

Labor- und Werkstättenunterricht



IMST NEWSLETTER

4 Möglichkeiten und Grenzen in
amerikanischen High Schools

7 Labor- und Werkstättenunter-
richt in IMST-Projekten

20 Unterricht zwischen Theorie
und Handlungsorientierung

EDITORIAL

Labor- und Werkstättenunterricht: In vielen naturwissenschaftlich-technischen Schulen eine Selbstverständlichkeit, in anderen Schultypen eine Novität. Doch wozu überhaupt Labor- und Werkstättenunterricht?

Im berufsvorbereitenden und berufsbildenden Bereich scheint die Antwort auf der Hand zu liegen: Es sollen Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden, die für den beruflichen Alltag unmittelbar erforderlich sind. Doch die schulischen Möglichkeiten sind begrenzt: Viele Schulgerätschaften entsprechen nicht den industriell-gewerblichen Möglichkeiten und es fehlt an Zeit für praktische Übungen. So muss nach prototypischen, in der Schule realisierbaren Aufgaben gesucht werden, die ein möglichst großes Spektrum an berufsrelevanten Arbeitsmethoden abdecken. Mit dem Ziel, eine Art „berufliche Grundbildung“ zu erwerben.

Wenden wir unseren Blick zum Labor- und Werkstättenunterricht an allgemeinbildenden Schulen. Hier geht es vor allem um den Erwerb naturwissenschaftlicher Grundbildung: So soll ein tieferes Verständnis für das Fach, dessen Arbeitsmethoden und Erkenntnismöglichkeiten vermittelt werden, um in öffentlichen Diskursen fundiert Stellung beziehen zu können („scientific literacy“; siehe dazu auch S. 4). Zudem soll die Bedeutung des jeweiligen Fachs für die menschliche Gesellschaft verstanden werden. Ziel ist auch, fachwissenschaftliche Grundlagen zu legen, um später ein einschlägiges Studium absolvieren bzw. einen einschlägigen Beruf erlernen zu können.

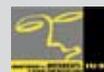
Die Ziele des Labor- und Werkstättenunterrichts zwischen berufsbildenden und allgemeinbildenden Schulen weisen viele Parallelen auf: So soll Interesse am Fach

bzw. der beruflichen Tätigkeit geweckt und gepflegt werden; es sollen Grundwissen und Grundverständnis erworben werden. Es soll erlernt werden, naturwissenschaftliche bzw. technische Inhalte zu reflektieren und fundiert über sie zu sprechen. Oft wird diese Unterrichtsform als ideale Möglichkeit gesehen, die Motivation der Schüler/innen zu fördern. Labor- und Werkstättenunterricht, der gut mit dem Erwerb theoretischer Kenntnisse verzahnt ist, dürfte besonders effizient sein und ganzheitliches, sinnstiftendes Lernen („Lernen mit allen Sinnen“) ermöglichen.

Der Kontext „Labor“ oder „Werkstätte“ ist weit weniger artifizuell und lebensfremd als der reine Theorieunterricht im Klassenzimmer. Laborunterricht bietet – aufgrund der großen Vielfalt möglicher Aktivitäten – exzellente Möglichkeiten zur inneren Differenzierung. Die Unterrichtsform kann auch zur Teambildung beitragen. Bei guter Unterrichtsorganisation kann die Zusammenarbeit der Schüler/innen entscheidend sein, um gemeinsam zum Erfolg zu kommen.

Der vorliegende Newsletter beleuchtet die Möglichkeiten und Grenzen des Laborunterrichts aus wissenschaftlicher Sicht und gibt gleichzeitig anhand innovativer Unterrichtsprojekte Einblick in die schulische Praxis. Solche Projekte werden unter anderem vom IMST-Fonds gefördert. Projektanträge können ganzjährig unter www.imst.ac.at/fonds eingereicht werden. Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre dieses IMST-Newsletters!

Veronika Ebert, Brigitte Koliander und Heimo Senger



Möglichkeiten und Grenzen von Labor- und Werkstättenunterricht – der Rote Faden¹

Am Anfang dieser Ausgabe wirft Brigitte Koliander einen Blick über die Grenzen und berichtet über Erfahrungen mit Labor- und Werkstättenunterricht in amerikanischen High Schools. Gegenwärtig können viele Erwartungen an diese Unterrichtsform nicht oder nur teilweise erfüllt werden (S. 4).

Im Anschluss kommen Projektnehmer/innen des IMST-Fonds zu Wort, die ihre Erfahrungen mit dieser Unterrichtsform in Projektberichten dokumentiert haben: Vielfältige Ansätze, vielfältige Erwartungen, unterschiedliche Erfahrungen – der „Rote Faden“ zeigt, welche Aspekte in den einzelnen Projekten zu Tage traten. Er zeigt **Möglichkeiten** auf, die der Labor- und Werkstättenunterricht bot, aber auch, welche Faktoren den Erfolg von Labor- und Werkstättenunterricht **begrenzen** können.

Den Abschluss bietet Michael Anton, der die Überlegungen zu Labor- und Werkstättenunterricht wissenschaftlich vertieft.

Laborunterricht: Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel amerikanischer High Schools

Labor- und Werkstättenunterricht in IMST-Projekten

Motivation für das Lernen

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7
- Biedermann, B.: NAWI-Labor; Ingeborg-Bachmann-Gymnasium; S. 9
- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Grießkirchen; S. 18

Steigerung des Interesses am Fach

- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10
- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Grießkirchen; S. 18

Selbstständigkeit/Selbstorganisation

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7
- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13

Lernen aus Fehlern

- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13
- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16

Berufliche Anforderungen erfüllen

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7
- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Grießkirchen; S. 18

Problemlösefähigkeiten

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7
- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Grießkirchen; S. 18

Erhöhung der Fachkompetenz durch praktische Arbeiten

- Biedermann, B.: NAWI-Labor; Ingeborg-Bachmann-Gymnasium; S. 9
- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10
- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13

Teamarbeit

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7
- Biedermann, B.: NAWI-Labor; Ingeborg-Bachmann-Gymnasium; S. 9
- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Grießkirchen; S. 18

Unterricht im 50-Minutentakt

- Biedermann, B.: NAWI-Labor; Ingeborg-Bachmann-Gymnasium; S. 9
- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10
- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13

Didaktische Effizienz der Experimente

- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16

¹ In dieser Übersicht werden Kurztitel für die einzelnen Artikel verwendet.



Individualisierung

- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Griebkirchen; S. 18

Rollenwechsel der Lehrer/innen und Schüler/innen

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7

Ausdauer

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7

Reflexion der eigenen Fähigkeiten

- Scheiber, E.: Laborunterricht Dalton-Plan; Karl-Popper-Schule; S. 13

Fortbildungsbereitschaft der Lehrer/innen

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7

Sinnstiftenden Kontext herstellen

- Nusser, K.: KFZ-Projektpraktikum; Berufsschule Eggenburg; S. 7

Zusammenarbeit der Lehrer/innen

- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10

Kompetenzen der Schüler/innen

- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16

Ausstattung mit Unterrichtsmitteln

- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10
- Jantscher, A.: Chemielaborunterricht; Berufsschule St. Veit; S. 16
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Griebkirchen; S. 18

Personelle Ressourcen

- Eichberger, P.: NAWI-Schwerpunkt; GRG3; S. 10
- Neubacher, R.: Restaurierung 2CV; PTS Griebkirchen; S. 18

Unterricht zwischen Theorie und Handlungsorientierung

Laborunterricht: Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel amerikanischer High Schools

eine Zusammenfassung von
Brigitte Koliander

Der „Lab Report“ (National Research Council, 2006) gibt auf 221 Seiten in folgenden 6 Hauptkategorien einen profunden Überblick über fast alle Aspekte, die den Laborunterricht in den High Schools in den USA betreffen:

- Die Geschichte des Laborunterrichts in den High Schools der USA wird beschrieben und der Begriff „Laborunterricht“ wird definiert.
- Es werden Ergebnisse von Studien vorgestellt, die die Leistungen der Schüler/innen in den Naturwissenschaften untersucht haben. Dem Einfluss von politischen Entscheidungen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht wird nachgegangen.
- Ziele werden definiert, die durch Laborpraxis erreichbar sein könnten. Forschungsergebnisse, die

solchen Output belegen, werden zitiert und vier wichtige Merkmale von wirksamem Laborunterricht benannt.

- Die aktuelle Umsetzung von Laborunterricht an den High Schools, insbesondere der Zeitrahmen und die Anzahl der Kurse werden beschrieben.
- Es werden Fähigkeiten von Lehrer/innen aufgezählt, die für eine gute Umsetzung von Laborunterricht wichtig sind. Auf notwendige Unterstützungsleistungen von Ausbildungs- und Weiterbildungsinstitutionen und von Schulleitungen wird hingewiesen.
- Das Vorhandensein der räumlichen Voraussetzungen und der notwendigen Ausstattung für Laborunterricht wird untersucht.

Die Annahme, dass Laborpraxis sowohl den Erwerb von Fachwissen als auch das Interesse für die Naturwissenschaften fördert, ist weit verbreitet und wird oft nicht hinterfragt. In den letzten Jahrzehnten zeigten allerdings Studien über die Effekte von Laborunterricht, dass dies nicht immer so ist (Hofstein & Lunetta, 1982, 2004; Lazarowitz & Tamir, 1994).

Als kurze und provokante Zusammenfassung des Wissens über die Auswirkung von Laborunterricht kann folgender Satz gelten: Die Forschung über die Auswirkung von Laborunterricht ist unzureichend. Aber das Wenige, das erforscht ist, zeichnet ein nicht allzu rosiges Bild der Effektivität des derzeit praktizierten Laborunterrichts.

Laborunterricht – Laborpraxis

Was verstehen die Autorinnen des Lab Reports unter „Laborunterricht“? Eine übliche Beschreibung wäre: Laborunterricht ist die Tätigkeit von Schüler/innen in einem speziell für praktisches, naturwissenschaftliches Arbeiten ausgestatteten Raum.

Umfassender ist folgende – von den Autorinnen der Studie gewählte – Definition, die eher mit dem Begriff „Laborpraxis“ zu umschreiben ist:

Laborpraxis bietet den Schüler/innen die Möglichkeit, direkt mit der stofflichen Welt in Interaktion zu treten oder Daten zu interpretieren, die unmittelbar aus der stofflichen Welt stammen. Dabei werden naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (Messgeräte, Methoden der Datensammlung, naturwissenschaftliche Modelle und Theorien) eingesetzt.

Beispiele für solche Aktivitäten sind: chemische und physikalische Experimente, Sezieren von Pflanzen oder Tieren, Feldstudien, Nutzung von Computermodellen und -simulationen, Analyse von Daten aus Datenbanken.

Ziele von Laborpraxis

Über Effektivität von Unterricht kann nur sinnvoll diskutiert werden, wenn Ziele definiert sind, die durch diesen Unterricht erreicht werden sollen. Die Ziele von Laborunterricht unterscheiden sich in den verschiedenen Schultypen (wie im Editorial beschrieben). Der Lab Report bezieht sich auf allgemeinbildende Schulen in den USA, das Hauptziel ist, „scientific literacy“ (naturwissenschaftliche Grundbildung) für alle Schüler/innen. Im Bericht werden sieben Ziele festgehalten, die durch Laborpraxis erreicht werden können:

1. Das fachliche Wissen soll erweitert werden.
2. Naturwissenschaftliches Begründen soll erlernt werden.
3. Die „Natur der Naturwissenschaften“ (Nature of Science) soll verstanden werden.
4. Das Interesse an den Naturwissenschaften soll gesteigert werden.
5. Praktische Fähigkeiten sollen entwickelt werden.
6. Die Komplexität und Mehrdeutigkeit empirischer Arbeit soll verstanden werden.
7. Die Teamfähigkeit soll erhöht werden.

Für diese Ziele gibt es im Report eine genauere Beschreibung.



Eines der Ziele wurde erstmals von den Autorinnen des Berichts in dieser Klarheit formuliert: das „**Verständnis für die Komplexität und Mehrdeutigkeit empirischer Arbeit**“. Dieses Ziel kann nach deren Ansicht nur durch Laborunterricht erreicht werden. In Büchern und in den Erläuterungen von Lehrer/innen werden Ergebnisse von naturwissenschaftlichen Untersuchungen fast immer als klare und eindeutige naturwissenschaftliche Aussagen dargestellt. Bei der direkten Beschäftigung mit der stofflichen Welt wird die Vielzahl von möglichen Einflussgrößen oder die Mehrdeutigkeit von Beobachtungen erkennbar. Oft sind die Ergebnisse nicht ganz so, wie es eine Berechnung voraussagt; manchmal laufen erwartete chemische Reaktionen nicht ab; einige Daten bieten die Möglichkeit unterschiedlicher Interpretationen; gelegentlich sieht man im Mikroskop nicht das, was das Bild im Biologiebuch erwarten lässt. Der Umgang mit der Komplexität der realen Welt bietet wichtige Lernerfahrungen für Schüler/innen.

Typischer Laborunterricht versus integrierte Unterrichtseinheit

Im Report werden zwei Arten von Laborpraxis unterschieden, da es zu diesen beiden Typen unterschiedliche Forschungsergebnisse über ihre Wirkung gibt.

1. Der klassische Laborunterricht, der vom sonstigen naturwissenschaftlichen Unterricht getrennt abläuft, wird als „**typischer Laborunterricht**“ bezeichnet.

