

NWL **neu**

Das Naturwissenschaftliche Labor am B[R]IG Leibnitz

Bernhard Ackerl

Christof Lang

Hermann Scherz

DAS OBJEKT STELLT EINEN
HOLZENEN DRUCKSOWIE AUCH EIN FE
EINEN WASSERTROPFEN, DER S
ST VARIABEL SOLLTE SICH ABER
SCHWUNGVOLLE UND LEISTEN DIGE
RENSO ANPASSEN, WIE AN
DER VERFORMUNG DES HOLZENS

NWL **neu**
Das Naturwissenschaftliche Labor am B[R]IG Leibnitz



Inhalt

Vorwort 5
Einführung 6
Historisch philosophischer Aufriss 8

Das NWL - Konzept 14
Organisation des NWL 17
NWL **neu** 20
NWL4 achte Schulstufe 22
NWL6 zehnte Schulstufe 26
NWL7 elfte Schulstufe 32
NWL8 zwölfte Schulstufe 38

Evaluation 50
Ausblick 54

NWL

Impressum

NWL **neu**
Das Naturwissenschaftliche Labor am B[R]G Leibnitz

Nicht gezeichnete Texte, Fotos, Konzept:
Bernhard Ackerl | Christof Lang | Hermann Scherz
Gestaltung, Satz: Christof Lang
Herstellung: Druckerei Niegelhell, Leibnitz
www.nwl.at

Juli 2008

NWL **neu**
Das Naturwissenschaftliche Labor am B[R]G Leibnitz



NWL neu am B[R]G Leibnitz

Vor fast 20 Jahren wurde die Idee des Naturwissenschaftlichen Labors am B[R]G Leibnitz erstmals in die Praxis umgesetzt. Zwei Säulen tragen das NWL: fächerübergreifendes Handeln und das Sammeln von Erfahrungen durch selbständiges Experimentieren. Das Erstkonzept ließ unseren Schüler/innen wenig Freiraum für eigene Kreativität, die Stunden waren genau durchgeplant. In der nächsten Phase wurde, als IMST Projekt, ausgelotet, wie weit selbständiges Forschen von Oberstufenschülern realisiert werden kann. Aus diesen Erkenntnissen entwickelte sich das Konzept des NWL neu mit einer guten Mischung aus durchgeplanten Sequenzen und der schrittweisen Hinführung zu selbständiger Forschung. Da ein großes Maß an Selbsttätigkeit, insbesondere das eigenständige Forschen und Experimentieren, für nachhaltiges Lernen und ein bleibendes Verständnis von ausschlaggebender Bedeutung ist, wird dem im neuen Konzept besonders Rechnung getragen.

Mit viel Aufmerksamkeit und Freude durfte ich die Entwicklung des Konzepts des NWL verfolgen und auch miterleben. Das NWL hat sich bald als Marke in ganz Österreich etabliert, aber auch darüber hinaus in Deutschland und der Schweiz Aufmerksamkeit gefunden. Bemerkenswerterweise hat das NWL-Lehrerteam von Anfang an nicht nur neue Akzente für den naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern auch neue Maßstäbe in der Schulentwicklung gesetzt. Evaluierung von innen und von außen war und ist seit jeher eine Selbstverständlichkeit. Ohne Zweifel wird „NWL neu“ in Leitbild, Schulprofil und Schulprogramm des B[R]G Leibnitz, die gerade entwickelt werden, eine zentrale Stellung einnehmen.

Ich danke dem gesamten NWL-Team für sein vorbildliches Engagement und hoffe, dass auch in Zukunft innovative Ideen die Naturwissenschaften für unsere Schüler/innen besonders attraktiv machen werden.

OStR.Mag. Karl Heinz Tinnacher
Schulleiter

Naturwissenschaftliche Kompetenzen fördern im NWL

Im Jahre 1995 ergriffen fünf Kollegen am B[R]IG Leibnitz in der Steiermark die Initiative und erstellten ein Konzept für ein naturwissenschaftliches Labor mit [meist] fächerübergreifenden Themen. Im Verlaufe weniger Jahre entwickelte sich aus ersten Ideen und zunächst noch vagen Konzepten, mit Umwegen, Rückschlägen und Neukonzeptionen, aber immer wieder mit viel Kreativität, Mut und Ausdauer DAS Naturwissenschaftliche Labor [NWL]. Warum DAS Naturwissenschaftliche Labor?

