ Vgl. hierzu die Darstellung bei Imai, Masaaki (1992) – Kaizen. Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. München: Wirtschaftsverlag Langen Müller / Herbig oder bei Liker, Jeffery K. (2006) - Der Toyota-Weg: Erfolgsfaktor Qualitätsmanagement. München: Finanzbuch Verlag

Erste Versuche mit dem Zusammenbau



Mit der vorliegenden Simulation konnten demnach mehrere Lernziele simultan angegangen werden:

- Es sollte Grundlagenwissen zum KVP erlernt werden – gleichzeitig verbunden mit der Möglichkeit, dieses Wissen an einem konkreten Projekt sofort umzusetzen. Die Teilnehmer konnten so die Relevanz der vermittelten Inhalte „am Objekt“ sofort überprüfen.
- Die Teilnehmer mussten im Team arbeiten, verbunden mit den Vorteilen von Teamarbeit (z. B. Teamleistungsvorteil, gegenseitige Unterstützung), aber auch den Schwierigkeiten (z. B. Informationsweitergabe in einem heterogenen Team, Organisation der Abstimmungsprozesse). Das heißt, es gab ein sekundäres, den Teilnehmern aber nicht vorab vermitteltes Lernziel zum Thema Teamfähigkeit.
- Ein weiteres, zu Beginn ebenfalls nicht kommuniziertes Lernziel bestand in der Installation eines Leiters pro Team mit dem Lernziel Führungsfähigkeit. Der Teamleiter hatte die schwierige Aufgabe, eine ihm unbekannte Gruppe zu führen. Er erhielt am Ende eines Tages ein gesondertes Feedback in Bezug auf seine Führungsleistung.

Der Aufbau dieser Produktionssimulation

Insgesamt nahmen 14 Studenten an dieser Produktionssimulation teil, die über drei volle Tage ging. Am Vormittag des ersten Tags fand eine allgemeine Einweisung im Plenum statt; am Nachmittag wurden die Teilnehmer dann in zwei Teams aufgeteilt, die im weiteren Verlauf der Simulation in Konkurrenz zueinander standen. Für Theorieblöcke und zur gemeinsamen Auswertung von Produktionsläufen trafen sich die Teams dann von Fall zu Fall im Plenum.

Der **erste Tag** des Praxisblocks stand im Zeichen der Einarbeitung in die komplexe Materie. Nachdem die Grundprinzipien des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses vorgestellt wurden, machten sich die Studenten mit dem Auto, den Werkzeugen und den Qualitätsstandards bekannt. Die Modellautos hatten jeweils mehr als 80 Einzelteile und stellten hohe Anforderungen an die Montagefertigkeiten der Teilnehmer. Passend zu den Modellautos gab es Montage- und Prüfanleitungen, die befolgt werden mussten. Eine erste individuelle Montage mit anschließender Qualitätsprüfung dauerte knapp 80 Minuten. Diese Zeit galt es in den folgenden Tagen deutlich zu unterbieten.

Im Anschluss an diese individuelle Montage wurden die Teilnehmer in zwei Teams aufgeteilt, die in den folgenden Tagen miteinander um die meisten und qualitativ hochwertigsten Autos konkurrieren sollten. In jedem Team gab es sechs Arbeitsplätze und einen Leiter, der die Aufgabenerledigung in der Arbeitsgruppe koordinieren sollte. Das Team musste sich jetzt einer Unzahl von Fragen stellen und Entscheidungen treffen, die den weiteren Spielablauf beeinflussten. Sollte jedes Mitglied ein komplettes Auto fertigen oder sollte man in einer Fließfertigung einzelne Arbeitsstationen abbilden? Welchen Arbeitsumfang sollten die einzelnen Arbeitsstationen haben? Wer hatte welche Fähigkeiten und wer sollte dementsprechend an welchem Arbeitsplatz arbeiten? Wie sollte die Dokumentation der Arbeitsschritte organisiert werden? Sollte es eine Qualitätskontrolle an einem speziellen Arbeitsplatz geben oder eine Werker-Selbstkontrolle? All dies musste zügig organisiert werden, da am gleichen Tag noch ein erster Probelauf stattfinden sollte. Zudem mussten schon jetzt zwei wichtige Instrumente des KVP angewendet werden: das Standard-Operation-Sheet mit der räumlichen Darstellung der Arbeits-

plätze und den wichtigsten Tätigkeiten pro Team und Arbeitsplatz, sowie eine Arbeitsverteilungswand, über die die Arbeitsverteilung in Minuten zwischen den sechs Arbeitsplätzen deutlich wurde. Der erste Testlauf mit fünf Modellautos gab dann genügend Material für die Diskussionen im Team und ausreichend Hinweise zur Optimierung der Arbeitsplätze.

Die beiden Teamleiter wurden am ersten Tag vom Leiter der Simulation bestimmt. Sie erhielten Unterstützung durch die Durchsprache eines Katalogs an Aufgaben, der von ihnen erwartet wurde ⁴⁾.

Anhand dieses Aufgabenkatalogs und eines Leitfadens für das Feedback erhielten die Teamleiter am Ende jedes Tages eine Rückmeldung von ihren Teammitgliedern ⁵⁾.



1. Tag: Aufgaben des Teamleiters

- Leitung der Teamgespräche
- Ermittlung der Einzelschritte des Zusammenbaus und entsprechende zeitliche Bewertung der Einzelschritte als Vorbereitung für Arbeits-Verteilungs-Wand und des Standard-Operation-Sheet (SOS-Blatt)
- Aufbau der Arbeitsverteilungswand in einer Erstversion
- Gestaltung des Fabriklayouts sowie Einrichten und Organisation der Arbeitsplätze
- Überarbeiten der Arbeitsverteilungswand, Operationstraining
- Erstellen der SOS-Blätter in einer Erstversion
- Probelauf mit fünf Fahrzeugen sowie Auswertung
- Ermittlung von Verbesserungspotentialen
- Gemeinsame Zielermittlung mit dem Team

Der Teamleiter

- hat aktiv und offen informiert
- hat Ziele und Regeln vereinbart und sich selber daran gehalten
- gab regelmäßig unterstützende Rückmeldung
- hat genau zugehört und fragte gezielt nach, um eventuelle Probleme zu lösen
- sorgte für einen guten organisatorischen und zeitlichen Ablauf

Feedback

- Was fand ich besonders gut? (Bitte ein konkretes Beispiel nennen!)
- Welchen Tipp möchte ich dem Teamleiter für die Zukunft mitgeben?

Teamleiter

- Was nehme ich mit?

Am **zweiten Tag** wurden weitere Instrumente des Kontinuierlichen Verbesserungs-Prozesses vorgestellt, die die Teams einsetzen konnten: die 5 S-Kampagne (siehe Abbildung S. 6), Arbeitsplatzorganisation und Visualisierung, der klassische PDCA-Zyklus (Plan – Do – Check – Act), Vermeidung und Erkennung von Verschwendung, Zielvereinbarungen... Zusätzlicher theoretischer Input wurde anschaulich vermittelt durch Videos zu Produktionssystemen von Opel, Mercedes-Benz und Smart.

Eine Besonderheit kennzeichnete allerdings die Aufgabenstellung für den ersten Produktionslauf von 40 Minuten am Vormittag des zweiten Tags. Vom fiktiven Kunden wurden – für die Teams überraschend – nicht nur die bereits bekannten Autos mit Linkslenkung verlangt, sondern er wollte zusätzlich Rechtslenker in einer nivellierten Produktionsabfolge, d. h. 3 Linkslenker, 2 Rechtslenker etc. Die Produktionsabläufe mussten entsprechend umgestaltet werden. An jedem Arbeitsplatz musste man sich jetzt überlegen,

⁴⁾ Mit freundlicher Genehmigung von Strategio. Köln 2008

⁵⁾ Mit freundlicher Genehmigung von Strategio. Köln 2008

Arbeitsplatzorganisation



Wer kann so vernünftig arbeiten?

Eine gute Arbeitsplatzorganisation sorgt für eine sichere, saubere und ordentliche Einrichtung des Arbeitsumfelds. Das trägt zu höherer Qualität und besseren Arbeitsabläufen bei und bewirkt eine höhere Effizienz.

**Alles hat seinen bestimmten Platz.
Alles, was nicht benötigt wird, wird beseitigt.**

Was sind die „5S“ ?

Eine strukturierte Vorgehensweise, um dauerhaft und flächendeckend eine gute Arbeitsplatzorganisation in der gesamten Fabrik herzustellen.



1. Sortieren

Alle unnötigen Gegenstände vom Arbeitsplatz entfernen. Die unnötigen Gegenstände werden mit einer roten Karte gekennzeichnet, um sichtbar zu machen:
Das muss entfernt werden !!



2. Sichtbare Ordnung

Alles bekommt seinen festen und gekennzeichneten Platz.

3. Sauberhalten

Der Arbeitsplatz wird regelmäßig gereinigt, bzw. es wird dafür gesorgt, dass er nicht verschmutzt wird.



4. Standardisieren

Reinigungspläne, klare Visualisierungen und Regeln unterstützen die Aufrechterhaltung von Sauberkeit und Ordnung.

5. Standards einhalten und verbessern

Die Standards und Regeln werden von allen befolgt und akzeptiert und regelmäßig überprüft.

wie man auftretende Verwechslungsgefahren von Teilen und die entstehenden Produktionsfehler ausschließen konnte. Nach diesem ersten Produktionslauf wurden die Autos vom Leiter der Simulation vermessen, so dass die Teams über eine Inspektionskarte eine detaillierte Rückmeldung über die Qualitätsmängel ihrer Autos erhielten. Wichtige Punkte brachte zudem die Fahrt auf dem Testgelände, bei der auf einer abschüssigen Ebene mit seitlichen Begrenzungen überprüft wurde, ob die Autos auch wie gefordert gerade ausfahren konnten.



Ein erster Probelauf von Team 1 auf der Teststrecke

Vor dem zweiten Testlauf am Nachmittag wurde zudem die Flexibilität der Teammitglieder erprobt. Aus jedem Team wurden vom Leiter der Simulation zwei Mitglieder bestimmt, die zum jeweils anderen Team wechseln mussten. Dort gab es für sie ein anderes Fertigungslayout, andere Produktionsabläufe und einen neuen Arbeitsplatz. Die entscheidende Frage war, welches Team die „Neuankömmlinge“ am schnellsten integrieren konnte.

Der **dritte Tag** stand im Zeichen der Vorbereitung für den entscheidenden zweiten Produktionslauf. Der Tag wurde eingeleitet mit einer bekannten Übung zum Thema Innovation („Produktionsjonglieren“ mit Tennisbällen)⁶⁾. Der Einsatz dieser Übung führte tatsächlich dazu, dass eines der beiden Teams sein Fertigungslayout komplett überarbeitete und (sehr mutig!) mit einer nur kurzen Vorbereitungszeit in den letzten Produktionslauf startete. Das erste Team arbeitete weiterhin mit sechs sequentiell miteinander verkoppelten



Das Produktionslayout von Team 2

⁶⁾ Vgl. Ulrich, Dave, Kerr, Steve & Ashkenas, Ron (2002) - The GE Work-Out. New York. S. 134 ff.

Arbeitsplätzen, bei denen ein nachgelagerter Produktionsprozess von dem vorherigen abhängig war. Diese Arbeitsverteilung produzierte im ersten Anlauf viele Wartezeiten, da alle Produktionsmitarbeiter dem ersten Mitarbeiter zusehen mussten, wie er die Bodenplatte des Modellautos montierte, bevor er diese an den nächsten Produktionsprozess weitergab. Während dieser Wartezeiten konnten die anderen nichts produzieren – außer Verschwendung. Das zweite Team entschied sich, die Produktionsprozesse zu größeren Einheiten zu bündeln und parallel ablaufen zu lassen. Engpass dieser Gruppe war dann die Endmontage mit der Justage der Spur.

Ein weiterer Testlauf am Vormittag wurde eingeleitet durch ein Audit, d. h. eine systematische Überprüfung der Teams und ihrer Produktionsanlagen durch den Leiter der Simulation sowie eine Selbsteinschätzung des Teams im Hinblick auf die Kriterien des Audits. Überprüft wurden durch einen standardisierten Fragebogen (s. rechts) Ordnung und Sauberkeit, die saubere Anordnung von Produktionsteilen und Messmitteln, die Dokumentation der Arbeitsabläufe und vieles mehr.

Das Ergebnis des Audits wurde dann von den Teams in weitere Verbesserungen umgesetzt. Zusätzliche Spannung vor dem entscheidenden Produktionslauf brachte die Anordnung des Leiters der Simulation, dass jedes einzelne Teammitglied im Sinne einer job rotation einen anderen Arbeitsplatz einnehmen sollte – und dies fünf Minuten vor Produktionsstart! Hier zahlten sich die gute Dokumentation des Arbeitsprozesses und die optimale Vorbereitung der Arbeitsplätze aus.

Bestandsaufnahme Montageteam Arbeitsplatzorganisation des Teams:					
Punktesystematik: 0 (= schlecht, kaum vorhanden) bis 5 (= hervorragend)					
Nr.	Beobachtungsmerkmale	Punkte		Durchschnitt	%
		Management	Team		
1	Der Bereich macht einen optisch guten Eindruck.				
2	Die Arbeitsplätze sind ergonomisch gestaltet.				
3	Die Flächen für das Produktionsmaterial sind eindeutig gekennzeichnet.				
4	Das Produktionsmaterial wird ordentlich gelagert.				
5	Die Flächen für Werkzeuge, Vorrichtungen und Messmittel sind eindeutig gekennzeichnet.				
6	Werkzeuge und Vorrichtungen werden ordentlich und sicher gelagert.				
7	Transportbehälter und Weitergabemengen sind bestimmt.				
8	Die Anstell- bzw Bereitstellflächen sind deutlich markiert und sind eindeutig.				
9	Der Montagebereich ist frei von unnötigen Gegenständen.				
10	Es gibt für jeden Gegenstand einen festen Platz (z. B. über Beschriftungen).				
11	Die Informationstafel des Teams ist auf dem aktuellen Stand, so dass aktuelle Anweisungen verfügbar sind.				
12	Dokumente und Arbeitspapiere (z. B. Montageanleitungen) werden richtig geführt und ordnungsgemäß abgelegt.				
13	Mess- und Prüfmittel sind ordnungsgemäß am Arbeitsplatz gelagert.				
14	Der Boden ist frei von Abfällen. Fußböden, Behälter, Transportmittel und Fahrwege sind sauber.				
Gesamtdurchschnitt =					

Bewertung dieser Simulation

Aus der didaktischen Perspektive heraus hatte diese Produktionssimulation einige Besonderheiten. Es handelte sich bei den Teilnehmern um Studenten der Studiengänge Betriebswirtschaftslehre und Internationales Management, vorwiegend aus dem 7. Semester, die über eher rudimentäre Kenntnisse zum Thema Fertigungsorganisation verfügten. Da der kontinuierliche Verbesserungsprozess aber eines der wichtigsten aktuellen Prinzipien der Fertigungsorganisation ist, sollten sie zu diesem Thema handlungsfähig gemacht werden. Wie der Beschreibung der drei Tage zu entnehmen ist, erfolgte ein ständiger Wechsel aus Input und praktischer Anwendung, so dass die Teilnehmer ihr Wissen direkt anwenden mussten. Die Arbeit mit den (anspruchsvollen!) Modellautos erlaubte eine spielerische Annäherung an die Thematik.

Diese Spielatmosphäre wurde aber dadurch verschärft, dass zum einen zwei Teams parallel und damit in Konkurrenz zueinander arbeiteten und zum anderen in den Teams ein Gruppenzwang aufkam, sich am Teamgeschehen und der Produktion engagiert zu beteiligen. Weiterhin fand ein Audit statt, das ähnlich organisiert war wie im „richtigen“ Leben und Ernst in die Simulation brachte, was sich in den teilweise lebhaften Diskussionen mit dem Leiter der Simulation um dessen Bewertungen der Arbeitsplätze widerspiegelte. Der Lerntransfer konnte also dank der Modellautos in dieser realitätsnahen Simulation sofort stattfinden.

Spannend war neben der Frage nach dem Lerntransfer insbesondere die Arbeit der Studenten in ihren Teams. Sie bekamen Informationen zur Organisation von Teamarbeit; es erfolgte allerdings keine weitere Unterstützung und keine Lenkung der Teamsitzungen. Am ersten Tag wurde ein Teamleiter bestimmt; an den zwei folgenden Tagen wählte sich das Team jeweils einen Teamleiter. Dieser musste teilweise divergierende Ansichten über die Fertigungsorganisation koordinieren und auch dafür sorgen, dass das Team trotz des unterschiedlich vorhandenen Engagements der Teammitglieder (es handelte sich um einen Praxisblock vor Semesterbeginn!) handlungsfähig blieb.

Schlecht integriert wurden in einem Team die „Neuankömmlinge“, die am zweiten Tag von dem Leiter der Simulation in ein anderes Team „zwangs-“ versetzt wurden. Ihre Erfahrungen wurden nicht abgefragt, obwohl sich ihr ursprüngliches Team eine wertvolle Teststrecke zur Kontrolle des Geradeaus-Laufs der Modellautos konstruiert hatte – von ihnen wurde hingegen verlangt, sich dem Gruppendruck zu beugen und sich in die vorhandene Organisationsstruktur einzufinden. Verschärft wurde die Situation für die Teamleiter durch die zeitlichen Vorgaben für Teamsitzungen und Abstimmungen sowie die Produktionsläufe, durch die Zeit- und Handlungsdruck entstanden.