2. Laborpraxis, die mit anderen Unterrichtsformen verwoben ist, wird „**integrierte Unterrichtseinheit**“ genannt.

Diese zweite Form von Laborpraxis bezieht unter anderem Erkenntnisse der aktuellen psychologischen Forschung mit ein, beispielsweise die Erkenntnis, dass Lernen nachhaltiger ist, wenn das Vorwissen der Lernenden berücksichtigt wird (fachliches Wissen, Präkonzepte, aber auch die kulturellen und sozialen Erfahrungen). Für das naturwissenschaftliche Lernen ist vor allem das Wissen um mögliche Alltagsvorstellungen, die mit den naturwissenschaftlichen Erklärungen nicht übereinstimmen, wichtig. Neues Wissen kann neben diesen alten Vorstellungen nicht nachhaltig aufgebaut werden. Laborpraxis kann bei der Aufdeckung von nicht passenden Alltagsvorstellungen sehr gut integriert werden, weil die Konfrontation mit unerwarteten Beobachtungen helfen kann, eine neue



Sichtweise zu entwickeln.

Im Folgenden ein Beispiel für eine „integrierte Lerneinheit“: Schüler/innen der 8. – 10. Schulstufe sollen die Erhaltung der Masse bei chemischen Reaktionen begreifen (Blakeslee et al, 1993). Aus dem Alltag kommt oft die Vorstellung, dass Flüssigkeiten leichter als feste Stoffe sind und dass Gase keine Masse besitzen oder dass sich Stoffe beim Verbrennen in Licht und Wärme verwandeln. In dieser Lerneinheit untersuchen Schüler/innen an vier chemischen Experimenten (Verbrennung von Butan, Rosten, Elektrolyse von Wasser und Reaktion von Speisesoda mit Essig), ob die Masse bei chemischen Reaktionen erhalten bleibt. Sie führen Versuche durch, beobachten, erheben Daten, analysieren die Daten und suchen nach Erklärungen, die zu den Daten passen. Sie werden bei den Untersuchungen und dem Versuch, Schlüsse aus den Versuchen zu ziehen, durch ausführliche Unterlagen, Erklärungen und Gespräche mit ihren Lehrer/innen unterstützt. Durch Diskussionen und die Führung eines Lernjournals werden sie befähigt, ihre eigenen Ideen zu formulieren und weiterzuentwickeln.

Output von Laborpraxis

Wie sehen nun die Wirkungen von Laborpraxis auf den Lernerfolg der Schüler/innen aus? Die bereits in der Einleitung zitierte Erkenntnis ist, dass die Forschung in diesem Bereich noch sehr lückenhaft ist.

Dafür gibt es mehrere Gründe. Es gibt keine einheitliche Definition von Laborunterricht und es gibt keine landesweit einheitlichen Ziele, die erreicht werden sollen. Aber die wenig ergiebige Forschung hat auch mit der Komplexität von Laborpraxis zu tun. Die Schüler/innen haben nicht nur die Lehrpersonen, ihre Mitschüler/innen und den fachlichen Inhalt, sondern auch die Geräte und die stoffliche Welt für ihre Interaktionen und Lernerfahrungen als (oft überwältigende) Umwelt vor sich. Es ist schwierig, die Wirkung von einzelnen Einflussfaktoren auf das Lernen von Schüler/innen in einer derartig komplexen Umgebung nachzuweisen.

Ein Vergleich von „typischem Laborunterricht“ mit anderen Unterrichtsformen (Lehrervortrag, Filmen, Computersimulationen, Durcharbeiten von Unterlagen) zeigt, dass es keine sicheren Belege darüber gibt, dass die oben angeführten Ziele mit Laborunterricht besser erreicht werden: Bezüglich des „fachlichen Wissens“ ergibt sich keine Evidenz, dass Laborunterricht besser oder schlechter als andere Unterrichtsmethoden ist. „Naturwissenschaftliches Begründen“ wird durch Laborpraxis in einigen einfachen Aspekten besser erlernt, „Verständnis für die Arbeitsweise der Naturwissenschaften“ und „Interesse“ werden möglicherweise ein wenig besser vermittelt als mit anderen Unterrichtsmethoden. Über das Erreichen

der weiteren drei Ziele („praktische Fähigkeiten“, „Teamfähigkeit“, „Verständnis für die Komplexität empirischer Arbeit“) konnte keine klare Aussage getroffen werden: Diese Aspekte wurden nicht ausreichend untersucht.

Der Einsatz von „integrierten Unterrichtseinheiten“ resultierte in deutlich besseren Ergebnissen in den Bereichen „fachliches Wissen“, „naturwissenschaftliches Begründen“ und „Interesse an den Naturwissenschaften“. Das Verständnis für die „Natur der Naturwissenschaften“ („Nature of Science“) wurde nur dann verbessert, wenn dies ein explizites Ziel der Lerneinheiten war. Die drei anderen Ziele wurden auch hier nicht ausreichend untersucht.

Empfehlungen für effektivere Laborpraxis

Die Autorinnen des Lab Reports gehen prinzipiell davon aus, dass Laborpraxis ein hohes Potential für das Lernen in den Naturwissenschaften und über die Naturwissenschaften besitzt, dass dieses Potential aber noch zu entwickeln ist. Aus den bisherigen Studien lassen sich nach Meinung der Autorinnen des Lab Reports folgende vier Empfehlungen für effektivere Laborpraxis ableiten:

1. Die Lernziele der Aktivitäten im Labor sind klar und werden den Schüler/innen auch klar kommuniziert.
2. Die Laborpraxis ist in den übrigen naturwissenschaftlichen Unterricht eingebunden.
3. Es werden naturwissenschaftliche Konzepte vermittelt, aber den Schüler/innen wird auch der Prozess der Entwicklung von naturwissenschaftlichem Wissen näher gebracht.
4. Die Schüler/innen werden immer wieder zur Diskussion und Reflexion der Laboraktivitäten aufgefordert. Es sollten nicht vorwiegend Experimente gewählt werden, die der „Bestäti-

gung“ einer Aussage dienen. Die Lernenden sollten ihre Hypothesen vor dem Experimentieren darlegen und ihre Konzepte **nach** dem Experiment reflektieren.

Schlussbemerkung (der Autorin)

Ein Ziel von naturwissenschaftlichem Unterricht in allgemeinbildenden Schulen ist es, möglichst vielen Menschen eine nachhaltige, naturwissenschaftliche Grundbildung zu vermitteln. Jeder mündige Bürger und jede mündige Bürgerin sollte grundlegendes Wissen über die Konzepte besitzen, mit denen die Naturwissenschaften die Welt beschreiben und verstehen, wie sich naturwissenschaftliche Ideen und Theorien entwickeln. Ein weiteres Ziel von allgemeinbildenden Schulen ist aber auch, junge Menschen so für die Naturwissenschaft einzunehmen, dass einige von ihnen eine weiterführende naturwissenschaftliche oder technische Ausbildung wählen. Gute Laborpraxis in der Schule hat das Potential dazu, diese Ziele zu erreichen. Die Erkenntnisse aus dem Bericht können dazu dienen, die Vision eines effektiven und nachhaltigen Laborunterrichts weiterzuentwickeln.

■ Brigitte Koliander unterrichtet an den Schulen des bfi Wien (Handelsakademie und Handelsschule), leitet den Schwerpunkt 5 des IMST-Fonds und ist Mitarbeiterin am AECC Chemie.

Literatur:

- Singer, S. R., Hilton, M. L. & Schweingruber, H.A. (National Research Council, Eds.) (2006). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Blakeslee, T., Bronstein, L., Chapin, M., Hesbitt, D., Peek, Y., Thiele, E. & Vellanti, J. (1993). *Chemistry that applies*. Lansing: Michigan Department of Education.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Lazarovitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 94-130). New York: Macmillan.

Die Universitätslehrgänge „**Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen (PFL)**“ bieten Pädagog/innen die Möglichkeit, ihren Unterricht zu reflektieren und weiter zu entwickeln.

Didaktische Kompetenzen, Methodenwissen und interdisziplinäre Teamarbeit werden gefördert. Im Zentrum steht dabei unter anderem Praxis- bzw. Aktionsforschung, mit der die Lehrer/innen als Expert/innen ihren Unterricht beforschen und – ausgehend von persönlichen Stärken – ihre Professionalität weiterentwickeln.

Bis **30. April 2009** können sich Lehrer/innen für folgende viersemestrige PFL-Lehrgänge anmelden, die im Wintersemester 2009/10 starten:

- PFL-Naturwissenschaften
- PFL-Englisch
- PFL-ArtHist (Der Lehrgang PFL-ArtHist wird in Kooperation mit der PH Kärnten durchgeführt.)



Nähere Informationen unter <http://ius.uni-klu.ac.at>





Labor- und Werkstättenunterricht in IMST-Projekten

Selbstständiges, sinnstiftendes Lernen an der KFZ-Berufsschule Eggenburg



Veronika Ebert im Gespräch mit
Berufsschuldirektor Karl Nusser



- Motivation für das Lernen
- Teamarbeit
- Selbstständigkeit/Selbstorganisation
- Berufliche Anforderungen erfüllen
- Problemlösefähigkeiten
- Ausdauer
- Rollenwechsel der Lehrer/innen und Schüler/innen
- Sinnstiftenden Kontext herstellen
- Fortbildungsbereitschaft der Lehrer/innen

interview

VE: Herr Direktor Nusser, an Ihrer Schule wurde im Schuljahr 2006/07 ein vom IMST-Fonds gefördertes Projekt mit dem Titel „Projektorientiertes Arbeiten an Berufsschulen“ durchgeführt. Das Projekt beschäftigte sich mit der Einführung des Unterrichtsgegenstands „Projektpraktikum“ an Ihrer Schule.

KN: Ja. Der Unterrichtsgegenstand „Projektpraktikum“ ist mit der vorletzten Änderung des Rahmenlehrplans für Berufsschulen eingeführt worden.

VE: Welche Ziele verfolgt das Projektpraktikum?

KN: Die Ziele sind relativ klar: Die Schüler/innen sollen Werkstättenarbeiten projektieren, realisieren, dokumentieren und präsentieren.

VE: Wie unterscheidet sich das Projektpraktikum vom bisherigen Werkstättenunterricht?

KN: Der wesentliche Unterschied zum bisherigen Werkstättenunterricht ist, dass die Schüler/innen nicht nur die von den Lehrern¹ vorgegebenen Arbeiten durchführen, sondern auch begleitende Arbeiten als Teil des Arbeitsprozesses begreifen. Sie sollten lernen, dass man eine Arbeit – inklusive aller Nebentätigkeiten – gründlich vorbereiten muss.

In unserem Fall, der Kraftfahrzeugtechnik, umfasst die Reparatur eines Fahrzeugs nicht nur die eigentliche Werkstättenarbeit. In der Praxis beginnt die Reparatur eines Fahrzeugs mit der Übernahme des Fahrzeugs vom Kunden, und geht weiter zu diversen Planungs- und Recherchearbeiten: Wie kann ich einen Fehler feststellen? Sind Spezialwerkzeuge erforderlich? Wie werden diese eingesetzt? Wo können sie beschafft werden? Wo können Ersatzteile beschafft werden? Wie teuer kommt die geplante Reparatur? Ist sie ökonomisch sinnvoll? ... Hier gibt es eine fächerübergreifende Zusammenarbeit mit wirtschaftlichen Fächern. Wenn man das so anschaut, ist da eine ganze Menge Planungsarbeit, bevor die eigentliche Reparatur begonnen werden kann.

VE: Ich möchte da ein wenig nachfragen. Ich sehe da die Förderung der Selbstständigkeit der Schüler/innen, aber auch Nebenqualifikationen. Sind das Fähigkeiten, die früher in diesem Beruf nicht erforderlich waren? Oder warum will man gerade jetzt den Unterricht um diese Anforderungen erweitern?

KN: Das war früher vielleicht wirklich nicht so zentral. Der Unterricht soll jetzt so verändert werden, dass die Schüler/innen nicht nur viel selbstständiger arbeiten, sondern auch eine gewisse Teamfähigkeit beweisen müssen. Wir führen das Projektpraktikum in 2er- und 3er-Gruppen durch, wobei jede/r Schüler/in dabei eine klare Rolle zugewiesen bekommt – z.B. ist eine/r der Schüler/innen der/die sogenannte Schriftführer/in, der/die alle Arbeitsschritte mitdokumentiert, eine/r wird sich um das Werkzeug kümmern müssen, der bzw. die andere um die Ersatzteile. Selbstständigkeit ist auch bei der Informationsbeschaffung wichtig.

VE: Wir haben vorhin schon besprochen, dass im Projektpraktikum selbstständige Planungsarbeiten eine wichtige Rolle einnehmen. Wie geht es im Projektpraktikum weiter?

KN: Fällt die Entscheidung, dass die Reparatur nicht durchgeführt werden soll, endet das Projektpraktikum mit der Erstellung eines Reparaturplans. Ist die Reparatur sinnvoll und möglich, wird sie durchgeführt. Gefolgt von Abschlussarbeiten, wie z.B. das Reinigen des Fahrzeugs nach der Reparatur. Die Arbeiten enden mit der Erstellung einer Rechnung und eines Gutachtens, das beschreibt, welche Reparaturen aus welchem Grund durchgeführt wor-

¹ An der Berufsschule Eggenburg sind derzeit ausschließlich männliche Lehrer beschäftigt.

den sind. Das Gutachten hilft, dem Kunden bzw. der Kundin gegenüber die Höhe der gestellten Rechnung argumentieren zu können. Als Krönung des Projekts gibt es eine Präsentation für die Nachfolgekassen, damit diese erfahren, was im kommenden Schuljahr auf sie zukommt.

VE: Ich höre da heraus, dass es darum geht, praktische Arbeiten sinnstiftend in den Unterricht einzubinden. Kann man das so sehen?

