



Ausbildung – Naturwissenschaften

Konzept Lernlabor Luzern

www.phlu.ch

PH Luzern · Pädagogische Hochschule Luzern
Ausbildung
Naturwissenschaften
Pfistergasse 20 · Postfach 7660 · 6000 Luzern 7
T +41 (0)41 203 01 04
markus.wilhelm@phlu.ch · www.phlu.ch

Markus Wilhelm

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen und Ziele	4
1.1	Situationsanalyse – Fachkräftemangel	4
1.2	Allgemeine Ziele und angestrebte Produkte	5
2	Das naturwissenschaftliche Lernlabor der PH Luzern	6
2.1	Die Idee	6
2.2	Raum und Material	6
2.3	Themen und Inhalte	7
2.4	Art der Nutzung	7
3	Effizienz und Effektivität des naturwissenschaftlichen Lernlabors	8
3.1	Effektivität von Lernlabors und lernwerkstätten	8
3.2	Das Lernlabor Luzern goes public	9
4	Literatur	10
5	Anhang	12
5.1	Meilensteine des Lernlabors Luzern	12

Konzept Lernlabor Luzern

1 Grundlagen und Ziele

1.1 Situationsanalyse – Fachkräftemangel

In der Schweiz gibt es einen Mangel an Fachkräften in den naturwissenschaftlich-technischen Berufen von rund 14'000 Personen (Gehring, Gardiol & Schaerrer, 2010). Daraus ergeben sich mittel- bis langfristig grössere Probleme für die Schweizer Volkswirtschaft. Der Grund für diese Lücke wurde einerseits im Elternhaus und andererseits in der Schule gefunden.

Sowohl im familiären Umfeld als auch in der Primar- und teilweise in der Sekundarschule fehlt oft die Förderung des Interesses an naturwissenschaftlichen und technischen Phänomenen. So ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein 15-jähriger Junge einen technischen Beruf ergreift, fünfmal so hoch wie jene für ein gleichaltriges Mädchen. 40 % dieser Differenz kann durch das Geschlecht erklärt werden (Gehring, Gardiol & Schaerrer, 2010), der Rest ist anerzogen. Anerzogene Gründe für das geringe Technikinteresse der Mädchen liegen vor allem in den stereotypen Erwartungen an die Mädchen durch Eltern und



Lehrpersonen sowie die «geschlechterspezifische, schulische und ausserschulische Technik-Sozialisierung zwischen 0 und 15 Jahren» (S. 77). Ausserdem fehlen weibliche Vorbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Deshalb soll in den Schulen eine gendergerechte Förderung betrieben werden. Doch nur entsprechend ausgebildete Lehrpersonen, die Zugang zu einfachen naturwissenschaftlichen Lern- und Labormaterialien haben, können dem fehlenden Interesse der Kinder und Jugendlichen entgegenwirken.

Das fachliche und fachdidaktische Professionswissen der Lehrpersonen wird generell als zentraler Faktor für den Erfolg von Bildung angesehen (z. B. Doll & Prenzel, 2001; Klieme et al., 2003; Helmke, 2006). Das Lehrpersonenprofessionswissen wird auch von Fischer et al. (2010) als Faktor für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern herausgearbeitet: «Den von Shulman (1986, 1987) geprägten Begriffen des *pedagogical knowledge* (pädagogisches Wissen), *content knowledge* (Fachwissen) und *pedagogical content knowledge* (fachdidaktisches oder fachspezifisch pädagogisches Wissen) scheint eine zentrale Bedeutung bei der Unterstützung von Wissenserwerbs- und Wissenskonstruktionsprozessen von Lernenden zuzukommen» (S. 62).

Eine Schweizer Studie kam zu analogen Ergebnissen (Lagler & Wilhelm, eingereicht): Fachfremdes Unterrichten bzw. Unkenntnisse in *Physical Sciences* führt bei den Lernenden auf der Zielstufe zu einem geringeren Fähigkeitsselbstkonzept in Chemie und Physik und zu schlechteren Leistungen der Lernenden in diesen Disziplinen. Die defizitäre Ausbildung von Primarlehrkräften in Physik, Technik und Chemie wird schon seit Jahren bemängelt (Möller et al., 2004). Die Auswirkungen sind ebenfalls bekannt (Franz, 2008): «Das oft geringe Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht kann also bedenkliche Folgen haben. In diesem Lernbereich liegt die Schwierigkeit bei den Lehrern oft weniger in der Bewältigung von problematischen Unterrichtssituationen. Sie trauen sich hier vielmehr selbst nicht zu, die Inhalte zu verstehen, was teilweise mit der defizitären Ausbildungssituation zusammenhängen kann» (S. 96-97).