Reflexionsfragen ⁷⁾

1. Wie hat sich die Gruppe für die Aufgabe organisiert? Welche Struktur / Aufgabenverteilung war vorhanden?
2. Wie haben die Gruppenmitglieder darauf reagiert?
3. Welche Änderungen konnten Sie im Hinblick auf die Struktur beobachten? Wie ist die Gruppe vorgegangen bei der Strukturierung? Wie erfolgte die Rollenverteilung?
4. Wie war das Arbeitsklima? Freundlich, entspannt oder...?
5. Wurden einige Gruppenmitglieder übergangen? Konnten Sie während der Arbeit Spannungen feststellen? Was waren typische Dialoge / Äußerungen in der Gruppe?
6. Wer half der Gruppe am besten bei der Arbeit? Wer hatte die meisten, wer hatte die besten Einfälle?
7. War die Gruppe für die Durchführung der Aufgabe genug motiviert?
8. Was können Sie in die tägliche Praxis mitnehmen?
9. Woran müssten Sie in Zukunft verstärkt arbeiten?

Am Ende jedes Tages sollten dann die Teammitglieder anhand eines vorgegebenen Fragebogens die Art ihrer Zusammenarbeit bewerten und besprechen, so dass diese Situation auch ausgewertet wurde (vgl. Kasten links).

Als wichtig erwies sich die vorgegebene strukturierte Auswertung der Gruppensituationen, die ansonsten eher in einem lapidaren „War schon gut!“ geendet hätte.

Die Rückmeldung der Teilnehmer am Ende der Produktionssimulation war sehr positiv. Anhand der komplexen Modellautos und der detaillierten Anweisungen konnte aus Sicht der Studenten das Arbeiten in einem Produktionsunternehmen mit dem KVP realitätsnah simuliert werden. Ein paar Aussagen verdeutlichen das:

„Mir gefiel die Produktionssimulation. Das uns zur Verfügung gestellte Arbeitsmaterial stellte die Voraussetzung für ein äußerst exaktes Arbeiten und setzte eine hohe Messlatte, was die Qualität und die Geschwindigkeit der Arbeit anbelangt. Die Einteilung in zwei rivalisierende Gruppen half, den Ehrgeiz eines jeden zu wecken und so kam es schon nach kürzester Zeit zu einer starken Gruppendynamik, in der jeder sein Bestes zu geben bestrebt war. Hier konnten wir als Teilnehmer aktiv Zeugen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses werden. So wurde die Theorie auf eine spielerische Weise umgesetzt. Einzig die Zeit war gelegentlich etwas knapp bemessen.“

Moritz Wetekamp, Student des Studiengangs Betriebswirtschaftslehre, 7. Semester

„Gut gefiel mir, dass

- das Anzuwendende erst theoretisch erklärt wurde und nach unserer Umsetzung der Zusammenhang wieder hergestellt wurde.
- immer ein Ansprechpartner für Fragen zur Verfügung stand.
- zusätzlich spielerische Elemente genutzt wurden um Wissen zu vermitteln (beispielsweise das Spiel mit den Tennisbällen).
- die Gruppen in Konkurrenz standen und die Autoproduktionen der Teams so oft direkt miteinander verglichen wurden.

⁷⁾ Mit freundlicher Genehmigung von Strategio. Köln 2008

Kritik kann ich eigentlich keine abgeben. Verbesserungsvorschläge wären aber z. B.:

- Das Audit der Arbeitsplätze sollte zweimal durchgeführt werden, um festzustellen wie stark man sich verbessert hat.
- Man sollte mehr Zeit zwischen den Produktionsläufen einplanen, um die Fehler besser analysieren zu können, da durch das Demontieren der Autos und die Bestückung der Arbeitsplätze viel Zeit verloren geht.
- Mehr direktes Feedback von dem Leiter der Simulation zu Fehlern und zu den Verbesserungen der einzelnen Gruppen.

Insgesamt hat mir der Praxisblock sehr viel Spaß gemacht, da mich der Teamwettbewerb sehr motiviert hat. Dazu empfand ich den Stoff sehr interessant, der über den Aufbau der Produktionslinie sehr spannend vermittelt wurde.“

Thorsten Kistner, Student des Studiengangs Betriebswirtschaftslehre, 7. Semester

Allerdings ist zu bedenken, dass der Aufwand für eine Gruppe von „nur“ 14 Studenten sehr hoch war. Die Beschaffung der Modellautos war mit rund 3.500 € kostspielig, die notwendigen Werkzeuge schlugen mit weiteren etwa 800 € zu Buche. Hinzu kommen die Kosten für die notwendigen Unterlagen (Montage- und Prüfanleitungen, Materiallisten etc.). Notwendig sind weiterhin ein Raum für das Plenum sowie zwei Teamräume mit entsprechender Ausstattung (Pinnwände, Moderationsmaterialien). Größere Gruppen könnten nur mit einem großen weiteren finanziellen und logistischen Aufwand betreut werden. Es handelt sich also eher um eine Veranstaltung für ein „handverlesenes“ Publikum im Hauptstudium.

Mein subjektiver Eindruck von den Studenten ist, dass die neueren Generationen den Lernstoff und die Übungen sehr ruhig und konzentriert angehen; im Gegensatz zu älteren Studenten-Generationen fehlen aber oft „Feuer“ und Begeisterung.

Eine andere Einschätzung ergibt sich beim Einsatz dieser Simulation in der industriellen Praxis bei einem Automobilzulieferer mit rund 5.000 Mitarbeitern, der den kontinuierlichen Verbesserungsprozess einführte.

„In der ZF Getriebe GmbH spielen die oben beschriebenen Produktionsprinzipien eine bedeutende Rolle. Hieraus wurde am Standort das „Saarbrücker Produktionssystem“ (SPS) entwickelt und umgesetzt. Neben zahlreichen Umsetzungsworkshops auf Shopfloor-Ebene waren umfassende Qualifizierungsmaßnahmen notwendig, um zunächst insbesondere die Führungskräfte sämtlicher Hierarchieebenen für diese neuen Prinzipien zu gewinnen. Hierzu wurden die Workshops interdisziplinär besetzt, so dass ein gegenseitiges Lernen, Unterstützen und Fördern stattfinden konnte. Die Führungskräfte sollten „Lean Factory“ hautnah erleben und dadurch von den Vorteilen überzeugt werden, mit dem Ziel, damit als Vorreiter diese Prinzipien an Ihre Belegschaft vor Ort weiterzugeben und anzuwenden.“

Als ein Baustein wurde hierzu die Simulation in das Qualifizierungsprogramm der Meister aufgenommen und zunächst in zwei Workshops (2005) angewandt. In zwei weiteren Workshops nahmen Geschäftsführung und Bereichsleitungen teil. Die Resonanz war so positiv, dass sich die ZF Getriebe GmbH entschloss, diese Simulation als festen Bestandteil in das Schulungsprogramm zu integrieren. Hieraus entstand die ZF-Lernfabrik. Besondere Kennzeichen sind ein Schneckengetriebe, das das Auto als Simulationsobjekt ersetzt und der feste Ort für diese Schulungsmaßnahme in der Ausbildungsabteilung. In einem Projekt wurden diese Inhalte unter der Leitung der Ausbildungsabteilung erarbeitet und umgesetzt. Die Lernfabrik ist heute neben dem bereits oben erwähnten festen Bestandteil in unserem Schulungsangebot auch integraler Bestandteil der Ausbildung. Im Ergebnis konnte dadurch die Verankerung der Philosophie des „Saarbrücker Produktionssystem“ (SPS) erheblich intensiviert werden.“

Wolfgang Haase, Leiter Personal- und Dienstleistungen, ZF Getriebe GmbH, Saarbrücken

Eine kostengünstigere Variante: Die Simulationsübung Montagewerk

Eine deutlich kostengünstigere Variante einer Produktionssimulation kann durch den Einsatz handelsüblicher LEGO-Autos erreicht werden. Diese haben einen wesentlich geringeren Grad an Komplexität, so dass die eigentliche Simulation auch nur drei Zeitstunden dauert. Diese Autos haben nur rund 53 Einzelteile; wegen der Steckverbindungen gibt es wenige Möglichkeiten, Montagefehler zu produzieren. Die Materialkosten für diese Variante liegen mit rund 12 Euro pro Autos niedrig; bei einem Satz von 15 Autos sind dies etwa 200 Euro für die Autos, für 15 Stapelboxen aus Plastik zur Aufbewahrung der LEGO-Autos sowie einen Werkzeugkoffer aus Plastik.



Das LEGO-Auto

Mit dieser Simulation lassen sich den Teilnehmern spielerisch zwei unterschiedliche Arten von Lernzielen verfolgen.

- Einerseits bietet diese Übung die Möglichkeit, den Bereich der *Teamführung* und der Teamarbeit zu akzentuieren, da auch hier mehrere Teams miteinander im Wettbewerb stehen und geführt werden müssen. Durch diese Wettbewerbssituation entsteht viel Druck bei den Teilnehmern; insbesondere der Teamleiter ist gefordert, da er seine (meist neuen) Teammitglieder koordinieren muss. Diese Simulation gewinnt an Realität dadurch, dass die Teilnehmer Rollenweisungen erhalten, die ihnen ihre arbeitsteilige Aufgabe in einem Produktionsbetrieb vorschreiben. Meistens übernehmen die Teilnehmer diese Rollenweisungen recht schnell.

Wenn der Fokus auf Teamführung gelegt wird, dann sollte man mit den Teilnehmern vorher über Teamentwicklung und Instrumente zur Teamführung gesprochen haben. Der einzig notwendige Input zur Produktionsgestaltung ist dann das Standard-Arbeitsblatt, das den Teilnehmern kurz vorgestellt werden muss.

- Andererseits bietet diese Übung eine gute Möglichkeit, den Themenbereich der Produktion und der *Optimierung von Prozessen* zu vertiefen. Gerade für Studenten der Betriebswirtschaftslehre ohne vertiefte Kenntnisse bietet diese Übung die Möglichkeit, Optimierungen an einem einfach strukturierten Produktionslauf vorzunehmen. In diesem Fall sollte es eine vorgeschaltete Einheit zum Kontinuierlichen Verbesserungsprozess („Kaizen“) geben, in der Vorgehensweisen und Instrumente vorgestellt werden.

Die Teilnehmer erhalten Rollenweisungen, die sie in die arbeitsteilige Hierarchie eines Montageunternehmens einbinden. Jedes Montageteam besteht demnach aus 1 Leiter der Montage, 1 Leiter der Arbeitsvorbereitung, 3 Monteuren, 1 Qualitätsmitarbeiter sowie 1 Teiletransporteur. Zusätzlich gibt es für jedes Montageteam 1 Kunden und 1 Lieferanten⁸⁾.

⁸⁾ Die kompletten Unterlagen für diese Simulation sind erhältlich unter http://www.sp-dozenten.de/index.php?mod=lehmaterial&dir_fachgebiet=personalwesen_fuehrung_karriere

Bei dieser Simulation werden drei Produktionsrunden à 10 Minuten mit jeweils 20 Minuten Vorbereitungszeit gespielt. Auch hier entscheidet der Output des letzten Produktionslaufs über den Sieger. Die für die Teams im ersten Produktionslauf vorgegebene Ausgangssituation ist ungünstig – und erlaubt deshalb im zweiten und dritten Produktionslauf Produktionssteigerungen. Sie ist gekennzeichnet durch

- eine klassische Trennung von planenden und ausführenden Aufgabenbereichen,
- viel Verschwendung an Arbeitszeit, da der Materialversorger und der Qualitätsmitarbeiter lange unproduktive Wartezeiten haben, bis sie endlich tätig werden,
- je nach Arbeitseinteilung der Teams lange Wartezeiten zwischen den Monteuren, wenn das Team miteinander verkoppelte Arbeitsplätze einrichtet,
- ein ungünstiges Layout mit langen Wegen zwischen den Montageplätzen sowie zu Lager und Kunde,
- keine Abstimmung zwischen Lieferant und Montagewerk.

Die Lernerfahrungen dieser mit drei Stunden relativ kurzen Simulation ähneln denjenigen der weiter oben vorgestellten Produktionssimulation. Die Teilnehmer reflektieren die neue Führungssituation und die Zusammenarbeit im Team ebenso wie die Erfahrungen, die sie in Bezug auf die Fertigungsorganisation machten.

Schlussfolgerungen

Wie die Rückmeldungen der Teilnehmer aus beiden Simulationen zeigen, lohnt sich deren Einsatz. Die Teilnehmer können einen theoretischen Input direkt umsetzen und dabei Lernerfahrungen sammeln, die wegen der Realitätsnähe der Simulation stark haften bleiben. Gegen den Einsatz von Simulationen spricht alleine der Umstand, dass einige Teilnehmer Simulationen als reines „Spiel“ ansehen und die Möglichkeiten zur Anwendung in der Praxis nicht sehen. Die Aufgabe für Hochschullehrer besteht darin, phantasiereich Simulationen zu entwickeln und passgenau auf den Bedarf ihrer Teilnehmer anzupassen. Wichtig ist die anschließende systematische Auswertung der Lernerfahrung zusammen mit den Teilnehmern.

Ist entdeckendes Lernen für technische Studiengänge geeignet?

Niall Palfreyman

1. Übersicht

Dieser Artikel erzählt die Geschichte meines Versuchs im Sommersemester 2008, herauszufinden, ob projektbasierte Lehrmethoden im technischen Fach „Intelligente Systeme“ (also wissensbasierte Computersysteme) direkt einsetzbar sind. Der Artikel ist folgendermaßen strukturiert:

Meine Meinungsverschiedenheit mit dem DiZ

Dieser Versuch ist aus meiner Unzufriedenheit mit der Anwendung didaktischer Methoden entstanden, die ich in verschiedenen Kursen beim DiZ - Zentrum für Hochschuldidaktik der bayerischen Fachhochschulen gelernt hatte.

Entdeckendes Lernen: Die Basis

Konstruktivismus und Enaktion: Was ist das?

Da projektbasierte und andere entdeckende Lehrmethoden oft auf der Erkenntnistheorie des Konstruktivismus basieren, erkläre ich zuerst aus meiner Sicht die Relevanz dieser Theorie für die Didaktik.

Narrativität und entdeckendes Lernen

Wenn eine Ratte erfolgreich durch ein Labyrinth laufen kann, besitzt sie kein inneres Bild des Labyrinths, sondern sie rekonstruiert den Weg dynamisch aus Hinweisen in der Umgebung und Spuren im Gehirn. Diese dynamische Rekonstruktion des Wissens nennt man Narration (Erzählen).

Körpergebundenheit und abstraktes Denken

Selbst sehr abstraktes Wissen wird von einem physikalischen Subjekt gewusst, und haftet daher in konkreten, körperlichen Aktionen. Dieses Erkenntnis ist wichtig für das Unterrichten abstrakter Begriffe.

Einbettung und Kontextvielfalt

Wenn wir Wissen aus Hinweisen in der Umgebung (re)konstruieren, ist die Einbettung des gelernten Stoffs in einen bestimmten Lernkontext von großer Wichtigkeit für seine Abrufbarkeit.

Sozialität und intersubjektives Wissen

Durch den Austausch mit Anderen lernen wir neue, lehrreiche Perspektiven auf das Gelernte kennen, die unseren eigenen, in der Regel engeren Standpunkt ergänzen.

Gute Vorsätze für eine sozial-enaktive Lehre

Aus den vorhergehenden Überlegungen entsteht eine Reihe fruchtbarer Ideen für den Unterricht.

Das Pilotmodul „Intelligente Systeme“ Tagebuch des Pilotmoduls „Intelligente Systeme“

Hier erzähle ich in Tagebuchform die Geschichte meines Versuchs, diese Ideen in den eigenen Unterricht einzuflechten.

Reflektion über die Ergebnisse des Pilotmoduls

Das Pilotmodul wies sowohl Erfolge als auch Katastrophen auf. Hier führe ich die Lektionen zusammen, die ich aus meinem Versuch gelernt habe.

Empfehlungen

Aus diesen Lektionen entstehen auch wiederum einige Empfehlungen und Vorschläge, die ich für die Arbeit des DiZ wichtig finde.

2. Meine Meinungsverschiedenheit mit dem DiZ

„Das DiZ ist ein Haufen von im Elfenbeinturm sitzenden, wirrköpfigen Wichtigtuern, die nicht die geringste Ahnung von der Realität der Lehre draußen an der Hochschule haben. Die bringen uns höchstens bei, Blümchen und Wölkchen zu malen, aber wissenschaftlich und brauchbar ist das nicht.“

Ein bayerischer Hochschulprofessor

Ich muss gestehen, dass ich als Didaktikbeauftragter der FH Weihenstephan ein gewisses schuldbewusstes Verständnis für den obigen Standpunkt meines Kollegen habe. Allerdings ist die Kernbotschaft, die ich aus Seminaren und anderen Begegnungen beim DiZ bekomme, diese:

Frontales Vortragen behandelt Studierende so, als ob sie ‚Gefäße‘ wären, in die ich Wissen einfach hineinkippen könnte. Rein frontaler Unterricht ist ein Versuch, mir vorzumachen, ich würde erstaunliche Stoffmengen im Seminarraum bearbeiten, und dabei gebe ich in Wirklichkeit meine didaktische Verantwortung an die Studierenden ab. Als Professor habe ich eine Verpflichtung, ‚entdeckende‘ Lernmethoden wie selbstgesteuertes Lernen, Planspiele oder Lernen durch Lehren in meinem Unterricht zu benützen.

Ich befinde mich mit der Theorie dieser Botschaft völlig im Einklang, jedoch kritisiert mein Kollege hier wohl eher die Praxis der DiZ-Botschaft. Als Hochschulprofessor arbeite ich innerhalb eines Rahmens, der von Studenten, Hochschule, beruflichem Arbeitsfeld und meinem Arbeitgeber mitbestimmt wird. Ich muss garantieren, dass meine Studenten innerhalb einer gewissen Zeit bestimmte berufliche und fachliche Voraussetzungen erfüllen. Schlüsselqualifikationen wie Kommunikation und Teamfähigkeit sind wichtig, doch am Ende des Tages müssen meine Absolventen auch mathematisches Wissen vorzeigen können. Angenommen, dass wir am besten das lernen, was wir selber entdecken: Wie kann ich jemanden dazu bringen, das zu entdecken, wovon ich möchte, dass er es entdeckt? Und wie kann ich ohne Bevormundung bewirken, dass er es auch *richtig* entdeckt?