KN: Ja, natürlich. Und wir bemühen uns auch, möglichst schuleigene Fahrzeuge oder Schülerfahrzeuge in den Unterricht einzubinden, die keine von den Lehrern eingebauten Fehler enthalten und daher von den Lehrern vorgegebene Arbeitsabläufe bedingen, sondern möglichst eine reale Werkstättensituation zu simulieren. Gerade wenn schuleigene Fahrzeuge bearbeitet werden, die die Schüler/innen nicht aus dem eigenen Betrieb kennen, bedeutet das eine große Herausforderung: Die Diagnosegeräte sind anders, die technischen Informationen kommen von woanders und sehen anders aus, und selbst die Fachsprache variiert von Hersteller zu Hersteller.

VE: Ich entnehme Ihren Worten, dass es hier um offene Aufgabenstellungen geht, um die Förderung von Problemlösefähigkeiten, aber auch um die Förderung der Ausdauer der Schüler/innen bei unbekanntem Fragestellungen.

KN: Da kann ich nur zustimmen.

VE: Da schließen sich für mich gleich zwei Fragen an. Die erste lautet: Können alle Schüler/innen diese Anforderungen erfüllen?

KN: Es ist so wie in allen anderen Gegenständen: natürlich NEIN. Es gibt Projekte, die zum Stillstand kommen und nur mit massiver Hilfe der Lehrenden fortgesetzt werden können. Es war aber beeindruckend, wie viel Know-how viele Schüler/innen mitbringen. Mit Hilfe moderner Kommunikationsmittel konnten sie komplexe Fragen oft in kürzester Zeit lösen. Fragen wurden in Foren „gepostet“, nach Informationen in Blitzeseile auf geeigneten Internetseiten recherchiert.

VE: Nun zur 2. Frage: Welche Rolle spielen eigentlich die Lehrkräfte in so einem Projektpraktikum?

KN: Bei uns gibt es ein geflügeltes Wort: bei uns ist der Lehrer die lebende „F1-Taste“, die Hilfetaste. Er bzw. sie wirkt als Moderator/in im Hintergrund und muss bei Bedarf den Schüler/innen helfen. Die

Lehrer müssen fachlich sehr sattelfest sein, aber auch flexibel agieren können. Das Ziel aller Beteiligten sollte ja sein, die Projekte zu einem erfolgreichen Ende zu bringen.

VE: Hier drängt sich eine ähnliche Frage wie oben auf: Haben alle Lehrkräfte die erforderliche Expertise, so ein Projektpraktikum durchzuführen?

KN: Das ist auch hier differenziert zu sehen. Viele Lehrkräfte unserer Schule kommen aus Werkstätten. Sie haben in der Praxis ähnliche Aufgaben vorgefunden. Es ist aber auch ständige Weiterbildung erforderlich. Wir haben nicht nur 20 Jahre alte Autos, sondern auch Autos, die nur zwei Monate alt sind, das stellt sehr hohe fachliche Anforderungen an die Lehrer. Ich denke schon, dass es langfristig möglich sein sollte, dieses hohe Niveau bei allen zu erreichen.

VE: Welche Auswirkungen hatte das Projektpraktikum auf die Schüler/innen?

KN: Die Ziele konnten zum Großteil erreicht werden. Mit zunehmender Projektdauer fiel auf, dass die Schüler/innen sehr, sehr motiviert waren. Und dass sie – was wir früher nie für möglich gehalten hatten – einen Großteil ihrer Freizeit geopfert haben, um zum Beispiel Präsentationen fertig zu stellen. Da sind Präsentationen entstanden, die wirklich professionell waren.

VE: Mussten die Lehrkräfte bei dieser Unterrichtsform disziplinar eingreifen, mussten sie die Schüler/innen zur Arbeit anhalten?

KN: In den mir bekannten 24 Klassen, die in den letzten Jahren das Projektpraktikum an unserer Schule durchlaufen haben, war kein einziges Mal eine Disziplinierung der Schüler/innen notwendig. Es kam auch nie zur Beschädigung von Unterrichtsmitteln. Wenn man das so betrachtet: ein

optimaler Unterricht. Es war aber doch notwendig, schwächeren Schüler/innenmassiv Hilfe anzubieten.

VE: Die Arbeit am Projektpraktikum im Rahmen des IMST-Fonds liegt ja jetzt schon ein Jahr zurück. Konnte das Praktikum im folgenden Jahr 1:1 fortgesetzt werden, oder hat sich noch Wesentliches verändert?

KN: Durch das IMST-Projekt konnte das Projektpraktikum wesentlich verbessert werden. Eine wichtige Rolle hat dabei die Evaluierung gespielt, bei der die Schüler/innen und Lehrer Rückmeldungen gegeben haben. Diese Erfahrungen konnten wir heuer erstmals an Lehrer weitergeben, die bisher nicht im Projektpraktikum mitgearbeitet haben. Für sie bedeutet es jetzt sicher einen leichteren Einstieg.

VE: Gibt es noch weitere Auswirkungen des IMST-Projekts auf den Unterricht an Ihrer Schule?

KN: Mir ist aufgefallen, dass sich das Bild, das Lehrer von Schüler/innen haben, verändert hat. Viele Schüler/innen können nicht nur hoch motiviert arbeiten, sondern auch eigenständig Lösungen suchen und diese in der praktischen Arbeit umsetzen. Die Rückmeldungen der Schüler/innen werden von den Lehrern als wertvoller Beitrag zu einer besseren Unterrichtsgestaltung verstanden.

VE: Herzlichen Dank für das Gespräch.

■ Veronika Ebert unterrichtet an der HBLVA für chemische Industrie in Wien (www.htl17.at) in den Fachbereichen Mikrobiologie und Biochemie. Sie koordiniert den Schwerpunkt 6 des IMST-Fonds „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“.

■ Karl Nusser leitet die Landesberufsschule für Kraftfahrzeugmechaniker und Karosseure Eggenburg (Niederösterreich) (www.lbseggenburg.at). Er hat bereits drei IMST-Projekte koordiniert.

Falls Sie neugierig geworden sind:

Den Projektbericht (Langfassung und Kurzfassung) finden Sie im IMST-Wiki www.imst.ac.at/wiki; Suchbegriff „Nusser“, Titel „Projektorientiertes Arbeiten an Berufsschulen“.





Naturwissenschaften zum Angreifen – Evaluierung eines naturwissenschaftlichen Labors

„Wirklich verstehen – das geht nicht ohne praktische Erfahrung“ sagte Hartmut von Hentig, ein bekannter deutscher Pädagoge. Dies trifft wohl besonders für die Fächer der Naturwissenschaften zu.

Das **Ingeborg Bachmann-Gymnasium Klagenfurt** bietet seinen fast 1000 Schüler/innen ein breites Ausbildungsspektrum.

Die Schüler/innen der ersten und zweiten Klassen werden nach jeweils für die Schulstufen einheitlichen Lehrplänen ausgebildet. „Miteinander Lernen“ ist Unterrichtsprinzip in allen Klassen. Ab der dritten Klasse wählen die Schüler/innen zwischen dem Gymnasium mit sprachlichem und dem Realgymnasium mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. Im Schuljahr 2005/06 wurde ein naturwissenschaftliches Labor in der Unterstufe eingeführt. Ziel war es, die Qualität des Angebots im Realgymnasium zu verbessern. Der **Unterrichtsgegenstand NAWI-Labor** umfasst eine Wochenstunde und wird geblockt als Doppelstunde am Nachmittag geführt, d.h. jeweils die Hälfte der Schüler/innen einer Klasse besucht vierzehntägig alternierend den Laborunterricht. In der dritten Klasse werden Inhalte der Fächer Informatik im ersten Semester und Physik im zweiten Semester unterrichtet. Für die vierten Klassen besteht das NAWI-Labor im ersten Semester aus Chemie und im zweiten Semester aus Biologie.

Der **Laborunterricht wird größtenteils im Stationenbetrieb** durchgeführt. Die Schüler/innen führen die Versuche in Partner- oder Gruppenarbeit durch, tragen Messwerte in Tabellen ein, fertigen Skizzen und Diagramme an und interpretieren die Ergebnisse. Grundlage der Leistungsbeurteilung ist das **Laborprotokoll**.

Am Ende des ersten Schuljahrs, in dem der Laborunterricht stattfand, führte meine Kollegin Elisabeth Veszy, die an der Schule Mathematik und Physik unterrichtet, mit mir gemeinsam eine **Studie zur Evaluierung des NAWI-Labors** durch. Das Projekt wurde von IMST gefördert.

Wir stellten uns folgende **Forschungsfragen**:

- Welchen Einfluss hat das Labor auf die **Fachkompetenz** der Schüler/innen?
- Fördern die durchgeführten Schülerexperimente das **Verstehen von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen**?

- **Motivation für das Lernen**
- **Teamarbeit**
- **Erhöhung der Fachkompetenz durch praktische Arbeiten**
- **Unterricht im 50-Minutentakt**

von **Brigitte Biedermann**

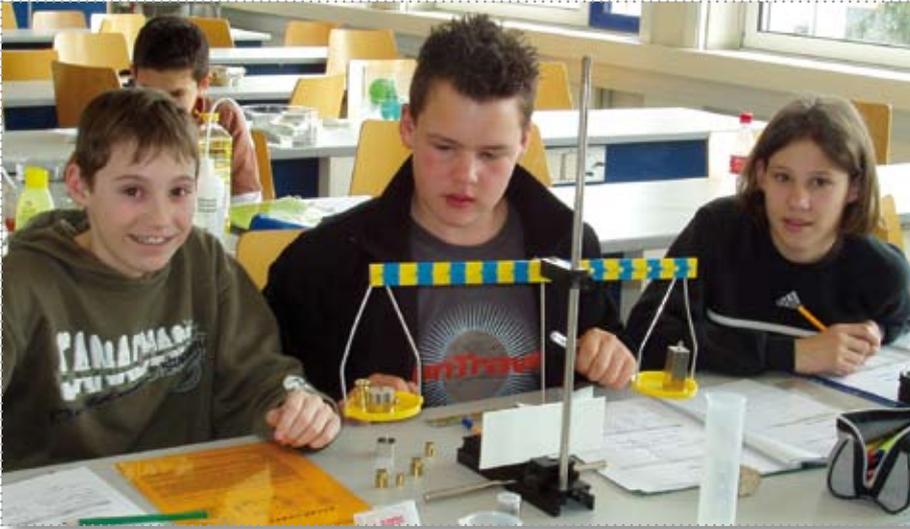


- Wie wirkt sich die **Teamarbeit** aus?
- Ist der Laborunterricht für die Schüler/innen **motivierend**?
- Ist ein **Einfluss** des Laborunterrichts **auf den Regelunterricht** feststellbar?

Diese Forschungsfragen sowie Berichte anderer Schulen, die in den letzten Jahren naturwissenschaftlichen Laborunterricht einführen, ließen uns sieben **Hypothesen** aufstellen, die wir mit Hilfe von **Fragebögen, Schülerinterviews, Lehrerinterviews** und einem **Notenvergleich** untersuchten.

Die Ergebnisse der **Evaluation** interpretierten wir folgendermaßen:

- Es fanden sich mehrere Hinweise, dass der **Laborunterricht die Fachkompetenz der Schüler/innen erhöht** – doch konnte dies im Rahmen der Studie nicht sicher bewiesen werden.
- Das Ergebnis der Schülerbefragung wies auf eine **Steigerung der Motivation** durch das eigenständige Experimentieren hin. Zahlreiche Äußerungen bei den Interviews und der deutlich bessere No-



tendenzschnitt der Physiknoten einer Klasse im zweiten Semester gegenüber dem ersten Semester **bestätigten: Das eigenständige Experimentieren wirkt motivierend.**

- Das Ergebnis der Befragung bestätigt eindeutig, dass **die Teamfähigkeit durch den Laborunterricht gefördert wird.**
- Ob **die Selbsttätigkeit der Schüler/innen gefördert wird**, konnte in dieser Studie nicht bewiesen werden.
- Ebenso wenig fanden wir Hinweise, dass **sich das eigenständige Arbeiten positiv auf das Selbstvertrauen auswirkt.**
- Unsere Erwartungen, dass **das Labor den Regelunterricht positiv beeinflusst**, wurden **nicht** erfüllt. Im Physikunterricht zeigte sich deutlich, dass die Schüler/innen trockenes Lernen mehr und mehr ablehnten und auch im Regelunterricht mehr Versuche machen wollten.

Als **Resümee** der Studie lässt sich feststellen, dass die Einführung des NAWI-Labors mit dem **werkstattähnlichen Unterricht** eine **Bereicherung für das Realgymnasium** war.

Der Laborunterricht mit Schülerzahlen, die 15 nicht übersteigen, sowie gut ausgestattete Funktionssäle bieten **gute Rahmenbedingungen** dafür, den Schüler bzw. die Schülerin in verschiedener Weise zu fordern und zu fördern und damit die Qualität des Unterrichts zu verbessern. Sich immer wieder als Lehrerteam mit der Frage auseinanderzusetzen: „Was sind die Kriterien guten Unterrichts?“ ist **Ziel und ständige Herausforderung** zugleich.

■ Brigitte Biedermann unterrichtet Chemie und Physik am Ingeborg Bachmann-Gymnasium in Klagenfurt, Kärnten und absolvierte den PFL-Lehrgang Naturwissenschaften.



Falls Sie neugierig geworden sind: Den Projektbericht (Langfassung und Kurzfassung) finden Sie im IMST-Wiki www.imst.ac.at/wiki; Suchbegriff „Biedermann“, Titel „NAWI-Labor am Ingeborg Bachmann-Gymnasium“

NaWi-Schwerpunkt am GRG3

von Peter Eichberger

Seit fast 10 Jahren wird am GRG3 Hagenmüllergasse Wien an einer schulautonomen naturwissenschaftlichen¹ Schwerpunktsetzung im Realgymnasium gearbeitet. Das Ziel ist, durch spannenden und fordernden NaWi-Unterricht interessierte und leistungsfähige Schüler/innen für die Oberstufe des Realgymnasiums (RG) zu gewinnen und das Interesse für Naturwissenschaften zu steigern.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde einerseits die Zusammenarbeit zwischen den Lehrer/innen der naturwissenschaftlichen Fächer gefördert, andererseits wurde ein naturwissenschaftliches Labor eingeführt.

