

Lernen, um das Gelernte zu kommunizieren

Didaktische Miniaturen als methodische Alternative im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht

Albert Zeyer*, Manuela Welzel⁺

*Universität Zürich, ⁺Pädagogische Hochschule Heidelberg
(Eingegangen: 03.10.2005; Angenommen: 25.04.2006)

Kurzfassung

Im vorliegenden Artikel wird das Konzept der didaktischen Miniatur (educational miniature) vorgestellt. Es handelt sich dabei grundsätzlich um kleine Unterrichtseinheiten, die durch die Schüler/Studierenden entwickelt und umgesetzt werden. Sie unterscheiden sich von einem Schülervortrag im traditionellen Sinn dadurch, dass nicht wie üblich „nur“ der fachwissenschaftliche Inhalt und dessen korrekte Bewältigung im Vordergrund stehen. Vielmehr soll der fachdidaktische Blickwinkel genauso wichtig sein, und zwar sowohl bei der Erarbeitung der Miniatur als auch bei deren Präsentation. Dies führt zu einer echten Auseinandersetzung mit den Konzepten der Mitlernenden und damit unmittelbar auch zur Selbstreflexion auf die eigenen Konzepte des vorliegenden Sachverhaltes. Der Artikel schlägt fächerübergreifende naturwissenschaftliche Themen für didaktische Miniaturen vor, gibt praktische Hinweise dazu, wie man didaktische Miniaturen am besten einsetzt und welche Fehler vermieden werden sollten und zeigt das Potential auf, welches in dieser Unterrichtsform liegt.

1. Einleitung

Ist fachdidaktische Forschung wirklich nützlich für die alltägliche Unterrichtspraxis? Oft genug hört man diese Frage! In jahrelanger und aufwändiger Arbeit gewonnen, spiegeln Forschungsergebnisse doch immer nur einen Teil der Wirklichkeit im Klassenzimmer wider und manchmal scheint es schwierig, sie effektiv im Schul- und Unterrichtsalltag zu nutzen.

Das ist aber keineswegs immer so! Im vorliegenden Artikel möchten wir unser methodisches Konzept der didaktischen Miniaturen vorstellen, worin wir aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse der fachdidaktischen Forschung für die Praxis nutzbar machen. Didaktische Miniaturen sind recht einfach umzusetzen, führen zu beachtlichen Lern- und Motivationseffekten und können prinzipiell in allen Schulstufen in angepasster Form verwendet werden. Sie eignen sich aber besonders gut für die praxisorientierte Lehrerbildung. Die Erfahrungen, die wir in den vorliegenden Artikel einflechten, wurden an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz und an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg mit jungen Studierenden gewonnen, die gerade erst das Gymnasium absolviert hatten. Sie wurden in systematischer Weise ausgewertet und die Ergebnisse konnten bereits bei verschiedenen Gelegenheiten der Fachwelt vorgestellt werden.

In zwei früheren Artikeln (Zeyer & Welzel, 2005c, 2005d) haben wir ausgearbeitetes Unterrichtsmaterial zu den zwei integrierten Naturlehre-Themen

„Lunge von Frühgeborenen und Oberflächenspannung“ und „Blutsenkungsreaktion und Viskosität“ vorgelegt. Dabei verwendeten wir den Begriff der Unterrichtsminiatur. Im vorliegenden Artikel sprechen wir neu von didaktischen Miniaturen. Wir werden zeigen, inwiefern sich didaktische Miniaturen von Unterrichtsminiaturen unterscheiden und warum sie sich für den integrierten bzw. fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht besonders eignen. Wir schlagen weitere Themen für didaktische Miniaturen vor und geben praktische Hinweise dazu, wie man sie am besten einsetzt, welche Fehler vermieden werden sollten und welches Potential in dieser Unterrichtsform liegt.

2. Die didaktische Miniatur (educational miniature) – eine Weiterentwicklung der Unterrichtsminiatur

Der Begriff der Unterrichtsminiatur findet sich bei Labudde (2002) und wird dort im Zusammenhang mit einer praxisorientierten Lehrerbildung als „kleinere Unterrichtssequenz oder -einheit“ (6) verstanden. Lernende – also Schülerinnen und Schüler bzw. Studierende – erarbeiten sich selbstständig fachliche Inhalte und präsentieren diese anschließend in Form eines Schülervortrages.

Wir schlagen nun vor, den neuen Begriff der didaktischen Miniatur in einem deutlich spezifischeren Kontext zu verwenden (Zeyer & Welzel, 2005a): Eine didaktische Miniatur soll sich von einem „Schülervortrag“ im traditionellen Sinn dadurch

unterscheiden, dass nicht wie üblich „nur“ der fachwissenschaftliche Inhalt und dessen korrekte Bewältigung im Vordergrund steht. Vielmehr soll der fachdidaktische Blickwinkel, also die Frage nach der Vermittlung von Wissen, genauso wichtig sein, und zwar sowohl bei der Erarbeitung der Miniatur als auch bei deren Präsentation.