In dieser Hinsicht verstehe ich meinen Kollegen gut, und fühle mich vom DiZ im Stich gelassen. Ich glaube wirklich, dass ich meinen Studierenden kein Wissen schenken kann – sie müssen es selber entdecken. Wenn ich allerdings bisher versuchte, entdeckende Methoden in den Unterricht einzuarbeiten, erlitt ich immer Schiffbruch. Meistens lief es so, dass die Studenten etwas völlig anderes entdeckten, als das, was in der Studienordnung steht, oder sie standen hoffnungslos frustriert ohne Ergebnisse da. Die nachträgliche Aufräumarbeit kostete dann so viel Zeit, dass wir in Verzug kamen, und ich musste das Experiment fallen lassen. In der Praxis funktioniert entdeckendes Lernen bei mir nie so einfach, wie ich es mir am Ende eines DiZ-Seminars vorstelle.

Was geht hier eigentlich vor? Bin ich inkompetent? Oder sind diese Ideen vielleicht für technische Fächer ungeeignet? (Die DiZ-Beispiele kommen meistens aus nicht-technischen Fächern.) Oder sind die DiZ-Seminare einfach zu weit entfernt von der Realität der Lehre? Ich möchte diesen didaktischen Ansatz verstehen und hätte gern bei meinem Experimentieren eine praktischere Unterstützung, als ich sie bis jetzt erlebt habe.

Aus diesem Grund habe ich zum Sommersemester 2008 beschlossen, ein sehr technisch-orientiertes Kursmodul („Intelligente Systeme“) von Grund auf nach entdeckenden Prinzipien zu gestalten. Mein Ziel dabei war, ein für alle Mal festzustellen, ob diese Prinzipien überhaupt mit den praktischen Anforderungen der Hochschullehre vereinbar sind, wie sie vom Wissenschaftsministerium gestellt werden. Die Frage, die ich beantworten wollte, war: *Ist es überhaupt möglich, einen Studierenden das verstehen zu lassen, was er nach Studienordnung verstehen muss, ohne ihm dabei die Begeisterung und das tiefe Lernerlebnis des Selbstentdeckens vorzuenthalten?* Diese Frage führt uns zu einer Betrachtung des **sozialen Konstruktivismus**.

3. Entdeckendes Lernen: Die Basis

3.1 Konstruktivismus und Enaktion: Was ist das?

Ich lernte die Grundprinzipien des Konstruktivismus zum ersten Mal von meiner damaligen Hündin Sheba. Ich wollte, dass sie lernt, am Randstein anzuhalten, und brachte sie erfolgreich soweit, dass sie nicht mehr über die Straße lief. Voller Stolz ging ich mit ihr spazieren, bis wir zum ersten Mal zu einem Absatz in der Mitte eines Gehwegs kamen. Sie setzte sich hin, und weigerte sich, weiter zu gehen. Etwas ungeduldig erklärte ich ihr, dass dies kein Randstein sei, und sie solle jetzt endlich weitergehen. Wir gingen weiter, doch zu guter Letzt stellte ich fest, wie schwierig es zu erklären ist, dass ein Randstein etwas anderes als eine Treppe, ein Gullydeckel oder eine Hausecke ist. Dazu kam auch noch, dass sie nicht nur erfolgreich lernte, an jedem Gullydeckel anzuhalten, sondern auch, wie sehr ich mich jedes Mal aufregte, wenn sie die ‚falsche‘ Reaktion auf meine Anforderungen zeigte. Am Ende des Tages hatte sie gelernt, sich vor jeder leicht hochstehenden Gehwegplatte mit einer gehörigen Portion ängstlichen Zögern hinzusetzen.

Die Botschaft des Konstruktivismus als Lerntheorie lautet ungefähr: *Die wichtigsten Lektionen können wir unseren Studenten nicht direkt mit Worten in den Kopf ‚hineinschütten‘. Wir müssen einen Weg finden, unsere Studenten diese Lektionen selber entdecken zu lassen. Zu diesen Lektionen gehört nicht nur ein Inhalt (Was ist ein Randstein?), sondern auch ein Prozess (Habe ich die Kompetenz, Randsteine richtig zu erkennen?). Dank meiner Erfahrung mit Sheba hat mein zweiter Hund, Lucy, jetzt selbständig und völlig angstfrei entdeckt, was ein Randstein ist.*

Als Erkenntnistheorie stammt der Konstruktivismus aus der Arbeit mehrerer Forscher um die Mitte des 20. Jahrhunderts, und basiert auf folgenden Grundlagen:

1. **Trivialer Konstruktivismus** ist der Ansatz, dass Lernen ein Prozess der Konstruktion von Bedeutung ist: Ich erwerbe Wissen nicht passiv, sondern ich baue es aktiv aus meiner Begegnung mit der Welt auf. Dieser Konstruktionsprozess ist **narrativ** (siehe unten) in dem Sinne, dass mein zukünftiges Wissen immer nur auf der Basis meines früher erworbenen Wissens entstehen kann (Kelly, 1955).
2. **Radikaler Konstruktivismus** setzt weiter voraus, dass meine Wissenskonstruktion immer **eingebettet** ist. Das heißt, dass mein Lernen immer in einer aktiven Umgebung (oder *Spielraum*: Heidegger, 1950) stattfindet. Es dient nicht dazu, eine objektive Realität zu verstehen, sondern meine Interaktion mit meiner Umgebung zu organisieren. Eine wichtige Schlussfolgerung ist, dass mein *gelerntes* Wissen nie als wirklichkeitstreu Darstellung der Realität *stimmen* kann, sondern nur zu meiner Umgebung in dem Maße genügend gut *passt*, dass ich effektiv mit ihr interagieren kann (von Glasersfeld, 1987).
3. **Sozialer Konstruktivismus** unterscheidet sich vom radikalen Konstruktivismus durch die zusätzliche Annahme, dass Wissenskonstruktion **intersubjektiv** ist: ich erwerbe Wissen nicht aus einem völlig leblosen Vakuum heraus, sondern ich konstruiere Wissen in Verhandlung mit anderen Subjekten durch soziale Interaktion (Vygotsky, 1978). Ein wichtiger Folgesatz aus dieser Einsicht ist, dass Sprache und Sprachrepräsentationen eine sehr wichtige Rolle in der Lehre spielen.
4. **Enaktion** unterscheidet sich vom radikalen Konstruktivismus durch die zusätzliche Annahme der **Körpergebundenheit** (engl. *embodiment*). Das bedeutet, dass Wissen in einem physikalischen, handelnden Subjekt *verkörpert* ist. Nach der Lehre der Enaktion besteht Wissen nicht aus statischen Fakten, sondern Wissen besteht in Aktion, d.h. im Handeln eines physikalischen Subjekts: mein Wissen ist verkörpert in meiner Fähigkeit, in verschiedenen Situationen zu handeln. Wichtig dabei ist, dass Wissen keine interne Repräsentation meiner externen Realität darstellt, sondern meine Fähigkeit ist, der Welt auf eine bestimmte Art und Weise zu begegnen. Das klassische Beispiel dafür ist der mechanische Dampfreger, der im Gegensatz zu einem Softwarereger keine interne Repräsentation des Dampfdrucks enthält, sondern einfach passend auf den aktuellen Druck reagiert. Lernen besteht in diesem Ausüben (engl. *enaction*) der Reaktionsfähigkeit; in diesem Zusammenhang reden Maturana und Varela (1984) vom „Anlegen eines Pfads durch das Gehen“.

Diese vier Einsichten haben sicherlich Auswirkungen auf die Kriterien effektiven Unterrichts, aber welche? Was sind genau die konkreten Konsequenzen dieser narrativen, körperhaften, eingebetteten und sozialen Natur des Lernprozesses für unsere Lehre?

Die Literatur enthält viele Hinweise für eine Antwort auf diese Frage, doch werden sie meines Wissens nirgendwo ausdrücklich als eine einheitliche, konsistente Lerntheorie zusammengestellt. Eine solche Theorie der „Sozialen Enaktion“ beruht auf der Hypothese, dass mein Lernen (a) narrativ aus meinem aktuellen Wissensstand entsteht; (b) im physikalischen Handeln verkörpert ist; (c) im konkreten Lernkontext eingebettet ist; und (d) sozial verhandelt wird. Obwohl Wissen selber nicht auf internen Repräsentationen beruht, wird es durch intrinsisch soziale Lernprozesse verhandelt, die im Austausch von Repräsentationen bestehen.

Ich vertrete den Standpunkt der sozialen Enaktion, und möchte in diesem Artikel einige Konsequenzen dieses Standpunkts für die effektive Lehre herausarbeiten. Im Folgenden präsentiere ich die Belege und die didaktischen Konsequenzen von jeder der vier Komponenten Narrativität, Körpergebundenheit, Einbettung und Sozialität; anschließend beschreibe ich meine Erfahrung mit der Umsetzung dieser Überlegungen im Pilotmodul „Intelligente Systeme“ des Studiengangs Bioprozessinformatik an der FH Weihenstephan.

3.2 Narrativität und entdeckendes Lernen

Bruner (1991) führte den Ausdruck *narrativ* in die Lernpsychologie ein, um Abstand davon zu nehmen, dass Wissen in der Form statischer, logischer Schemata gespeichert werde. Vielmehr, so Bruner, sei Wissen mit Lernen in einem narrativen Prozess der Bedeutungskonstruktion (engl. *meaning-construction*) untrennbar verkoppelt. Für Bruner ist ein narrativer Prozess eine Folge von Ereignissen, die dynamisch und kausal voneinander abhängen, und die zusammen eine glaubhafte Handlung bilden.

Die zentrale Vorstellung dabei ist, dass in Lernen und Wissen eine unvermeidbare zeitliche Komponente steckt. Wir lernen keine einzelnen Fakten, sondern wir lernen Erzählungen (engl. *narratives*), und wir konstruieren Bedeutung aus Fakten, indem wir sie zu einer sich entfaltenden Erzählung zusammenbauen. Sensorische Fakten, die nicht in diese Erzählungen passen, ignorieren wir einfach. Wie Piaget (1976) betonte, ist jedes Stück Wissen mit Aktion verbunden: um einen Gegenstand oder ein Ereignis zu kennen, muss ich sie verwenden, indem ich sie in ein *Aktionsschema* assimiliere.

Vergleichbar mit Piagets Aktionsschemata sind Masons (1988) *Fragmente*. Mason stellt fest, dass Erfahrung in der Form von aktiven, zeitlichen, kontextabhängigen Fragmenten abgerufen wird, die nachträglich zu einer Geschichte verflochten werden. Die Bedeutung, die ich den Fragmenten zuschreibe, besteht genau in der Art und Weise, wie ich sie zu einer Geschichte verflechte. Diese Beschreibung passt gut zu Skemps (1976) Unterscheidung von instrumentellem und relationalem Verständnis in der Mathematik. *Instrumentelles* Verständnis ist Wissen über formale Regeln abstrahiert von ihrem Kontext; *relationales* Verständnis besteht in der Fähigkeit zum kontextabhängigen Handeln. Relationales Verständnis befähigt mich dazu, Fragmente zu zusammenhängenden Geschichten zu koppeln, über die ich Wirkung auf die externe Welt ausüben kann.

Schön (1990) betont, dass Reflektion (engl. *reflective thinking*) für das Bilden von relationalem Verständnis notwendig ist. Reflektion beinhaltet die Fähigkeit, mein eigenes Handeln in einen narrativen Kontext zu setzen, und daraus die Bedeutung meines Handelns zu konstruieren. Denvir & Brown (1986) stellten fest, dass Lernende bedeutend bessere Fähigkeiten in anschließenden Tests aufzeigen, wenn der Unterricht mehr Gelegenheit zum Aufbau von relationalem Verständnis anbietet.

Die Bedeutung dieser Befunde für den Unterricht ist klar: Wissen ist kein Ding, das ich im Kopf speichere, sondern eine dynamische Tendenz meines ganzen Körpers, in einer bestimmten Weise auf die Welt zu reagieren. Die Bedeutung solcher Tendenzen besteht in den persönlichen Geschichten, in denen diese potentiell eine Rolle spielen können.



Allzu oft versuche ich im Unterricht, statische Fakten an die Studierenden zu vermitteln. Selbst wenn ich diese Fakten als Komponenten einer Geschichte erzähle, ist dies *meine* Geschichte – nicht die des Studierenden. Die obigen Ergebnisse widersprechen jeder Vorstellung von Lehre als Übermittlung von Wissen. Ich kann zwar sprachliche Formen und Zeichen (Worte, Diagramme, usw.) an meine Studenten übermitteln, aber das Wissen, das sie dabei erwerben, besteht letztendlich in den Geschichten, die sie selbst aus diesen Zeichen entwickeln. Die Zeichen selber enthalten nichts, was wir ‚Wissen‘ nennen könnten.

Fazit:

Effektive Lehre befähigt Studierende dazu, selbstständig Bedeutung aus ihrer Erfahrung zu konstruieren, indem sie die Gelegenheit haben, eigene Geschichten zu entdecken und entwickeln. Mein Unterricht sollte Zeit und Anlässe für das Erzählen solcher Geschichten anbieten.

3.3 Körpergebundenheit und abstraktes Denken

Die Idee, dass Lernende die Gelegenheit haben sollten, ihre eigenen Geschichten und Theorien zu entwickeln, ist für die meisten von uns nicht problematisch. Aber wo findet diese Idee ihre Grenzen? Es wäre Zeitverschwendung, wenn Studenten im Unterricht die ganze Differentialrechnung neu entdecken müssten. Wie können wir jedoch Lernaufgaben kreieren, die herausfordernd, aber nicht unmöglich zu lösen sind? Diese Frage wird noch schwieriger zu beantworten, wenn wir bedenken, dass technische Studenten auch die Fähigkeit zum abstrakten Denken erlernen sollen. Besonders Fachhochschulstudenten zeigen große Kompetenz, wenn darum geht, konkrete Probleme zu lösen. Schwierigkeiten tauchen dann auf, wenn abstraktes Problemlösen angesagt ist. Doch was genau *ist* abstraktes Denken? Ich muss gestehen, dass das Schreiben dieses Abschnitts für mich die schwierigste Aufgabe dieses Artikels war, da diese Frage einen völligen Perspektivenwechsel verlangt, der sich hinter dem Begriff *embodiment* (= *Körpergebundenheit*) verbirgt.

Rickart (1995) definiert die herkömmliche Vorstellung von Abstraktion so: Eine *Struktur* ist eine Menge von Objekten zusammen mit Relationen zwischen diesen Objekten; Objekte einer *konkreten* Struktur besitzen Eigenschaften dadurch, dass sie für konkrete Gegenstände in der Welt stehen, während Objekte einer *abstrakten* Struktur nur diejenigen Eigenschaften besitzen, die sich aus den Relationen ihrer Struktur ergeben. Abstrakte Strukturen sind also diejenigen, die frei von externen Kontextabhängigkeiten sind. Die Piaget'sche Lerntheorie geht davon aus, dass wir mit zunehmender kognitiver Reife die Fähigkeit entwickeln, die Welt über solche abstrakten Strukturen zu beschreiben und zu verstehen. Aber Thelen & Smith (1996) erforschten sorgfältig die Belege für ein dynamisches, verkörpertes Verständnis der Kognition und stellten fest, dass die Piaget'sche Sicht gewisse Lücken beinhaltet.

Nach Piaget & Inhelder (1964) können Kinder normalerweise transitive Schlussfolgerungen erst ab einem Alter von fünf bis sechs Jahren ziehen. Sie behaupten, dass Kindern bis zu diesem Alter notwendige Komponenten wie das Vermögen zum Quantifizieren und Sortieren fehlen. Doch Bryant & Trabasso (1971) entdeckten, dass Kinder, die vorher mit Aussagen wie „Der rote Stab ist länger als der grüne Stab“ und „Der rote Stab ist kürzer als der blaue Stab“ gedrillt werden (*ohne* diese Stäbe zu sehen), anschließend Fragen

wie „Welcher Stab ist kürzer: grün oder blau?“ richtig beantworten können. Genauso wie Erwachsene brauchen diese Kinder auch mehr Denkzeit, je ähnlicher die betreffenden Stablängen sind, was darauf hindeutet, dass sie eine interne, nicht-verbale Bedeutung für diese Aussagen besitzen.

Dieses Ergebnis ist sehr merkwürdig. Vorschulkinder können echte Stäbe nicht sortieren, aber sie können anscheinend imaginäre Stäbe im Kopf sortieren! Sie können transitive Schlussfolgerungen machen, aber sie brauchen sehr spezielle Unterstützung dazu. Diese Kinder besitzen schon die angeblich abstrakte Fähigkeit zur transitiven Schlussfolgerung, nur funktioniert sie lediglich in einem sehr spezifischen Aufgabenkontext: abstrakte Strukturen haben ihre Wurzeln in konkreten, kontextuellen Aufgaben.

Zunächst ist diese Einsicht nur auf Kinder anwendbar. Es scheint schließlich auf der Hand zu liegen, dass unsere mit dem Alter wachsende Sprachfähigkeit darauf basiert, dass wir über die Zeit abstrakte grammatische Regeln entwickeln. Doch Newport (1990) entdeckte, dass erwachsene Frühlerner der Zeichensprache Ameslan ein tieferes Bewusstsein für die syntaktische Struktur der Sprache besitzen als Spätlerner mit gleicher Sprachkompetenz. Erwachsene besitzen vermutlich eine höhere Fähigkeit, ihre Kommunikation nach Regeln zu strukturieren, aber anscheinend *lernen* wir diese Regeln am effektivsten durch den ‚unreifen‘ kognitiven Stil des Kindes. Newport meint, dass gerade die Verwendung von abstrakten Regeln Erwachsene daran hindert, die grammatischen Strukturen zu erkennen, die in den Details des echten Sprachgebrauchs stecken.