Nach dreijähriger Vorarbeit fand im Schuljahr 2002/03 das erste NaWi-Labor in einer

4. Klasse RG statt. Der Laborbetrieb wurde schrittweise erweitert, bis er schließlich in allen RG-Klassen von der 3. bis zur 7. Klasse eingeführt war.

Einbindung in den Schulalltag und notwendige Ressourcen

Ein wesentlicher Aspekt der Projektentwicklung ist die Einbindung in den Schulalltag. Sowohl Schulleitung als auch der gesamte Lehrkörper sollten über die aktuelle Entwicklung umfassend informiert werden. Der Schulleitung kommt außerdem die Aufgabe zu, das Projekt nach Kräften zu unterstützen, sowohl mit finanziellen Mitteln als auch mit Werteeinheiten. Ein seriöser Team-Teaching-Unterricht mit überschaubarer Gruppengröße, die auch

- Steigerung des Interesses am Fach
- Teamarbeit
- Erhöhung der Fachkompetenz durch praktische Arbeiten
- Ausstattung mit Unterrichtsmitteln
- Personelle Ressourcen
- Unterricht im 50-Minutentakt
- Zusammenarbeit der Lehrer/innen

¹ Naturwissenschaften, naturwissenschaftlich etc. wird im Folgenden zumeist mit NaWi abgekürzt.



auf die zur Verfügung stehenden Unterrichtsmittel Rücksicht nimmt, kann ohne zusätzliche Wertigkeiten nicht funktionieren. Am GRG3 erfordert der Schwerpunkt-Unterricht bei einer maximalen Gruppengröße von 24 Schüler/innen ca. 16 Werteinheiten zusätzlich, die zu je 50% vom Stadtschulrat für Wien und schulautonome aus dem Freifächerkontingent der Schule bereitgestellt werden.

Für die Arbeit im Labor sind Einzelstunden nicht sinnvoll. Es werden im Stundenplan Blöcke zu zwei bzw. drei Stunden gebildet. Da die Naturwissenschaften fächerübergreifend zusammenarbeiten, geben die unterschiedlichen NaWi-Fächer jeweils eine Stunde aus ihrer Stundentafel in diese Blöcke ab. Die Gruppe, im Idealfall maximal 24 Schüler/innen, wird durch zwei Lehrkräfte betreut. Der NaWi-Block kann für Schülerexperimente, aber auch für Lehrausgänge oder für normalen Fachunterricht genützt werden. Seit dem Schuljahr 2004/05 wird die Schwerpunkt-Entwicklung durch IMST-Fonds-Projekte begleitet².

Das Lehrerteam

Außergewöhnlich an diesem Konzept eines naturwissenschaftlichen Schulschwerpunktes ist die Einbindung **aller** NaWi-Lehrer/innen der Schule. Das setzt natürlich voraus, dass sich alle Beteiligten eine

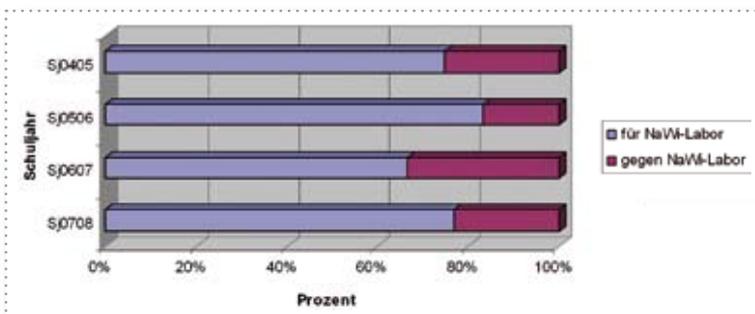
deutliche Verbesserung der aktuellen Unterrichtssituation erwarten, damit der zu erwartende Mehraufwand gerechtfertigt ist.

Wenn Lehrer/innen zusammenarbeiten sollen, ist es wichtig, dass es Raum und Zeit für Gespräche gibt. Ein Kommunikationsforum muss geschaffen werden, in dem alle ihre Anliegen äußern und gemeinsame Beschlüsse gefasst werden können. In unserem Fall ist das der „NaWi-Stammtisch“, eine Versammlung aller NaWi-Lehrer/innen der Schule, die etwa 6-mal im Jahr stattfindet.

Die Stammtisch-Termine werden langfristig geplant, damit sich alle betroffenen Lehrpersonen Zeit nehmen können. Zur Stärkung der Identität der NaWi-Gruppe erfolgt eine schriftliche persönliche Einladung mit einheitlichem Layout und einem charakteristischen Logo. Zur geplanten Tagesordnung werden Anregungen von den NaWi-Kolleg/innen eingeholt. Ort der Veranstaltung ist meist ein Fachsaal an der Schule. Oft wird zur Minimierung des Zeitaufwands ein Termin in Verbindung mit einer Schulveranstaltung (Konferenz etc.) gewählt.

In der Diskussion werden gegensätzliche Standpunkte und Meinungen respektiert und offen diskutiert. Innovationen werden nach dem Prinzip der Freiwilligkeit und unter größtmöglicher Einbindung

² 2004/05: NaWi-Schwerpunkt (www.imst.ac.at/wiki/index.php/NaWi-Schwerpunkt),
2005/06: Fortsetzung des NaWi-Schwerpunktes (www.imst.ac.at/wiki/index.php/Fortsetzung_des_NaWi-Schwerpunktes),
2006/07: NaWi-Labor 2006/07 (www.imst.ac.at/wiki/index.php/NaWi-Labor_2006/07),
2007/08: NaWi-Schwerpunkt – Zusammenfassung bisheriger Analysen (www.imst.ac.at/wiki/index.php/NaWi-Schwerpunkt_-_Zusammenfassung_bisheriger_Analysen),
alle verfasst von Eichberger et al.



Auswertung der Fragebögen am Ende der 8. Schulstufe:
„Normaler“ Unterricht oder Labor-Unterricht?

Warum hast du dich für das RG entschieden?

Kreuze alle zutreffenden Antworten an.

- weil ich mich für Mathematik interessiere
- weil ich mich für Physik interessiere
- weil ich mich für Chemie interessiere
- weil ich mich für Biologie interessiere
- weil ich gerne naturwissenschaftliche Projekte mache
- weil ich gerne Experimente mache
- weil mich naturwissenschaftliche Themen interessieren
- weil ich einen naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen will

Frage in der 6. Schulstufe nach der Typenwahl für das Realgymnasium

EVALUATION

Die im Zuge der IMST-Fonds-Projekte durchgeführten Evaluationen zeigten eine deutliche Zustimmung der Schüler/innen zum Labor-Unterricht:

Fragebogen am Ende der 8. Schulstufe:

Wenn du zwischen NaWi-Labor und so genanntem „normalen“ Unterricht wählen könntest, wie würdest du dich entscheiden?

Schwieriger ist eine merkliche Steigerung im Interesse für einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf bzw. für ein entsprechendes Studium zu erreichen. Nur etwa 20% (der Prozentsatz blieb über die 4 Projektjahre annähernd konstant) beantworteten am Ende der 8. Schulstufe die Aufforderung

Überprüfe, ob folgender Satz für dich zutrifft:

„Nachdem ich zwei Jahre im NaWi-Labor war, kann ich mir vorstellen, einen naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen.“

mit „trifft zu“ oder „trifft eher zu“.

Dem gegenüber steht allerdings eine Frage in der 6. Schulstufe nach der Typenwahl für das Realgymnasium (siehe links).

Hier kreuzen nur etwa 5% der befragten Schüler/innen den letzten Punkt an.

aller Positionen eingeführt. Die intensive Kommunikation in der Fachgruppe verstärkt das Bewusstsein der einzelnen Kolleg/innen, am Entscheidungsprozess mitwirken zu können und sichert den Arbeitsertrag.

Im Sitzungsprotokoll werden die Wortmeldungen mit Namensbezug inhaltlich wiedergegeben, was die Verbindlichkeit der geäußerten Meinungen und der getroffenen Entscheidungen erhöht.

Sehr hilfreich war in den Projektjahren das IMST-An-

LEISTUNGSBEURTEILUNG

Das interessante Thema „Leistungsbeurteilung im Laborbetrieb“ stand in unserem Projekt des Jahres 2006/07 im Mittelpunkt. Waren bis dahin Protokolle über die durchgeführten Experimente das wesentliche, oft einzige Beurteilungskriterium, wurden in diesem Jahr verschiedene Überprüfungen der Laborarbeit durchgeführt.

Grundsätzlich muss man sich die Frage stellen, was man beurteilen möchte, den „Prozess“ oder das „Produkt“. Mit Hilfe von **Experimentierprotokollen**, die die Schülerin bzw. der Schüler zu Hause erstellt, überprüft man nur am Rande die Qualität der Arbeit in der Laborstunde. Vor allem eine Differenzierung der Leistung einzelner Mitglieder einer Arbeitsgruppe gelingt kaum, da alle ihr Protokoll auf denselben Messdaten und Experimentierergebnissen aufbauen. Außerdem ist, wie bei Hausübungen, die Überprüfbarkeit der Eigenständigkeit beim Abfassen des Protokolls nicht leicht möglich.

Seitens des Lehrerteams kann bei der Leistungsbeurteilung mittels Protokollen einiges verbessert werden. Die Textsorte Sachtext wird üblicherweise im Deutschunterricht der 6. oder 7. Schulstufe, oft allerdings wenig intensiv, besprochen. **Daher sollte man vor allem bei den ersten Protokollen sehr viel Hilfestellung geben**, vielleicht sogar das erste Protokoll gemeinsam erstellen.

Wenn wie in unserem Fall das Labor mehreren Fächern und damit mehreren Lehrkräften zugeordnet wird, ist eine Koordination der NaWi-Lehrer/innen einer Klasse bezüglich der **Erwartungshaltung bei Protokollen** unerlässlich. Der Schülerin bzw. dem Schüler muss im Vorhinein klar sein, wie ein Protokoll auszusehen hat und wie die Gewichtung bei der Beurteilung erfolgt. Wenn diese Kriterien in allen NaWi-Fächern gleich sind, erleichtert das die Arbeit wesentlich und führt rascher zu einer Verbesserung der Qualität.

Möchte man die Leistung der Schüler/innen in der Laborstunde beurteilen, bieten sich Beobachtungsbögen an. Beispiele dafür gibt es einige. In unserer Arbeitsgruppe wurde ein **Beobachtungsbogen** eingesetzt, der drei Kriterien enthielt: Arbeitshaltung, Durchführung des Experiments und Qualität des Ergebnisses. Jedes der Kriterien konnte mit 0, 1 oder 2 Punkten bewertet werden. Diese einfache Ausführung eines Beobachtungsbogens hat den Vorteil, dass damit auch eine Beurteilung von Gruppengrößen jenseits der 20 möglich wird.

Bei der Erstellung von Beobachtungsbögen muss ein Kompromiss zwischen Detailreichtum und Durchführbarkeit gefunden werden. Weiters ist ein Nebeneinander von Betreuung und Beurteilung kaum möglich. Daher sollte ein Lehrerteam im Labor im Einsatz sein, in dem sich eine/r nur auf die Beurteilung konzentrieren kann. Eine gute theoretische Vorbereitung der Laborarbeit sowie klare schriftliche Anweisungen fördern ebenfalls den Freiraum für die betreuenden Lehrer/innen.

Eine weitere Möglichkeit stellt die **Selbstbeurteilung** der Schüler/innen dar. Dadurch kann sich die Lehrkraft auf die Betreuung der Schüler/innen konzentrieren. Allerdings verringert sich die Experimentierzeit, da die Selbstbeurteilung unbedingt am Ende der Stunde stattfinden sollte.

Am Ende des Projektjahrs und nach intensiver Diskussion konnten wir uns neben der Verbesserung des Einsatzes von Labor-Protokollen auf keinen einheitlichen Umgang mit Beobachtungsbögen einigen. Zu groß erschien die Mehrfachbelastung der Lehrkraft als Betreuer/in und Beurteiler/in gegenüber dem Ertrag mit fragwürdiger Zuverlässigkeit.

Auch eine im April 2007 in einer 4. Klasse durchgeführte **Videoaufzeichnung** einer Laboreinheit konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Beurteilung und tatsächlich erbrachter Leistung³ nachweisen. Die Auswertung der Videos führte aber zu folgenden wertvollen Erkenntnissen⁴:

- Zweiergruppen sind Dreiergruppen unbedingt vorzuziehen. Nur in gut abgestimmten und harmonischen Dreiergruppen ist eine gleichmäßige Arbeitsteilung zu bemerken. Anderenfalls gibt es immer eine/n, die/der je nach Veranlagung vor sich hindämmert, sich anderweitig beschäftigt oder die Gruppe stört.
- Das Erfassen der Aufgabenstellung bereitete durchwegs Probleme. Oft gelang es, durch kleine Hinweise weiterzuhelfen. Missverständnisse entstanden durch mangelnde Erfahrung im Umgang mit einzelnen Bauteilen und durch Fehlinterpretationen von Alltagsbegriffen.
- Einige Schüler/innen zeigten bemerkenswertes Interesse und Geschick beim Umgang mit der Versuchsanordnung. Man hatte den Eindruck, dass sie über die Aufgabenstellung hinaus noch gerne frei experimentiert hätten. Diese Beobachtung konnte man vor allem bei einigen Schüler/innen machen, die sonst im Unterricht eher unauffällig waren.

³ Bei Einsatz des Beobachtungsbogens mit den Kriterien Arbeitshaltung, Durchführung des Experiments und Qualität des Ergebnisses.