Abb. 1: Studierende des Lehramts erarbeiten die Physik am menschlichen Körper in einer didaktischen Miniatur. Das Thema: Statik des menschlichen Körpers und Hebelgesetz: Bandscheiben

Was bedeutet das? Die Lernenden sollen von Anfang an, sobald sie sich mit ihrem Thema auseinandersetzen, nicht nur den fachwissenschaftlichen Inhalt und dessen adäquate Präsentation thematisieren. Sie sollen vielmehr unter Anleitung der Lehrperson die fachdidaktische Frage der Vermittlung in gleicher Weise mit einbeziehen, sich also sofort die Frage stellen, wie man dieses Wissen so vermitteln kann, dass es die Zuhörer auch verstehen. Die zu verfolgenden Lernziele könnten damit lauten: „Lernen, um das Gelernte zu kommunizieren“ und „Lernen, um damit wiederum einen Lernkontext zu gestalten“.

Verschiedene Faktoren müssen bei der Umsetzung dieser Ziele beachtet werden: Die fachlichen Inhalte, die u.U. komplex und kompliziert sein können, die Lerner, die die Inhalte verstehen sollen und dafür bestimmte Voraussetzungen mitbringen und die Möglichkeiten der methodischen Gestaltung im Lehr-Lern-Kontext. Den beiden genannten Lernzielen entsprechend sind es die Studierenden selbst, die die Miniaturen gestalten und daher diese Faktoren selber im Blick behalten müssen. Dafür bietet sich das Modell der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, Duit, Gropengiesser, & Komorek, 1997) an.

Zentral für dieses Modell ist das Bewusstsein, dass der Gegenstand des naturwissenschaftlichen Unterrichts durch den didaktischen Prozess nicht etwa in seiner Komplexität vermindert, sondern gerade im Gegenteil behutsam erhöht und verdichtet wird. Der vortragende Lernende „bricht“ nicht einfach den fachwissenschaftlichen Inhalt, so wie er ihn versteht, um eine weitere Ebene auf das Niveau seiner Mitlernenden herunter, sondern ist im Gegenteil als

Vertreter der Zielgruppe mit der anspruchsvollen Aufgabe betraut, das fachwissenschaftliche Thema in deren lebensweltlichem Kontext zu „rekonstruieren“ und für eine kommunikative Lehr-Lernsituation aufzubereiten. Das bedeutet insbesondere, dass fachliche Konzepte und Vorstellungen der Mitlernenden gleichwertig behandelt werden. Dies führt zu einer echten Auseinandersetzung mit den Konzepten der Mitlernenden und damit unmittelbar auch zur Selbstreflexion auf die eigenen Konzepte des vorliegenden Sachverhaltes.

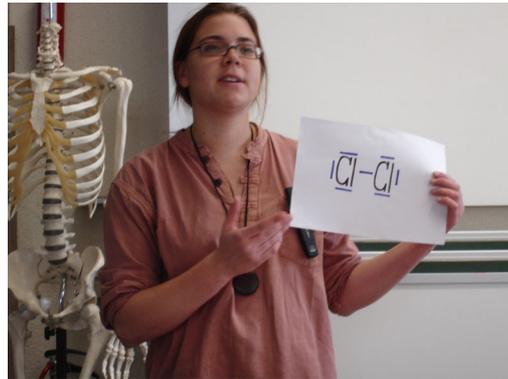


Abb. 2: „Lernen, um das Gelernte zu kommunizieren“

Das ist nicht nur für Lernende ein durchaus ungewöhnliches Vorgehen. Gerade auch bei Lehrpersonen kann es zunächst auf Befremden stoßen. Gibt die Physikdozentin bzw. der Physikdozent aber seine Vorbehalte auf und lässt sich von der beschriebenen Grundhaltung tragen, so vermittelt er den Lernenden seinerseits das Bewusstsein der Bedeutsamkeit ihres Vorhabens. Für die Lernenden, die die didaktische Miniatur durchzuführen haben, ergeben sich in Anlehnung an Kattmann und Duit et al. (1997) unmittelbar folgende Fragen, die sie von Beginn an bei der Vorbereitung begleiten müssen:

- Welche Vorstellungen über die fachlichen Inhalte kann ich der Literatur entnehmen? Wie verhalten sich diese zu meinen eigenen Vorstellungen über das Thema bzw. zu jenen meiner Mitlernenden? Welche Korrespondenzen und unterrichtlichen Möglichkeiten eröffnen sich für mich dadurch?
- Wie kann ich bei der Vermittlung des Themas meine eigene Perspektive und jene meiner Mitlernenden verknüpfen? Was bedeutet das für den Gebrauch von Begriffen und Fachwörtern?
- Welche fachdidaktischen Denk- und Arbeitswerkzeuge, welche Methoden und Hilfsmittel können in meiner didaktischen Miniatur für ein angemessenes und fruchtbares Lernen nützlich sein? Welche interaktiven Möglichkeiten stehen mir hierfür zur Verfügung?

Der Anspruch einer so verstandenen didaktischen Miniatur steigt gegenüber einem traditionellen „Schülervortrag“ erheblich an. Die beiden Lernziele, die mit einer didaktischen Miniatur verfolgt werden sollen – „Lernen, um zu kommunizieren“ und „Lernen, um damit wiederum einen neuen Lernkontext zu gestalten“ – werden durch die Anwendung des Modells der didaktischen Rekonstruktion dahingehend interpretiert, dass der Kommunikationspartner ernst genommen und die neue Lernumgebung sorgfältig auf ihn abgestimmt wird.