Das Problem mit der Vorstellung abstrakter kognitiver Strukturen ist, dass sie einen ‚Homunkulus‘ im Kopf voraussetzt, der die abstrakte Struktur aus vielen konkreten Kontexten abstrahiert. Aber die Befunde deuten darauf hin, dass unsere Problemlösungsfähigkeiten nicht aus dem Kontext heraus abstrahiert werden, sondern flexible Verflechtungen aus hochkontextuellen Fragmenten sind. Eine wahrhaftig körpergebundene Lerntheorie hat kein Interesse an nebulösen Homunkuli, sondern möchte abstraktes Denken innerhalb der Dynamik physikalisch verkörperter Kognition erklären. Was ist also die physikalische Dynamik abstrakten, symbolischen Denkens?

In diesem Zusammenhang studierten Namy und Gershkoff-Stowe (1993) die Entdeckung symbolischen Verhaltens an 18 Monate alten Kindern. Ab einem Alter von 18 Monaten fangen Kinder an, Objekte zu klassifizieren: sie benützen räumliche Trennung, um Ähnlichkeiten und Unterschiede zu kennzeichnen. Namy und Gershkoff-Stowe stellten fest, dass Kinder, die noch nicht spontan klassifizieren konnten, trotzdem dazu gebracht werden können, wenn sie vorher mit einem Form sortierenden Spielzeug spielen, das ihre Aufmerksamkeit auf eine *einzig*e Form (Dreieck, Kreis, usw.) fokussiert. Bei diesem Versuch erscheint *symbolisches* Verhalten (räumliche Position als Symbol für Form) als ein Geflecht ausdrücklich *konkreter* Verhaltensfragmente (Wahrnehmung, Wollen, usw.), die alle durchaus in einem physikalischen Körper implementiert werden könnten. Studien erwachsener Sprachkompetenz und Gesichtserkennung ergeben ein ähnliches Bild (Garfield, 1987).

Wenn wir also abstraktes Denken nicht als monolithisches Regelwerk verstehen, sondern als flexibles Geflecht kontextueller Fragmente, ist es unabdingbar, abstraktes Denken im Unterricht untrennbar mit denjenigen Fragmenten in Verbindung zu bringen, aus denen die abstrakten Denkvorgänge geflochten werden sollen. Watson und Mason (2004) betonen diese Verbindung durch die Verwendung einer einfachen Technik, die sie *Exemplifizierung* (Veranschaulichung) nennen. Aus einer Analyse des Abstraktionsverhaltens Mathematik-Lernender kommen sie zu dem Entschluss, dass Abstraktionsvermögen auf der Fähigkeit beruht, einen parametrisierten Raum von Exemplaren des abstrakten Begriffs zu konstruieren. Und diese Fähigkeit setzt wiederum die Konstruktion von Narrativen voraus.

Mason und Watsons (Mathematiker-) Testpersonen mussten zum Beispiel die Familie aller quadratischen Gleichungen finden, deren Nullstellen gleich weit auseinander liegen. Die Vorgehensweise der Testpersonen ist unverkennbar konstruktiv: sie konstruieren eine konkrete, typische Parabel, dann untersuchen sie, wie diese durch Verschieben und Strecken manipuliert werden kann, bis sie auf neue Bewegungsfreiheiten stoßen. Das Abstraktionsvermögen dieser Testpersonen basiert auf der Fähigkeit, Fragmente manipulatorischen Handelns zu interessanten Narrativen zu verflechten.

Das Endergebnis dieser Überlegungen ist die Einsicht, dass abstraktes Denken notwendigerweise Handeln beinhaltet: Namy und Gershkoff-Stowes Kinder handeln, um Gegenstände zu kategorisieren. Watson und Masons Testpersonen handeln, um Parabeln

zu manipulieren. Somit ist Intelligenz die Fähigkeit, abstraktes Denken an die jeweilige Problemsituation anzupassen. „Intelligenz bedeutet *nicht* weniger Abhängigkeit vom Hier und Jetzt. Intelligenz bedeutet *nicht* sture Abhängigkeit von derselben Struktur in verschiedenen Aufgabenkontexten. Intelligenz bedeutet die Fähigkeit, Verhalten und Kognition an den wechselnden Kontext anzupassen“ (Thelen & Smith, 1996).

Fazit:

Effektive Lehre benützt Exemplifizierung, um abstrakte Begriffe und Regeln an konkrete Aktion zu binden. Lernende haben dann die Gelegenheit, diese konkreten Aktionsfragmente zu sinnvollen Narrativen zu verflechten. Ich muss Beispiele im Unterricht anbieten, und den Studenten auch Gelegenheit geben, selber das Kreieren von Beispielen zu üben.

3.4 Einbettung und Kontextvielfalt

Der nächste Schritt in unserem Argumentationszusammenhang ist etwas leichter. Wir haben festgestellt, dass Wissen in kontextübergreifender Handlungsfreiheit besteht. Lernende sollten offensichtlich mit konkreten Kontexten in Begegnung kommen. Aber mit wie vielen? Angenommen, ich gebe meinen Studenten eine abstrakte mathematische Regel, sind sie dann in der Lage, mithilfe nur einiger konkreter Beispiele die abstrakte Regel zu verstehen? Die Antwort hängt sicherlich davon ab, mit wie vielen verwandten Kontexten sie schon vertraut sind. Aber wie sieht es aus, wenn ihnen die Regel ganz neu ist? Die Antwort aus der Literatur ist ernüchternd.

Rovee-Collier (1990) hat eine lange und hochsystematische Reihe von Versuchen über das Lernverhalten an 3-6 Monate alten Babys durchgeführt. Die Babys lernten, mit einem Mobile zu interagieren. Ihr Gedächtnis in Bezug auf diese Interaktion wurde später getestet. Sie zeigten ein sehr gutes Gedächtnis über 1-2 Wochen, aber dieses Gedächtnis war extrem stark mit dem ursprünglichen Trainingkontext verbunden (Fagen & Rovee-Collier, 1983). Selbst wenn 24 Stunden später nur ein oder zwei Markierungen am Mobile ausgetauscht wurden, war das Training völlig vergessen. Besonders interessant wurde es, wenn solche ‚Hintergrund‘-Informationen wie die Farbe der Wolldecke unter dem Baby geändert wurden. Wenn der Farbwechsel nach 3 Tagen kam, konnten sich die Babys nicht mehr an das Training erinnern; aber wenn der Farbwechsel innerhalb von 24 Stunden passierte, war ihr Gedächtnis erstaunlicherweise überhaupt nicht beeinträchtigt!

Ähnliche Ergebnisse bekam Adolph (1993) bei Versuchen mit Kleinkindern, die kürzlich das Gehen gelernt hatten. Wenn das Kind beim *Krabbeln* einem leichten Hang begegnet, muss es erst lernen, dass es auf dem Hang leicht umfallen kann. Nachdem das Kind aber gelernt hat, den Hang mit Vorsicht zu behandeln, ist diese Lektion völlig vergessen, wenn das Kind dem Hang beim *Gehen* begegnet. Die Gefahr der Situation muss komplett neu gelernt werden!

Diese Studien mit Kleinkindern machen die Kontextspezifität des Lernens besonders klar, aber die Ergebnisse für Erwachsene sind nicht anders. In der klassischen Studie von Tulving und Thomson (1973) mussten Versuchspersonen sich Wörter im sehr spezifischen Zusammenhang merken (beispielsweise das Wort *kalt* in Zusammenhang mit dem Wort *Boden*). Ihre Fähigkeit, dieses Wort später abzurufen, wurde drastisch beeinträchtigt, sobald sie das Wort in einem anderen Kontext generierten (z.B. in Verbindung mit *heiß*). Dieser Effekt ist teilweise sogar noch stärker in Erwachsenen, weil sie ihre eigenen Vorstellungen bezüglich der Relevanz des Worts mitbringen (z.B.: *kalt+Boden = Grab*).

Die Schlussfolgerung aus diesen Studien ist klar: Wir können sehr schnell und sehr effektiv lernen, aber dieses Lernen ist extrem kontextgebunden. Wir brauchen lang, bis wir festgestellt haben, welche Aspekte einer Lernsituation relevant oder irrelevant sind. Zunächst steht jedes Lernerlebnis für sich – von anderen, scheinbar ähnlichen Erlebnissen völlig abgekoppelt. Erst sehr langsam fangen wir an, diese verschiedenen Lernkontexte durch die Konstruktion manipulatorischer Narrative miteinander in Verbindung zu bringen.

Eine andere Lektion dieser Studien ist, dass wir nicht vorwiegend durch Kategorisierung lernen, sondern durch Modellieren. Wenn ich den Studenten eine neue, unvertraute mathematische Regel gebe, ist sie zunächst einfach ein Kommunikationsakt, völlig ohne Wissensinhalt. Sie ist wie ein Kleiderbügel, an den die Studenten gern etwas hängen würden. Noch aber haben sie nichts zum Hinhängen. Abstrakte Strukturen dienen nicht dem Lernen, sondern lediglich der Kommunikation. Unser Lernen besteht vielmehr im Verhandeln nützlicher Verhaltensformen in sehr spezifischen Kontexten. Erst langsam lernen wir, diese Fragmente zu allgemeingültigen Handlungsmustern zu verflechten.

Fazit:

Effektive Lehre bietet möglichst viele verschiedene Lernkontexte an, bei denen die Unterscheidung zwischen Lernfokus und Hintergrundinformation stets klar ist – Lernende müssen sich im Verlauf des Lernens klar werden, welche Aspekte des Lernkontextes relevant oder irrelevant für die Lernziele sind. Ich muss also sicherstellen, dass den Studierenden stets klar ist, ob die Merkmale einer Lernsituation von allgemeiner Relevanz für andere solche Situationen sind, oder nur spezifisch für diese bestimmte Situation.

3.5 Sozialität und intersubjektives Wissen

„Selbstständig Lernende besitzen die Fähigkeit, neue Fertigkeiten, neues Wissen und neues Verständnis auszusuchen und sich anzueignen. [...] Lehrende sollten Lernende mit dem Wunsch und der Kapazität ausrüsten, durch Selbsteinschätzung ihr Lernen selbst in die Hand zu nehmen.

Assessment Reform Group (2002)

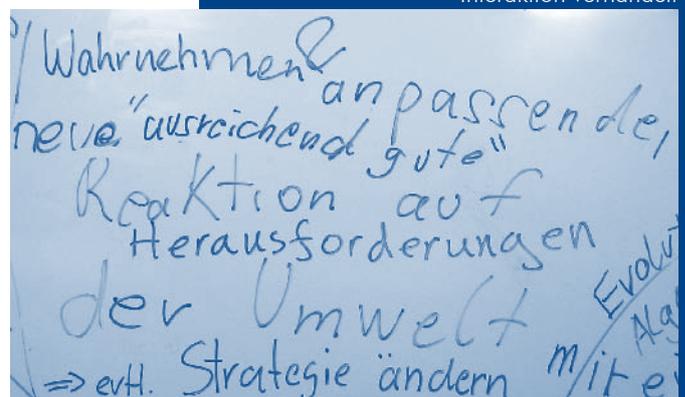
Die soziale Dimension des Wissens bringt einen neuen Aspekt in unsere Diskussion, nämlich die Wichtigkeit der Kommunikation zwischen Lernenden und Lehrenden. Bei Diskussionen über ‚Schlüsselqualifikationen‘ und ‚soziale Kompetenzen‘ im Unterricht gehen sowohl Befürworter als auch Gegner davon aus, dass Kommunikationsfähigkeiten grundsätzlich für den Beruf sehr wichtig sind. Trotzdem habe ich manchmal den Eindruck, dass beide Seiten Kommunikation völlig abgekoppelt von fachlichen Kompetenzen sehen. Aber die Botschaft des sozialen Konstruktivismus ist, dass

Wissen wird durch soziale Interaktion verhandelt

„Realität intersubjektiv konstruiert wird. [...] Dieses Prinzip erkennt die soziokulturellen und sozioemotionalen Kontexte des Lernprozesses an, stellt die zentrale Rolle der Sprache im Lernprozess ins Rampenlicht, und erkennt den Lernenden als interaktiven Ko-Konstruierer von Wissen.“ (Taylor & Campbell-Williams, 1993)

Wir dürfen nicht vergessen, dass Wissen unausweichlich sozialer Natur ist. Durch soziale Interaktion wird die Perspektive des Einzelnen von anderen Lernenden in Frage gestellt, und dadurch wird neues Wissen konstruiert. Auf diese Weise entsteht aus dem sozialen Umfeld etwas, was die einzelnen Lernenden miteinander teilen, und was wir *gemeinsames* – oder *intersubjektives* – Wissen nennen können. Nicht nur in der heutigen Welt, sondern seit Jahrtausenden benützen Gemeinschaften Kommunikation, um ihr gemeinsames Wissen über Ereignisse in der Welt zu teilen, zu verfeinern und zu transformieren. Die Arbeit von uns allen hängt schließlich von unserer Mitgliedschaft in einer professionellen Gemeinschaft ab, und unsere Absolventen müssen an diesem wichtigen Prozess der Wissensverarbeitung teilnehmen können.

Der enaktive Standpunkt betont ausdrücklich, dass Wissen in körpergebundenen Wesen nicht in Repräsentationen besteht, doch als Vermittler intersubjektiven Wissens zwischen sozial handelnden Wesen sind Repräsentationen die zwingende Basis aller Kommunikation. Repräsentationen sind also der Stoff intersubjektiven Wissens, und somit die Grundlage unserer Fähigkeit, Wissen durch soziale Interaktion zu transformieren. Diese Transformation geschieht durch das Verhandeln von Bedeutung in der Gruppe: erst wenn ich Dir





mein Verständnis eines Sachverhalts kommuniziere, öffne ich mich der Möglichkeit, Deine Einschätzung meines Verständnisses zu erfahren. Im Mittelpunkt des sozial enaktiven Unterrichts steht also die gegenseitige *Einschätzung* (engl. *assessment*) ausgetauschter Repräsentationen unseres Wissens.

Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Einschätzung: summativ und formativ. *Summative* Einschätzung ist ein *nachträgliches Messen* der Qualität eines Beitrags anhand eines objektiven Maßstabs; dagegen hat *formative* Einschätzung als Ziel die *Verbesserung* der Qualität einer Leistung durch *begleitendes Feedback*. Summative Evaluationen sind leider Gottes ein notwendiger Teil unserer Arbeit, sobald wir den Wissensstand eines Studenten für Dritte quantifizieren wollen. Doch Messen hat sehr wenig mit der Transformation von Wissen zu tun, die uns hier interessiert. Das Hauptinstrument der Transformation intersubjektiven Wissens ist die formative Einschätzung. Sie ist von enormer Relevanz für den Unterricht.

Fazit:

Effektive Lehre ermöglicht das Verhandeln intersubjektiven Wissens durch die formative Einschätzung persönlicher Bedeutungen. Ich möchte Prüfen und Feedback von jetzt an nicht nur als vom Himmel herunter gefallene Benotung benützen, sondern als Möglichkeit für die Studenten, noch mehr aus ihrer Arbeit zu lernen.

3.6 Gute Vorsätze für eine sozial-enaktive Lehre

Zusammenfassend können wir die Quintessenz des sozial-enaktiven Prinzips für unsere Lehre so ausdrücken:

In einem effektiven, sozial-enaktiven Unterricht begegnen die Lernenden vielen kontrastreichen Lernkontexten, in denen sie selbstständig kontextspezifische Fragmente effektiven Handelns entdecken. Die Lernenden sind sich ihrer Lernziele bewusst, damit sie stets zwischen Lernfokus und Hintergrundinformation in diesen Lernkontexten unterscheiden können. Durch soziale Verhandlung verflechten sie diese Fragmente dann zu einem kollektiven Narrativ, das ihr Gruppenverständnis des Lernstoffs darstellt. Der Effizienz halber kann die Entdeckung der Fragmente beschleunigt werden, indem die Lernenden explizit aufgefordert werden, nach konkreten Beispielen einer vorgegebenen abstrakten Struktur zu suchen.

In diesem Abschnitt präsentiere ich eine Reihe diverser ‚guter Vorsätze‘ die ich über die letzten Jahre zur konkreten Umsetzung dieser allgemeinen Prinzipien gefasst habe. Diese guten Vorsätze sind mein Versuch, die theoretischen Überlegungen der letzten Abschnitte an die praktischen Realitäten der Hochschullehre anzupassen. Einige sind bei Clarke (2007) zu finden.

3.6.1 Lernziele

Vorsatz 1: Um zwischen Lernfokus und Hintergrundinformation deutlich zu unterscheiden, werde ich zu Anfang und am Ende jeder Lehrveranstaltung die Lernziele in visueller Form klar präsentieren.

Beispiel: Das Lernziel einer Vorlesung, die ich zum Thema „Heuristische Suche“ hielt, lautete: „Am Ende dieser Stunde werden wir in der Lage sein, ‚ausreichend‘ gute Problemlösungen durch die Technik der heuristischen Suche zu entwickeln.“

Vorsatz 2: Ich werde die Studenten für diese Lernziele durch Verknüpfung mit den Anforderungen des späteren Berufslebens motivieren.

Beispiel: „Wie kann ich den schnellsten Weg nach Nürnberg herausfinden?“

Vorsatz 3: Wenn ich einen neuen Lernkontext einführe, werde ich darauf hinweisen, welche Aspekte zu den Lernzielen gehören, und welche kontextspezifisch sind.