⁴ Aus IMST-Bericht Projekt 658 „NaWi-Labor 2006/07“, Eichberger et al., 2007 (http://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/NaWi-Labor_2006/07).



gebot einer externen Moderation (ca. 2-mal pro Jahr). Dadurch wurde die Effizienz der Sitzungen gesteigert und der Ertrag gesichert.

Zusammenfassung

Ein guter und langfristig erfolgreicher Laborunterricht erfordert ausreichend personelle, finanzielle und Werteinheiten-Ressourcen. Die Arbeit sollte in einem dem Lehrerteam zumutbaren Ausmaß dokumentiert werden, sodass von Jahr zu Jahr die anfallende Mehrarbeit geringer wird. Ganz wichtig sind die Kommunikation in der Gruppe und ihre „Öffentlichkeitsarbeit“ (im Lehrkörper, für Eltern und Schüler/innen, nach außen).

Dokumentation, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sollen dem Projektteam auch die erreichten Erfolge bewusst machen, wobei es ratsam erscheint, die persönlichen Erwartungen realistisch zu halten. Nachhaltige Schulentwicklung ist bekanntlich sehr aufwändig und mühsam. Sie kann daher nur in kleinen Schritten erfolgen.

■ Peter Eichberger ist Lehrer am GRG3 Hagenmüllergasse in Wien (www.grg3.at).



Falls Sie neugierig geworden sind: Die Projektberichte finden Sie im IMST-Wiki www.imst.ac.at/wiki; Suchbegriff „Peter Eichberger“

von Edwin Scheiber

„Laborunterricht“ im Dalton-Plan

Laborunterricht und Theorieunterricht in naturwissenschaftlichen Fächern gut aneinander anzupassen und Schüler/innen Freiräume für selbstständiges Forschen zu schaffen, ist eine große Herausforderung für Lehrer/innen. Es gibt an österreichischen Schulen Modelle, die zeigen, dass außergewöhnliche Arrangements bezüglich Arbeitsphasen und Arbeitszeiten in Schulen umsetzbar sind. An der Sir-Karl-Popper-Schule in Wien wurde in zwei aufeinander folgenden IMST-Projekten untersucht, wie die Arbeit nach dem Dalton-Plan Schüler/innen mehr Freiheiten gibt, intensiv an umfangreichen Aufgabenstellungen (Assignments) sowohl theoretisch als auch praktisch im Chemie-Labor zu arbeiten und damit neben der fachlichen Kompetenz auch Organisationskompetenzen ihr Zeitmanagement betreffend zu schulen.

Der Dalton-Plan

Der von der Amerikanerin Helen Parkhurst (1886–1973) im Laufe der ersten zwanzig Jahre des vergangenen Jahrhunderts entwickelte so genannte Dalton-Plan ermöglicht Unterricht, der sehr stark schülerorientiert ist und bei dem die Schüler/innen ein hohes Maß an Selbstverantwortung für den Lerneffekt übernehmen müssen (vgl. Parkhurst, 1922 (1994)). Die Methodik erzieht zu Selbstständigkeit und Selbstverantwortung. Die klassische Methodik („eine Unterrichtseinheit nach der anderen“) muss nicht mehr nach Stundenplan absolviert werden. Die Arbeit an einem Thema oder Problem muss nicht durch das Läuten einer Schulglocke unterbrochen werden, sondern die Schüler/innen können ihre Arbeit in Ruhe zu Ende führen.

In den Jahren 2004 bis 2006 wurden die Methodik und Unterrichtsmaßnahmen im Rahmen zweier IMST-Projekte für den Chemieunterricht und den Unterricht im Fach „Naturwissenschaftliches Forschen“ erprobt, verfeinert und im Hinblick auf eine Begabungen fördernde Wirkung evaluiert (vgl. Scheiber, 2005 und Scheiber & Wottle, 2006).

Die Grundkonzeption von Helen Parkhurst (vgl. Popp, 1999) bestand darin

- Verantwortung für das Lernen (teilweise) an die Schüler/innen zu delegieren (und die älteren in die Betreuung der jüngeren mit einzubeziehen).
- Die Lernenden mit der Aufgabe zu betrauen, ihren eigenen Arbeitsplan zu erstellen.
- Den Lernenden die Möglichkeit zu geben, die verfügbare Arbeitszeit nach ihren persönlichen Lernbedürfnissen einzuteilen.

Der wesentlichste Grundgedanke von Parkhurst, der meine Intentionen, den Dalton-Plan in unserer Schule zu integrieren, geleitet hat, ist:

„Freedom is therefore the first principle of Dalton Laboratory Plan. From the academic, or cultured, point of view, the pupil must be made free to continue his work upon any subject in which he is absorbed without interruption, because when interested he is mentally keener, mor alert, and mor capable of mastering any difficulty that may arise in the course of his study.“ (Parkhurst, 1922 (1994), S. 19)

- Steigerung des Interesses am Fach
- Lernen aus Fehlern
- Erhöhung der Fachkompetenz durch praktische Arbeiten
- Selbstständigkeit/Selbstorganisation
- Individualisierung
- Reflexion der eigenen Fähigkeiten
- Unterricht im 50-Minutentakt

Unterrichtsorganisation beim Dalton-Plan – „Laborunterricht“

Labs

Die Arbeit nach dem Dalton-Plan erfolgt nicht in traditionellen Klassenzimmern, sondern in „laboratories“, „Fachräumen“, in denen die Arbeitsmaterialien bereit liegen und in denen die Fachlehrer/innen agieren. Die Schüler/innen kommen in diese Räume, um an einem Teil des Assignments, das diesem Fach zugeordnet wird, zu arbeiten und erhalten auf Wunsch Unterstützung von der Lehrkraft. Das „lab“ kann aber auch Unterrichtsraum für Fachstunden sein.

Diese organisatorische Einheit liegt in vielen österreichischen Schulen für die naturwissenschaftlichen Fächer in Form von Sonderunterrichtsräumen (Chemiesäle, Biologiesäle, Physik-säle) vor.

Zusätzlich zu den stundenplanmäßig vorgesehenen Unterrichtsstunden stehen diese Labs für bestimmte, angekündigte oder individuell vereinbarte Stunden in der Woche, den so genannten „LAB-ZEITEN“, zur Verfügung. In diesen Zeiten kommen einzelne Schüler/innen oder Schülergruppen, um an Aufgaben und Problemstellungen eines Assignments zu arbeiten. Aber auch sonst an den Fachgebieten interessierte Schüler/innen sind eingeladen und nützen dieses Angebot auch. Im Lab steht immer eine Fach-Lehrperson zur Verfügung.

Class meeting

Die Lerngruppe versammelt sich in einer Dalton-Schule mit dem „class advisor“ am Beginn des Unterrichtstags für eine 15- bis 30-minütige „organization period“ zur Planung der bevorstehenden Dalton-Phase, der „laboratory period“.

Diese Struktureinheit kann jeweils an den Beginn einer Lernwoche einer Dalton-Phase gestellt werden. Es erfolgt die Klärung organisatorischer Fragen, die Besprechung der Arbeitsfortschritte mit den einzelnen Schüler/innen und eventuell eine kurze mündliche Feedback-Phase. Bei den „class meetings“ besteht Anwesenheitspflicht. Sie dauern im Allgemeinen keine ganze Unterrichtsstunde.

Conference

In den als „conferences“ bezeichneten Phasen trifft sich eine Lerngruppe im Dalton-Plan entsprechend einer Ankündigung. Dabei werden „traditionelle Unterrichtsstunden“ abgehalten oder Arbeitsbesprechungen durchgeführt, die gemäß Parkhurst auch mit der Freiarbeit verbunden sein sollen. Es können aber auch Leistungserhebungen durchgeführt werden.

„Conferences“ werden vielfältig eingesetzt: Fachvortrag der Lehrperson („lectures“), gesteuerte Gruppenarbeitsphase mit anschließender Präsentation, konferenzartige Arbeitsphasen, Diskussionsveranstaltungen usw.

Assignment

Diese schriftlichen Studieranleitungen enthalten die Aufgabenstellungen und den Lernplan. Die Lernenden müssen aber dadurch auch motiviert werden und entsprechend instruiert werden. Nach Parkhurst sind sie in einer übersichtlichen und einheitlich gestalteten schriftlichen Fassung am Monatsbeginn den Schüler/innen auszuhändigen und sollen über Inhalt, Aufbau, Bedeutung, Ziel, Anforderungsniveau und eventuelle Schwierigkeiten der bevorstehenden Aufgaben informieren. Dabei sollen die Schüler/innen persönlich angesprochen werden.

Graphs

Es handelt sich dabei um ein Aufzeichnungssystem für eine kontinuierliche und detaillierte schriftliche Aufzeichnung der Lernfortschritte. In Tabellenform soll der Lernstand und -fortschritt visualisiert werden.

Unterrichtsorganisation beim Dalton-Plan – „Laborunterricht“

Arbeitsweise während des Assignments

Die Arbeitszeit teilen sich die Schüler/innen – abgesehen von den erwähnten Pflichtterminen – völlig frei und individuell ein. Auch für die Sozialform entscheiden sie sich autonom. Als Arbeitszeit, in der eine Lehrperson zur Verfügung steht bzw. in der im Labor gearbeitet werden kann, stehen den Schüler/innen die regulären, stundenplanmäßigen Chiestunden und die Lab-Zeiten zur Verfügung. Die Schüler/innen sind damit in Abhängigkeit von ihrem persönlichen Stundenplan frei in Ort und Zeit und können bei guter Planung ein Thema im Assignment solange bearbeiten, wie es für sie interessant ist und notwendig erscheint. Von der „Schulglocke“ sind sie damit weitgehend unabhängig. Es zeigte sich in den Arbeitsphasen oft, dass Fragen in den „Schulpausen“ untereinander und/oder mit der Lehrperson diskutiert werden, gerade eben dann, wenn die Frage auftaucht und damit interessant ist. Ein sehr wichtiger Punkt der Leitlinien für den Chemieunterricht an der Sir-Karl-Popper-Schule ist das Schaffen von **Möglichkeiten zum selbstständigen Experimentieren**. Einerseits werden dadurch chemische Fachinhalte durch eigenes Handeln verständlich, andererseits ergeben sich Möglichkeiten zur Überprüfung von eigenen Theorienbildungen. Individualisierung wird dadurch erreicht, dass fortgeschrittenere Schüler/innen Experimente selbst planen dürfen und – aus Sicherheitsgründen nach erfolgter Besprechung mit dem Lehrer bzw. der Lehrerin – ausprobieren können.

Differenzierte Leistungsfeststellung

Sobald eine Einheit abgeschlossen ist, kann sie von dem Schüler bzw. der Schülerin abgegeben werden. Diese Abgabe wird im „lab graph“ verzeichnet. Die Aufgabenstellungen sind in den Naturwissenschaften theoretisch oder praktisch. Bei der Abgabe wird im Einzelgespräch durch die Lehrperson geprüft, ob der Schüler bzw. die Schülerin die Arbeit selbstständig durchgeführt hat. Bei experimentellen Aufgaben erübrigt sich diese „Überprüfung“. Eine Möglichkeit zur zusätzlichen Leistungsüberprüfung ist, am Ende des Assignments einen Test über das Basiswissen des Assignments durchzuführen. Optimalerweise sind die Aufgabenstellungen so konzipiert, dass Abschreiben „sinnlos“ oder unmöglich ist.



Erkenntnisse aus den Evaluationen

Die Dalton-Phasen im Chemieunterricht der 11. und 12. Schulstufe (sowohl Grundkurse als auch Schwerpunktkurse) und im Fach „Naturwissenschaftliches Forschen“ der gleichen Schulstufen wurden im Rahmen der beiden IMST-Projekte in den Jahren 2004 bis 2006 einer inneren und äußeren Evaluation unterzogen. Die Evaluation wurde formativ und summativ durchgeführt. Die innere Evaluation erfolgte über halbgebundene Fragebögen (Rücklauf 98%), Reflexionsbesprechungen und ein Zettelwand-Rückmeldesystem. Die externe Evaluation wurde von Anna Streissler (Universität Klagenfurt/Universität Wien) mittels semistrukturierter Interviews durchgeführt.

Die Evaluation zeigte, dass folgende beiden Aspekte in Dalton-Phasen besonders gut gefördert werden:

- Selbstständigkeit, Selbsttätigkeit und Eigenverantwortung, Teamarbeit: Die Schüler/innen nehmen diese Anforderungen bewusst wahr und nennen dies auch auf die Frage, wie und was ihnen an den Phasen gefallen/nicht gefallen hat. Die Selbstständigkeit und -verantwortlichkeit wird durch verstärkte Gruppen- und Teambildung im Lernprozess von den Lernenden gegenseitig gestärkt.
- Zeitmanagement: Dies ist neben der Eigenverantwortlichkeit einer der größten Vorzüge dieser Pädagogik. Die „freie Arbeitseinteilung“ ist den meisten Schüler/innen ein großes Anliegen. Besonders die Möglichkeit das eigene Arbeitstempo wählen zu können, fördert den Lernprozess und führt zu einem befriedigenden Lernergebnis. Die Aufdeckung der Mängel des bisherigen Timemanagements und das Erlernen einer Optimierung desselben lösten aber auch negative Reaktionen aus und werden als unangenehm empfunden. Schwierigkeiten ergeben sich dabei auch bei der Teamarbeit, wenn die Partnerin bzw. der Partner sich in der Zeit verschätzt oder die Aufgabe aufschiebt. Gerade diese Auseinandersetzung der Lernenden mit den eigenen Schwächen und Stärken, mit den Vermeidungsstrategien und den Methoden, wie andere Menschen arbeiten bzw. an Arbeiten herangehen,

Assignment: Atmosphäre/Luft

Einheit 1:

Informiere dich (Quellen sind Bücher in der Bibliothek oder in den Labs sowie das Internet) über die Zusammensetzung trockener, reiner Luft. Erstelle eine Tabelle und ein Tortendiagramm zur Zusammensetzung der trockenen, reinen Luft!