1.2 Allgemeine Ziele und angestrebte Produkte

Das Lernlabor an der PH Luzern will einen Beitrag dazu leisten, dass Kinder und Jugendliche ihr Interesse an den Naturwissenschaften aufrechterhalten, einen Einblick in professionelle Laborarbeit gewinnen und ein zeitgemässes Wissenschaftsverständnis erwerben können.



Als Aus- und Weiterbildungszentrum für Studierende und Lehrpersonen aller Stufen der obligatorischen Schulzeit bietet das naturwissenschaftliche Lernlabor Luzern, neben Materialien für die Unterrichtsgestaltung, vor allem Beobachtungsmöglichkeiten von Lernprozessen, d. h. Studierende und Lehrpersonen können Schülerinnen und Schüler beim Lernen beobachten, um daraus Schlüsse für die eigene Unterrichtspraxis zu ziehen. Das Lernlabor Luzern versteht sich damit als Ergänzung und Erweiterung des Bildungs- und Ausbildungsangebots im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich auf der Kindergarten-/Primarstufe wie auch der Sekundarstufe I und der zugeordneten Lehrerweiterbildung.

Die mit dem Lernlabor Luzern verfolgten Ziele sollen zudem mittelfristig zu ganz konkreten Produkten führen.

Verfolgte Ziele	Angestrebte Produkte bzw. Output
<p>Ebene der Schülerinnen und Schüler</p> <p>Unterstützung der Lernenden bei der Berufsfindung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich, z. B. durch phänomenorientierte Einblicke in die Welt der Naturwissenschaften oder durch Einblicke in die professionelle Laborarbeit (Titrimetrie; Rasterkraftmikroskop: Blick auf Moleküle usw.).</p>	<p>Reduktion des Mangels an qualifizierten Berufseinsteigerinnen und Berufseinsteigern in naturwissenschaftlich-technischen Berufen der Zentralschweiz.</p> <p>→ Kooperationen mit Industrie und Gewerbe</p>
<p>Ebene der Lehrpersonen</p> <p>Unterstützung der Lehrpersonen hinsichtlich eines lernwirksamen naturwissenschaftlichen Unterrichts durch die im Lernlabor erprobten Experimente und Lerngelegenheiten.</p>	<p>Bereitstellen von im Lernlabor Luzern erprobten Experimenten, Lehrmitteln und unterstützenden Materialien.</p> <p>→ Experimentiersammlung für die Primarschule (<i>Verlag Seilnacht</i>)</p> <p>→ Naturwissenschaftliches Lehrmittel (<i>Schulverlag plus AG</i>)</p> <p>→ Unterlagen zum Selbstbau des Lernlabors an den Schulen vor Ort (<i>Verlag Seilnacht</i>)</p>
<p>Ebene der Hochschule</p> <p>Forschungsbasierte Weiterentwicklung der Naturwissenschaftsdidaktik hinsichtlich Kompetenzorientierung im Sinne der Basisstandards Naturwissenschaften (Konsortium NaWi+ 2010).</p>	<p>→ Lehrbuch zur Didaktik und Methodik der Naturwissenschaften (<i>Schulverlag plus AG</i>)</p>

2 Das naturwissenschaftliche Lernlabor der PH Luzern

2.1 Die Idee

experimentieren, erforschen, lernen

Lehrpersonen können mit ihren Schulklassen das Lernlabor Luzern themenbezogen einen halben oder einen ganzen Tag nutzen. Dort stehen den Schülerinnen und Schülern Lern-, Experimentier- und Forschungsboxen zur Verfügung, so dass ein phänomen- und problembasiertes Lernen möglich ist (Wilhelm & Brovelli, 2009). Ein Ordnungssystem gliedert die Lerngelegenheiten systematisch und hilft den Schülerinnen und Schülern bei der Orientierung (Bölsterli et al., 2011).

beobachten, schlussfolgern, umsetzen

Als Aus- und Weiterbildungszentrum für Studierende und Lehrpersonen aller Stufen der Volksschule bietet das Lernlabor Luzern neben Materialien für die Unterrichtsgestaltung Beobachtungsmöglichkeiten an. So können Lehrpersonen sowie Studierende die Schülerinnen und Schüler beim kompetenzorientierten Lernen beobachten und daraus Schlüsse für den eigenen Unterricht ziehen.

