

Wilhelm, Markus; Brovelli, Dorothee

Problembasiertes Lernen (PBL) in der Lehrpersonenbildung: Der Drei-Phasen-Ansatz der Naturwissenschaften

Beiträge zur Lehrerbildung 27 (2009) 2, S. 195-203



Quellenangabe/ Reference:

Wilhelm, Markus; Brovelli, Dorothee: Problembasiertes Lernen (PBL) in der Lehrpersonenbildung: Der Drei-Phasen-Ansatz der Naturwissenschaften - In: Beiträge zur Lehrerbildung 27 (2009) 2, S. 195-203 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-137203 - DOI: 10.25656/01:13720

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-137203>

<https://doi.org/10.25656/01:13720>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

**BEITRÄGE ZUR LEHRERINNE-
UND LEHRERBILDUNG**

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für
Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

ISSN 2296-9632

<http://www.bzl-online.ch>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Problembasiertes Lernen (PBL) in der Lehrpersonenbildung: Der Drei-Phasen-Ansatz der Naturwissenschaften

Markus Wilhelm und Dorothee Brovelli

Zusammenfassung Seit drei Jahren werden an der PHZ Luzern im Fach Naturwissenschaften mehrere Module in der Sekundarlehrpersonenausbildung nach der Methode des Problembasierten Lernens (PBL) durchgeführt. Die in der Schweiz verbreitete Siebensprungmethode erwies sich für die naturwissenschaftliche Lehrpersonenbildung als wenig geeignet, da sie eine Mentalität des kleinschrittigen Abarbeitens bewirkte, statt eine kritische Gesamtsicht zu fördern. Deshalb entwickelten wir den Drei-Phasen-Ansatz, der nun nicht nur eine didaktische Methode darstellt, sondern Teil eines Grundverständnisses von Lernen bei fachübergreifenden Themen darstellen kann. In einer laufenden Studie wird das Ausbildungskonzept hinsichtlich der unterrichtsbezogenen Handlungskompetenzen von Naturwissenschaftslehrpersonen kritisch hinterfragt und mit Ansätzen anderer Hochschulen verglichen.

Problem-Based Learning (PBL) in teacher education: the three-phase approach to the Natural Sciences

Abstract A number of Natural Science modules in the education of secondary teachers have been run in the last three years at the University of Pedagogy, Lucerne, following the method of Problem-Based Learning (PBL) The seven-step method, which is widespread in Switzerland, proved unsuitable for the education of teachers of Natural Sciences as it resulted in a small step mentality instead of promoting a critical overview. For this reason we developed the three-phase approach, which is not only a teaching method but can be seen as part of a basic understanding of learning in cross-disciplinary topics. In an on-going study the training concept in terms of teaching-related skills of Natural Science teachers is being critically examined and compared to approaches from other universities.

1 Problembasiertes Lernen – eine Kurzeinführung

Problembasiertes Lernen (PBL) ist dadurch charakterisiert, dass eine möglichst lebensnahe und für die Lernenden attraktive Problemstellung in Gruppen zu sechs bis zehn Personen und mit tutorieller Unterstützung bearbeitet wird. Die Problemstellung ist dabei so gewählt, dass sie die gezielte Erarbeitung der gewünschten Lerninhalte ermöglicht. In vorgegebenen Schritten – meist nach der Siebensprungmethode (Moust et al., 1999; Weber, 2004) wird das Problem in der Gruppe analysiert und werden Lernziele formuliert. Der Lernstoff wird dann durch Gruppendiskussionen, Selbststudium und durch Instruktionen des Tutors bzw. der Tutorin sowie durch ergänzende Experimente erarbeitet.

Als Problem Based Learning PBL wurde die Methode um 1965 an der McMaster University in Kanada entwickelt und ab 1974 auch in Europa an der medizinischen Fakultät der Universität Maastricht eingesetzt und weiterentwickelt. In der Folge erfuhr sie eine schnelle Verbreitung vor allem in angloamerikanischen Medical Schools und in den Niederlanden und Skandinavien. Während PBL auch heute seine grösste Verbreitung in Medizinstudiengängen (z. B. in München, Bern und Zürich) aufweist, wird es mittlerweile auch in anderen Disziplinen wie Jura, Wirtschaft und Soziale Arbeit eingesetzt. In den Lehramtsstudien wird Problembasiertes Lernen zwar oft als Unterrichtsmethode gelernt, die Studentinnen und Studenten selber studieren aber sehr selten nach dem Ansatz des Problembasierten Lernens, obwohl es sich zum Beispiel für die naturwissenschaftliche Ausbildung gut eignen würde.