Gib für jeden Luftbestandteil die chemische Formel an (Summenformel und Valenzstrichschreibweise)! (Formelschreibprogramm chemsketch verwenden! Das Programm findest du am Netzwerk.)

Einheit 2: Wähle eine der beiden Alternativen!

Alternative 1: Recherchiere physikalische und chemische Eigenschaften sowie Herkunft der einzelnen Luftbestandteile. Liste die Eigenschaften auf und erkläre diese Eigenschaften auf Teilchenebene! Nach Besprechung des Inhalts mit Prof. Scheiber (schriftliche Zusammenstellung als doc.file und ausgedruckt oder in die community gestellt) ist ein DIN-A1-Plakat gemäß Besprechungsvereinbarung zu erstellen (Kleingruppenarbeit in jedem Lab möglich)!

Alternative 2: Erfinde ein Experiment, mit dem einzelne Bestandteile der Luft, wo möglich auch quantitativ, nachgewiesen werden können! Verfasse ein Konzept zur eigenen Durchführung des Experimentes (benötigte Materialien, Versuchsvorschrift, Auswertungshinweise, Sicherheitsmaßnahmen), besprich dieses Experiment mit einer Lehrperson und führe es nach „Genehmigung“ der Lehrperson im CH-Lab durch!

Beispiel für die ersten Arbeitsaufträge im Rahmen eines Assignments

macht die Dalton-Pädagogik zusätzlich wertvoll. Quasi auf einer Metaebene wird das eigene Lernen und Arbeiten reflektiert. Dies ist wahrscheinlich der Hauptgrund dafür, dass diese Lern- und Arbeitsphasen besonders anstrengend sind.

Im Laufe der Projektjahre konnte gezeigt werden, dass ein reformpädagogischer Ansatz mit entsprechender Adaption auch in einem klassischen Schulstrukturmodell umgesetzt werden kann. Der Mehrwert für den Chemieunterricht bzw. den naturwissenschaftlichen Unterricht liegt vor allem im Rollenwechsel der Lehrperson. Der Fokus wird vom Lehren auf das Lernen gelenkt und die Lehrperson tritt als „Facilitator“ auf. Gerade im Laborunterricht bringt diese Haltung der Lehrperson Freiräume für die Schüler/innen für ihren individuellen Lernprozess.

■ Edwin Scheiber ist Lehrer an der Sir-Karl-Popper-Schule und am Wiedner Gymnasium in Wien (www.wiednergymnasium.at) und Universitätsassistent am AECC Chemie.

Literatur:

Parkhurst, H. (1994). *Education on the Dalton Plan, New York, 1922*. New York: Reprint by „The Dalton School“.

Popp, S. (1999). *Der Daltonplan in Theorie und Praxis*. Innsbruck: Studienverlag.

Scheiber, E. (2005). *Begabungsfördernder Unterricht mit Assignments*. IMST-Fonds Projektbericht. Online unter http://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/Begabungsfördernder_Unterricht_mit_Assignments [17.02.2008].

Scheiber, E. & Wottle, I. (2006). *Begabungsfördernder naturwissenschaftlicher Unterricht mit Assignments*. IMST-Fonds Projektbericht. Online unter http://www.imst.ac.at/wiki/index.php/Begabungsfördernder_naturwissenschaftlicher_Unterricht_mit_Assignments [17.02.2008].



Falls Sie neugierig geworden sind: Die Projektberichte finden Sie im IMST-Wiki www.imst.ac.at/wiki; Suchbegriff „Edwin Scheiber“

„Aber im Betrieb machen wir das alles anders“ – Wege zu einem modernen Chemielaborunterricht an der Berufsschule St. Veit/Glan

von **Andreas Jantscher**

- Motivation für das Lernen
- Lernen aus Fehlern
- Berufliche Anforderungen erfüllen
- Problemlösefähigkeiten
- Ausstattung mit Unterrichtsmitteln
- Didaktische Effizienz der Experimente
- Kompetenzen der Schüler/innen

„Aber im Betrieb machen wir das alles anders.“ Solche Schüleraussagen zum Laborunterricht haben am Beginn meiner Lehrtätigkeit an der Berufsschule ein Gefühl von Unsicherheit hervorgerufen.

Als Absolvent einer Hochschule bin ich nicht direkt mit dem Tätigkeitsbereich von Chemielabor-techniker/innen in Kontakt gekommen und habe mir die Frage gestellt, ob ich die Schüler/innen richtig auf die Lehrabschlussprüfung und auf die spätere Tätigkeit in einem Chemielabor vorbereite (siehe Box 1 und 2).

Mein erster Anhaltspunkt war der Rahmenlehrplan, der mir zwar die inhaltlichen Vorgaben lieferte, nicht aber die praktischen Beispiele und den direkten Bezug zu den Lehrbetrieben.

Mein erster intensiver Kontakt zu den Lehrbetrieben erfolgte im Rahmen der ersten Lehrabschlussprüfung, die an der Berufsschule stattfand. Die Prüfungskommission – bestehend aus Laborleitern namhafter Kärntner Betriebe – brachte Analysenmethoden, Proben und Analysenwerte ein. Somit lieferte sie Antworten auf Fragen, die ich mir zum Laborunterricht stellte.

- Wie kann ich den Laborunterricht noch praxisbezogener und moderner machen?
- Wie kann ich den Schüler/innen 100% richtige Analysenwerte vorgeben?

Ein weiterer wichtiger Schritt bei der Umsetzung des Transfers von Analysenmethoden aus der Wirtschaft in die Schule war der Kontakt zum IMST-Fonds. Dadurch hatte ich sowohl eine finanzielle wie auch eine fachliche Unterstützung für dieses Vorhaben.

Die Titel meiner Projekte lauteten: „Sammlung und Bewertung von Schulversuchen in Zusammenarbeit mit Kärntner Wirtschaftsbetrieben“ (2005/06) und „Schulversuchskatalog zur Vorbereitung auf die Lehrabschlussprüfung“ (2006/07).

Neben dem Hauptziel, neue Schulversuche zu etablieren, hatte ich eine Reihe an weiteren Zielen, die sich vor allem mit der Informationsbeschaffung befassten. Interessante Fragestellungen in diesem Zusammenhang lauteten:

- Welche Anforderungen werden an die Lehrlinge in den Betrieben gestellt?
- Welche Qualifikationen sollen sie an der Berufsschule erhalten?
- Was fällt unter Grundbildung für alle Schüler/innen und wo fängt die Begabtenförderung an?

Aber auch Aspekte meines Unterrichts wie der Unterrichtsstil und der Lernzuwachs wurden beleuchtet und kritisch hinterfragt.

Meine Anfrage nach einer Zusammenarbeit und eines Transfers von Analysemethoden fand bei den Laborleitern der Betriebe großen Anklang und so konnte ich auf einen großen Fundus an unterschiedlichsten Prüfvorschriften zurückgreifen. Sehr schnell merkte ich, dass sich nur ein kleiner Teil der in der Industrie üblichen Analysemethoden für den Einsatz im Unterricht eignet, da die Umsetzbarkeit durch eine Reihe von einschränkenden Faktoren begrenzt wird. Beispielhaft möchte ich einige nennen: Verhältnis Zeiteinsatz vs. didaktischem und handwerklichem Wert, Ausstattung der Schule, Schwierigkeitsgrad der Arbeitsmethoden, ...





Was steckt eigentlich hinter einer Lehre zum/r Chemielabor-techniker/in? Den größten Teil ihrer 3½-jährigen Ausbildungszeit verbringen die Lehrlinge in den Betrieben. Die schulische Ausbildung umfasst 1440 Schulstunden, das entspricht 36 Schulwochen an einer HTL oder rund 42 Schulwochen an einer AHS. Neben allgemeinbildenden Fächern wird ein Schwerpunkt auf die theoretische und praktische Fachausbildung gelegt. Den Abschluss der Ausbildung stellt die Lehrabschlussprüfung dar, die von der Wirtschaftskammer organisiert und durchgeführt wird und als eine externe Evaluation betrachtet werden kann. Das Berufsprofil umfasst die Fähigkeit, Arbeitsabläufe selbstständig zu planen, auszuführen und zu interpretieren. Der Qualitätssicherung wird eine große Rolle zugedacht.

Die Ausbildung zum Chemielabortechniker/zur Chemielabortechnikerin

Die Analytische Chemie ist ein Teilbereich der Chemie, die sich mit der Ermittlung der Einzelbestandteile von zusammengesetzten Stoffen oder Lösungen beschäftigt. Mittels chemischer und physikalischer Methoden wird sowohl das Vorhandensein von Stoffen (qualitative Analyse) als auch die Menge eines bestimmten Stoffs (quantitative Analyse) bestimmt. Die Lehrlinge übernehmen wichtige Aufgaben im Bereich der Wareneingangs-, Produktions- und Produktkontrolle. Weitere Betätigungsfelder sind die Bereiche Forschung und Entwicklung sowie der Umweltschutz. Die Absolvent/innen müssen sowohl den Umgang mit Glasgeräten als auch den Umgang mit computergesteuerten Analysegeräten beherrschen.

Analysemethoden und Tätigkeitsprofil der Absolvent/innen



Falls Sie neugierig geworden sind: Den Projektbericht (Langfassung und Kurzfassung) finden Sie im IMST-Wiki www.imst.ac.at/wiki; Suchbegriff „Jantscher“, Titel „Sammlung und Bewertung von Schulversuchen in Zusammenarbeit mit Kärntner Wirtschaftsbetrieben“



Weiters stellte ich fest, dass es von Vorteil ist, Versuche zu etablieren, die den bereits vorhandenen Übungen ähnlich sind, und trotzdem den Ansprüchen der Aktualität und des Lehrplans Genüge tun. Beispielhaft möchte ich die maßanalytische Bestimmung von Chlor in Natriumhypochlorit nennen. Als Probe können Reinigungs- und Desinfektionsmittel wie etwa Danklorix® herangezogen werden. Diese Bestimmung wird nun zusätzlich zu der „klassischen“ iodometrischen Bestimmung von Fe^{3+} und Cu^{2+} eingesetzt.

Auch beim Thema „Lernen durch Fehler“ machte sich die Zusammenarbeit mit den Betrieben bezahlt, da von diesen nicht nur die Prüfvorschriften, sondern auch Proben und die zugehörigen korrekten Analyseergebnisse zur Verfügung gestellt wurden. Dadurch hatten die Schüler/innen die Möglichkeit, ihre eigenen Analyseergebnisse mit den korrekten Werten zu vergleichen und die Qualität ihrer eigenen Arbeit zu überprüfen. Die Schüler/innen konnten aus ihren eigenen Fehlern lernen und ihre handwerklichen Fähigkeiten durch Wiederholung der Übungen verbessern.

Die Probleme wurden aber nicht nur durch ein Wiederholen der Übungen, sondern auch durch ein Lernen voneinander gelöst. Die Schüler/innen diskutierten über Verbesserungsmöglichkeiten und verglichen verschiedene Arbeitsmethoden, etwa beim Pipettieren oder Einwiegen, miteinander. Die Möglichkeit, Analysen zu wiederholen und die Arbeitstechnik zu verfeinern, wurde, – wie in einer Befragung festgestellt – von den Schüler/innen als positiv empfunden. Jedoch musste ich aus meinen Beobachtungen feststellen, dass nicht alle Schüler/innen mit diesen Freiheiten umgehen können und Übungs- und Vertiefungsphasen zu intensiven privaten Gesprächen nutzten.

Weiters stellte der Mangel an Selbstständigkeit, Selbstorganisation und Selbstmotivation bei manchen Schüler/innen eine Begrenzung dar, was dadurch zum Ausdruck kam, dass Schüler/innen, die diese Qualifikationen bereits besaßen, Führungspositionen innerhalb der Gruppen übernahmen und jene mit Schwachstellen in diesen Bereichen „mitziehen“ mussten. Dadurch stellte sich die Frage, ob man jene Schüler/innen erreicht, für die die speziellen Maßnahmen gesetzt werden.

Zusammenfassend möchte ich festhalten, dass die Projekte die Kontakte zwischen Schule, Schüler/innen und Lehrbetrieben intensivierten und gezeigt haben, dass es für eine Berufsschule dringend notwendig ist, mit den Lehrbetrieben zusammenzuarbeiten.

Außerdem stieg die Motivation der Schüler/innen für die Laborübungen, da sie einen direkten Zusammenhang zwischen Schule und Arbeitswelt sahen. Dieses Empfinden wurde durch das Einbetten der Versuche in einen Gesamtkontext vertieft. So hat nicht nur eine begleitende intensive theoretische Betreuung stattgefunden, sondern auch Besichtigungen der Produktionsstätten vor Ort.

■ Andreas Jantscher unterrichtet naturwissenschaftliche Fächer und Mathematik an der Fachberufsschule Sankt Veit an der Glan in Kärnten (www.berufsschule.at).

Restaurierung eines schrottreifen Citroen 2CV an der PTS Grieskirchen – Individualisierung im Rahmen eines gemeinsamen Projekts

In den letzten Jahren haben sich sehr viele Schulen im Pflichtschulbereich der Herausforderung nach Weiterentwicklung gestellt. Vor allem die Polytechnischen Schulen (PTS) waren gefordert, Konzepte und Projekte einzubringen, um verstärkt vorzeigen zu können, dass die Berufsvorbereitung ein Fundament in der PTS ist und daher für eine bestmögliche Vorbereitung für die Berufsschule zu sorgen hat.

Als persönlicher Verfechter des dualen Ausbildungssystems sehe ich in der Berufsüberleitung durch praktische Arbeiten unserer Schüler/innen im Labor- und Werkstättenunterricht eine Kernaufgabe der PTS.