In der Tat könnte man der Skepsis Ausdruck geben, dass dies die Lernenden sogar zwangsläufig überfordern müsse. Genau an diesem Punkt setzt jedoch die Argumentation ein, warum sich integrierte Themen der Naturwissenschaft besonders für die Durchführung von didaktischen Miniaturen eignen. Integrierte naturwissenschaftliche Themen werden nämlich oft im Rückgriff auf bereits bekanntes Vorwissen aus den einzelnen Disziplinen unterrichtet. Damit verfügen die Autoren einer didaktischen Miniatur über einen bereits bestehenden gemeinsamen Schatz disziplinären Wissens. Durch das Modell der didaktischen Rekonstruktion werden sie nun gezielt dazu angeleitet, einzelne Kapitel aus dem zurückliegenden naturwissenschaftlichen Unterricht zu rekapitulieren und zu reflektieren, das Ergebnis des unterrichtlichen Geschehens in den Köpfen ihrer Mitlernenden einzuschätzen und es in ihre Vorbereitung einzubeziehen. Da sie so nahe an ihrem Zielpublikum sind, entsteht unter kundiger Begleitung der Lehrperson oft ein Resultat, welches die Ziele der fachdidaktischen Rekonstruktion besonders gut und adäquat umsetzt.

3. Beispiele von didaktischen Miniaturen zu integrierten naturwissenschaftlichen Themen

Integrierte Themen eignen sich aber auch aus anderen Gründen besonders gut für didaktische Miniaturen. Naturwissenschaften bieten nämlich unter einem integrierten Blickwinkel eine fast unerschöpfliche Fülle von Themen, die lebensnah, authentisch und für Lernende überaus interessant sind. Von wirklich „integrierten Themen“ sprechen wir dabei, wenn sie die Kriterien für „Interdisziplinarität“ nach Defila und Di Giulio (2002) erfüllen, das heisst unter anderem, wenn Perspektiven unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen zu ihrer Bearbeitung bzw. Lösung notwendig sind. Dieser Ansatz führt in der Regel zu klar umrissenen Themen.

In zwei vorangehenden beiden Publikationen (Zeyer & Welzel 2005a,b) zeigten wir, wie weit die Integration von naturwissenschaftlichen Themen getrieben werden kann und wie bereits einfache Experimente unter dem Blickwinkel der Integration zu tief liegenden Sacherkenntnissen führen können. Hier soll der Fokus nun nicht auf die Auslotung eines solchen Themas gelegt werden, sondern auf die Vielfalt der möglichen Themen und Materialien. Weil sich Themen der Humanbiologie und der Physik in idealer

Weise ergänzen und die Physik besonders stark von der Integration mit Humanbiologie profitieren kann, stammen unsere Beispiele aus der Schnittmenge dieser beiden Gebiete.

Oft wird die Frage gestellt, wo Unterlagen für solche integrierten Unterricht zu finden seien. In der Tat gibt es wenig ausgearbeitetes integriertes Material für die Sekundarstufe II und die Lehrerbildung, so dass Dozierende in der Regel auf sich selbst gestellt bleiben. Immerhin gibt es viele gute Quellen, in denen sich auch der Nichtmediziner bzw. -biologe zu humanbiologischen Themen kundig machen kann. In Lehrbüchern, Fachartikeln und im Internet findet sich sehr viel disziplinäres Material, das sich ideal zu einer integrierenden Verarbeitung anbietet. Besonders Websites, die von großen Krankenhäusern zur Patienteninformation angeboten werden bzw. solche von offiziellen Patientenorganisationen sind zuverlässig, auf dem neusten Stand und allgemeinverständlich formuliert.

Aber auch Wissensseiten anspruchsvoller Zeitungen und Zeitschriften (etwa „Forschung und Technik“ in der Neuen Zürcher Zeitung) und anderer Medien handeln humanbiologische und medizinische Themen auf hohem, aber laiengerechtem Niveau ab. Schließlich muss der medizinische Laie auch nicht unbedingt vor medizinischen Lehrbüchern zurückschrecken. Vor allem umfangreiche Grundlagenwerke sind sorgfältig und selbsterklärend geschrieben und detailliert illustriert.

Ein deutschsprachiges Unterrichtswerk, welches sich besonders gut eignet, um humanbiologisches Grundlagenwissen zu erwerben, ist das gut verständliche Lehrbuch *Mensch-Körper-Krankheit* (Huch & Bauer, 2003), das sich an zukünftige nichtärztliche Medizinalpersonen richtet. Im englischsprachigen Bereich bietet etwa das Lehrbuch *Life* (Lewis, Gaffin, Hoefnagels, & Parker, 2004) auf dem Level einer biologischen Grundlagenvorlesung viele Ansätze zu integriertem Denken. Im Folgenden werden passende Literaturangaben der soeben beschriebenen Art aufgeführt.