2 Situierung, Bedeutung und Umsetzung von PBL in der Lehrpersonenbildung

2.1 Situierung von PBL im Kontext des selbstgesteuerten Lernens

Problembasiertes Lernen ist selbstständiges und selbstgesteuertes Lernen, aber nicht minimal geführtes Lernen. PBL stützt die Studierenden mit einem stark strukturierenden Gerüst, damit sie anspruchsvolle Fragen klären können (Hmelo-Silver et al. 2007): «Scaffolded inquiry and problem-based environments present learners with opportunities to engage in complex tasks that would otherwise be beyond their current abilities» (S. 100). Folgende Elemente weisen diese Gerüstfunktion auf:

Das Problem: Es ist ein unbekanntes Phänomen oder eine unsichere Situation aus dem Alltag der Studierenden und initiiert das Lernen in diesem Bereich. Die dem Problem zugrunde liegende Alltagssituation oder das Alltagsphänomen wird derart bearbeitet, dass die Authentizität noch erfahrbar ist, aber dank der gezielten Problemkonstruktion grundlegende Fakten gelernt und Zusammenhänge verstanden werden können. Die Qualität der Problemkonstruktion hat direkte Auswirkungen auf das erfolgreiche Lernen.

Die Lernumgebung: Die Dozierenden reduzieren sowohl die vorgegebene Literatur bzw. die vorgegebenen Medien als auch die erkenntnisleitenden Experimente. Gleichzeitig induzieren sie auch mit gezielt eingesetzten mündlichen Fachinputs, dass sich die Studierenden selbst Fragen stellen.

Der Lernablauf: Problembasiertes Lernen ist bezüglich Lernablauf stark formalisiert und erfolgt häufig in sieben Schritten (Moust et al., 1999, Weber, 2004). Die Formalisierung erlaubt es den Studierenden, zielführend arbeiten zu können.

2.2 Bedeutung von PBL in der Lehrpersonenbildung

Der Ansatz des Problemorientierten Lernens in der Fachausbildung angehender Lehrpersonen ermöglicht es, intensiv an den drei von Shulman (1991) unterschiedenen Kategorien von Lehrerwissen zu arbeiten, dem fachinhaltlichen Wissen, dem pädagogischen Inhaltswissen und dem curricularen Wissen. Das fachinhaltliche Wissen (subject matter content knowledge) der Gymnasialzeit kann durch das selbstständige Formulieren von Lernfragen und das individuelle Vertiefen im Selbststudium je nach Vorwissen ausgebaut werden.

Mit Problembasiertem Lernen wird zudem pädagogisches Inhaltswissen (pedagogical content knowledge) vermittelt, also Wissen für den Unterricht. Dies beinhaltet das Erleben des Problembasierten Lernens als möglichen Unterrichtsansatz für die Zielstufe. Im Sinne des pädagogischen Doppeldeckers (Geissler, 1985; Wahl, 2001) gelingt eine Verbreitung neuer Lernformen, wie es das Problemorientierte Lernen für die Sekundarstufe I ist, leichter, wenn auch die Lehramtsstudierenden auf dieselbe Weise gelernt haben.

Schliesslich benötigen Lehrpersonen nach Shulman (1991) curriculares Wissen (curricular knowledge). Gerade für den Unterricht der integrierten Schulfächer wie «Naturlehre», «Natur und Technik» bzw. «Naturwissenschaft» lernen die Lehramtsstudierenden mit PBL eine Möglichkeit kennen, wie die Lehrplanforderung nach fächerübergreifenden Themen umgesetzt werden kann. Ebenso bietet PBL den Studierenden dank dem selbstgesteuerten Lernen mit eigenen Lernfragen einen Einblick, wie in heterogenen Lerngruppen die individuelle Fachkompetenz gefördert werden kann. Diese Erfahrung können sie in den Unterricht in niveaugemischten Klassen einbringen.