Mutige Projekte braucht das Land

„Ich würde ja so gerne mit den Schüler/innen im Werkstättenunterricht einmal etwas Anderes machen, etwas Besonderes, vielleicht eine Idee der Schüler/innen verwirklichen, aber ...“, ist sehr oft von engagierten Kolleg/innen zu hören.

Die Ursachen für dieses „ABER“ sind genauer betrachtet meist leicht überwindbar und daher unbegründet. Denn die ursprünglichen positiven Argumente, warum sie das Projekt durchführen wollen, haben den Überhang. Mut ist angesagt!

Als Lehrer im Fachbereich Metall mit Schwerpunkt KFZ-Technik und 2CV-Liebhaber kam ich auf die Idee, im Fachbereichsunterricht mit den Schüler/innen einen schrottreifen Citroen 2CV – liebevoll auch Ente genannt – zu restaurieren.

Heißt es nicht auch in Wirtschaftskreisen wieder: „Handwerk hat goldenen Boden“? Aber wie kann man die Schüler/innen wieder auf diese Schiene bringen? Was passiert in der Schule mit Schüler/innen, die zwar viel praktische Intelligenz mitbringen, aber eher lernschwach sind?

Dies waren nur einige Fragen, die mich auf die Idee brachten, durch projektorientiertes Arbeiten die Motivation der Schüler/innen zu heben.

Der Citroen 2CV ist eine Autokonstruktion aus dem Jahre 1937. In den folgenden

Produktionsjahren bis 1990 wurden zwar zahlreiche Änderungen durchgeführt, die Einfachheit der Technik und Karosseriebauweise – alle Teile sind verschraubt – blieb aber erhalten. Ein „Legoauto“ im Großformat.



Dies bot im Unterricht den Vorteil, dass die Schüler¹ die Fahrzeugteile leicht demontieren konnten, die abgebauten Blechteile ein geringes Gewicht hatten und daher leicht zu transportieren waren. Motor und Getriebe und alle technischen Anbauteile sind sehr einfach aufgebaut und frei von elektronischem „Schnickschnack“. Die Grundzüge der Autotechnik waren daher für die Schüler leicht erkennbar und erlernbar.

Notwendige Infrastruktur erörtern

Natürlich benötigt ein derartiges Projekt eine gewisse Infrastruktur. Seitens der Gemeinde wurde eine aufgelassene KFZ-Werkstätte gepachtet und schulgerecht adaptiert. Dies stellte zwar einen optimalen Arbeitsplatz dar, wäre aber zur Durchführung dieses Projekts nicht unbedingt nötig gewesen.

- Motivation für das Lernen
- Steigerung des Interesses am Fach
- Teamarbeit
- Berufliche Anforderungen erfüllen
- Problemlösefähigkeiten
- Individualisierung
- Ausstattung mit Unterrichtsmitteln
- Personelle Ressourcen

von **Robert Neubacher**

¹ In der beschriebenen Klasse gab es ausschließlich männliche Schüler.



Ergebnis klar deklarieren

Ziel dieses Projekts war es, den schrottreifen 2CV vollständig zu restaurieren und ihm durch die §57a-Überprüfung die Verkehrstauglichkeit zu bestätigen. Beim Anblick des Schrotthaufens zweifelten vorerst viele Schüler daran, dieses Ziel jemals zu erreichen.

Pädagogische & fachspezifische Ziele

Kann es gelingen, soziales Lernen zu fördern, wenn leistungsstärkere und -schwächere Schüler zusammenarbeiten? Erhöht sich die Lernbereitschaft der Schüler?

In meiner 20-jährigen Tätigkeit als Lehrer an einer PTS konnte ich in den verschiedensten Unterrichtsfächern feststellen, dass Schüler/innen, die eine sehr hohe praktische Intelligenz aufwiesen, in den typischen „Lernfächern“ eher bescheiden abschnitten.

Können Schüler die Funktion der Kuppelung durch Zerlegen und Zusammenbau leichter verstehen, indem sie es manuell tun, als durch Vorspielen eines Schulfilms? Welche Aggregate brauche ich unbedingt, damit ein Auto fährt? Wie wird eine „Rostlaube“ richtig entrostet? Wie funktionieren Bremsen (Prinzip der Hydraulik)? Warum ist die Genauigkeit und Sauberkeit in handwerklichen Berufen so wichtig? Kann kollegialer Arbeitseinsatz zu einem früheren Erfolg führen?

Dies sind einige Fragen, die mich dazu bewegen haben, dieses Projekt durchzuführen.



Werkstättenbuch

Um den Ablauf dieses Projekts zu dokumentieren, führten die Schüler ein Werkstättenbuch. Darin wurde niedergeschrieben, welche Teile der Schüler ausbaute und wie ihm die Arbeit gefiel. Am Ende jedes Werkstättenunterrichts mussten die Schüler ihre Mitarbeit selbst beurteilen (+, + -, -). Die Aufzeichnungen stellten aber zusätzlich eine Kontrolle darüber dar, wer welchen Teil des Autos bearbeitete.

Gruppengröße

Bei meinem Projekt waren 15 Schüler am Werk. Optimal wäre eine kleinere Gruppengröße (8 bis 10 Schüler). Dies war aber aus schulorganisatorischen Gründen leider nicht möglich. Besonders wichtig war, dass jeder Schüler einen Arbeitsauftrag zugeteilt bekam. So konnte ich disziplinäre Probleme hintanhalten.

Dokumentation des Projekts

Um die wichtigsten Arbeitsschritte mit den Schülern nachbesprechen zu können, wurden diese mit Videokamera oder Fotos festgehalten.

Die Abnahme der Karosserie vom Rahmen und die Zerlegung der Ente in alle Einzelteile empfanden die Schüler als besonders spektakulär.

Bewährt hat sich auch die Gestaltung einer Präsentation des Projekts. Dies sollte aber nicht nur auf elektronischer Ebene mittels Präsentationsgrafiksoftware geschehen. Da die Schüler ihr Projekt auch Mitschüler/innen, Freund/innen, Eltern oder bei einer Lehrstellenbewerbung vorstellen möchten, ist eine Druckversion in Form einer Präsentationsmappe sehr empfehlenswert.

Evaluierung

Die nötige Evaluation dieses Projekts erfolgte über selbst erstellte Fragebögen und standardisierte Unterlagen des IMST-Fonds.

Sehr wichtig war mir aber auch die Komponente „mündliches Feedback“. In diesen Gesprächen erhielt ich viele ehrliche und wertvolle Hinweise über die Auswirkungen des Projekts.

Ergebnisse

Vorweg: Ich erlaube mir, unser Projekt als geglückt zu bezeichnen. Die Ente „fliegt“ wieder! Und mit ihr 2 Geschwister, die ebenfalls zeitgleich von unseren beiden KFZ-Fachbereichsgruppen liebevoll restauriert wurden. Die IMST-Ente in einem roten Blechkleid, die beiden anderen in gelbbraun und weiß-blau Tönungen. Alle drei haben wieder eine Flugerlaubnis, und das mit einer von einer Autowerkstätte abgenommenen §57a-Überprüfungsplakette.





Die Lernbereitschaft schwacher Schüler wurde durch dieses Projekt merklich erhöht. Dies zeigte sich vor allem in besseren Noten im Fachbereich als in den „Lernfächern“.

Durch dieses Projekt, das zwar auch von mir so manche nervliche Reserve abverlangte, wurde ich in meiner tiefen Überzeugung gestärkt, dass unser „theoretisierendes“ Schulsystem schleunigst überdacht werden sollte. Um die Not an Fachkräften in Zukunft einzudämmen, bedarf es eines Umdenkens in unserem Bildungssystem. Die praktische Intelligenz unserer Schüler/innen findet in unserem Bildungssystem derzeit leider keinen gebührenden Stellenwert.

Zahlreiche Gespräche mit den Schülern in den Pausen oder während des Unter-

richts ergaben oft ein Umdenken bei beiden Seiten. Schüler erkannten, dass jeder der Gruppe seinen Beitrag leisten muss, um diesem Projekt zu einem positiven Abschluss zu verhelfen. Aber auch ich als Lehrer stellte oft meine Projektplanung in der Arbeitsaufteilung um, damit nicht die manuell schwächeren Schüler immer nur die „fadesten“ Arbeiten durchzuführen hatten.

Nachdem die Arbeitsaufteilung immer kollegial am Beginn des Werkstättentags durchgeführt wurde, gab es bei unmotivierten Schülern schon bald eine wichtige Erkenntnis. Wer sich nicht freiwillig zu einem vorgegebenen Arbeitsauftrag meldet, der muss nehmen, was übrig bleibt. Und dies waren meist die unangenehmeren bzw. schmutzigeren Arbeiten,

wie Entrosten mit der Stahlbürste oder Abkratzen des Unterbodens.

Erfreulich bei der Durchführung dieses Projekts war aber auch, dass der Großteil der Schüler stark motiviert war und sich von anderen nicht negativ beeinflussen ließ.

Die zahlreichen positiven Rückmeldungen der Eltern und der Öffentlichkeit waren ebenfalls für unser gesamtes Team sehr aufbauend.

90 Prozent der an diesem Projekt beteiligten Schüler hatten bereits mit Semester eine fixe Lehrstelle als KFZ-Techniker erhalten. Mancher Schüler konnte trotz herrschendem Lehrplatzmangel sogar zwischen mehreren Betrieben wählen. Bis Schulschluss hatten alle eine Lehrstelle.

■ Robert Neubacher unterrichtet Mathematik, Werkerziehung, Metall- und Elektrotechnik sowie Verkehrserziehung an der PTS Grieskirchen in Oberösterreich (www.polyhome.at).



Falls Sie neugierig geworden sind: Den Projektbericht (Langfassung und Kurzfassung) finden Sie im IMST-Wiki www.imst.ac.at/wiki; Suchbegriff „Neubacher“, Titel „Restaurierung eines schrottreifen Citroen 2CV“.

Zur Vertiefung

Unterricht zwischen Theorie und Handlungsorientierung

von **Michael A. Anton**

Lehren und Lernen im Fach Chemie wie in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern und mittlerweile auch in Mathematik und den Geisteswissenschaften umfasst stets das gesamte Spektrum menschlicher Tätigkeiten, sowohl der körperlichen als auch der geistigen. Die jeweilige Anpassung der Aktivitäten an den Erwerb der Lerninhalte bezeichnen wir als Methode. Bei der traditionellen Dominanz der Inhalte, die aus dem Lehrplan und der Fachkompetenz entspringt, wird bei der Methodenwahl häufig willkürlich, spontan und situationsabhängig entschieden. Vorlieben der Lehrkraft, Größe und Diszi-

plin der Klasse, Ausstattung der Lehrräume und zeitliche Rahmenbedingungen schaffen einen meist engen Rahmen für die angewandte Methodik. Nur passt diese oft nicht zu den angestrebten Zielen.

1. Argument für Praxisunterricht: Methoden sind nicht beliebig wählbar

Ordnet man den Inhalten operationalisierte Zielformulierungen zu, wird man in vielen Fällen feststellen müssen, dass diese Ziele **ausschließlich über ausgesuchte methodische Vorgehensweisen** zu erreichen sind und **mit anderen nicht!**



So steht es auch um das Ziel „Einführen in das Denken und Arbeiten von Chemikern und Chemikerinnen“ (das gilt für die Vertreter der anderen Fachwissenschaften in gleicher Weise). Der eigentümliche Umgang mit Gerätschaften und Stoffen, die Kombination von Glasgeräten zu Apparaturen und die selbstständige Organisation von Versuchsabläufen mit einem klaren Untersuchungsziel sind weder durch das Lesen von Beschreibungen bzw. Ansehen von Filmsequenzen noch durch bloßes Vormachen durch den Lehrer und die Lehrerin zu ersetzen, also so auch nicht zu erlernen. Es macht deshalb Sinn, den Unterricht in zumindest zwei **Unterrichtsfelder** zu unterteilen, die besonders durch ihre Zielsetzungen zu diskriminieren sind, nämlich in den **Theorie-Unterricht**, dessen globales Ziel das Argumentieren ist, etwa durch das Verwenden von Fachsprache, -symbol und -modell, und in den **Praxis-Unterricht**, der neben der Geräte- und Stoffkunde auch die handwerkliche wie auch systematische Seite des Experimentierens umfasst. (Anton, 2008)

– aufeinander abzustimmen sind, wenn alle Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts erreicht werden und Wissen und Tun in Einklang zueinander gebracht werden sollen. Wer nur Phänomene bietet und Erklärungen vorenthält, liegt genauso falsch wie derjenige, welcher die Erklärungen ohne Rückbezug zum Erlebaren vermitteln will.

Es besteht keinerlei Unsicherheit hinsichtlich der Bedeutung des **Argumentieren**-Könnens, der Anwendung von Ausdrucksformen und von Gesetzmäßigkeiten wie auch Systematiken des Fachs. Eine ebensolche Anerkennung der **handfesten Laborarbeit** und von allem, was damit zusammenhängt, ist (noch immer) weniger weit verbreitet oder gar selbstverständlich. Das mag auch damit zusammenhängen, dass wir im Bereich des praktischen Arbeitens keine übereinstimmende Systematik zur Verfügung haben, dass viele Kolleg/innen noch immer der Meinung sind, dass man praktisches Arbeiten beschäftigungsthera-



In der obigen Abbildung findet sich im mittleren Feld auch der Bezug zu den Wissensqualitäten (Fakten, Konditionen und Funktionen) nach einem **Wissensmodell** von Neber (1993), die auf der Seite des Theorie-Unterrichts entwickelt werden über das explizite Erklären und das mehr den Schüler und die Schülerin fordernde Mitteilen bis hin zum Erteilen von Aufträgen, die in vornehmlicher Eigenleistung zu erfüllen sind. Seitens des Praxis-Unterrichts erfolgt die Zunahme der Schülerbeanspruchung über ein anfängliches Kontaktieren mit den Gerätschaften, über das reine Sachwissen angehäuft wird (Kumulieren), dem das Kombinieren, etwa einer Destillationsapparatur folgt bis hin zum Organisieren eines eigenen Versuchskonzepts auf der Basis von Fragestellung und Hypothesenbildung.