Die Themen, die sich an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz bewährt haben, sind:

1. Wachstum und Geschwindigkeit: Wachstumskurven.

Die so genannten Perzentilenkurven in der Kinderheilkunde sind nichts anderes als Ort-Zeit-Diagramme, wobei die Einheiten etwas ungewöhnlich sind: die Länge wird in cm angegeben, die Zeit in Jahren. Aus der Wachstumskurve kann auch die Wachstumsgeschwindigkeit abgeleitet werden. Dies ergibt eine weitere Kurve, die eindrücklich den Wachstumsschub dokumentiert, der für Mädchen früher einsetzt als für Jungen. Für die Studierenden ergibt sich die Möglichkeit, eine gewisse Unabhängigkeit von den physikalischen Einheiten zu entwickeln (Geschwindigkeit ist nicht immer m/s oder km/h). Kinetische Kurven erhalten einen ganz neuen

Sinn und werden zu diagnostischen Instrumenten. Aus biologischer Sicht ergibt sich eine Gelegenheit, über Wachstum und Entwicklung nachzudenken. Eine Fülle von Anregungen findet man dazu in (Largo, 2004). Auch Kinderkrankheiten bieten interessante Anknüpfungspunkte. Zum Beispiel wird der Kinderarzt häufig auf eine Zöliakie aufmerksam, wenn die Wachstumskurve einen charakteristischen Knick aufweist (Keller, Wiskott, & Betke, 1991).

2. Knochen und Kraft: Die Knochenbälkchen.

Die trabekuläre Struktur der großen Röhrenknochen wird durch den Verlauf der Kräfte bei Belastung bestimmt. Knochenbälkchen in den Knochenenden (Epiphysen) sind also eine Materialisierung des Kraftfeldbegriffes (Schiebler, 2005). Es ergibt sich die Möglichkeit, über die Vektoraddition von Kräften zu diskutieren, wobei recht rasch die anspruchsvolle Aufgabe entsteht, den Ursprung der beteiligten Kräfte zu eruieren. Aus humanbiologischer Sicht ist es zum Beispiel interessant, das Verhalten der Knochenbälkchen bei einer Fraktur zu besprechen. Es zeigt sich, dass der Knochen lebendes, dynamisches Gewebe ist, welches sich veränderten Belastungssituationen anpasst. Die Histologie (Gewebelehre) kann dies auch erklären: im vermeintlich toten Knochenmaterial gibt es Zellen (Osteoblasten), die das Knochenmaterial aufbauen und andere Zellen (Osteoklasten), die für den Abbau von Knochenmaterial verantwortlich sind (Junqueira & Carneiro, 1996).

3. Statik des menschlichen Körpers und Hebelgesetz: Bandscheiben.

Das Hebelgesetz erklärt, warum die Bandscheiben bei falschem Heben von schweren Lasten enormen Kräften ausgesetzt werden. Auch hier sorgt die Komplexität des biologischen Hintergrundes dafür, dass das an sich einfache Hebelgesetz auf einen relativ komplizierten Kontext übertragen werden muss, in dem Drehpunkt und Lastarme nicht ohne weiteres erkenntlich sind. Die Biologie erklärt dann, was bei einem Bandscheibenvorfall geschieht, welche Symptome dabei erscheinen und warum mit ganz bestimmten Ausfällen des Nervensystems gerechnet werden muss (Oberle, 2005).

4. Lunge und Strömungsgeschwindigkeit: Asthma.

Das Gesetz von Hagen-Poiseuille erklärt, warum die Verkleinerung von Lungengefäßen zu einem raschen Anwachsen des Strömungswiderstandes führt. Doch nur die Biologie der Lunge kann erklären, warum beim Asthma vor allem das Ausatmen erschwert ist, so dass die Lunge im Anfall mehr und mehr gebläht wird (Airtrapping). Das hängt damit zusammen, dass Asthma eine Erkrankung der kleinen Luftwege ist. Beim so genannten spastischen Kruppsyndrom zum Beispiel, welches den Kehlkopf betrifft, ist es genau umgekehrt: die Einatmung ist erschwert, während die Ausatmung relativ problemlos ist. Hier kann sofort mit dem Hinweis auf therapeutische Möglichkeiten angeknüpft werden. Die Wirkung von Asth-

ma-Medikamenten gibt interessante Aufschlüsse über humorale Steuerungsmechanismen im menschlichen Körper. Auf der Patientenseite <http://www.ahaswiss.ch/> etwa finden sich viele Informationen zu Asthma und Allergien.

5. Innenohr und Schwerkraft: Der Lift.

Hier stellt sich für die Studierenden zunächst die Aufgabe, die Kräfteverhältnisse im anfahrenen bzw. stoppenden Lift zu erklären. Im nächsten Schritt muss dann verstanden werden, warum das Schweregefühl des Körpers genau die Anzeige auf der Waage reproduziert. Dazu sind Kenntnisse des Innenohrs, insbesondere der Funktion der so genannten Statolithen (kleiner Steinchen) in Utriculus und Sacculus notwendig (Huch & Bauer, 2003). Im Anschluss daran kann zum Beispiel diskutiert werden, ob sich Astronauten im Weltall wirklich schwerelos fühlen und ob ein Schwerelosigkeitstraining im Wasserbecken tatsächlich als perfekte Vorbereitung für den Raumflug gelten kann.

6. Lunge und Oberflächenspannung: Frühgeborene.

Dieses Thema haben wir im Detail in einem früheren Artikel (Zeyer & Welzel, 2005c) besprochen. Es bietet die Möglichkeit, über Oberflächenspannung die Rolle von Tensiden in der Lunge und die Biologie des Frühgeborenen zu sprechen.