2.3 Umsetzung in der naturwissenschaftlichen Lehrpersonenbildung

Seit drei Jahren werden in den Naturwissenschaften der PHZ Luzern mehrere Module in der Sekundarlehrpersonenausbildung nach der Methode des Problemorientierten Lernens durchgeführt. Im Modul Kommunikation werden zum Beispiel im 7. Semester die Grundlagen der Optik, des Auges und der Neurobiologie sowie im 8. Semester jene der Wellenlehre, Akustik und des Hörens mit der Methode des Problemorientierten Lernens behandelt (Brovelli & Wilhelm, im Druck). Dabei erarbeiten sich die Lehramtsstudierenden dank der Ausrichtung an realen Problemen ein Fachwissen und Fachverstehen, das eine hohe Kontextorientierung aufweist. Gerade für Lehrpersonen ist diese Kontextorientierung unabdingbar (Wilhelm, 2007). Bewusst wird nicht zwischen Biologie und Physik getrennt, weil auch auf der Zielstufe diese echte Integration Vorteile aufweist. Besonders bei Mädchen führen biologische und medizinische Kontexte oft dazu, dass physikalische Inhalte eher als sinnvoll akzeptiert werden (Labudde 2003).

Methodisch wird Wert darauf gelegt, dass die gewählten Kontexte nicht zur Vertiefung, Überprüfung und Anwendung von bereits erworbenem Wissen, sondern zum Wissens-

erwerb im Prozess der Problembearbeitung dienen sollen. Der Grundgedanke dahinter ist, dass ein solches situiertes Lernen bei den Studierenden zu transferfähigem statt zu tragem Wissen führen soll. Mit dem problemorientierten Ansatz sollen auch Problemlösefähigkeit, Selbstständigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Gruppenkompetenz und Motivation gefördert werden (Weber, 2004).

Bei der ersten Durchführung der Module wurde mit der Siebensprungmethode nach Weber (2004) gearbeitet. Die Siebensprungmethode (vgl. Abbildung 1) ist ein Vorgehen, das im ersten Teil sehr kleinschrittig ist, aber die Lernenden auf den Schluss hin

Lerngruppe/Erste Problemanalyse. Vorwissen. (Erste Sitzung)	
1. Schritt: Begriffe klären	Was heisst das? Unklare Begriffe klären.
2. Schritt: Problem bestimmen	Worum geht es? Fragen: Sich fragen, was in der Aufgabe das vermutete Problem bzw. die Kernfrage ist. 1–3 zentrale Fragen formulieren.
3. Schritt: Problem analysieren	Was denkst du? Antworten: Brainstorming, um individuelle Erklärungen und Hypothesen gemäss Vorwissen zu generieren bzw. das Problem zu analysieren.
4. Schritt: Erklärungen ordnen	Was denken wir gemeinsam? Die verschiedenen möglichen Erklärungen ordnen, systematisch inventarisieren. Einigung auf wichtigste Hypothesen der Gruppe (= vorläufige Antworten auf die Zentralfragen). Aussagen und Ideen zusammenfassen und unter Oberbegriffe einordnen.
5. Schritt: Lernfragen formulieren	Welches sind die Lernfragen? Sich daraus ergebende Lernfragen formulieren. Das, was noch nicht bekannt bzw. unklar ist, in ca. 3 Lernfragen bzw. Lernziele fassen.
Selbststudium/Wissensaneignung. Neues Wissen. (Selbststudium)	
6. Schritt: Informationen beschaffen	Welche Antworten erhalte ich? Sich über das Material zu den Lernfragen gezielt einen Überblick verschaffen. Vertiefen. Auswählen und sich auseinandersetzen.
Lerngruppe/Vertiefte Problemanalyse. Neues Wissen. (Zweite Sitzung)	
7. Schritt: Informationen austauschen	Was ist neu? Was hat sich geändert? Alle präsentieren die Zusammenfassungen ihrer Ergebnisse zu den Lernfragen. Fragen einbringen und klären. Diskutieren. Rückblick auf Hypothesen. Zentralfrage muss kompletter beantwortet sein als zuvor. Es wird eine gezielte Anreicherung des subjektiven Vorwissens mit neuem objektivem Wissen vorgenommen.

Abbildung 1: Die Siebensprungmethode nach Weber (2004)

wenig führt und kaum Gewicht auf die Lösungsfindung des ursprünglich gestellten Problems legt. Aus diesem Grund wurde sie von uns für die naturwissenschaftliche Lehrpersonenbildung als wenig geeignet eingestuft. Sie birgt die Gefahr einer Mentalität des Abarbeitens von Teilschritten, statt die Sicht für das Gesamte zu erweitern. Zudem stehen die Teilschritte teilweise nicht auf der gleichen hierarchischen Ebene, zum Beispiel Schritt 1 und Schritt 7. Schliesslich sind authentische naturwissenschaftliche Probleme meist nicht linear von Schritt eins bis sieben bearbeitbar.