Das Lernlabor Luzern versteht sich damit als Ergänzung und Erweiterung des Bildungs- und Ausbildungsangebots im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich vom Kindergarten über die Primar- bis hin zur Sekundarstufe I (Brovelli et al., 2011).

analysieren, erkennen, weiterentwickeln

Ebenso wichtig ist die fachdidaktische Begleitforschung im Lernlabor Luzern. Ziel ist, Erkenntnisse zu gewinnen, wie lernwirksamer Naturwissenschaftsunterricht beschaffen sein muss. Diese Erkenntnisse fliessen in die Entwicklung von Lehrmitteln für die Primar- und Sekundarstufe sowie in die Entwicklung von fachdidaktischen Lehrbüchern ein.

2.2 Raum und Material

Das Lernlabor Luzern ist in zwei naturwissenschaftlichen Arbeitsräumen aufgeteilt:

- Werkstattraum mit 24 Arbeitsplätzen zum Experimentieren.
- Studierraum zur Gestaltung offener Lernsituationen mit 12 Arbeitsplätzen.

Die Räume des Lernlabors Luzern sind am Standort der Naturwissenschaftsräume der PH Luzern (Museggstrasse 22) im U-Boden eingerichtet, damit das Lernlabor möglichst optimal von der Hochschule profitieren kann und umgekehrt.

Alle Experimente sind in handlichen Boxen und mindestens in doppelter Ausführung vorhanden. Bei problemorientierten oder forschungsorientierten Boxen sind die Stückzahlen je nach Bedarf und im Einzelfall auch als Klassensatz angefertigt. Die Themen sind an den verschiedenen Farben der Frontschilder zu erkennen. Das Boxensystem wird durch zusätzliche Lehrmittel von anderen Herstellern ergänzt.

Der Werkstattraum besitzt einen Abzug, er hat den Sicherheitsstandard eines chemischen Labors. Für weiterführende Experimente sind zwei Arbeitsplätze für anspruchsvolle chemische Experimente vorhanden. Waagen, Titrations- und Pipettiergeräte und ein Grundstock an Chemikalien aus dem Bereich der Haushalts- und Farbenchemie befinden sich offen im Raum. Zum Erstellen von Holzmodellen, Postern oder Funktionsmodellen stehen Holz- und Papierrohstoffe zur Verfügung, sowie Präzisionsmaschinen und Werkzeug an einer Werkbank.

Im zweiten Raum, dem Studierraum, werden aktuelle und ausgewählte Informationsquellen zur Verfügung Anschluss, sowie Internetanschluss und Farblaserdrucker, Laminier- und Schneidegeräte, ein Whiteboard und zwei Sessel für Hör- und Entspannungsübungen. Der Raum lässt sich verdunkeln.



2.3 Themen und Inhalte

Im Lernlabor Luzern sind weit über 100 Experimentierboxen zu verschiedenen Themen vorhanden (Seilnacht, 2011). Und sie werden laufend erweitert. Somit stellt das Lernlabor Luzern eine Lernumgebung dar, in der die Schülerinnen und Schüler:

- Lernprozesse selbst strukturieren und reflektieren
- naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden erproben
- interessante Experimente durchführen und entwickeln
- naturwissenschaftliche Phänomene und Probleme erforschen
- Farben, Kosmetika oder andere Haushaltsprodukte herstellen
- mit Werkzeugen Modelle bauen oder Medien entwerfen
- mit Hilfe ausgewählter Medien Informationen sammeln



Folgende Themen bietet das Lernlabor Luzern zurzeit an:

Kindergarten

- Warum schwimmt ein Schiff?
- Wie entsteht ein Klang?

Primar

- Das Geheimnis um die schwarze Asche (Einführung in die Chemie)
- Warum ist Luft nicht nichts?
- Wie unterscheiden sich Fisch, Vogel und Säugetiere

Sekundarstufe I

- Energie und Solartechnik
- Nanotechnologie
- Energie: Süss-, Sport- und Energy Drink
- Stoffe erkennen und analysieren
- Die Säurewerkstatt
- Waschmittel und Seifen
- Die Farbenwerkstatt
- Sehen und Hören – Optik und Akustik
- Blutkreislauf und Atmung (mit Beatmungspuppen)
- Evolution verstehen

2.4 Art der Nutzung

Buchungszeiten

Jeweils von Montag bis Mittwoch und während der Semesterferien (Januar bis Februar sowie Juni bis August) von Montag bis Freitag können sich Schulkassen zusammen mit ihren Lehrpersonen oder Jugendorganisationen in Begleitung von Leiterinnen/Leitern halbtagesweise in das Lernlabor Luzern einbuchen. Während der restlichen Zeit steht das Lernlabor Luzern für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen zur Verfügung.