7. Körpergewicht und Arbeit: Abnehmen beim Walking.

Dies ist eines der vielen Themen, bei denen zwanglos Fragen der Gesundheitsförderung angesprochen werden können. Reibungs- und Hubarbeit können zum Anlass genommen werden, um eine einfache Formel zu entwickeln, die angibt, wie viel Arbeit beim Walking verrichtet wird. Das Ergebnis provoziert meist großes Erstaunen, weil klar wird, wie weit der Brennstoff eigentlich reicht, den man sich zum Beispiel mit einem Joghurt zuführt. Natürlich ist es unabdingbar, diese Zahl im humanbiologischen Teil in einen physiologischen und biochemischen Kontext einzubetten. Insbesondere muss auch die Problematik angesprochen werden, wonach Menschen, die zu Magersucht (Anorexie) neigen, Walking oft für übertriebenes Abnehmen instrumentalisieren (Zwaan, 2006).

8. Blut und Druck: Bluthochdruck.

Dieses klassische Thema wird meist auf der Ebene der Hydrostatik behandelt. Aber auch hydrodynamische Aspekte sind spannend und vermitteln tiefere Einsichten in das Wesen des Blutkreislaufes (www.physik.uni-muenchen.de/didaktik 2005). Die Physiologie des Bluthochdruckes (Schmidt, Lang, & Thews, 2005) bietet eine Fülle von Möglichkeiten, um über Aufbau und Funktion von inneren Organen (Herz, Gehirn, Nieren etc.) zu sprechen. Da Bluthochdruck eine sehr verbreitete Krankheit ist, stoßen solche Fragen gewöhnlich auf großes Interesse.

9. Blut und Viskosität: die Blutsenkung.

Auch dieses Thema haben wir in einem früheren Artikel (Zeyer & Welzel, 2005d) ausführlich erörtert. Die Anwendung der Differentialgleichung des freien Falls in einer viskosen Flüssigkeit führt zu einem erstaunlich genauen Einblick in das Geschehen bei Krankheiten wie zum Beispiel der rheumatoïden Arthritis.

Die Liste zeigt eindrücklich, dass die Humanbiologie bzw. die Medizin eine Fülle interessanter Themen zur Integrierten Naturlehre anbietet. Es gibt eine ganze Reihe von weiteren Beispielen, die den physikalischen und biologischen Blickwinkel vereinigen. Weitere Anregungen finden sich zum Beispiel auf der bereits erwähnten physikdidaktischen Website der Universität München (<http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik> 2005). Natürlich erschließt auch die Kombination von Chemie und Humanbiologie einen weiten Themenkreis. Die perfekte Integration würde ein Thema sogar unter allen drei Gesichtspunkten Physik, Biologie und Chemie betrachten. Auch das ist im medizinischen Bereich üblich. In diesem Sinn sind die vorgeschlagenen Themen Spiegel des schulmedizinischen Alltags, der davon lebt, dass das Wissen der Grundlagenwissenschaften auf den menschlichen Körper angewendet wird. Der Schulalltag profitiert von diesem augenscheinlichen Praxisbezug, von der natürlichen emotionalen Ausstrahlung medizinischer Themen und vom spontanen Interesse, welches ihnen von Schülerinnen und Schülern gewöhnlich entgegen gebracht wird.

4. Die unterrichtliche Einbettung von didaktischen Miniaturen

An der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz wurde der Einsatz der didaktischen Miniaturen im Rahmen eines mehrsemestrigen Forschungsprojektes überprüft und weiterentwickelt (Zeyer & Welzel, 2005b). Wir haben Studierende dabei beobachtet, wie sie die oben angeführten integrierten Themen im Rahmen von didaktischen Miniaturen aufbereiteten, kommunizierten und so neue Lernkontexte für ihre Mitstudierenden gestalteten. Es zeigte sich, dass didaktische Miniaturen nur dann erfolgreich eingesetzt werden können, wenn bestimmte grundlegende Gefahren und Tatsachen berücksichtigt werden:

Das Anspruchsniveau: Integrierte Themen sind für die Studierenden auf fachwissenschaftlicher Ebene enorm anspruchsvoll. Meist setzen sie beträchtliches disziplinäres Wissen voraus. Auch Studierende, die bereits eine Matura (Abitur) in der Schweiz bestanden haben, kamen rasch an die Grenzen ihres Fachwissens. Dabei zeigte sich, dass die Grenzen vor allem in der Physik rasch erreicht wurden. Aber auch in der Humanbiologie und vor allem in der Chemie wird es rasch eng, wenn das Wissen auf integrierte Themen angewendet werden soll. Mit der

Wahl eines Themas sollten diese Grenzen erreicht und auch überschritten werden, jedoch ist dabei darauf zu achten, dass daraus die Motivation zum Weiterlernen erhalten bleibt.