Beispiel: „Wie kann ich heuristische Suche benutzen, um die schnellste Reisemöglichkeit von Freising nach Nürnberg zu finden?“

3.6.2 Erfolgskriterien

Vorsatz 4: Studenten brauchen die Freiheit, ihr eigenes Narrativ zu finden, aber sie brauchen dabei auch Unterstützung, damit sie das Rad nicht immer wieder neu erfinden müssen. Ich werde daher Erfolgskriterien benutzen, an denen sie selber den eigenen Lernerfolg messen können, ohne dass ich ihnen den genauen Weg zum Lernziel vorgeben muss.

Beispiel: „Um heuristische Suche erfolgreich durchzuführen, muss ich
(a) eine Liste der möglichen nächsten Schritte zusammenstellen,
(b) die Güte des Ergebnisses von jedem Schritt einschätzen, und
(c) anhand dieser Einschätzungen einen nächsten Schritt auswählen.“

Vorsatz 5: Ich werde – wo möglich – die Studenten selber die Erfolgskriterien entdecken lassen, damit sie lernen, ihr eigenes Lernen in die Hand zu nehmen.

Beispiel: Durch Betrachtung eines konkreten Beispiels: „Welche Schritte müssen wir uns merken, um eine heuristische Lösung zu suchen?“

Beispiel: Durch Betrachtung eines ausgearbeiteten Beispiels: „Welche Schritte werden in dieser Anwendung der heuristischen Suche gebraucht?“

Vorsatz 6: Ich werde die Erfolgskriterien als Prozesse formulieren, damit sie möglichst aktiv im Handeln des Lernenden verankert sind.

Beispiel: Nicht: „Hier sind die Schritte der heuristischen Suche!“, sondern:
„Wie kann ich kontrollieren, ob ich die heuristische Suche richtig anwende?“

Vorsatz 7: Ich werde die Erfolgskriterien als Grundlage benutzen für: Anweisungen an die Studenten; Erstellung und Benotung von Prüfungsaufgaben und Studienarbeit; Erproben der Lernbereitschaft der Studenten für den nächsten Lernschritt (ZPD: Zone of Proximal Development; siehe Vygotsky, 1978).

Beispiel: (Anweisungen) „Erstellen Sie zuerst eine Liste der möglichen nächsten Schritte, und schätzen Sie dann die Güte dieser Schritte ein.“

Beispiel: (Benotung) „Benutzen Sie die heuristische Suche, um die schnellste Reisemöglichkeit von Freising nach Nürnberg zu finden.“ Die Benotung dieser Prüfungsaufgabe richtet sich danach, inwiefern die Antwort die relevanten Erfolgskriterien erfüllt.

Beispiel: (ZPD) Erst wenn die Studenten verstehen, wie die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten aufgelistet werden können, kann ich folgende Lernfrage stellen: „Wie können wir diese Möglichkeiten jetzt benutzen, um eine möglichst gute Lösung für unserem Problem zu finden?“

Vorsatz 8: Ich werde die Studenten ständig daran erinnern, auf die Erfolgskriterien zu achten.

3.6.3 Effektives Fragen

Vorsatz 9: Ich möchte, dass alle Studenten sich angesprochen fühlen, wenn ich eine Frage stelle. Daher werde ich den Studenten klar machen, dass sie bei manchen Fragen die Hand *nicht* heben, sondern eine kurze Zeit in sich hineinhorchen sollen.

Vorsatz 10: Ich werde **Murmelgruppen** von 2-3 Studenten benutzen, die 30 Sekunden lang eine Antwort auf meine Frage vorbereiten.

Vorsatz 11: Ich werde manchmal den Vortrag durch die Gegenüberstellung zweier Musterarbeiten ersetzen.

Beispiel: „Diese zwei Listen von Anweisungen beschreiben jeweils, wie ich den schnellsten Weg von Freising nach Nürnberg finden kann. Inwiefern sind die zwei Listen ähnlich/unterschiedlich?
Welche Aspekte sind nützlich/wenig hilfreich?“

Buzz-Gruppen



Vorsatz 12: Ich will, dass meine Studenten sich für mein Fach interessieren. Ich möchte der Tendenz entgegenwirken, dass sie immer nur eine ‚richtige‘ Antwort haben wollen. Deswegen möchte ich Wissensfragen („Was ist ...?“) aus meiner Lehre streichen. Ich werde stattdessen Diskussion und Meinungs austausch durch offene Fragen fördern, die eine Kommt-darauf-an-Antwort verlangen. Dies werde ich durch die Fragestrategien ‚Antwortspektrum‘, ‚Advokat des Teufels‘, ‚Richtig oder falsch‘, ‚Anfangen mit der Antwort‘, ‚Auf den Kopf stellen‘ und ‚Exemplifizierung‘ erreichen.

Beispiel: Die Frage „Was ist heuristische Suche?“ kann durch folgende Möglichkeiten ersetzt werden:

Beispiel: Spektrum – *Verlangt Begründung eines Spektrums von Antworten, wobei 2 richtig, 2 falsch und 2 fraglich sind.* „Besprich folgende Definitionen der heuristischen Suche, und gib mögliche Begründungen für die falschen Definitionen. Heuristische Suche ist: (a) Lösungen raten; (b) Lösungen intelligent raten; (c) Zufallslösungen finden; (d) Lösungen intelligent suchen; (e) Lösungen erfinden.“

Beispiel: Advokat des Teufels – *Verwandle eine Wissensfrage in eine über die Maßen verallgemeinernde Behauptung, die diskutiert werden soll. Studenten sind dadurch gezwungen, Gegenbeispiele zu finden.* „Heuristische Suche findet immer die beste Lösung. Bist Du mit dieser Meinung einverstanden? Warum (nicht)?“

Beispiel: Richtig oder falsch – *Gib eine richtige und eine falsche Antwort an, und frage nach Gründen, wieso die eine Antwort stimmt und die andere nicht.* „Bei welcher Situation funktioniert heuristische Suche (nicht): Herzkönig aus einem gemischten Stoß ziehen, oder Herzkönig aus einem ungemischten Stoß ziehen? Warum?“

Beispiel: Anfangen mit der Antwort – *Gib eine Antwort an, und frage, wie sie zustande kommt.* „Heuristische Suche ist eine Strategie, um Lösungen durch intelligentes Raten zu finden. Wieso ist diese Definition richtig?“

Beispiel: Auf den Kopf stellen – *Stelle die Frage aus einer ungewöhnlichen Gegenposition heraus.* „Wie ist heuristische Suche gut geeignet zum Addieren von Zahlen?“

Beispiel: Exemplifizierung – *Bitte Studenten darum, passende Beispiele eines neuen Begriffs zu generieren.* „Finde fünf verschiedene Anwendungsszenarien für heuristische Suche. Wie ähneln/unterscheiden sich Deine Szenarien?“

3.6.4 Lerngruppen

Vorsatz 13: Butler (1988) untersucht den Lernfortschritt bei drei Arten der Einschätzung: Noten, Kommentare oder beides. Er stellt fest, dass er nach der Verwendung von Kommentaren allein am größten ist. Um die Gelegenheit für solche Kommentare zu maximieren, werde ich im Unterricht besonders viel Projekt- und Gruppenarbeit benützen. Somit haben die Studenten auch die Gelegenheit, ihre eigenen Narrative in Diskussion mit Kommilitonen zu entwickeln.

Vorsatz 14: Damit die Kommentare möglichst konkret sind, werden sie sich nach den Erfolgskriterien richten.

Beispiel: Nicht: „Sie müssen heuristische Suche richtig anwenden“, sondern: „Sie brauchen hier eine vollständige Liste der möglichen nächsten Schritte“.

Vorsatz 15: Um Studenten zu ermutigen, sich frei auszudrücken, werde ich alle (mich eingeschlossen) dazu auffordern, unsere Kommentare grundsätzlich konstruktiv zu formulieren; unsere Kommentare werden also nicht Fehlersuche, sondern Verbesserung betonen.

Beispiel: Nicht: „Sie haben vergessen, eine vollständige Liste der möglichen nächsten Schritte erstellen“. Sondern: „Sie brauchen hier eine vollständige Liste der möglichen nächsten Schritte“.

Vorsatz 16: Ich werde formale gegenseitige Einschätzungen durchführen, damit die Studenten sich über ihre Arbeit austauschen können und Feedback bekommen.

Vorsatz 17: Damit Gruppen sich effektiver austauschen können, werde ich sie ausdrücklich auffordern, Formen wie Diagramme, Graphen und Mind-Maps für die Gruppenkommunikation zu verwenden.

Vorsatz 18: Ich werde Lernen-durch-Lehren-Techniken im Unterricht benützen, um die gegenseitige Einschätzung zwischen Studenten zu fördern. Ich weiß aus Erfahrung, dass diese Techniken mehr Zeit in Anspruch nehmen als der Vortrag und werde sie deswegen nur nach angemessener Vorbereitungszeit benützen.

Beispiel: Schneeball – Partner besprechen eine Idee, dann bilden sie 4er-Gruppen um ihre Gedanken zu kombinieren; als nächsten Schritt bilden sie 8er-Gruppen für tiefere Diskussion.

Beispiel: Botschafter – Studenten bearbeiten ein Thema in Gruppen. Anschließend geht ein Mitglied jeder Gruppe zur nächsten Gruppe weiter, und hat eine Minute, um die Schlüsselideen aus der vorigen Gruppe in seiner neuen Gruppe vorzustellen.

Beispiel: Expertengruppen – Jeder Student bekommt eine Nummer zwischen 1 und 4-6. Alle Studenten mit derselben Nummer kommen zusammen, um eine Experten-gruppe zu bilden, die ein bestimmtes, gruppenspezifisches Thema bearbeitet. Anschließend teilen sich die Experten-gruppen auf und bilden Gruppen, die aus den Nummern 1-4(6) bestehen. In diesen Gruppen wird das Wissen aus den jeweiligen Expertengruppen geteilt.

Beispiel: Info-Lücke – Jede von zwei Untergruppen bekommt nur die Hälfte der Information zu einem Thema. Die Untergruppen müssen miteinander reden, um die vollständige Information zu bekommen.

Beispiel: Perspektiven – Jeder Student bekommt eine Frage und einen „Denkhut“ (siehe rechts), um über diese Frage nachzudenken. Anschließend kommen die verschiedenen Perspektiven zum Plenum zusammen.

Edward de Bonos Denkhüte

Farbe	Denkstil	Fragen
weiß	Fakten, Zahlen, Information sammeln.	Welche Infos brauchen wir? Was fehlt noch? Wie können wir's bekommen?
schwarz	Sorgfalt, Wahrheit, Abwägung, Probleme aufdecken, Fehler vermeiden, in Frage stellen.	Ist diese Behauptung oder Schlussfolgerung gültig? Wird der Plan funktionieren? Welche Risiken sind dabei? Müssen wir's unbedingt so machen?
rot	Emotion, Gefühle, Intuition.	Wie geht's mir bei dieser Entscheidung? Sagt mein Bauch ja oder nein? Will ich diese Lösung wirklich? Oder ist sie zu ...?
gelb	Suchen nach Vorteilen, Gewinnen, Ersparnissen – aber diese müssen bewiesen werden!	Was sind die Vorteile? Warum?
grün	Kreatives Denken, Erforschung, Vorschläge, neue Ideen, Optionen erweitern, träumen.	Was würden wir uns in einer idealen Welt wünschen? Welche neuen Alternativen gibt es?
blau	Metakognition, Gruppenprozess.	Wo befinden wir uns gerade? Was ist der nächste Schritt? Ist dies der beste Weg, die Entscheidung zu treffen?

4. Das Pilotmodul „Intelligente Systeme“

4.1 Tagebuch des Pilotmoduls

Bei der Einführung zu diesem Artikel habe ich erwähnt, dass meine Erfahrung mit der praktischen Anwendung konstruktivistischer Lehrmethoden bis jetzt sehr gemischt war. Teilweise funktionierten sie sehr gut, aber teilweise ergaben sich Probleme, über die ich nur schwer mit anderen reden konnte, weil ich sie selber nicht in einen Gesamtzusammenhang einordnen konnte. Aus diesem Grund beschloss ich im Frühjahr 2008, ein ganzes Pilotmodul rein nach sozial enaktiven Prinzipien zu konzipieren und im Sommersemester 2008 zu halten. Dabei war es mein Ziel, diese Probleme zu identifizieren und ihre Ursachen zu entdecken. Konkret wollte ich feststellen, ob sie vielleicht in den Gegebenheiten des technischen Unterrichts verwurzelt sind, und ob sie sich durch spezielle Maßnahmen lösen lassen.

Ausgerüstet mit den oben beschriebenen theoretischen und praktischen Überlegungen entwickelte ich also im Februar 2008 das neue, sozial enaktiv gestaltete Pilotmodul „Intelligente Systeme“, das im Folgenden in Tagebuchform beschrieben wird. Dieses

Projekt	Lernziel	Erfolgskriterien: Ich kann ...
Kognition (unbenotet)	Verstehen, wie menschliche Problemlösungsstrategien auf dem Computer implementiert werden.	<ul style="list-style-type: none"> • Testpersonen nach Strategien zum ‚Krug-Problem‘ ausfragen. • Wissensrepräsentationen und Operatoren zum ‚Verkaufsreisenden-Problem‘ entdecken. • Strategien protokollieren.
Baumsuche	Fähigkeit, Algorithmen und Wissensrepräsentationen für die Baumsuche zu implementieren, und deren Komplexität zu berechnen.	<ul style="list-style-type: none"> • ‚A*-Suche‘ für ein einfaches Bahnnetz implementieren. • ‚Baumsuche‘ für ein komplexeres Brettspiel (8-Puzzle) implementieren. • ‚A*-Suche‘ für ein komplexeres Brettspiel implementieren.
Genetische Algorithmen (GA)	Komplexe Probleme mit genetischen Algorithmen lösen.	<ul style="list-style-type: none"> • eine GA-Lösung für Funktionsoptimierung implementieren. • GA-Lösung auf das rechteckige, Nesting-Problem‘ übertragen. • ‚Nesting-Problem‘ GA-Lösung effizient implementieren.
Neuronale Netze (NN)	Ein neuronales Netz für ein komplexes Vision-Problem zu implementieren.	<ul style="list-style-type: none"> • NN-Lösung für Printed Character Recognition (PCR) von Arial-Buchstaben implementieren. • NN PCR für 9 vorgegebene Fonts implementieren. • NN PCR mit Rauschen und beliebiger Zeichenposition implementieren.
Fuzzy-Steuerung	Entwicklung eines Neuro-Fuzzy-Systems zum Steuern eines nicht-linearen dynamischen Systems.	<ul style="list-style-type: none"> • Fuzzy-Regeln für einen nicht-linearen Transportprozess erstellen. • Neuro-Fuzzy-Regler für den Prozess implementieren. • Neuro-Fuzzy-Regler auf besondere Gegebenheiten trainieren.

Pilotmodul beinhaltet die gängigsten Methoden der Künstlichen Intelligenz, die zum Lösen verschiedenster Probleme in der Industrie verwendet werden. Der Kurs gilt unter den Studenten als sehr schwierig, und ich war nie mit ihm zufrieden: es war höchste Zeit, dass er ein „Lifting“ bekam.

Ich traf sehr bald die Entscheidung, dass die Grundlage der Benotung vier Untersuchungen (siehe Tabelle) sein sollten, die die Studenten durchführen müssten. Eine erste einführende Untersuchung wurde nicht benotet, und die Studenten schrieben auch keine Prüfung. Am Anfang jeder Untersuchung bekamen die Studenten ein vorgefertigtes Rumpfpaper, ähnlich dem einer Fachzeitschrift, das sie mit ihren eigenen Entdeckungen ergänzen sollten. Im Rumpfpaper standen Lernziel, Erfolgskriterien und Hintergrundwissen zur jeweiligen Untersuchung. Die Studenten bearbeiteten die Untersuchungen in Paaren. Dabei durften sie nicht zweimal mit demselben Partner zusammenarbeiten.

Di, 18. März

Die erste Vorlesung. Führt den Begriff ‚Entdeckendes Lernen‘ ein, und auch den allgemeinen Hintergrund zu den Themen Kognitionspsychologie und Künstliche Intelligenz. Studenten waren an konstruktivistischen Ideen interessiert, waren aber auch vorsichtig – sie sind schließlich nicht für didaktische Experimente hier, sondern um Prüfungen zu bestehen.

Machte den Fehler, die ganze Stunde vorne zu stehen: das muss ich mir abgewöhnen.

Mi, 19. März

Studenten fragten sich gegenseitig bezüglich des Krugproblems aus, um Wissensrepräsentationen, Operatoren und den Begriff ‚Heuristik‘ zu entdecken. T. schlug vor, dass die Regeln der Arithmetik auch als Heuristiken verstanden werden könnten. Ich versuchte, ihr nicht direkt zu widersprechen, weil ich wollte, dass sie selber die Unterscheidung zwischen Heuristiken und harten Einschränkungen entdeckte, doch dabei fühlte sie sich nicht ernst genommen und wurde dann mürrisch. Ich muss lernen, ihre Ideen mehr zu würdigen.

S. wurde wegen des ganzen ‚Entdeckungs-Getues‘ ärgerlich: „Also wir sollen uns gegenseitig wegen des Krugproblems ausfragen, und am Ende kommen wir alle zur selben Antwort. Das finde ich nicht sehr effektiv!“ Ich hätte so gern ein paar positive Bemerkungen gehört! Aber ich denke, die Situation ist sowohl ihnen als auch mir neu, und ich muss am Anfang mit ein bisschen Verwirrung leben.

Über Ostern ließ ich die Studenten Strategien für das Verkaufsreisenden-Problem entwickeln.

Mi, 26. März

In der Zukunft muss ich besser planen. Durch die Osterferien geht uns der Dienstag verloren. Heute wollte ich eigentlich eine gegenseitige Einschätzung vornehmen. Intensive Projektarbeit verlangt anscheinend von mir, dass ich stets Ziele für die kommende Stunde setze, sonst können die Studenten die Zeit außerhalb nicht effektiv nutzen. Von jetzt an werde ich auch die sechs Tage von Mittwoch bis Dienstag für das Zusammenschreiben der Untersuchungen einplanen.