Betreuung und Kosten

Das naturwissenschaftliche Lernlabor Luzern wird von einer professionellen Fachkraft betreut, die die Schülerinnen und Schüler alleine oder zusammen mit Studierenden der PH Luzern beim Lernen begleitet. Die Fachkraft verfügt über einen reichen Erfahrungsschatz in der Lernbegleitung (z. B. mit der Arbeit mit Lernkompetenzrastern).

Kosten für die Besucher/innen aus dem Kanton Luzern

- pro Halbtage CHF 100.– für eine Schulklasse (ab 25 Lernenden zusätzlich CHF 4.– für jede Schülerin und jeden Schüler)
- pro Tag CHF 150.– für eine Schulklasse (ab 25 Lernenden zusätzlich CHF 7.– für jede Schülerin und jeden Schüler)
- bei individuellen Lehrpersonenweiterbildungen (ohne Betreuung) CHF 30.– pro Halbtage
- anderer Gruppen: Aufwandsentschädigung auf Anfrage

Aktuelle Nutzung

Im Frühsommer 2011 konnte das Lernlabor Luzern für die Schulen geöffnet werden. Im ersten Betriebsjahr verzeichnet es insgesamt 110 Halbtagesbesuche durch Schulklassen und Gruppen. An 91 Halbtagen wurde es von Schulklassen besucht, davon 36 begleitet durch Dozierende der PH Luzern. An 10 weiteren Halbtagen stand das Lernlabor Luzern für die institutionalisierte Lehrpersonenbildung zur Verfügung, an 5 Halbtagen für personale Lehrpersonenweiterbildung und an 4 Halbtagen für Studierende zur individuellen Unterrichtsvorbereitung (vgl. Anhang).

Zudem hatten 900 Schülerinnen und Schüler aus 120 Schulklassen anlässlich der tunZürich (Ende September 2011) während 10 Tagen die Gelegenheit an der Arbeitsweise im Lernlabor Luzern zu schnuppern. Ein gutes Viertel der Schulklassen reiste aus der Zentralschweiz an.

3 Effizienz und Effektivität des naturwissenschaftlichen Lernlabors

3.1 Effektivität von Lernlabors und Lernwerkstätten

Was darf vom Lernlabor der PH Luzern erwartet werden? Erfüllen ganz generell Schülerlabore und naturwissenschaftliche Lernwerkstätten die hohen Erwartungen hinsichtlich Interessenförderung und Lernwirksamkeit? Es gibt Hinweise dafür, dass sowohl Interessenförderung und Lernwirksamkeit zu erwarten sind (Wilhelm et al., 2011).

Interessenförderung

Eines der wesentlichsten Ziele von naturwissenschaftlichen Lernlabors ist, das Interesse der Schülerinnen und Schülern an möglichst authentisch bearbeiteten naturwissenschaftlichen Inhalten zu fördern. Um zu klären, ob dies gelingen kann, gilt es zwischen dem situationalen und dem dispositionalen Interesse zu unterscheiden. Die Dimension des dispositionalen Interesses umfasst die anhaltende Bereitschaft einer Person zur Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand, während das situationale Interesse nur kurzfristig besteht und durch eine didaktisch erweckte Aufmerksamkeit gegenüber einem Lerngegenstand erreicht werden kann. Das dispositionale Interesse ist nach dem «person-object approach to interest» (Krapp 2002, S. 408), wenn überhaupt, dann nur langsam veränderlich. Es lässt sich nicht durch einen einmaligen mehrstündigen Besuch eines Schülerlabors herleiten oder steigern. Trotzdem wird dies oft fälschlicherweise erwartet (Pawek, 2009).