Die Integration: Studierende neigen dazu, Integration als Anhäufung beliebiger Fakten im Umkreis eines Rahmenthemas miss zu verstehen. Dass bei gekonnter Integration ein Thema aus verschiedenen disziplinären Winkeln beleuchtet wird, die sich gegenseitig ergänzen und so eine vertiefte Kenntnis des thematischen Inhalts möglich machen, prägt sich ihnen selbst bei wiederholter Instruktion oft nicht ein. So wurde zum Beispiel das Thema „Blutdruck“ gerne in die beiden Themenbereiche „Blut“ und „Druck“ aufgespaltet und die beiden Themen wurden nacheinander gesondert behandelt. Dabei wurde nie klar, inwiefern das Thema „Blut-Druck“ durch die Erörterung des Blutbaus beziehungsweise der physikalischen Definition von Druck erhellt werden sollte. Die Tatsache, dass das Vorgehen beim Messen des Blutdrucks einer physikalischen Begründung bedarf und dass umgekehrt das Schädigungspotential des hohen Blutdrucks durch humanbiologische Fakten erklärt werden kann, entzieht sich in der Regel dem gymnasialen fachwissenschaftlichen Hintergrund. Die Integration an sich ist damit eine große Herausforderung für die Studierenden.

Die Kommunikation/der Lernkontext: Lernende – auch Studierende Pädagogischer Hochschulen – neigen dazu, den Unterrichtsstil, den sie in ihrer Schülerkarriere erlebt haben, in fast karikierender Art und Weise in den Miniaturen einzusetzen. Unter dem Druck, vor ihren eigenen Kollegen auftreten zu müssen, flüchten sie sich in stark formalisierte, auf fachwissenschaftliche und fachdidaktische Sicherheit bedachte Unterrichtsformen. Die kurze Zeit, die zur Verfügung steht, bewirkt eine Neigung zum Frontalunterricht und zur Präsentation. Bei Experimenten werden die Zuhörer kaum involviert, sondern es wird das rigide eingeübte Lehrerexperiment vorgezogen. In der Regel ufern die Darbietungen zeitlich trotzdem aus. Das hängt nicht nur mit dem Anspruch der Integration zusammen, sondern im Gegenteil oft auch mit der fehlenden Fokussierung auf disziplinäre Themen, die tatsächlich etwas mit dem integrierten Thema zu tun haben. So wurden zum Beispiel beim integrierten Thema „Viskosität und Senkung“ oft *in extenso* die biologischen Funktionen der einzelnen Blutzellen besprochen. Dies, obwohl es zum Verständnis der Blutsenkung absolut ausreicht, die Blutbestandteile als kleine Kugeln von ungefähr äquivalenter Größe zu betrachten, die in einer viskosen Flüssigkeit absinken. Umgekehrt wurde im physikalischen Teil zu wenig berücksichtigt, dass es genügt, die stationäre Phase des Absinkens zu berücksichtigen, weil das Verhältnis zwischen Viskosität und Masse der absinkenden Erythrozyten stark zu Gunsten der Viskosität ausfällt.

In jedem Fall sprengte die entstehende Miniatur sofort jeden inhaltlichen und zeitlichen Rahmen. Hier brauchen die Lernenden Hilfe und Anleitung: Hinweise auf experimentelle und interaktive Möglichkeiten, Beispiele für Fragen an ihr Publikum, Hilfestellung beim Abschätzen der zeitlichen Verhältnisse.

Der Umgang mit Fehlern: Die Auswertung der Videoaufnahmen durchgeführter Miniaturen zeigte, dass während den Darbietungen zahlreiche inhaltliche Fehler gemacht wurden. Im physikalischen Bereich etwa führte oft die Verwechslung von Zentripetal- und Zentrifugalkraft zur Zementierung bereits bestehender Missverständnisse. Bei der Miniatur „Innenohr und Lift“ wurde behauptet, dass sich ein Astronaut in der Schwerelosigkeit genauso fühlt wie ein Taucher im Wasserbecken. Bei der Miniatur „Wachstum und Geschwindigkeit“ wurden falsche Weg-Zeit-Diagramme gezeichnet. In der Miniatur „Knochen und Kraft“ wurden die auf die Knochen trabekel wirkenden Kräfte falsch identifiziert und falsche Vektoradditionen vorgenommen. Im humanbiologischen Teil wurden nicht selten Fehlangaben gemacht. Instruktiv ist zum Beispiel die Frage nach den Normwerten des Blutdruckes. Die Studierenden bezeichneten einen Blutdruck von 140/90 mmHg als normal. Tatsächlich sind solche Zahlen manchmal in Ratgebern zu lesen. In medizinischen Lehrbüchern wird aber längstens 120/80mmHg als Zielblutdruck angegeben (Walser, 2006). Ratgeber hinken aber oft der medizinischen „Wahrheit“ nach. Dass diese so schnell ändern kann, ist im Übrigen ein Aspekt, der Naturwissenschaftlern im Umgang mit der Medizin ohnehin befremdlich erscheint. So strichen die Studierenden z.B. die salzarme Ernährung als angeblich wichtigster Faktor für die Prävention gegen Bluthochdruck heraus. Tatsächlich wurde dieser Aspekt bis vor kurzem überschätzt (Drüeke & Suter, 2003). Daher wird in der Laienpresse tatsächlich nach wie vor dringend zur Salzrestriktion geraten.