1. Für die Schüler/innen, und um diese geht es primär bei all unseren Bemühungen, wurde das NWL im Jahre 1995 als Fach, d.h. als autonomer Pflichtgegenstand, im Realgymnasium Leibnitz etabliert. Für sie ist es DAS Labor.

2. Die Väter und Mütter des NWL, d.h. die verantwortlichen Lehrkräfte, waren - und dies sei aus neutraler ausländischer Perspektive offen und ehrlich gesagt - ihrer Zeit oftmals voraus: Wenn es bei deutschen oder österreichischen Modellversuchen, wie zum Beispiel IMST [Innovations in Mathematics and Science Teaching], um die Förderung eines handlungsorientierten Unterrichts, um mehr Lebensbezug oder um Neukonzeptionen von Schülerversuchen ging, am B[R]IG Leibnitz war das fast alles schon realisiert. Wenn nach mehr horizontaler Vernetzung gerufen wurde, die Kolleginnen und Kollegen des NWL konnten bereits auf ihre interdisziplinären Themenfelder verweisen.

3. Es ist das einzige mir bekannte Schullabor mit einer eigenen URL-Adresse und Website: www.nwl.at.

Ganz dem Duden entsprechend darf sich dieses Labor daher am Anfang mit einem großen "N" schreiben: "Alle zu einem mehrteiligen Namen gehörenden Adjektive [...] werden groß geschrieben." Das Naturwissenschaftliche Labor ist nicht irgendein

naturwissenschaftliches Labor, sondern eben das Naturwissenschaftliche Labor. Es hat - im doppelten Sinne - einen Namen. Das NWL war und ist wegweisend: In Österreich werden, wie auch in Deutschland und der Schweiz, derzeit Kompetenzmodelle entwickelt und Bildungsstandards festgelegt. So heißt es in den Entwürfen zu den Kompetenzmodellen zum Beispiel, dass die Schüler/innen am Ende der obligatorischen Schulzeit fähig sind:

- einfache Messungen durchzuführen,
- zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment zu planen, durchzuführen und zu protokollieren,
- Daten und Ergebnisse von Untersuchungen zu analysieren, zu interpretieren, zu erklären und zu kommunizieren.

Mit dem NWL werden beste Voraussetzungen geschaffen, um die Jugendlichen auf die genannten Kompetenzen hin zu fördern und zu fordern. Die Maturandinnen und Maturanden dürften die zukünftigen, vom Ministerium festgelegten Standards erreichen. Und nicht nur das, sondern auch: Das NWL setzt Standards.

Möge die vorliegende Broschüre breite Beachtung finden! Das Gesamtkonzept des NWL und die hier vorgestellten Beispiele vermögen inhaltlich und methodisch zu überzeugen. Das alles macht Mut. Lassen wir uns von ihm, lassen wir uns vom NWL inspirieren und anstecken!

Basel, 1. Mai 2008

Prof. Dr. Peter Labudde
Leiter Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik
PH Nordwestschweiz, Riehenstrasse 154, CH-4058 Basel
peter.labudde@fhnw.ch



Gedanken ohne Inhalt sind leer,
Anschauungen ohne Begriffe sind blind.
[Immanuel KANT 1724-1804]

Manfred Erjauz
Das NWL fiel nicht vom Himmel
Ein historisch-philosophischer Aufriss

Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Rahmen einer Tagung zum Thema fächerübergreifender Unterricht am Beispiel NWL am B[R]IG Leibnitz im April 2000

In Anbetracht der Kürze kann das Folgende nur der Versuch einer Einbettung unserer schulischen Arbeit im Rahmen des NWL in einen historischen und philosophischen Kontext darstellen. Gerade der Mut zur Unvollkommenheit ermöglicht einen kurzen Blick auf die Entwicklungslinien bestimmter die Geschichte des Abendlandes beeinflussender Ideen und insbesondere eine Beleuchtung des im stürmischen Tempo erfolgenden Fortschritts der Wissenschaft.