Wohl deshalb wird die Frage nach den Interessen und der Interessensförderung der Lernenden hinsichtlich naturwissenschaftlicher Lernwerkstätten so kontrovers diskutiert. So kommt beispielsweise Guderian (2007) zu folgendem Schluss: «Das durch das Schülerlabor geweckte Interesse geht innerhalb weniger Wochen nach einem Besuch wieder verloren. [...] Damit werden die zum Teil sehr hoch gesteckten Ziele vieler dieser Einrichtungen, namentlich die nachhaltige Förderung des Interesses, nicht erreicht» (S. 167). Schmitz (2006) zweifelt aufgrund ihrer Studie – im Hinblick auf den Besuch von ausserschulischen Lernwerkstätten – sogar grundsätzlich an der Bedeutung der Interessensförderung: «Ein Zusammenhang zwischen dem Interesse an Projektthemen und dem Interesse der Schüler an der Arbeit mit den Laborgeräten zeigte sich nicht. Dies entsprach nicht der Erwartung, weil doch gerade mit den praktischen Arbeiten in authentischer Lernumgebung, also im Labor bzw. Freiland, das Interesse der Schüler gefördert werden sollte» (S. 195).

Demgegenüber erhielten Burch und Hess (2007) in ihrer Studie zum Unterrichtsthema «Moor» statistisch signifikante Hinweise, dass ein ausserschulischer Lernanlass ein bestehendes Interesse von Schülerinnen und Schülern besser zu halten vermag als ein analoger Lernanlass im Schulzimmer. Pawek (2009, S. 96) konnte in seiner deutlich breiter angelegten Studie nachweisen, dass Lernanlässe in Schülerlabors bei sehr vielen Schülerinnen und Schülern sogar ein Interesse zu wecken vermögen, welches im Laufe eines Jahres nur geringfügig verblasst.

Lernwerkstätten scheinen folglich unter gewissen Umständen einen bedeutenden Beitrag leisten zu können, um das dispositionale Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften zu erhalten. Die Datenlage ist aber noch sehr dünn. Hier können Forschungsprojekte des Lernlabors einen Beitrag zur Klärung dieser Fragen leisten.

Lernwirksamkeit

Neben dem Anspruch der Interessenserhaltung bzw. -förderung an naturwissenschaftlichen Themen wird erwartet, dass sich naturwissenschaftliche Lernwerkstätten auch durch Lernwirksamkeit auszeichnen können. Genauso wie im Schulzimmer stellt sich aber auch beim Arbeiten in Schülerlabors die Frage, welche Lernwirksamkeit die Lehrperson erreichen will. Ein Training auf eine kurzfristige Wissensreproduktion kann dabei nicht die Intention eines Lernanlasses in einer Lernwerkstatt sein, dazu böte sich im Schulzimmer ein idealeres Umfeld. Aus diesem Grund scheinen direktive Lernaufträge mit angekündigten Lernstandesmessungen ungeeignet zu sein (Wilde, 2004). Als besonders lernwirksam erweisen sich hingegen Lernaufträge, die zwar direktiv sind, also konkrete Arbeitsanforderungen stellen, aber gleichzeitig die Autonomie der Lernenden fördern und ihnen Lernfortschritte bewusst machen. Bei zu offenen Lernsituationen nimmt die Lernleistung hingegen wieder ab, ganz analog zum Lernen im Schulzimmer (Wilde, 2004; Wellenreuther, 2009). «There is evidence to suggest that lower-ability learners perform better in well-structured, behaviourally oriented instructional environments, whereas higher-ability learners perform better in less-structured environments» (S. 13), erkannte bereits Cooper (1993).

Neben einer gut strukturierten Lernumgebung zur Begleitung der Schülerinnen und Schüler in der Lernwerkstatt, scheinen auch Vor- und Nachbereitung zentrale Faktoren zu sein. Wilde und Bätz (2006) weisen zumindest bei Besuchen in Naturkundemuseen signifikant bessere Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler nach, wenn sie auf den Besuch vorbereitet wurden. Dabei ist es nicht entscheidend, dass sie einen konkreten Inhaltsbezug erlebt haben. Eine konzeptionelle Vorbereitung genügt: «Während konzeptionell unvorbereitete Besuche des außerschulischen Lernortes Naturkundemuseum eher zu unverbundenem Wissen führen, das schlecht erinnert wird, nützt entsprechende Vorbereitung dabei, erinnerbares und verfügbares Wissen zu erwerben» (Wilde & Bätz, 2006, S. 86). Es ist anzunehmen, dass dies auch für den Besuch von Schülerlabors gilt, denn die vermutlich bedeutendste Massnahme, um die Lernwirksamkeit zu erhöhen, ist die curriculare Einbindung des Besuchs des ausserschulischen Lernorts (Carlson, 2008): «Teaching methods used in the field setting can also work to improve learning. A field setting is more likely to improve student learning if it directly relates to the topics being studied and the outdoor location» (S. 96). Nicht ganz unerwartet kommt deshalb die Forderung der Lehrpersonen nach weiterführendem Unterrichtsmaterial für die Vor- und Nachbereitung ausserschulischer Lernorte (Schäfli, 2009): «Die Einbettung im Unterricht kann gezielter erfolgen, wenn auf aufbereitetes Unterrichtsmaterial zurückgegriffen werden kann. Gewünscht wird vor allem Unterrichtsmaterial, das bedürfnisgerecht adaptiert/verändert werden kann» (S. 13). Dies setzt das Lernlabor der PH Luzern um.