Oft wogen die Studierenden auch einzelne medizinische Aspekte nicht richtig gegeneinander ab. Beispiel: als Kalziumlieferant wurde die Schokolade sehr positiv dargestellt, wobei völlig in Vergessenheit geriet, wie problematisch Schokolade in ernährungsphysiologischer Hinsicht ist. Andererseits wurden wichtige Aspekte völlig weggelassen. Dass die Kalziumaufnahme vor dem 26. Lebensjahr für die Osteoporoseprophylaxe so entscheidend ist (Chevalley, Bonjour, & Rizzoli, 2004), wurde völlig unterschlagen. Desgleichen die Bewegung als Präventionsfaktor für den Bluthochdruck. Solche Fehler sind nicht banal, setzen sie doch beim jungen Publikum falsche Zeichen, die den Lebensstil unter Umständen über lange Jahre ungünstig beeinflussen können.

Die Quellen: Es ist also sehr wichtig, dass man sich auf Quellen stützt, die aktuell und wissenschaftlich

abgesichert sind. In Wirklichkeit aber wählten unsere Studierenden oft sogar völlig veraltete Literatur aus. Entweder entnahmen sie ihre Informationen bei der Vorbereitung aus Büchern, die sie zu Hause im Büchergestell oder in der lokalen Bibliothek fanden. Oder sie begnügten sich mit Artikeln aus der anspruchslosen Laienpresse, die sich mit dem Thema nur oberflächlich und irreführend auseinandersetzten. Die Studierenden müssen also für die Qualität der benutzten Information erst sensibilisiert werden und brauchen Beratung bei der Auswahl der Quellen.

Am deutlichsten zeigten sich diese Probleme jeweils am Ende der Unterrichtsminiaturen. Integrierte Themen wecken in der Regel großes Interesse bei den Zuhörern, was regelmäßig zu einer Flut von Fragen führt. Diese legen sofort die Tiefendimension integrierter Themen frei und können schnell zur Überforderung der vortragenden Studierenden führen. Sie neigen dann dazu, solche Fragen abzublocken oder ihr fehlendes Wissen zu überspielen. Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, hat sich bei unserem iterativen Entwicklungsprozess folgendes Konzept herausgeschält:

1. Vorbereitungsphase

Jeder Gruppe muss die Zeit zu einer Einzelbesprechung mit dem Dozenten zur Verfügung stehen. Dabei werden der fachwissenschaftliche Hintergrund und die möglichen fachwissenschaftlichen Quellen erörtert. Die Integration wird festgelegt. Ihr Zusammenhang zu den einzelnen disziplinären Themen wird besprochen. Genauso wichtig aber ist die fachdidaktische Ebene. Zusammen mit dem Dozenten wenden die Studierenden das Prinzip der didaktischen Rekonstruktion auf ihr Thema an: Sie reflektieren über Vor-Vorstellungen ihrer Kollegen zu den einzelnen fachwissenschaftlichen Themen mit Bezug zur Fachliteratur. Passende Experimente werden erarbeitet, um Fehlvorstellungen zu überwinden. Dazu muss der mögliche Einbezug der Zuhörerschaft abgeschätzt werden. Die Studierenden werden auf günstige Lehr-Lern-Formen aufmerksam gemacht und ihre Umsetzung im Rahmen einer 20-minütigen Präsentation diskutiert. Auf dieser fachdidaktischen Ebene findet in der Regel noch einmal eine intensive fachwissenschaftliche Reflexion statt. Im Dialog zwischen Dozent und Studierenden kann die Bedeutung der didaktischen Re-Konstruktion exemplarisch erlebt werden. Die Studierenden müssen auch bei der Vorbereitung und Probedurchführung von Experimenten unterstützt werden.

2. Durchführung

Eine Zeitbeschränkung auf 20-30 Minuten erweist sich als sinnvoll. Sehr hilfreich ist dabei die vorgängige Abgabe eines Handouts an die Zuhörerschaft, in dem die wesentlichen Inhalte, Zusatzinformationen und Unterrichtsmaterialien durch die Studierenden abgegeben werden. Die Lehrperson zieht sich während der Durchführung der Miniatur völlig zu-

rück und überlässt das Feld den Vortragenden Studierenden. Eine Videoaufnahme kann für eine anschließende Besprechung und weitere wissenschaftliche Analysen verwendet werden.

3. Besprechung

Es zeigt sich, dass eine Besprechung unmittelbar nach der Durchführung der Miniatur im Plenum sehr wichtig ist. Getreu dem Grundkonzept der didaktischen Miniatur soll sie ebenfalls die fachwissenschaftliche UND die fachdidaktische Dimension aufweisen. Auf fachwissenschaftlicher Ebene wird der Inhalt reflektiert, die großen Linien der Argumentation werden nachgezeichnet, inhaltliche Fehler korrigiert, offen stehende Fragen beantwortet und notwendige inhaltliche Ergänzungen angebracht. Am besten geht die Lehrperson spontan auf die dargebotene Miniatur ein und schöpft aus ihrem eigenen fachwissenschaftlichen Wissen. Wenn die Handouts schon vor der Aufführung zur Verfügung stehen, können auch zusätzliche, vorbereitete Inhalte angefügt werden. Auf der fachdidaktischen Ebene bieten Miniaturen immer zahllose Anknüpfungspunkte für fachdidaktische Erörterungen. Mögliche Themen sind beispielsweise: handlungsorientierter Unterricht, Nature of Science, Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren, die Rolle von Analogien im naturwissenschaftlichen Unterricht, Vor-Vorstellungen und Konzeptwechsel, „cultural border crossing“ etc. Da sich die Analyse auf die eben erlebte Miniatur bezieht, ist sie lebensnah, aktuell und attraktiv. Selbstverständlich können auch Elemente der praktischen Fachdidaktik angesprochen werden, zum Beispiel der Umgang mit PowerPoint Demonstrationen, das Tragen von Handschuhen bei der Präparation von Tierorganen, der Umgang mit rechnerischen Aufgaben in der Physik etc. Auch hier zeigen sich sofort die Synergien der beiden Dimensionen. Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Erörterungen greifen immer ineinander und führen zu inhaltlicher Präzision und Vertiefung, zu einem sozialen Zusammenhalt und zu einer sichtlichen Steigerung der Motivation der Studierenden.