Die Siebensprungmethode wurde deshalb zum Drei-Phasen-Ansatz weiterentwickelt (vgl. Abbildung 2). Dabei werden drei zeitlich und inhaltlich zweifelsfrei unterscheidbare Phasen hintereinandergeschaltet. Innerhalb der einzelnen Phasen aber sind die Schritte nicht zeitlich abgrenzbar: Rückschlaufen sind möglich und oft auch wünschenswert.

Der Drei-Phasen-Ansatz weist die folgenden speziellen Merkmale auf:

- 1) Die fünf ersten Schritte des Siebensprungs wurden gestrafft und zur Analysephase zusammengefasst. Der Hauptvorteil liegt darin, dass die drei Teilbereiche der Analysephase mehrfach durchlaufen werden und somit die Problemanalyse im Sinne einer iterativen Annäherung gelingen kann. Auf eine Problemanalyse des einen Aspekts folgt eine erneute Problemidentifikation eines andern. Zudem werden zu jeder Zeit die sich daraus ergebenden Lernfragen gestellt und notiert.
- 2) Die Verstehensphase entspricht dem sechsten und teilweise siebten Schritt der Siebensprungmethode. Auch die beiden Elemente der Verstehensphase sind nicht zwingend zwei sich folgende Schritte. Oft ist es angebracht, dass die individuelle Wissensaneignung unterbrochen bzw. begleitet wird von Momenten des Austauschs. Dies gilt insbesondere dann, wenn experimentell gearbeitet wird. Die Grossgruppe teilt sich für solche Arbeiten in Kleingruppen zu zwei bis drei Personen. In der Regel wird die Verstehensphase mit einer Austauschrunde innerhalb der Gesamtgruppe abgeschlossen.
- 3) Der Synthesephase wurde im Verständnis von Reusser (2005) und Barrows (1980) wieder mehr Gewicht gegeben, denn bei der Siebensprungmethode bildet die Synthese lediglich einen Teilbereich des siebten Schrittes. Es besteht folglich die Gefahr, dass sie nur ansatzweise durchgeführt wird. Gerade die Synthesephase ist beim naturwissenschaftlichen Arbeiten aber von essenzieller Bedeutung. Das anfänglich erkannte naturwissenschaftliche Problemfeld oder Phänomen will erklärt oder zumindest ausgeleuchtet werden. Dank der Szenarienbildung des Drei-Phasen-Ansatzes gelingt eine intensive Fokussierung auf das anfängliche Problemfeld. Eine klassische Lösung – im Sinne von richtig und falsch – wird es aber auch hier nicht geben, da das Problem alltagsnah und offen formuliert ist.

Analyse-Phase
<ul style="list-style-type: none">– Problem identifizieren Diskussion darüber, was ein Problem sein könnte.– Problem analysieren Alle möglichen Erklärungen suchen, die zum vorliegenden Problem führen könnten. Erste Zusammenhänge und Gewichtungen vornehmen, keine Erklärungen ausschliessen.– Lernfragen formulieren Was muss jeder wissen, um die möglichen Erklärungsversuche abwägen zu können?
Verstehens-Phase
<ul style="list-style-type: none">– Neue Kenntnisse aneignen Individuelles Beantworten aller in der Gruppe gestellten Fragen mittels Experimenten, Literaturstudium oder Instruktion.– Andere Sichtweisen verstehen Je nach Vorkenntnissen und je nach Informationsquelle werden die Lernfragen von den Teilnehmenden unterschiedlich beantwortet. Das ermöglicht ein breiteres Verstehen, aber macht auch einen Einigungsprozess nötig.
Synthese-Phase
<ul style="list-style-type: none">– Erklärungsszenarien erstellen und bewerten Sich auf 2 bis 3 realistische Erklärungen beschränken und diese mittels der erarbeiteten Kenntnisse gegenseitig abwägen.– Exemplarität des Problems verstehen Es stehen mehrere Möglichkeiten zur Wahl: z. B. Übertragen der neu gewonnenen Kenntnisse auf ein analoges Problem (inhaltlicher Transfer). Übertragen der Methode auf die Zielstufe (methodischer Transfer). Auseinandersetzen mit dem Lernprozess (Prozess-Transfer).