Die Frage der curricularen Einbindung eines Besuchs im Schülerlabor und der sich daraus ergebenden Lernwirksamkeit wird zurzeit von einer Forschungsgruppe der PH Heidelberg (Prof. Dr. Markus Rehm) und der Universität Tübingen (Prof. Dr. Ulrich Trautwein) untersucht. Zu dieser Gruppe pflegt die PH Luzern regelmässige Kontakte und betreut gemeinsam Doktoranden.

Ebenso ist eine Kooperation zur Forschungsgruppe von Prof. Dr. Martin Gröger der Universität Siegen angedacht. Dabei geht es um die Beforschung der Bedeutung von Schülerlabors für die Weiterentwicklung der Naturwissenschafts-Didaktik der Lehrpersonenbildung. Das Freilandlabor FLEX der Universität Siegen (Gröger & Ziemek, 2009) ist hinsichtlich des didaktischen Ansatzes und der Nutzung mit dem Lernlabor der PH Luzern gut vergleichbar.

3.2 Das Lernlabor Luzern goes public

Das Lernlabor Luzern präsentiert sich regelmässig der Öffentlichkeit. Stellvertretend sind in der Folge einige Beispiele aufgeführt:

- **Eröffnung Lernlabor Luzern (24. Mai 2011)**

Offizielle Eröffnung des Lernlabors Luzern mit Grussreden des Präsidenten der Metrohm-Stiftung, des Rektors der PH Luzern, der Verantwortlichen des Lernlabors Luzern sowie des Deutschen Gastreferenten Prof. Dr. Markus Rehm. Unter den Gästen waren Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker sowie Lehrpersonen aus der gesamten Schweiz.



- **TunZürich (23. September bis 2. Oktober 2011)**

Rund 120 Schulklassen beziehungsweise 3'000 Schülerinnen und Schüler besuchten die Sonderschau zum naturwissenschaftlichen Lernen tunZürich an der Züspa in Zürich.

Das Lernlabor der PH Luzern (Dozierende und Studierende der Naturwissenschaften) war während der gesamten Dauer präsent. Die Schülerinnen und Schüler wurden mittels der Erstellung eines Sportgetränkes in das naturwissenschaftliche Arbeiten (genaues Abwägen) und Denken (Physiologie des menschlichen Körpers) eingeführt.



- **ScienceComm11 (30. September und 1. Oktober 2011)**

ScienceComm wird mit dem Ziel durchgeführt, Akteure der Wissenschaftskommunikation über die Sprachgrenzen hinweg zusammenzubringen (Museen, Kommunikationsverantwortliche, Wissenschaftler, Wissenschaftsjournalisten und weitere Interessierte). Thema der ersten Konferenz war: «Wissenschaft für Kinder und Jugendliche». Das Lernlabor der PH Luzern wurde durch Markus Wilhelm (Referat und Podiumsdiskussion) vertreten.