Für diese eine (unbenotete) Untersuchung präsentierte ich meine Lösung zum Verkaufsreisenden-Problem (10 Min), und ließ sie in Paaren ihre und meine Arbeit einschätzen (20 Min). Dann kamen wir zum Plenum (50 Min) zusammen und diskutierten die Ergebnisse: Was sind die Lösungsstrategien? Wie effektiv sind sie? Wir diskutierten alle inhaltlichen Fragen, die dadurch entstanden waren. Sie lernten dabei viel, und die Stimmung im Raum war viel besser. Anschließend bildeten sie Paare für die erste benotete Untersuchung (Baumsuche), die ich kurz vorstellte. Sie sollen sie bis nächste Woche bearbeiten.

Di, 1. April

Aah, das hat Spaß gemacht! Ich beantwortete viele Fragen zur Baumsuche-Untersuchung. Interessanterweise hatten sie viele Fragen zu Fachausdrücken und zum A*-Algorithmus, aber stellten überhaupt keine zum abstrakten Baumsuche-Algorithmus. Ich entwickle langsam die Theorie, dass sie unbewusst ‚daran vorbeischauchen‘, sobald sie mit abstrakten Strukturen konfrontiert werden, die sie nicht einordnen können. Aber als wir zu Implementierungsaufgaben kamen, wurde es auch für sie selbst immer deutlicher, dass sie den abstrakten Algorithmus nicht verstanden

hatten. Sie kamen also vorsensibilisiert zu meiner Erklärung. Ich denke, das ist genau unser Ziel beim entdeckenden Unterricht.

Mi, 2. April

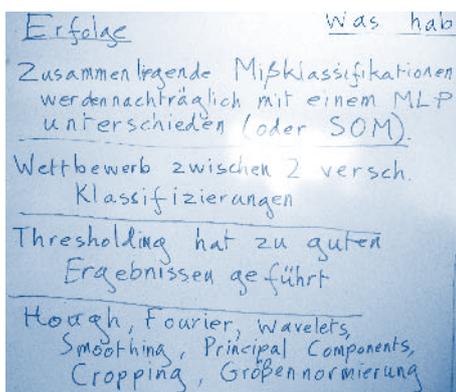
Die Implementierungen kommen gut voran, und die Studenten arbeiten selbstständig weiter daran. Wir vereinbarten, dass wir nächsten Mittwoch gegenseitige Einschätzungen durchführen und sie am folgenden Dienstag ihre Paper einreichen würden. P. und M. haben schon alle Kriterien außer dem A*-Algorithmus für das 8-Puzzle erfüllt – sehr beeindruckend! Ein paar Gruppen schwimmen aber total. A. schrieb mir eine E-Mail-Frage zum Begriff der Operatoren, die ich in einer E-Mail an alle Studenten beantwortete. Moodle wäre hier nicht schlecht.

Di, 8. April

Selbstständiges Implementieren. Erstaunlich gute Ergebnisse – in vergangenen Jahren haben sie Baumsuche nie halb so gut verstanden und auf keinen Fall selber implementieren können. Alle, außer S. und K., haben kompetente Ergebnisse, aber die zwei tun sich schwer. Sie wiederholen aus einem früheren Jahrgang, und ihnen fehlen Matlab-Kenntnisse. Das wäre nicht so schlimm, wenn sie sich nicht unbedingt zusammen getan hätten. Ich habe ihnen vom Arbeiten in der gleichen Gruppe abgeraten, aber die Entscheidung musste ich ihnen überlassen.

Mi, 9. April

Ganz schlechte Stimmung. Die Untersuchung ist fertig, und T. beklagte sich, dass er 25 Stunden lang daran gearbeitet hatte. Ich rechnete die ECTS durch, und fand seinen Wert angemessen – besonders weil sie in diesem Kurs keine Prüfung schreiben müssen. Aber sie machen sich definitiv wegen des Zeitaufwands Sorgen.

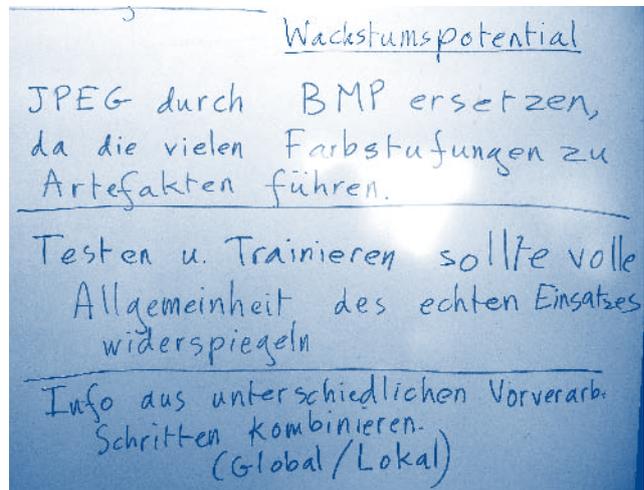


Rosapunkte

und drei Grünpunkte (Wachstumspotential) im jeweilig anderen Paper finden. Dann diskutierten sie diese Punkte in der 2er-Diskussionsgruppe, um 3 rosa und 2 grüne Hinweise für andere Gruppen herauszukristallisieren. Dies dauerte ungefähr 40 Minuten.

Anschließend kamen die Studenten zu 4er-Gruppen zusammen, und mussten ihre gesammelten Punkte wieder auf 3 rosa und 2 grüne Punkte reduzieren. Danach gab es 8er-Gruppen. Wir sammelten die Hinweise im Plenum an der Tafel. Am Ende bekamen sie die Aufgabe, ihr fertiges Paper bis kommenden Dienstag einzureichen. Die Studenten waren sehr munter – ihnen gefällt anscheinend die formative Einschätzung.

Stellte kurz das erste GA-Programm (=Genetische Algorithmen) vor (einfache Funktionsoptimierung). Sie sollen die Anweisungen bis nächsten Dienstag durchlesen.



Grünpunkte

Di, 15. April

Drei Gruppen konnten ihren Bericht nicht rechtzeitig einreichen; ich gab ihnen einen Tag Fristverlängerung, machte aber klar, dass ich bei der nächsten Abgabe kein Verständnis mehr haben würde. Außerdem hatte nur die Hälfte die Beschreibung von GA's gelesen. Sie hatten den Zeitaufwand für das Zusammenschreiben unterschätzt, und mussten bis zur Deadline durcharbeiten. Die Zeit, die sie investieren, ist immer noch zu viel: S. und J. verbrachten 20 Stunden bei der Untersuchung und noch 15 Stunden beim Zusammenschreiben. Ich schlug vor, dass sie kleine Texte im Laufe der Untersuchung schreiben, und anschließend ungefähr 6 Stunden für Zusammenschreiben einplanen.

Ich muss vorsichtig sein. Sie investieren zu viel Zeit in eine Arbeit, sobald sie wissen, dass sie benotet ist, und besuchen keine anderen Vorlesungen mehr. Außerdem sind fünf Projekte à 30 Stunden nur gerechtfertigt, weil sie am Ende keine Prüfung schreiben. Aber auch diese Lösung bedeutet, dass sie während des Semesters entsprechend mehr Stunden arbeiten müssen, auch wenn sich diese Zeit in der Prüfungszeit zurückzahlt.

Ein Hoffnungsschimmer: R., S. und T. sagten, dass der Lerneffekt der ersten Untersuchung enorm sei.

Mi, 16. April

Führte GA-Demo-Programm vor und erklärte das Nesting-Problem. Beging den Fehler, einen möglichen Lösungsansatz vorzuschlagen. Ich wollte vermeiden, dass sie zu lange in unfruchtbaren Richtungen herumsuchen, aber jetzt mache ich mir Sorgen, dass sie zu sehr auf meine Idee fixiert sind. Mal schauen ...

Problem: Sie wussten schon, dass sie einen neuen Partner brauchen, aber erst heute suchten sie den Partner, und die schwache Gruppe S. & K. blieb zusammen. K. sagte: „Ich habe keinen Partner – ich kenne niemanden.“ Ich hatte nicht erwartet, dass Schüchternheit zum Problem werden könnte! Es war schwierig sie auseinanderzubringen, und am Ende ist K. in einer Gruppe mit U., der genauso schwach wie sie ist.

Ich schlug vor, dass wir am 29. April noch einmal eine formative Einschätzung halten – nicht zum Verbessern der Paper, sondern einfach, um Ideen auszutauschen.

Di, 22. April

Gab Noten für Baumsuche-Untersuchung bekannt. Dies ist ein ganz schwieriger Aspekt von Projektarbeit! Anders als in einer Prüfung stehen sich Prüfer und Prüfling gegenüber, und ich muss jeden einzelnen Aspekt der Benotung begründen. Ich finde es emotional sehr auslaugend.

Mi, 23. April

Sehr schönes Arbeiten. Alle arbeiten eifrig und konstruktiv zusammen; ich gehe herum und biete Ratschläge an.

Di, 29. April

Gegenseitige Einschätzung: Der Anfang war schwierig wegen der Zuspätkommenden – das muss aufhören, sonst bringt es die ganze Sitzung durcheinander. Aber der Ideenaustausch war genial. Viele Themen tauchten natürlich auf, die ich sonst mit Mühe eingeführt hätte: Chromosom als Phenotyp oder als Nesting-Strategie, PMX, unterschiedliche Mutationsgrade. Wirklich sehr schön.

Di, 6. Mai

Ende der GA-Untersuchung. Stellte neuronale Netze und historische Wichtigkeit des XOR-Problems vor. Erzählte, wie der große Durchbruch in diesem Problem gleichzeitig mit Tschernobyl kam – dass ich beide Nachrichten am selben Tag erfahren habe. Sie freuen sich über solche Geschichten. Ließ sie anschließend einfach experimentieren.

Mi, 7. Mai

Unabhängiges Arbeiten. Lange Stille, dann kamen die ersten Fragen zu neuronalen Netzen. Einige hatten den Unterschied zwischen Kohonen-Lernen und Back-Propagation-Lernen nicht verstanden, also hielt ich eine 20-Minuten Vorlesung zur Gegenüberstellung. Erstaunlich! Das, wofür ich sonst immer zwei Vorlesungen brauchte, habe ich in 20 Minuten präsentieren können, einfach weil sie persönlich bereit waren für die Information. Solcher Unterricht macht richtig Spaß!

8.-13. Mai

Pfingstferien – aber die E-Mails fließen begeistert weiter.

Mi, 14. Mai

Die Studenten sind vor der Mauer der beschränkten Computerressourcen zum Stillstand gekommen. Zum Beispiel: T kreierte ein Netz mit 1000 Eingabeneuronen und genauso vielen versteckten Neuronen, und wunderte sich, dass ihr Computer acht Stunden lang lahm gelegt war. Sie merken selber, dass sie die Daten vorverarbeiten müssen, und das führte auf natürliche Weise zu Bilderkennungoperatoren wie Sobel, Laplace und Verwendung von Kohonen-Netzen als Filter. Spitze!

Gab GA-Noten bekannt.

Di, 20. Mai

Ich wiederhole: Ich finde es extrem anstrengend, über jede weniger-als-perfekte Note diskutieren zu müssen. Ich würde hier wirklich gern eine Lösung finden.

Ein anderer problematischer Aspekt ist: Was benote ich eigentlich hier – ihre Arbeit oder ihren Bericht? U. beklagt sich so: „Ich könnte genauso gut irgendein tolles Konzept hinschreiben, und dabei überhaupt nichts programmieren!“ Er hat recht: es ist sehr schwierig, Computerprogramme zu benoten, und ich bin wirklich auf die Berichte angewiesen. Wenn sie im Bericht nicht erwähnen, dass ihr Programm die Funktionalität XYZ aufweist, dann fällt mir diese Funktionalität nicht auf. Aber ist es so schlimm, dass sie lernen müssen, sich auszudrücken? Ich glaube nicht, aber anscheinend muss ich diese Idee besser vermarkten.

Mi, 21. Mai

Sehr schönes Arbeiten, obwohl Zeit-Management immer noch ein Problem ist – oft bleiben sie fern von anderen Vorlesungen, weil sie mit meinen Untersuchungen so beschäftigt sind.

Mi, 4. Juni

Abgabe NN-Untersuchung (Neuronale Netze), Anfang Fuzzy-Regler-Untersuchung.

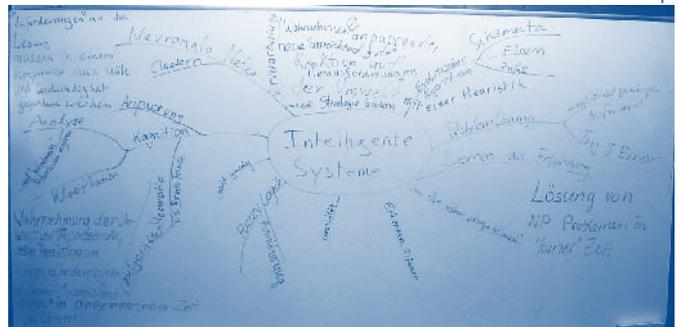
Mi, 25. Juni

Abgabe Fuzzy-Regler.

Di, 1. Juli

Letzte Sitzung. Ich erzählte die Geschichte der verschiedenen ‚intelligenten Systeme‘ (Bäume, GA, NN, Fuzzy) denen wir im Pilotmodul begegnet waren, und fragte nach jedem System, ob sie es als ‚intelligent‘ bezeichnen würden. Dann erstellten sie gemeinsam ein Mind-map des Begriffs „Intelligentes System“ an der Tafel, und verhandelten gemeinsam eine Definition dieses Begriffs (siehe Foto Mind-Map). Führte zu einer sehr animierten und produktiven Diskussion.

Mind-Map



4.2 Reflektion über die Ergebnisse des Pilotmoduls

Durch das Gestalten und Abhalten des Pilotmoduls „Intelligente Systeme“ habe ich sehr viel gelernt, und auch durch die Kommentare und Evaluationen der Studenten. Im Folgenden reflektiere ich über dieses Lernen unter den drei Rubriken: Wissenskonstruktion, Benotung und Zeitmanagement.

4.2.1 Wissenskonstruktion ist didaktisch sehr effektiv

Meine Entdeckung im Bereich Wissenskonstruktion war sehr erfreulich: Die Studenten haben durch eigene Entdeckung sehr effektiv und mit großer Freude gelernt. Anders als bei einem rein vorgetragenen Modul war es unmöglich zu kontrollieren, ob das Gelernte genau mit meinen Erwartungen übereinstimmte, aber ihre praktischen Fähigkeiten in den Lernzielbereichen des Pilotmoduls waren am Ende des Semesters extrem hoch entwickelt.

Ein sehr schöner Aspekt des Pilotmoduls war die offensichtlich wachsende Kompetenz der Studenten. Am Anfang des Semesters waren sie sehr unsicher und auch verärgert, dass ich nicht bereit war, ihnen die ‚richtigen‘ Antworten einfach zu geben, aber am Ende des Semesters brauchten sie mich kaum noch. Bei der letzten Untersuchung fingen sie einfach mit der Arbeit an und riefen mich nur noch gelegentlich zur Hilfe, wenn sie Fragen hatten. Diese sichtbar wachsende Reife fand ich sehr bewegend.

Es waren auch wunderbare Augenblicke dabei. Bei der Gegenüberstellung von Kohonen- und Backpropagation-Netzen am 7. Mai war es für mich einfach begeisternd zu erleben, wie die Studenten richtig nach den Informationen dürsteten. Und am 6. Juni kam C (ein normalerweise etwas zurückhaltender Student) zu mir ins Büro, und sagte, er hätte im Pilotmodul mehr gelernt als in irgendeinem anderen. Die Streicheleinheit habe ich gut gebrauchen können!

Eine wichtige Phase meiner Reflektion kam mit der Prüfung am Ende des Semesters. Als Gegenleistung dafür, dass sie keine benotete Prüfung schreiben mussten, haben sich die Studenten bereit erklärt, eine unbenotete Vergleichsprüfung als Lernkontrolle für meinen Versuch zu schreiben. Entsprechend meinen Anweisungen haben sie sich überhaupt nicht auf die Vergleichsprüfung vorbereitet. Diese war identisch mit der Prüfung, die der vorhergehende Jahrgang geschrieben hatte. Ich habe also den veränderten Lernzielen des Pilotmoduls *keine* Zugeständnisse gemacht. Einiges des geprüften Wissens war manchen Studenten völlig unbekannt, weil es bei der von ihnen gewählten Umsetzung der Untersuchung nur am Rande aufgetaucht war, und die neue Betonung auf Wissen im Handeln kam in der Prüfung überhaupt nicht zum Vorschein. Mit anderen Worten war die Vergleichsprüfung ein völlig ungeeignetes didaktisches Messinstrument für diese Studenten, und diente nur zum Vergleich mit dem bisherigen Format des Moduls. Trotzdem erreichten die Studenten im Durchschnitt 33% des geprüften Wissensstands - ein sehr beachtliches Ergebnis! Dabei wurden mir zwei Dinge klar:

Auf der einen Seite liegt die Stärke der Absolventen des Pilotmoduls in der konkreten, praktischen Umsetzung intelligenter Problemlösungsmethoden – in diesem Punkt sind die Absolventen unübertroffen, nur wurde dieser Aspekt in der Vergleichsprüfung nicht berücksichtigt. Am Ende des Semesters bekam jeder Student auf der Basis seiner praktischen Arbeit eine Note 3,0 oder besser; und jeder hat diese Note auch verdient. Erfreulich für mich war die Tatsache, dass die Ergebnisse der Vergleichsprüfung sich gut mit den Untersuchungsbenotungen korrelieren ließen. Alle Studentenevaluationen bestätigten, dass die Studenten selber den Kurs als überdurchschnittlich lehrreich bewerteten.