Abbildung 2: Der Drei-Phasen-Ansatz der naturwissenschaftlichen Lehrpersonenbildung an der PHZ Luzern

Wir verstehen das Problembasierte Lernen – im Sinn von Savery (2006) – als ein Grundelement des Naturwissenschaftsstudiums und nicht nur als eine von vielen didaktischen Methoden: «Problem-based learning must be the pedagogical base in the curriculum and not part of a didactic curriculum» (S. 14). Folglich nimmt der vorliegende Drei-Phasen-Ansatz die speziellen Bedürfnisse eines naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiums gezielt auf und lässt sich im Sinne des pädagogischen Doppeldeckers auch auf die Sekundarstufe I übertragen. Gerade die Synthese-Phase ist für die Schülerinnen und Schüler der Zielstufe besonders bedeutend, denn sie sind vorwiegend am Problem und seinen Lösungsansätzen interessiert. Für die Lehrperson ist die Synthese-Phase ebenso bedeutend, denn sie steuert auf eine inhaltliche Transferfähigkeit des Gelesenen zu. Sie ermöglicht, dass das Exemplarische am Problem herausgeschält werden kann.

3 Erfahrungen mit PBL in der Lehrpersonenbildung

Die Erfahrungen mit dem Drei-Phasen-Ansatz des Problemorientierten Lernens, die an der PHZ Luzern seit drei Jahren gemacht werden, sind durchwegs positiv. Die Lernenden lassen sich von der Kontextorientierung begeistern, was sich in einer sehr engagierten Mitarbeit zeigt. Einzelne Studierende beteiligen sich deutlich reger an den Gruppendiskussionen als in klassischen Seminaren.

Nach Abschluss der Module werden die Studierenden jeweils nach ihren Erfahrungen gefragt. Sie empfinden die PBL-Fälle grossmehrheitlich als interessant und motivierend. Sie schätzen sowohl die ergänzenden Vorträge und Experimente als auch die konkrete Abgabe bzw. Angabe von Literatur zum Thema. Während die Arbeit in der Lerngruppe nicht von allen nur positiv eingestuft wird, begrüssen die meisten Studierenden die Möglichkeit, sich individuell vertiefen zu können. Sie wünschen sich dazu noch bessere Rahmenbedingungen, d.h. grössere Zeitfenster für die jeweilige Bearbeitung eines Problems und intensivere tutorielle Unterstützung während der zweiten Phase.

Seit dem zweiten Jahr führen wir gegen Ende der Module formative Lernkontrollen durch. Sie entsprechen dem Wunsch der Studierenden, eine gewisse Sicherheit zu erhalten, ob sie sich im Verlauf des Problembasierten Lernens die zentralen Lernfragen gestellt und diese richtig beantwortet haben.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Obwohl es Kritik gibt am Ansatz des Problembasierten Lernens (z. B. Kirschner et al., 2006), interpretieren wir – aufgrund unserer Erfahrungen – wie Hmelo-Silver et al. (2007) und Schmidt et al. (2007) die Resultate aus Metastudien zur Lernwirksamkeit von PBL als überzeugend. Die Lernwirksamkeit ist insbesondere dann nachweisbar, wenn von den Studierenden mehr als nur reproduzierbares Wissen erwartet wird (Kuhn, 2007), nämlich – wie zum Beispiel in unserem Fall – unterrichtsbezogene Handlungskompetenzen im Fach Naturwissenschaften.

Wegweisend in Bezug auf das Verständnis der Fachkenntnisse von Lehrpersonen sind die Beiträge von Shulmann (1991) sowie Rumpf und Kranich (2000), die sich fragen, welche Art von Kenntnissen Lehrpersonen denn brauchen. Sie grenzen diese deutlich von jenen eines Wissenschafters ab. Rumpf und Kranich (2000) benutzen dazu folgendes Bild: «Das Wissen, das Lehrer brauchen, befindet sich in einem anderen Aggregatzustand als das Wissen, das Wissensproduzenten der Wissenschaft als Handbuchwissen festgestellt haben. Es ist ein Irrtum anzunehmen, Wissen, wenn es denn nur sachlich richtig und wissenschaftlich approbiert sei, würde quasi automatisch die Menschen aufmerksamer, realitätstüchtiger, kreativer, kritischer machen» (S. 39).