4 Literatur

- Bölsterli, K., Rehm, M., Seilnacht, T. & Wilhelm, M. (2011). Wie kann man kompetenzorientiert unterrichten? Das Lernlabor Naturwissenschaften der PHZ Luzern. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 22(126), 47-48.
- Brovelli, D., Niederhäuser von, R. & Wilhelm, M. (2011). Ausserschulische Lernorte in der Lehrpersonenbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 29(3).
- Burch, M. & Hess, A. (2007). *Ausserschulisches Lernen und Lernen im Schulzimmer im Vergleich*. Masterarbeit, PH Luzern.
- Carlson, S. (2008). Environmental Field Days: Recommendations for Best Practices. *Applied Environmental Education & Communication*, 7(3), 94-105.
- Cooper, P. A. (1993). Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism. *Educational Technology*, 33(5), 12-19.
- Doll, J. & Prenzel, M. (2001). Das DFG-Schwerpunktprogramm «Bildungsqualität von Schule» (BIQUA): Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. In BMBF (Hrsg.), *TIMSS: Impulse für Schule und Unterricht – Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Videodokumente* (S. 99-104). Bonn: BMBF.
- Fischer, H. E., Borowski, A., Kauertz, A. & Neumann, K. (2010). Fachdidaktische Unterrichtsforschung – Unterrichtsmodelle und die Analyse von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16. 59-75.
- Franz, U. (2008). *Lehrer- und Unterrichtsvariablen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine empirische Studie zum Wissenserwerb und zur Interessenentwicklung in der dritten Jahrgangsstufe*. Bad Heilbronn: Julius Klinkhardt.
- Gehrig, M., Gardiol, L. & Schaerrer, M. (2010). *Der MINT-Fachkräftemangel in der Schweiz*. Bern: Staatssekretariat für Bildung und Forschung SBF. Zugriff am 08.02.2011 unter http://www.sbf.admin.ch/htm/dokumentation/publikationen/uni/MINT_Schlussbericht.pdf
- Gröger, M. & Ziemek, H.-P. (2009). FLEX – Freilandlabor mit Experimentierfeld. In D. Hötecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*, 29 (S. 474-476). Münster: LIT-Verlag.
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte – der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*. Dissertation, Universität Berlin.
- Helmke, A. (2006). Was wissen wir über guten Unterricht? *Pädagogik*, 2. 42-45.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., ... Vollmer, H.J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Berlin: BMBF.

- Krapp, A. (2002). An Educational-Psychological Theory of Interest and Its Relation to SDT. In E. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of Self-determination Research* (S. 405-427). Rochester.
- Lagler, E. & Wilhelm, M. (eingereicht). Zusammenhang von fachlicher Lehrerbildung mit Schülerleistung in den Naturwissenschaften. *chimica etc. didacticae*.
- Möller, K., Jonen, A. & Kleickmann, T. (2004). Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht qualifizieren. Eine Aufgabe für die Lehrerfortbildung. *Grundschule*, 36(6), 27-29.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessenfördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation, Universität Kiel.
- Schäfli, B. (2009). *Ausserschulische Lernangebote im Bereich Umweltbildung – Qualitative Bedürfnisabklärung bei Schulen*. Bern: Stiftung Umweltbildung Schweiz.
- Schmitz, A. (2006). *Interessen- und Wissensentwicklung bei Schülerinnen und Schülern der Sek II in außerschulischer Lernumgebung am Beispiel von NaT-Working Meeresforschung*. Dissertation, Universität Kiel.
- Seilnacht, T. (2011). *Lernlabor Naturwissenschaften – Kopiervorlagen und Anleitungen zum Bau eines Lernlabors*. Bern: Seilnacht [CD-Rom].
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21.
- Wellenreuther, M. (2009): Individualisieren – aber wie? *Schulverwaltung NRW*, 3, 71-74.
- Wilde, M. & Bätz, K. (2006). Einfluss unterrichtlicher Vorbereitung auf das Lernen im Naturkundemuseum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 77-89.
- Wilde, M. (2004). *Biologieunterricht im Naturkundemuseum im Spannungsfeld zwischen Instruktion und Konstruktion – eine empirische Untersuchung zu kognitiven und affektiven Lerneffekten*. Dissertation, Universität Bayreuth.
- Wilhelm, M., Rempfler, A. & Messmer, K. (2011). Ausserschulische Lernorte – Chance und Herausforderung. In K. Messmer, R. von Niederhäusern, A. Rempfler & M. Wilhelm (Hrsg.), *Ausserschulische Lernorte – Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaften* (S. 2-18). Münster/Wien/Zürich: LIT.
- Wilhelm, M. & Brovelli, D. (2009). Problembasiertes Lernen (PBL) in der Lehrpersonenbildung: Der Drei-Phasen-Ansatz der Naturwissenschaften. *Beiträge zur Lehrerbildung* 27(2), 195-203.