Es sollte keinen Zweifel darüber geben, dass die Ziele des Praxis- oder Labor-Unterrichts nicht in gleicher Weise über die Durchführung des Theorie-Unterrichts mit seinen speziellen Methoden erreicht werden können und ... vice versa! Ebenfalls sollte nicht in Frage gestellt werden, dass beide Unterrichtsfelder gleichermaßen abzudecken und – das ist die Lehrkunst

peutisch und belohnend einzusetzen hätte oder gar seinen Entzug als Disziplinierungsmaßnahme verwenden könne.

Umgekehrt sollte man die in der Regel als **Gruppenarbeit** gestaltete Praxiskomponente nicht nur damit begründen, dass hierbei Sozialkompetenzen gefördert werden. Vielmehr wäre darauf zu achten, dass auch im Theoriefeld viel häufiger gemeinschaftliche Lernleistungen erbracht werden können, u.a. deshalb, weil Lernen per se ein sozialer Prozess ist, der wiederum nicht ausschließlich zwischen Lehrer/in und Schüler/in stattfinden muss.

2. Argument für Praxisunterricht: Eigenverantwortliches und selbstständiges Lernen in Chemie ist ohne Experimentieren unvollständig

Ein weiterer Grund für das Einstellen eines Gleichgewichts und einer Stufung in der Herangehensweise auf Theorie- und Praxisfeld ist die Forderung nach einem letztlich **eigenverantwortlichen und selbstständigen Lernen** (Self-Directed Learning (SDL), Know-

les, 1975; Selbstgesteuertes Lernen, Weinert, 1982; Self-Regulation (SRL), Boekaerts et al., 2000).

Dieses Ziel erhält aufgrund des gültigen Lehr-Lern-Modells eines „Moderaten Konstruktivismus“ (Mandl & Reinmann-Rothmeier, 1995) besondere Berechtigung und kann auf der Ebene des **Problem-basierten Lernens** (Problem-based Learning (PBL), Hmelo-Silver, 2004) und mit der Methodik des **Entdeckenden Lernens** (Discovery Learning (DL), Neber, 2007) pragmatisch umgesetzt werden. In der konkreten Ausführung entspricht dies wiederum dem „*eigenverantwortlichen Arbeiten*“ in *beiden* Feldern!

Experimente selbstständig und eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen, erfordert Wissen und Kompetenzen im theoretischen und praktischen Bereich. Experimentieren wird hier im Sinne einer Überprüfung von Hypothesen verstanden. Dies verlangt im Unterricht den Blick auf alle Phasen: von der Hypothesenbildung zur Planung des Experiments, zur Durchführung, Beobachtung und Interpretation (Anton & Neber, 2008).

3. Argument für Praxisunterricht: Der Aufbau von praktischen Kompetenzen ist ebenso anspruchsvoll wie der Aufbau von theoretischem Wissen und kann nicht einfach nebenher passieren

Das folgende Stufungsschema zeigt, dass es auch im Praxisunterricht sinnvoll ist, die Schüler/innen schrittweise zu immer eigenständigeren und komplexeren Leistungen hinzuführen. Im Sinne einer Gleichgewichtseinstellung zwischen Theorie-Unterricht und Praxis-Unterricht verlangt es die augenblickliche Situation, dass dem Praxisfeld größere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Die Entwicklung der bisherigen IMST-Projekte zeigt, dass hier bereits viel erreicht worden ist und wir alle auf einem guten Weg sind hin zur Gleichberechtigung der zwei Unterrichtsfelder. Die Lehrkräfte können zufrieden sein, wenn sie ihre Schüler/innen in Theorie und Praxis bei folgenden Entwicklungen begleitet haben:

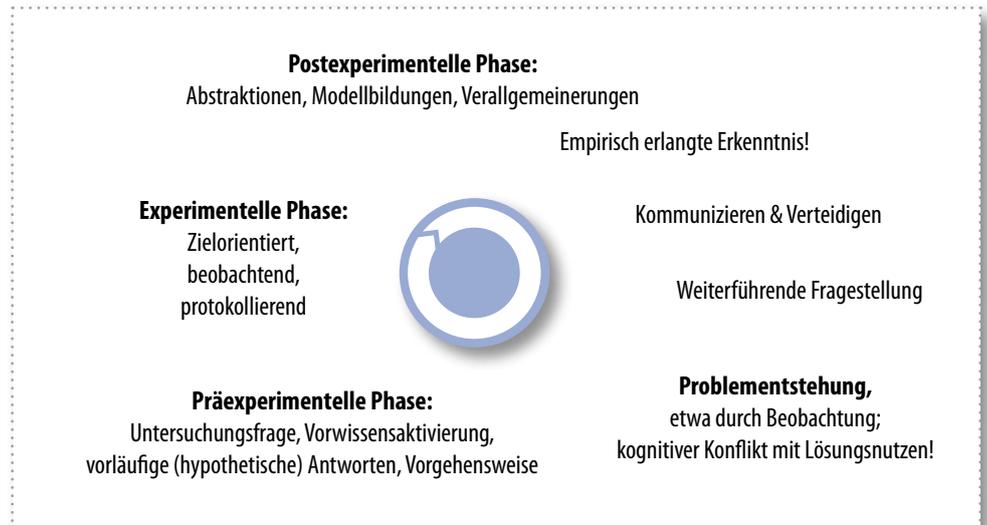


Abbildung 2: Der empirische Forschungszyklus im Unterricht

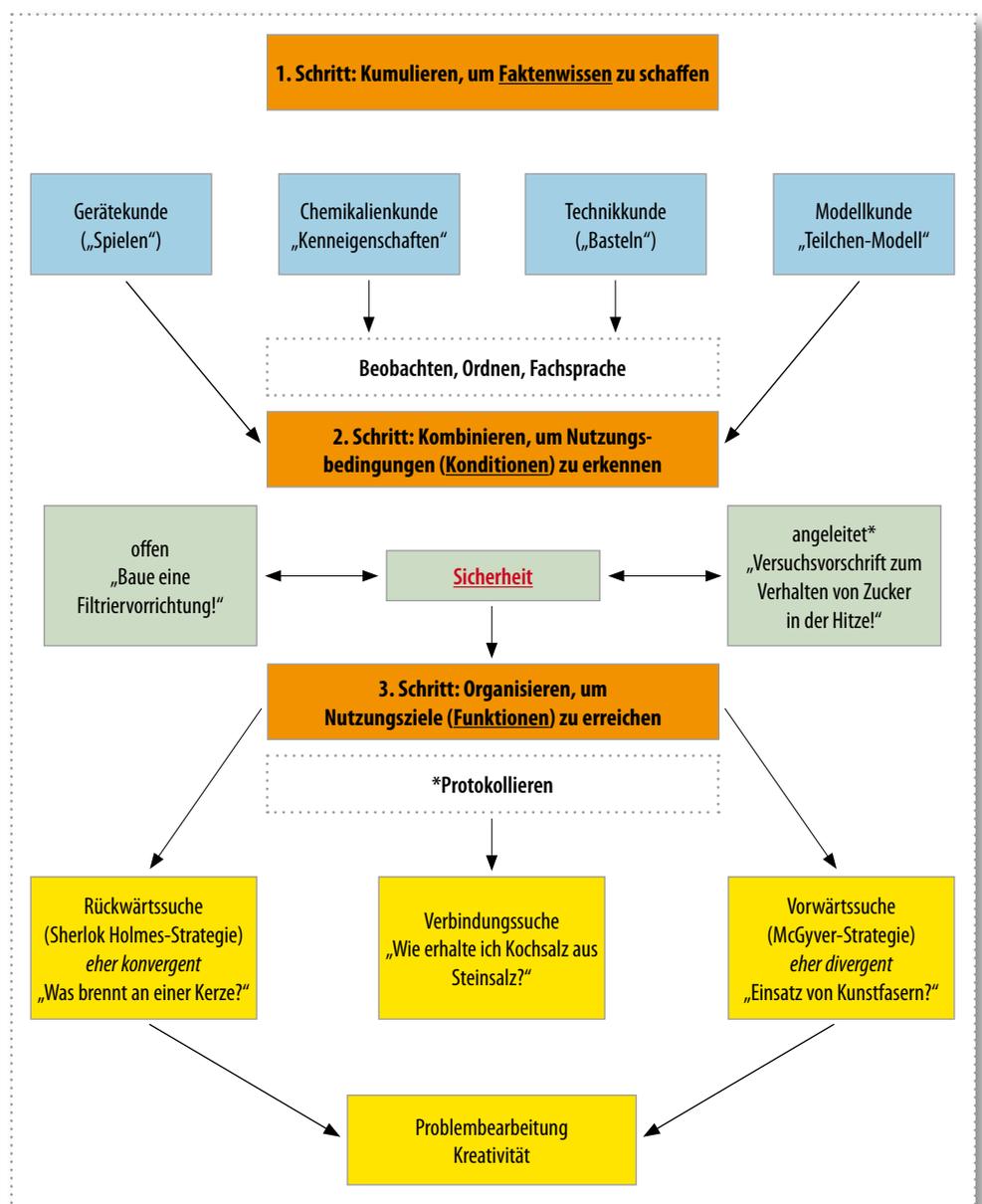


Abbildung 3: Differenzierungen im Anspruch an das experimentelle Arbeiten im Unterricht



1. Die Entwicklung des Könnens und Wissens vom Faktenwissen über die Bedingungen seiner Nutzung bis zum sinnvollen und zielgerichteten Anwenden mit dem Ziel einer kulturellen Nutzung.
2. Die Entwicklung des Argumentierens innerhalb des Fachs unter Verwendung aller Instrumentarien, von den Symbolen über die Fachsprache und Modellvorstellung bis zur Kritik der Erkenntnisse mit dem Ziel einer kommunikativen Kompetenz im Fach und Alltag.
3. Die Entwicklung des technisch-handwerklichen Einsatzes fachspezifischer Geräte und Chemikalien mit dem Ziel einer empirischen Hypothesenprüfung.

2008) eine neue Plattform für die Auseinandersetzung mit gut voneinander abtrennbaren, also separat einsetzbaren Lehr- und Lernstufen, über die noch deutlicher als bisher die gewollte Individualisierung beim Kompetenzzuwachs und bei der Entwicklung des Selbstkonzepts sowie des Interesses unterstützt werden können. Denn es gilt, die Herausforderung nach PISA 2006 anzunehmen, wonach „im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur das fachliche Wissen aufzubauen, sondern zugleich das Interesse an den Inhalten zu fördern“ ist (Prenzel, 2008).

■ Michael A. Anton ist Professor für Chemiedidaktik an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Vielleicht schafft diese Perspektive eines „kompetenzorientierten Unterrichts“ (Ziener,

Die Reflexion vieler Praxisphasen mit Kindern und Jugendlichen aller Jahrgangsstufen hat gezeigt, dass die im Praxisfeld eingesetzten Versuche und Experimente eine Reihe von **Kriterien** erfüllen sollten, über deren Einhaltung eine erhöhte **Akzeptanz** und Motivation zur Auseinandersetzung erzeugt wird. In der folgenden Tabelle sind diese Bedingungen aufgelistet.

Akzeptanzkriterien für effektive Schülerversuche

- Versuchsablauf schlicht, über alle Phasen & mit mehreren Sinnen wahrnehmbar, langsam (sicher & ungefährlich)

- Prozess rasch wiederholbar
- höchstmöglich selbstbestimmbar („Entzündbarkeit eigener Ideen“)
- Fokussierung auf EIN Phänomen („Isolation der Schwierigkeit“)
- Edukt-Produkt- & Ursache-Wirkung-Vergleich möglich
- Energetik klar erkennbar
- selbst durchführbar (eindeutige Versuchsanleitung) und selbst kontrollierbar (Fehlerkontrolle)
- Produkt verwendbar, mitnehmbar (Alltagsbezug)
- systematisierbar (Beziehung zu Bekanntem)

Akzeptanzkriterien für effektive Schülerversuche

Literatur:

- Anton, M. A. (2008). *Kompendium Chemiedidaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Anton, M. A. & Neber, H. (2008). Implementierung von „Forschungszyklen“ in den Chemieunterricht. *PdN-ChiS*, 57(3), 35-37.
- Boekaerts, M. et al. (Eds.) (2000). *Handbook of Self-Regulation*. San Diego: Academic Press.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266.
- Knowles, M. (1975). *Self-directed learning. A guide for learners and teachers*. New York: Association Press.
- Mandl, H. & Reinmann-Rothmeier, G. (1995). *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Forschungsbericht 60 Empir. Päd. und Päd. Psychol.* München: LMU München.
- Neber, H. (1993). Training der Wissensnutzung als objektgenerierende Instruktion. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Kognitives Training* (S. 217-243). Göttingen: Hogrefe.
- Neber, H. (2007). Entdeckung, Erfahrungsorientierung und Problemlösung. In J. Standop & E. Jürgens (Hrsg.), *Taschenbuch Grundschule*. Hohengehren: Schneider.
- Prenzel, M. et al. (2008). *PISA 2006 in Deutschland – Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich*. Zusammenfassung, S. 9.
- Weinert, F. E. (1982). Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. *Unterrichtswissenschaft*, 2, 99-110.
- Ziener, G. (2008). *Bildungsstandards in der Praxis – Kompetenzorientiert unterrichten*. Stuttgart: Kallmeyer, Klett.