Die Idee

An den Ausgangspunkt unserer Betrachtungen stellen wir den durch die gesamte Menschheitsentwicklung beobachtbaren Drang, die schier unendlich erscheinende Vielfalt der dem einzelnen Individuum bewusst werdenden Erscheinungs- und Denkformen ordnen zu wollen. Unabhängig von der Frage nach dem Motor dieses jedem Menschen innewohnenden Bestrebens, bildet der vermutlich

das Überleben sichernde opportunistische Charakter - die Welt zu vereinfachen, zu verstehen und zu nützen - den durch alle Kulturepochen ziehenden roten Faden. Dieser Wunsch bezieht sämtliche Faktoren des Menschen als soziales [zoon politicon], gestaltendes [homo faber] und analysierendes [homo sapiens] Wesen ein. Diese nach gewissen Grundmustern agierenden Lebenspraktika zeigen sich bei allen höheren Lebewesen im Unterschied zum Menschen wohl fast ausschließlich auf instinktiver Basis. Den Menschen zeichnet jedoch die in den zumindestens letzten 10 000 Jahren aufkeimende Fähigkeit der bewussten Selbstreflexion aus. Dieses Heraustreten aus der Evolutionsgeschichte des Lebendigen verleitet 1971 den Biologen Jaques Monod¹⁸ zur überspitzten Aussage, der Mensch sei „Zigeuner“ im Universum. Zum Glück gibt es aber die Forschungsergebnisse [1977] eines Konrad Lorenz¹⁹, der diesen isolierten Menschen auf den Boden seiner Natürlichkeit zurückholt und mit seiner evolutionären Erkenntnistheorie, den Menschen als „vielleicht herausragenden“ aber als Teil der Natur und ihrer Evolution wieder zu sehen gelehrt hat. Auf alle Fälle zeigen sich in allen Kulturen, Epochen und Gesellschaftssystemen abgrenzbare Grundmuster in Denk- und Handlungsweisen [Paradigmen], die nicht konstant sind, aber zu einem gewissen Zeitpunkt von der Mehrheit, der diesem Schema Folgenden momentan nicht bezweifelt und hinterfragt werden. Beispiele für derartige Paradigmen sind die 10 Gebote, der Eigentumsbegriff im Recht, Ästhetik in der Kunst, Mode, Suche nach göttlichem Urgrund, der Zeitbegriff, das Kausalitätsprinzip, die naturwissenschaftliche Gesetze etc.. Diese fast als sozialen Kitt zu bezeichnenden Grundstrukturen sind einem ständigen Wandel unterworfen [Aufklärung, klassische Physik]. Das Tempo der Veränderung dieser Konstanten in der „Weltanschauung“ kann sehr rasch [Mode], gleitend [heliozentrisches Weltbild], bis unendlich langsam [Raumbegriff=Kantsche Denkkategorie a priori] sein. Die dieser Untersuchung zugrundeliegende Idee ist davon getragen, dass sich mit dem 20. Jahrhundert ein beinahe revolutionärer

Paradigmenwechsel [Thomas Kuhn, 1962] in allen vom Menschen durchdrungenen Bereichen abzeichnet. Dieser kann vor der Schule nicht Halt machen. Ich möchte die Ansicht vertreten, dass das NWL ein kleiner Mosaikstein auf diesem Weg zu einer neuen Weltsicht darstellt. Dies war nun ein fast 5000-jähriger Vorgriff.

Der Anfang

Als ein in die Natur gesetztes Wesen kommt der Mensch nicht umhin, sich mit der Natur zu beschäftigen und auseinanderzusetzen [Dialog]. Die Wurzeln der Suche nach Ordnung im Chaos reichen somit bis weit vor das Auftreten der Zivilisation zurück und haben ihm im Zuge der evolutionären Entwicklung mit einem Erkenntnisapparat [=Hardware] ausgestattet, der viele auf seine Wirklichkeit in Meter und Sekunden passende Denkmuster einprogrammiert hat. Diese bezeichnet man als Vernunft oder schlichtweg als Hausverstand. Die technische und geistige Überlieferung und Verdichtung bilden die beiden Quellen der naturwissenschaftliche Denkweise. Diese Scheidung in die technische [Handwerker, Babylon] und geistige Spezialisierung [Priester und schriftkundige Beamte, Ägypten] führt über viele Zwischenstufen [Platon, Descartes] zur bis zum heutigen Tage sichtbaren Trennung von Geistes- bzw Naturwissenschaften. Im ersten Moment erscheint ein derart weiter Rückgriff in die Geschichte als übertrieben. Eingedenk der Beharrlichkeit [Trägheit] mancher Systeme [sumerisches, babylonisches Sexagesimalsystem] ist jedoch ein Rückgriff in die griechische Geisteswelt für das Denken des Abendlandes unumgänglich.