5 Anhang

5.1 Meilensteine des Lernlabors Luzern

Oktober 2007	Antrag an die Metrohm-Stiftung für die Einrichtung eines Lernlabors auf dem B-Boden der Musegg wird gut geheissen . Die Metrohm-Stiftung finanziert die Erstellung der Lernmaterialien, den Kauf der Laborinfrastruktur, nicht aber die Koordination des Aufbaus des Lernlabors, ebenso nicht den Betrieb.
Ab Januar 2008	Planung Lernlabor im B-Stock der Musegg , inkl. zahlreicher Arbeitssitzungen.
Mai 2009	Die PHZ Luzern nimmt das Projekt «Lernwerkstätten» in den strategischen Entwicklungsschwerpunkt auf, wobei die naturwissenschaftlichen Lernwerkstätten als ein selbstfinanziertes Projekt auf der Grundlage der Förderung durch die Stiftung Metrohm bzw. durch die Stadt Luzern angesehen wird und deshalb finanziell nicht unterstützt werden.
Juli 2009	Besuch durch Prof. Dr. Martin Gröger Universität Giessen (Betreiber des Freilandlabors FLEX), Schärfung der Zielsetzung von Lernlabor und Lernburg.
August 2009	Zusammen mit Prof. Dr. Susanne Wildhirt Besuch der Lernwerkstatt an der Universität Kassel, Dr. Herbert Hagstedt. Schärfung der Zielsetzung von Lernlabor und Lernburg.
September 2009	Start der Erstellung der Lernumgebungen für das Lernlabor Luzern durch Thomas Seilnacht.
Dezember 2009	Start interne Bauplanung Lernlabor Luzern im U-Stock der Musegg durch das Team Naturwissenschaften der PHZ.
April 2010	Start externe Bauplanung Lernlabor Luzern im U-Stock der Musegg durch Kanton Luzern.
Juni 2010	Start Bauphase des Lernlabors Luzern .
Oktober 2010	Abschluss Bauphase des Lernlabors Luzern.
März 2011	Start Probephase des Lernlabors Luzern mit den 100 Lernboxen.
24. Mai 2011	Offizielle Eröffnung des Lernlabors Luzern mit Grussreden des Präsidenten des Stiftungsrates, des Rektors der PHZ, des Verantwortlichen des Lernlabors Luzern sowie des Gastreferenten Prof. Dr. Markus Rehm.
Juni 2011	Veröffentlichung der Lern-CD im Verlag Seilnacht zum Nachbau zentraler Lernumgebungen des Lernlabors in den Schulen (<i>Seilnacht, 2011</i>).
18. August 2011	Kooperationsgespräch mit Fabian Hochstrasser, Verkehrshaus der Schweiz, mit dem Ziel gemeinsamer thematischer Angebote (z. B. dynamischer Auftrieb - Fliegen), die Schulen während eines Tages im Lernlabor Luzern und im Museum nutzen können.
23. Sept. - 2. Okt.	Präsenz des Lernlabors Luzern an der Züspa in Zürich.
September 2011	Aufnahme des regulären Betriebs des Lernlabors Luzern.
1. Oktober 2011	Der Verantwortliche des Lernlabors Luzern, Markus Wilhelm, wird stellvertretender Modulleiter des Moduls 6 «Ausserschulische Lernorte» beim NFP-Projektantrag «Bildung und Nachwuchsförderung im Disziplinenverbund MINT».

Anf. Nov. 2011	Veröffentlichung eines Artikels zum kompetenzorientierten Unterricht im Lernlabor in einer Chemiedidaktischen Zeitschrift (<i>Bölsterli, Seilnacht, Rehm & Wilhelm, 2011</i>).
Ende Nov. 2011	Veröffentlichung eines Artikels zum Auserschulischen Lernen (u. a. im Lernlabor) in den Beiträgen zur Lehrerbildung (<i>Brovelli, von Niederhäusern & Wilhelm, 2011</i>).
2. Mai 2012	Besuch des Lernlabors Luzern durch Bildungsdirektor Reto Wyss.
Juli 2012	Kooperationsgespräche mit Dr. Britta Allgöwer, Direktorin Natur-Museum Luzern, mit dem Ziel gemeinsamer thematischer Angebote, die Schulen während eines Tages im Labor und dem Museum nutzen können (z. B. Genetik-Labor).
Winter 2012/13	Lancierung von Wissenschaftstagen (Zusammenarbeitsprojekt mit Verkehrshaus).
Frühling 2014	Eröffnung Balkonkraftwerk mit Forscherkisten zur Solartechnik.
Frühling 2018	Neue Experimente nach dem LUKAS Modell