Auf der anderen Seite haben Absolventen rund die Hälfte der Punkte in der Vergleichsprüfung durch mangelndes abstraktes Wissen verloren. In einer bestimmten Prüfungsaufgabe ging es zum Beispiel um die abstrakte Definition der zwei unterschiedlichen Inferenzverfahren von Mamdani und Sugeno. Diese Verfahren wurden bei den Untersuchungen nur in den jeweiligen konkreten Kontexten von Fuzzy- und Neuro-Fuzzy-Systemen behandelt – mit interessanten Auswirkungen in der Vergleichsprüfung. Manche Studenten hatten die korrekten abstrakten Definitionen aus dem konkreten Kontext heraus abstrahiert; manche kannten die abstrakten Begriffe überhaupt nicht; und manche betrachteten die abstrakten und konkreten Begriffe als synonym (Mamdani=Fuzzy, und Sugeno=Neuro-Fuzzy). Dieses zwischenstufige Abstraktionsniveau ist zwar verständlich, doch diese Begriffe gehören trotzdem zum Allgemeinwissen, das Absolventen besitzen sollten. Ich bin schwer beein-

druckt, dass sie zu 33% dieses Wissen aus ihrer praktischen Projektarbeit heraus abstrahieren konnten, aber in späteren Durchführungen des Pilotmoduls muss abstraktes Wissen mehr in den Vordergrund rücken.

4.2.2. Fortlaufende Benotung ist emotional anstrengend

Aus diesem Pilotmodul wurde mir klar, dass fortlaufende Benotung den Professor dazu zwingt, sich emotional viel mehr einzubringen, als wir es bei den üblichen Vorlesungen und Prüfungen gewohnt sind.

Bei weitem der stressigste Aspekt des Pilotmoduls war für mich die ständige Streiterei um die Noten. Keine der Projektarbeiten hätte eine 5,0 verdient, aber einige haben dadurch, dass ich einfach irgendwann streitmüde wurde, eine bessere Note bekommen, als sie eigentlich verdient hätten. Die formative Einschätzung läuft sehr schön, solange sie mit keiner Note verbunden ist, aber die intensive Verwendung von Projektarbeit in diesem Kurs hat mich dazu gezwungen, einen Teil meines Feedbacks an die Studenten in der Form einer Note zu geben. Und dort verstanden die Studenten natürlich überhaupt keinen Spaß mehr!

M. sagte zum Beispiel: „Sie müssen verstehen, dass eine solche Note (3,0) sehr demotivierend ist. Wir hängen uns so rein, und der einzige Grund, wieso unser Ergebnis nicht so gut ist, ist der, dass wir am Anfang die Problemstellung missverstanden hatten, und dabei zu viel Zeit verloren.“

Dies ist natürlich kein Argument: seine Note ist gerade deswegen gerechtfertigt, weil er sich über drei Wochen nicht wegen der Probleme mit der Aufgabenstellung erkundigt hat. Aber ich verstehe auch seinen Standpunkt: Er ist enttäuscht, und er hat ein Recht, enttäuscht zu sein. Wichtig ist nur, dass er aus dieser Enttäuschung lernt, und dazu hat er noch reichlich Gelegenheit in weiteren Untersuchungen. Im Gespräch stellte sich heraus, dass M. in diesem Moment einfach meine Anerkennung seiner Enttäuschung brauchte, und meine Versicherung, dass diese Enttäuschung in Ordnung war.

Und das ist eine eindeutige Botschaft, die ich aus diesem Semester mitbringe: Durch die Verwendung fortlaufender Beurteilung war ich gezwungen, mich viel intensiver mit den Gefühlen der Studenten auseinanderzusetzen. Die vielen schmerzhaften Begegnungen fand ich so auslaugend, dass sie auf jeden Fall als mögliches Argument gegen fortlaufende Benotung zählen müssen. Als Trost kann ich nur die oben erwähnten wunderbaren Augenblicke anführen.

Durch die Erfahrung dieses Semesters habe ich meine ganze Betrachtung des Themas Benotung überarbeiten müssen. Jede Form der Einschätzung, ob benotet oder nicht, beruht irgendwo auf Erfolgskriterien – die Frage ist nur, wem diese Kriterien bekannt sind. Es wäre theoretisch möglich, dass Kriterien, die ich als Prüfer unbewusst anwende, trotzdem den Studenten bekannt sind, aber diese Möglichkeit lasse ich außer Acht, da sie mir etwas unwahrscheinlich vorkommt. Dann bleiben noch drei weitere mögliche Konstellationen übrig:

- *Erfolgskriterien sind sowohl mir als auch dem Studenten bekannt.* Dies ist der Idealfall der formativen Einschätzung, da er das Lernen des Studenten durch Feedback maximiert. Problematisch ist dieser Fall aber bei benoteten Arbeiten, da prozessorientierte Erfolgskriterien nichts anderes als mehr oder weniger detaillierte Anweisungen sind. Wie detailliert sollten/dürfen diese Anweisungen sein? Bei zu viel Detail hat der Student keine Gelegenheit, die Note zu verdienen; bei zu wenig Detail kann er legitim behaupten, dass er nicht hätte wissen können, was er zu tun habe. Und der Streit geht los ...
- *Erfolgskriterien sind sowohl mir als auch dem Studenten unbekannt.* Diese Situation ist für mich der große Unterschied zwischen Projektarbeiten und Prüfungen. Bei einer typischen Prüfungsaufgabe im technischen Bereich ist das Erfolgskriterium allen bekannt: es ist einfach die ‚richtige‘ Lösung. Aber das enorme Lernpotential von Projektarbeit liegt gerade in der Gestaltungsfreiheit, die dem Studenten dadurch angeboten wird, und hier ist es unmöglich, sich im Vorfeld aller möglichen ‚richtigen‘ Lösungen bewusst zu sein. Irgendwo entsteht dann unvermeidbar ein Anteil der Note aus dem subjektiven (Fach-)Empfinden des Dozenten. Und wieder geht der Streit los ...

- *Erfolgskriterien sind mir, aber nicht dem Studenten, bekannt.* Dies ist die klassische Prüfungssituation: Ich weiß, dass der Student die Prüfungsaufgabe nur dann lösen kann, wenn er eine bestimmte Technik benützt, aber das muss er noch herausfinden. Strittig ist diese Konstellation nur dann, wenn es sich um eine benotete Lernsituation handelt, weil der Student dann wieder behaupten kann: „Woher hätte ich das wissen sollen, wenn Sie es mir nicht gesagt haben?“ Also auch hier geht der Streit los ...

Es scheint also auf den ersten Blick, als ob das Kombinieren von entdeckendem Lernen und Benotung immer strittig und deswegen eine didaktische Katastrophe wäre. Aber stimmt das wirklich? In den Geisteswissenschaften werden Studenten standardmäßig für ihre Fähigkeit benotet, ein logisches Argument zu einem unvorbereiteten Thema zu strukturieren. Auch im Physik-, Chemie- oder Programmier-Praktikum können wir den Studenten nicht jeden einzelnen Schritt eines Versuchs beschreiben; sie werden im Praktikum danach benotet, wie sie selber mit den praktischen Wechselfällen des Versuchs zurechtkommen. Aus der Sicht des Konstruktivismus wird jedes Fach zu einem Praktikum, und dann ist zwangsweise eine subjektive Komponente bei der Benotung dabei.

Das bedeutet aber nicht, dass wir uns in den technischen Fächern auf vermeintlich objektive Prüfungen beschränken sollen. Denn auch diese Prüfungen sind nicht so objektiv, wie wir uns erhoffen würden. Flexer (1991) testete zwei Schulgruppen mit den Mathe-Aufgaben rechts. Gruppe A war mit Aufgaben des Typs 1 auf eine wichtige Prüfung hin dressiert worden, während Gruppe B ohne Prüfungsdruck gelernt hatte; bei Aufgabe 1 war Gruppe A 7% erfolgreicher als Gruppe B, und 6% weniger erfolgreich bei Aufgabe 2. Also ist die Diskrepanz zwischen vermeintlicher und empfangener Interpretation einer Prüfungsaufgabe auch irgendwo subjektiv.

Aufgabe 1	Aufgabe 2
87	Subtrahiere
<u>-24</u>	24 von 87.

Als Prüfer wähle ich die Themen und deren Formulierung, die in einer Prüfungsaufgabe vorkommen. Diese Themen spiegeln natürlich die Botschaft wider, die ich als Dozent vermitteln wollte, aber ich kann nicht genau beurteilen, ob diese Botschaft dem Verständnis der Studenten in meinem Unterricht entspricht. Mit anderen Worten: eine Prüfung prüft nicht das, was die *Studenten* können, sondern ihre Fähigkeit, sich an einer Fachdiskussion mit *mir* (und anderen Fachexperten) zu beteiligen. Beides sind wichtige Anliegen, aber nur eines davon wird bei klassischen Prüfungsverfahren berücksichtigt.

Zwei weitere wichtige Aspekte von Prüfungen sind sozialer Art. Eine Prüfung soll die Einzelleistung des Studenten messen, und daher ist die Prüfungseinsicht eine Eins-zu-eins-Diskussion zwischen mir und dem Prüfling. Zusätzlich ist es wegen des Zeitpunkts der Prüfung normalerweise der Fall, dass eine Prüfungseinsicht erst Monate nach der Prüfung erfolgt. Bis zu diesem Zeitpunkt haben die Gemüter sich beruhigt. Diese Aspekte zusammen genommen erleichtern meine Position als Dozent bei der Prüfungseinsicht.

Bei fortlaufender Beurteilung ist die Situation anders: als Dozent komme ich sofort ins Gespräch mit Studenten, die sich untereinander durchaus über meine Note austauschen. Somit kann fortlaufende Beurteilung plötzlich für den Dozenten zu einer sehr unangenehmen Angelegenheit werden.

Am Ende dieser Diskussion ist meine Meinung wie folgt:

Eine Prüfung misst die Fähigkeit der Studenten, sich in einer Fachgemeinschaft zu verständigen; sie schützt mich vor emotionalen Unannehmlichkeiten. Fortlaufende Beurteilung misst die Fähigkeit der Studenten, sich flexibel auf die Gegebenheiten einer Problemsituation einzustellen; sie erwartet von mir, dass ich mich als ganze Person mit den Meinungen meiner Studenten auseinandersetze.

Welche dieser zwei Alternativen die ‚bessere‘ ist, muss der Leser entscheiden. Ich denke, ich muss letztendlich einzeln zwischen den Extremen der selbstständigen Kompetenz meiner Studenten und meinem persönlichen Durchhaltevermögen abwägen.

4.2.3 Zeitmanagement ist ein ernsthaftes Problem

Meine letzte große Entdeckung aus dem Pilotmodul ist eine etwas deprimierende: Die Verwendung benoteter Projektarbeit setzt Studenten zwangsweise unter einen fast unzumutbaren Druck.

Diese Einsicht entspricht auch Erfahrungen mit Projektarbeit aus britischen Schulen (J. Henry und K. Cavalcanti, persönliche Kommunikation), wo entdeckende Methoden sehr breit verwendet werden. Konfrontiert mit der Wahl, entweder eine zusätzliche Prüfung zu schreiben oder ein zusätzliches Projekt zu bearbeiten, stimmten Mathematik-Abiturienten in Leicester, England, einstimmig für die Möglichkeit der Prüfung, weil sie Projektarbeit als sehr stressig erfahren hatten. Die Woodbridge School, Woodbridge, lehnt mittlerweile benotete Projektarbeit für Abiturienten kategorisch ab, weil die Abwägung zwischen Note und Aufwand meistens zu schlechteren Noten führt. Mehrere Berichte aus der „Times Educational Supplement“ deuten auf dasselbe Ergebnis hin.

Meine Erfahrung mit FH-Studenten ist, dass sie sehr notenorientiert sind. Wenn ich sie darum bitte, eine unbenotete Arbeit bis zur nächsten Lehrveranstaltung vorzubereiten, werden sie diese Arbeit mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erledigen. Wird diese Arbeit aber benotet, ist sie auf jeden Fall pünktlich fertig.

Bei entdeckendem Lernen ist es so, dass die Arbeit im Unterricht oft sehr von Vorbereitungen abhängt; wenn diese nicht gemacht worden sind, kann der Unterricht nicht stattfinden. Theoretisch wäre es möglich, entdeckendes Lernen ohne benotete Projektarbeit durchzuführen, und am Ende eine normale Prüfung zu halten. Ich habe dies in der Vergangenheit tatsächlich ausprobiert, mit dem Ergebnis, dass die Studenten die Vorbereitungen nur sehr oberflächlich gemacht haben und am Ende extrem schlecht auf die Prüfung vorbereitet waren.

Ich habe also mit Absicht die benotete Projektarbeit ins Pilotmodul „Intelligente Systeme“ eingebaut, aber mit einem verhängnisvollen Ergebnis: Die Studenten hörten einfach auf, in andere Vorlesungen zu gehen, weil sie „so überlastet mit dem Projekt von Herrn Palfreyman“ wären. Meine Kollegen haben erstaunlich viel Verständnis für meine Situation gezeigt, und ich habe wirklich alles getan, um absolut sicher zu sein, dass meine Anforderungen an die Studenten nicht den Rahmen eines 5 ECTS Moduls sprengen. Aber das hat nichts genützt, und zwar aus zwei Gründen:

- Gerade deswegen, weil Studenten im Laufe des Semesters Einfluss auf die Abschlussnote der Projektarbeit nehmen können, investieren sie ihre ganze Energie in diese Note, auch wenn dies einen negativen Einfluss auf andere Fächer hat.
- Wenn die Abschlussnote nicht aus einer Prüfung, sondern aus Projektarbeit entsteht, verlagert sich der Kursaufwand aus der Prüfungszeit heraus und in die Vorlesungszeit hinein. Mit einem 5 ECTS Modul sind somit 10 SWS Arbeit verbunden, was zwangsweise auf Kosten anderer Kurse gehen muss.

Ich frage mich, wie es jemals möglich sein könnte, mehr als ein Modul pro Semester durch Kursarbeit zu benoten. Meine Studenten waren am Ende des Semesters ziemlich sauer wegen der Arbeitsmenge, die sie in die Untersuchungen hineingesteckt hatten, und andere Module im Sommersemester haben eindeutig darunter gelitten. Wie wären sie wohl darauf zu sprechen gewesen, wenn alle Kurse fortlaufend benotet worden wären?

5. Empfehlungen ...

Abschließend bin ich nun verpflichtet, die brennende Titelfrage zu beantworten: *Ist entdeckendes Lernen (zumindest in der hier geschilderten Form) für technische Studiengänge geeignet?*

Meine Antwort lautet: *Ich weiß es nicht.* Durch meine Erfahrungen mit dem Pilotmodul weiß ich jetzt ganz sicher, dass Studenten durch Projektarbeit schneller, effektiver und mit mehr Lust lernen können als durch Frontalunterricht. Andererseits sind die emotionalen und Zeitmanagements-Hürden so hoch, dass ich Projektarbeit nur mit Vorsicht weiterempfehlen kann. Im Folgenden fasse ich meine Empfehlungen unter drei Aspekten zusammen: Empfehlungen an mich, an interessierte Kollegen und an das DiZ.

... an mich für nächstes Jahr:

Wie möchte ich nächstes Jahr mit dem Pilotmodul vorgehen?

- Das grundsätzliche Konzept des Pilotmoduls hat eindeutig gut funktioniert. Die Studenten haben sehr gute Arbeit geleistet und haben mit Spaß gelernt. Ich werde nächstes Jahr die Untersuchungen weiter als Basis für den Unterricht benützen.
- Um Zeitmanagement zu fördern, werde ich die Untersuchungen so gestalten, dass jede wirklich nur 28 Stunden Arbeit in Anspruch nehmen soll. Ich werde den Studenten klar machen, dass „Überstunden“ auf eigene Faust geleistet werden.
- Auf die Prüfung ganz zu verzichten ist keine gute Idee, da die Studenten dann keine Gelegenheit haben, ihr gesammeltes Wissen aus dem Semester zu konsolidieren. Aber ich möchte auch nicht, dass eine Prüfung zu viel Zeit von den Untersuchungen wegnimmt. Sie wird zukünftig 20% der Modulbenotung betragen.
- Ich muss den Studenten klarer machen, dass die Benotung der Untersuchung entscheidend vom Bericht abhängt. Nicht, weil ich ihre Implementierung ignoriere, sondern weil der Autor die Verantwortung dafür hat, mich auf die Funktionalität und auf die gelungenen Aspekte seiner Implementierung aufmerksam zu machen.
- Ich werde theoretische Fragestellungen in die Untersuchungen einarbeiten, damit die Studenten die Gelegenheit haben, das theoretische Wissen aus den Untersuchungen bewusst zu formulieren. Ich bin außerdem der Meinung, dass solche theoretischen Fragen einen feinfühligere Benotungsmaßstab anbieten, als er mir dieses Semester zur Verfügung stand. Diese theoretischen Fragestellungen wären abstrakte Prinzipien, die die Studenten selber herausfinden müssten und deren Erlernen mitbenotet würde.
- Für die Problematik, dass benotete Projektarbeit Leistungsaufwand aus der Prüfungszeit in die Vorlesungszeit verschiebt, habe ich einfach keine Lösung. Darüber muss ich noch nachdenken und mit meinen Kollegen sprechen.