Während Schülervorträge oft monoton sind und auf zunehmende Ermüdung bei den Zuhörern stoßen, haben wir mit didaktischen Miniaturen nach Berücksichtigung dieses Konzeptes sehr positive Erfahrungen gemacht. Wir konnten beobachten, dass die Studierenden von Miniatur zu Miniatur ihr Kommunikationsrepertoire erweiterten und zunehmend adäquate Lernkontexte gestalteten.

In Umfragen unter Studierenden des Lehramts wurden die didaktischen Miniaturen durchweg gut bewertet, sogar besser als der Vorlesungs- und Selbststudiumsanteil, welche in derselben Veranstaltung jeweils angeboten wurden. Wir konnten beobachten, dass durch die besonders intensive Auseinandersetzung mit dem Thema in Verbindung mit einer eigenen, individuellen „Inszenierung“ eine bemerkenswerte Identifikation der Studierenden mit „ihrem“

Thema stattfand, so dass der didaktische Funke sozusagen wie von selber auf die Zuhörerschaft übersprang.

Literatur:

- Chevalley, T., Bonjour, J.-P., & Rizzoli, R. (2004). Améliorer la masse osseuse chez l'enfant et l'adolescent: Pourquoi, Comment? *Praxis*, 11.
- Defila, R., & Giulio, A. D. (2002). Interdisziplinarität in der wissenschaftlichen Diskussion und Konsequenzen für die Lehrerbildung. In A. Wellensiek & H.-B. Petermann (Eds.), *Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. Perspektiven und innovative Ausbildungskonzepte*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Drüeke, T. B., & Suter, P. M. (2003). Die salzarme Diät. *THERAPEUTISCHE UMSCHAU*, 3. <http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/>. Stand: 05/2005.
- Huch, R., & Bauer, C. (Eds.). (2003). *Mensch Körper Krankheit*. München: Urban & Fischer Verlag.
- Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (Eds.). (1996). *Histologie*. Berlin: Springer Verlag.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengiesser, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(Jg. 3), 3-18.
- Keller, W., Wiskott, A., & Betke, K. (1991). *Lehrbuch der Kinderheilkunde* (6., neubearb. und erw. Aufl. ed.). Stuttgart [etc.]: Thieme.
- Labudde, P. (2002). Situiertes Lernen in fachdidaktischen Lern-Lehr-Veranstaltungen. In *CD zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft Bremen 2001*. Berlin: Lehmanns Fachbuchhandlung.
- Largo, R. (2004). *Kinderjahre die Individualität des Kindes als erzieherische Herausforderung* (8. Aufl. ed.). München: Piper.
- Lewis, R., Gaffin, D., Hoefnagels, M., & Parker, B. (Eds.). (2004). *Life*. Boston: Mc Graw Hill.
- Oberle, J. (2005). *Medizin erklärt: Wann muss eine Diskushernie operiert werden?*, from [/www.ksw.ch/mederkldiskush.htm](http://www.ksw.ch/mederkldiskush.htm); Stand 05/2005.
- Schiebler, T. H. (Ed.). (2005). *Anatomie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Schmidt, R. F., Lang, F., & Thews, G. (Eds.). (2005). *Physiologie des Menschen* (29. Auflage ed.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Walser, T. (2006). *hypertonie/hoher blutdruck*

- Zeyer, A., & Welzel, M. (2005a). An Assessment Module of Integrated Natural Science for Secondary Teacher Students. The Result of a Process of Educational Reconstruction during Three Semesters. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *Proceedings of the Fifth International ESERA Conference on Contributions of Research for Enhancing Students' Interest in Learning Science*. Barcelona: ESERA.
- Zeyer, A., & Welzel, M. (2005b). Entwicklung und Erprobung eines Moduls für die Lehrerbildung: Integrierte Naturlehre zu Themen der Gesundheit und Krankheit. In A. Pitton (Ed.), *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung* (pp. 445-447). Münster: Lit Verlag.
- Zeyer, A., & Welzel, M. (2005c). Was Seife mit dem ersten Schrei des Neugeborenen zu tun hat. *Praxis der Naturwissenschaften. Physik in der Schule*, 7(54), 40-44.
- Zeyer, A., & Welzel, M. (2005d). Was Viskosität und Senkung miteinander zu tun haben - Die Blutsenkung. *Praxis der Naturwissenschaften. Physik in der Schule* (Praxis-Magazin).
- Zwaan, M. d. (2006). *Magersucht (Anorexia nervosa)*