In einer laufenden Studie wird das Ausbildungskonzept der Naturwissenschaften hinsichtlich der unterrichtsbezogenen Handlungskompetenzen von Naturwissenschaftslehrpersonen kritisch hinterfragt und die fächerübergreifende Ausbildungsstruktur an der PHZ Luzern mit disziplinären Ausbildungsstrukturen in Deutschland und der Schweiz verglichen. Der Vergleich zeigt, dass die fachbezogene Berufsidentität bei den mit PBL und integriert ausgebildeten Studierenden signifikant höher ist. Diese Ergebnisse stützen die in einer Pilotstudie festgestellten Tendenzen. Damals konnte zudem festgestellt werden, dass die Studierenden der integrierten Lehrpersonenbildung ihre motivationale Kompetenz und ihre Methodenkompetenz signifikant höher einstufen als die Studierenden der disziplinären Lehrpersonenbildung (Rehm et al., 2007). Wir werten dies als eine erste Bestätigung dafür, dass der integrierte Ausbildungsansatz mit Problemorientiertem Lernen erfolgreich ist. Zurzeit entwickeln wir einen Vignetten-test, der in Zukunft als vertiefendes Instrument zur Erfassung der unterrichtsbezogenen Handlungskompetenz von Naturwissenschaftslehrpersonen herangezogen werden soll.

Die positive Bilanz des Problembasierten Lernens in den Naturwissenschaften spiegelt sich schliesslich auch darin, dass mehrere Studierende in ihren Unterrichtspraktika auf der Sekundarstufe I entsprechend angepasste PBL-Fälle eingesetzt haben und von guten Erfahrungen berichten konnten.

Literatur

- Barrows, H. & Tamblyn, R.** (1980). *Problem-based Learning: An approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company.
- Brovelli, D. & Wilhelm M.** (im Druck). Problemorientiertes Lernen für den integrierten Naturwissenschaftsunterricht – Eine Unterrichtseinheit zur Optik und Akustik. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*.
- Geissler, K.A.** (1985). *Lernen in Seminargruppen*. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien.
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R. & Chinn, C.** (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42 (2), 99–107.
- Kirschner, P., Sweller, J. & Clark, R.** (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75–86.
- Kuhn, D.** (2007). Is Direct Instruction an Answer to the Right Question? *Educational Psychologist*, 42 (2), 109–113.
- Labudde, P.** (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 4, 48–66.
- Moust, J., Bouhuijs, P. & Schmidt, H.** (1999). *Problemorientiertes Lernen*. Wiesbaden: Ullstein Medical Verlagsgesellschaft.
- Rehm, M., Wilhelm, M., Brovelli, D., Malti, T. & Häcker, T.** (2007). Integrierte Naturwissenschaften auch in der LehrerInnenbildung? Ergebnisse einer empirischen Studie. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich* (S. 589–591). Berlin: LIT Verlag.
- Reusser, K.** (2005). Problemorientiertes Lernen - Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23 (2), 159–182.

- Rumpf, H. & Kranich, E.M.** (2000). *Welche Art von Wissen braucht der Lehrer?* Stuttgart: Klett-Cotta.
- Savery, J.** (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1 (1), 9–20.
- Schmidt, H., Loyens, S., Van Gog, T, & Paas, F.** (2007). Problem-Based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42 (2), 91–97.
- Shulman, L.** (1991). Von einer Sache etwas verstehen: Wissensentwicklung bei Lehrern. In E. Terhart, (Hrsg.), *Unterrichten als Beruf* (S. 145-160). Köln.
- Shulman, L.** (2004). Professional development: Learning from experience. In L. S. Shulman (Ed.), *The wisdom of practice: Essays on teaching, learning, and learning to teach* (pp. 501–520). San Francisco.
- Wahl, D.** (2001). Nachhaltige Wege vom Wissen zum Handeln. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 19 (2), 157-174.
- Weber, A.** (2004). *Problem-Based Learning: ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und auf der Tertiärstufe*. Bern: hep Verlag.
- Wilhelm M.** (2007). *Was ist guter Naturwissenschafts-Unterricht? chemica etc. didacticae* (98), 67–86.

Autor und Autorin

Markus Wilhelm, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule Zentralschweiz – Luzern, Institut für Lehren und Lernen, Museggstrasse 37, 6004 Luzern, markus.wilhelm@phz.ch

Dorothee Brovelli, Dr., Pädagogische Hochschule Zentralschweiz – Luzern, Institut für Lehren und Lernen, Museggstrasse 37, 6004 Luzern, dorothee.brovelli@phz.ch