... an Kollegen, die auch didaktische Forschung durchführen wollen:

Jeder von uns, der regelmäßig unterrichtet, hat die Möglichkeit, vielleicht sogar die Verantwortung, Neues auszuprobieren, dabei zu lernen, und dieses neu entdeckte Wissen an Kollegen weiterzugeben. Für diejenigen, die diese Ideen im eigenen Unterricht ausprobieren möchten, schlage ich folgendes Vorgehen vor:

- Bauen Sie auf dem auf, was Ihnen schon vertraut ist.
- Im Pilotmodul „Intelligente Systeme“ habe ich es leider nicht geschafft, alle meine Vorsätze für sozial enaktive Lehre einzuhalten. Sie stellen aber trotzdem ein Vorbild für meine zukünftige Lehre dar.
- Überanstrengen Sie sich nicht! Fangen Sie langsam mit einzelnen Themen an.
- Diskutieren Sie und planen Sie mit gleichgesinnten Kollegen zusammen! Sie brauchen deren moralische Unterstützung.
- Protokollieren Sie alles, was Sie ausprobieren, und was dabei herauskommt.
- Halten Sie Ausschau nach Auswirkungen auf das Lernen der Studenten und auf Ihren eigenen Unterricht.
- Betrachten Sie sich als konstruktivistischen Forscher! Jeder Versuch ist nur der Anfang, und kann später modifiziert werden.
- Machen Sie sich Ihre Erfolge bewusst! Haben Sie den Eindruck, dass Sie dabei Neues lernen, dann lohnt sich die Arbeit.

... an das DiZ:

Dieser Artikel fing an mit einer sehr vage formulierten Kritik an das DiZ, die ich jetzt als Empfehlung formulieren möchte. Ich danke allen Trainern beim DiZ dafür, dass sie mir die Werkzeuge an die Hand gegeben haben, die ich für dieses Pilotprojekt brauchte. Aber die Werkzeuge allein reichen nicht aus – wir brauchen mehr.

Bei fast jeder von mir im DiZ erlernten Technik musste ich feststellen, dass sie so voller praktischer Stolpersteine steckt, dass ich sie nicht in der vorgegebenen Form benutzen konnte. Es ist natürlich zu erwarten, dass ich lernen muss, flexibel mit diesen Werkzeugen umzugehen, aber dass ich ununterbrochen über eine so lange Zeit derartig flexibel sein musste, hatte ich nicht erwartet. Die Hauptprobleme waren die oben erwähnten Themen Benotungsstreit und Zeitmanagement, aber es waren auch noch so viele andere kleine

Probleme dabei, die hätten vermieden werden können, wenn ich nur vorher mit jemandem hätte reden können, der diese Techniken in der tagtäglichen Praxis der technischen Hochschullehre schon ausprobiert hatte.

Meiner Meinung nach wäre es eine Zumutung, diese Praxisnähe von DiZ-Trainern zu verlangen. Sie sind eben keine Spezialisten der Bioinformatik oder Mechatronik, sondern Spezialisten der Didaktik. Wie ihre Ideen in die Praxis des Hochschulalltags am besten integriert werden können, sollten diejenigen erforschen, die diese Praxis täglich ausüben – also wir selber. Wir sollten nicht nur entdeckend unterrichten, sondern auch entdeckend aus unserer Praxis lernen.

Meine Empfehlung an das DiZ lautet also: Seien Sie nicht nur ein Zulieferer didaktischer Techniken, sondern auch ein Unterstützer didaktischer Forschung in den Hochschulen. Investieren Sie in die praktische Forschung, die Professoren im täglichen Beruf durchführen. Wir Professoren hatten bis jetzt eher ein Kundenverhältnis zu Ihnen, aber wir können auch eine Consulting-Rolle spielen, wenn Sie uns befähigen, die praktische Umsetzung Ihrer Theorien und Techniken aktiv zu erforschen. Konkret schlage ich folgende Fördermaßnahmen dieser Forschung vor:

- Zeigen Sie uns, dass Sie verstehen, dass auch wir didaktische Expertise besitzen, und dass Ihnen unsere Ideen und Erfahrungen wichtig sind, und setzen Sie sich dafür ein, dass fortlaufende didaktische Forschung zu einer integrierten und anerkannten Komponente unseres Lehrauftrags wird. Kurz gesagt: Fördern Sie die Gestaltung der Hochschulen als „Lernende Organisation“.
- Bauen Sie unsere praktische Erfahrung mit Ihren Ideen und Techniken in Ihre Kurse ein, damit nicht nur die theoretischen, sondern auch die praktischen Aspekte in Seminaren vermittelt werden können.
- Mein Versuch hätte wahrscheinlich dieses Semester nicht überlebt, wenn ich nicht das offene Ohr von bestimmten Kollegen genossen hätte, aber ich kenne viele Professoren, die keine so verständnisvollen Kollegen haben. In britischen Schulen, Hochschulen und Sozialeinrichtungen sind Social-Support-Netzwerke eine unabdingbare Komponente. Fördern Sie den Aufbau solcher kollegialen Unterstützungsnetze an den bayerischen Fachhochschulen.
- Vielleicht wäre gerade in diesem Zusammenhang ein vernetztes Arbeiten hilfreich. So könnte ich mir vorstellen, über den Verlauf eines Semesters gemeinsam mit einem Referenten vom DiZ über eines meiner Kursmodule zu reflektieren. Ich wäre bereit, meine Praxis anhand der theoretischen Ansätze vom DiZ hinterfragen zu lassen, und umgekehrt erweist erst die Umsetzung im Unterricht die Praxistauglichkeit dieser Ansätze. Auf diese Weise könnten sowohl der praktische Unterricht als auch die theoretischen Lernansätze sich gegenseitig informieren und voneinander profitieren.

6. Abschliessende Bemerkung

In einem Zitat in der Süddeutschen Zeitung stand kürzlich, der Bologna-Prozess sei deswegen gescheitert, weil Professoren „weiterhin frontal Stoff durchpauken [würden], statt auf moderne fächerübergreifende Lehrformen umzusteigen“ (Nida-Rümelin). Ich persönlich stehe zur Bologna-Reform, aber ich möchte nicht, dass Hochschulprofessoren die ganze Schuld dafür gegeben wird, dass wir neue Unterrichtsmethoden nicht ausprobieren. Ich habe im Artikel genau beschrieben, wie unheimlich viel Arbeit und seelische Anstrengung mit diesem Versuch verbunden war, und diese Hemmschwelle ist einfach zu hoch, um andere für Methoden dieser Form begeistern zu können. Ich bin allerdings fest der Meinung, dass die Schwierigkeiten, die ich hier geschildert habe, durchaus lösbar sind, und halte es für die Aufgabe des Wissenschaftsministeriums, die notwendigen Ressourcen zur Verfügung zu stellen, damit wir Professoren die pädagogischen Werkzeuge in die Hand bekommen, die für einen Erfolg der Reform unabdingbar sind.

7. Danksagung

Ich möchte folgenden Personen für ihre Hilfe beim Schreiben dieses Artikels danken:

- Während des Pilotmoduls „Intelligente Systeme“ starb mein ehemaliger Mathematik-lehrer Brian McConnell. Ich danke ihm für die großzügige Weitergabe seiner Einsicht, dass Mathematik eine Lebenseinstellung mit praktischen Konsequenzen für meinen Umgang mit anderen ist.
- Die Lehrer Achim Est, Jeff Henry und Karina Cavalcanti stellten ihre Erfahrungen und Ideen mit der Verwendung benoteter Projektarbeit in der Praxis in zahlreichen Diskussi-onen zur Verfügung.
- Ich danke herzlichst den Bioinformatik-Studenten des Jahrgangs 2005 der FH Weihen-stephan, von denen ich so viel gelernt habe.

8. Quellen

Adolph, K.E. (1993). *Perceptual-motor development in infants' locomotion over slopes*. Unpublished doctoral dissertation, Emory University, Atlanta.

Assessment Reform Group (2002). *Assessment for learning: Ten principles*. www.assessment-reform-group.org.uk.

Bruner, J. (1991). *Acts of meaning*. Harvard Univ. Press.

Bryant, P.E. & Trabasso, T.R. (1971). Transitive inferences and memory in young children. *Nature*, 232, 456-458.

Butler, R. (1988). Enhancing and undermining intrinsic motivation; the effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance, *Brit. J. Ed. Psych.*, 58, 1-14.

Clarke, S. (2007). www.shirleyclarke-education.org

Denvir, B. & Brown, M. (1986). Understanding number concepts in low attaining 7-9 year olds: Part II The teaching studies. *Educ. Stud. in Math.*, 17, 143-64.

Fagen, J.W. & Rovee-Collier, C. (1983). Memory retrieval: A time-locked process in infancy. *Science*, 222, 1349-1351.

Flexer, R. (1991). Comparisons of student mathematics performance on standardized and alternative measures in high-stakes contexts. Zitiert in Schoenfeld, A.H., *Assessing mathematical proficiency*, Cambridge Univ. Press.

Garfield, J. (1987). *Modularity in knowledge representation and natural language understanding*. MIT Press.

Heidegger, M. (2008;1927). *Sein und Zeit*. Akademie-Verlag.

Kelly, G. (1986). *Die Psychologie der persönlichen Konstrukte*. Junfermann.

Mason, J.H. (1988). Fragments: The implications for teachers, learners and media users/researchers of personal construal and fragmentary recollection of aural and visual messages. *Instructional Science*, 17, 195-218.

Maturana, H.R. & Varela, F.J. (2009). *Der Baum der Erkenntnis: Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens*. Fischer.

Namy, L. & Gershkoff-Stowe, L. (1993). *A microgenetic analysis of the origins of classification*. Konferenzpräsentation, zitiert in Thelen & Smith, (1996).

Newport, E.L. (1990). Maturation constraints on language learning. *Cog. Sci.*, 14, 11-28.

Piaget, J. (1976). *The grasp of consciousness: Action and concept in the young child*. Harvard Univ. Press.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1998). *Von der Logik des Kindes zur Logik des Heranwachsenden*. Klett-Cotta.

Rickart, C.E. (1995). *Structuralism and structures: A mathematical perspective*. World Scientific.

Rovee-Collier, C. (1990). The „memory system“ of prelinguistic infants. In A. Diamond (Ed.), *The development and neural bases of higher cognitive functions* (pp. 517-542), New York Acad. Sci.

Schön, D. (Ed.) (1990). *The Reflective Turn: Case Studies in and on Educational Practice*. Teachers College Press.

Skemp, R.R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding, *Mathematics Teaching*, 77.

Taylor, P. & Campbell-Williams, M. (1993). Discourse towards balanced rationality in the high school mathematics classroom: Ideas from Habermas's critical theory. Zitiert in Jaworski, B., *Investigating mathematics teaching, 1994*, RoutledgeFalmer.

Thelen, E. & Smith, L.B. (1996). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. MIT Press.

Tulving, E. & Thomson, D.M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psych. Rev.*, 80, 352-373.

von Glasersfeld, E. (1987). Constructivism. In Husen & Postlethwaite (eds), *International Encyclopedia of Education, Supplement Vol. 1*, Pergamon.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of the higher psychological processes*. Harvard Univ. Press.

Watson, A. & Mason, J.H. (2004). *Mathematics as a Constructive Activity: Learners Generating Examples*. Lawrence Erlbaum.

Epilog

Franz Waldherr

Ich danke Niall Palfreyman ganz herzlich, dass er sich die Arbeit gemacht hat, sein Konzept nicht nur in Theorie und Praxis niederzulegen, sondern auch die Problemzonen anzusprechen. Dies gilt besonders für die kritischen Worte über das DiZ, weil wir dadurch wieder etwas lernen konnten: Was wir tun und wie wir es tun, kommt wohl häufig etwas anders an, als wir das beabsichtigen. Insofern passt das gut zum Thema und der Erkenntnis, dass jeder eine andere Sichtweise von einer Sache haben kann.

Ich könnte nun abheben darauf, dass die Umfrageergebnisse vom Dezember letzten Jahres für uns in den meisten Punkten sehr gut ausgefallen sind (vgl. die letzte DiNa „evalescere“), und uns wissenschaftlich fundierte, praxisnahe, an der Lehre an der Hochschule für angewandte Wissenschaften orientierte Arbeit bescheinigen. Oder ich könnte die wesentlichen Ergebnisse der gerade eben abgeschlossenen externen Evaluation zitieren, die uns bestätigt, dass wir mit unseren Angeboten voll auf der Linie des neuesten Papiers des Wissenschaftsrates „Empfehlungen zur Verbesserung der Qualität in Lehre und Studium“ liegen (in dem auch noch eine Fußnote die hochschuldidaktische Arbeit in Bayern und Baden-Württemberg als besonders positive Beispiele würdigt).

Das trifft aber den Kern der Aussagen von Niall Palfreyman nicht. Diesen Kern seiner „Empfehlungen an das DiZ“ verstehe ich so: „Bitte macht nicht nur Seminare, sondern kümmert Euch auch um uns bei der Umsetzung – also auch um jeden einzelnen, der sich tief in die Materie hineinarbeitet“.

Gerne tun wir das. Unsere „Projektseminare“ sind eigentlich eine Antwort auf diesen Wunsch. Wir entwickeln zusammen mit interessierten Kolleginnen und Kollegen eine mit konkreter Methodik gestaltete Unterrichtssequenz bis in die Umsetzung. In den Projektseminaren wird das dann als Beispiel zur Verdeutlichung der Methode den anderen Teilnehmern gezeigt. Jeder Teilnehmer kann dann die Hilfe des Trainers und auch der schon erfahrenen KollegInnen in Anspruch nehmen, wenn er seinerseits für sich an der Umsetzung arbeitet. Beispiele haben wir in „Lernen durch Lehren“, „Planspiele für Techniker“ und auch mit dem Thema „Große Gruppen“. Das haben wir in der DiNa so publiziert, auch waren wir schon öfter mal am DiZ mit KollegInnen zusammengesessen. Nicht zuletzt ist die Didaktikberatung für die Einrichtung einer Lernplattform bei unserem Moodle-Fullservice auch ein Beispiel dafür. Ergänzend wäre die von uns seit mehreren Jahren immer wieder angeboten, aber leider wenig nachgefragte Einführung in das Kollegiale Coaching zu nennen.

Ich sehe bei all diesen Ideen vier Schwierigkeiten:

- Zum einen ist es wirklich so, wie Niall Palfreyman schreibt: Alles, was wir Ihnen vorschlagen, steckt voller Stolpersteine, die bei jedem Projekt anders aussehen. Das ist aber aus unserer Sicht relativ normal für Lernvorgänge, Stichwort „Silbertablett“ (s. Editorial). Immer, wenn wir uns etwas aneignen, entdecken wir die Schwierigkeiten vor allem bei der Umsetzung; wir haben da aber die Möglichkeit, entsprechende Lernschleifen einzulegen.
- Unsere begrenzten Kapazitäten sind das zweite. Bisher konnten wir die Nachfrage aber durch Projektgelder in unserem Haushalt und die damit mögliche Einbindung externer Trainer einigermaßen befriedigen.
- Der dritte, aus Sicht des DiZ kritischste Punkt, weil wir daran arbeiten müssen, ist: Anscheinend kommt unser Angebot gar nicht dort an, wo es gebraucht würde. Noch nicht einmal Niall Palfreyman hat es wohl gekannt, obwohl er dem DiZ sehr verbunden ist. Daran haben wir in nächster Zeit zu knabbern.
- Der vierte Punkt ist: Es gehört an unseren Hochschulen – typisch deutsch? – immer noch nicht zur ganz normalen Kultur, sich über das Wie des Lehrens zu unterhalten. Dazu kann das DiZ zwar einen Beitrag leisten. Ein Vielfaches der Wirkung, die das DiZ entfalten kann, würde aber eine entsprechende Initiative der Hochschulleitungen bewirken: Innerhalb einer Hochschule, und mit entsprechenden Anreizen verbunden, gerne auch vom DiZ begleitet und unterstützt.

Fazit:

Auch das DiZ ist **nur ein Baustein** im Puzzle. Der sind wir gerne. Aber halt nicht allein. Es gibt einiges zu tun, von uns, aber auch an den Hochschulen. Danke, Niall Palfreyman.



Impressum
DiNa 11/2008
ISSN 1612-4537

Herausgeber

Zentrum für Hochschuldidaktik der
bayerischen Fachhochschulen (DiZ)
Goldknopfgasse 7
85049 Ingolstadt
Tel.: 0841/14296-0
Fax: 0841/14296-29
E-Mail: diz@diz-bayern.de
www.diz-bayern.de

Redaktion

Prof. Dr. Franz Waldherr,
Direktor des DiZ (V.i.S.d.P.)
Claudia Walter

Layout & Satz

PR|DESIGN, Petra Rödl
Münchener Straße 89
85051 Ingolstadt
www.pr-design.de

Druck

Druckhaus Kastner
Schlosshof 2 – 6
85283 Wolnzach

Auflage 4.000 Stück

Beiträge der Autoren geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Nachdruck von Beiträgen erwünscht, Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten.

Die Autoren

Niall Palfreyman, Studium an der Universität Nottingham, B.Sc. (Math. with Education), M.Sc. (Math. Physik), Promotion an der Universität Leicester, Softwareentwickler, Trainer und Manager bei IBM, AT&T und assyst GmbH. Seit 2000 Professor und Didaktikbeauftragter der Fachhochschule Weihenstephan in der Fakultät Biotechnologie & Bioinformatik.

Franz Waldherr, Studium an der TU München, Dipl.-Ing. (Univ.), wiss. Assistent am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre der Brauerei der TU München-Weihenstephan. Promotion zum Dr. oec., Berater und Trainer mit Schwerpunkt Organisations- und Teamentwicklung, ab 1991 freiberuflich. Seit 1997 Professor an der Fachhochschule München im Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen, seit 2002 Direktor des DiZ.

Achim Weiland, Studium an den Universitäten Marburg / Saarbrücken, Studienassessor für Germanistik und Politikwissenschaften. Promotion zum Dr. phil., Leiter der Personalentwicklung bei der ZF Getriebe GmbH in Saarbrücken; Leiter der Führungskräfteentwicklung bei Veba AG / E.ON AG, Düsseldorf; Leiter Personalbetreuung und -entwicklung bei der Viterra AG, Essen. Seit 2001 Professor für Personal und Organisation an der Hochschule Hof, ab Dezember 2008 an der Hochschule Neu-Ulm.