Weisheiten und Irrtümer

Fast uneingeschränkt scheint die Behauptung zu stimmen, dass die „alten Griechen“ alles was denkbar ist, bereits vorausgedacht haben. Mögen der Begründer der Medizin [Hippokrates von Kos, ca 460-377 v.Chr.], der geistige Vater des

Atomismus[Demokritos aus Abdera ca 420 v.Chr.], der Entdecker der geometrischen [mathematischen] Sichtweise [erster Naturphilosoph Thales von Milet, 625-545 v.Chr.], der Begründer der axiomatischen Methode [Euklid, 330-260 v.Chr.], der Erfinder eines Urstoffes [Feuer=Energie, Anaximandros 610-545 v.Chr.], der Verfechter des Wandels [Alles fließt, Heraklith von Ephesos ca 550-475 v.Chr.] und Betoner des quantitativen Aspekts [Alles ist Zahl, Pythagoras, ca 580-497 v.Chr.] aus ihren Reihen stammen, so ist dennoch festzustellen, dass ausgehend von historisch gewachsenen Autoritäten [Platon, Aristoteles, später Augustinus] - Gurus würde man heute sagen - sich der Erkenntnisgewinn über die Welt lange Zeit auf deren Dogmen und daraus deduktiv abgeleiteten Lehrsätzen reduziert. In dem Maße, in dem man die alten Götter vergeistigt und sie als abstrakte Wesen ansieht, wird auch die griechische Welt unpersönlicher und materieller [Vorsokratiker]. Die Milesischen Naturphilosophen ziehen bei der Beschreibung des Aufbaues der Welt und zur Erklärung des Naturgeschehens häufig aus dem handwerklichen Bereich stammende Vergleiche heran, die sich merklich von den ägyptischen und babylonischen Schöpfungsmythen unterscheiden¹. Weiters wird die Vorstellung, dass in allem Naturgeschehen ein Prinzip der Vergeltung walte [Kausalitätsprinzip], aus einem Vergleich mit den Sitten in der menschlichen Gesellschaft abgeleitet [Blutrache, Aug um Aug]. Diese Anschauung wird später durch die Vorstellung ersetzt, dass wie in der menschlichen Gesellschaft, so auch in der Natur Gesetze gelten müssen². Bis zum heutigen Tag werden die in einem Rechtskodex festgelegten Verhaltensregeln und die in der Natur erkannten regelmäßigen Strukturen sprachlich mit dem gleichen Terminus als Gesetz bezeichnet [Gravitationsgesetz]. Die alles beschreibende Zahl besitzt für die pythagoräische Schule sowohl geometrische Gestalt als auch quantitative Größe und werden als die Erscheinungsformen und Bilder aller Naturobjekte verstanden. Damit stellen sie das Messen und Wägen als entscheidenden Punkt in die Welt. Ein Harmonie- und Vollkom-

menheitsstreben führt bei der Beschreibung von Objekten zur Kugelgestalt und Kreisbahn. Dieses Axiom von der Gleichförmigkeit beherrscht die Astronomie [Epizyklen, Eudoxos von Knidos 408-350 v.Chr.] und Architektur [Kreisbogen] bis in den Beginn der Neuzeit. Im Übergang von Sokrates zu Platon [428-347 v.Chr.] tritt die Naturphilosophie in den Hintergrund, auch die Beschäftigung mit ethischen und politischen Problemen wird wichtig und gipfelt in Platons Forderung, dass jede Philosophie mit einem Anspruch auf Allgemeingültigkeit eine Theorie über die Beschaffenheit des Universums einschließen müsse. Seiner Meinung nach soll in dieses ungeordnete Chaos des Universums Ordnung nicht durch einen mechanischen Prozess eingetreten sein, sondern durch die Handlungen eines übernatürlichen Wesens [wie später im Christentum] in der Verwirklichung eines geistigen Planes [am Anfang war das Wort]. Damit bekommen das Denken, das Geistige, die Ideen einen dem Handwerklichen übergeordneten Wert, und dieses Faktum hat sich bis zum heutigen Tag gehalten³. Hand und Hirn, Körper und Seele beginnen sich auseinander zu entwickeln. Eine Herrschaft der Seele über den Leib beginnt. Während für Platon die Welt sich vom Idealzustand weg entfernt, sieht sein Schüler Aristoteles [384-322 v.Chr.] den Lauf der Welt in genau umgekehrter Richtung, dass alles auf einen diesem innewohnenden Idealzustand zusteuert [Teleologische Sichtweise=zielgerichtet]. Der großartige Ruhm und die damit verbundene, sehr lang dauernde, nachhaltige Wirkung des Begründers der abendländischen Wissenschaft fußt wohl in seiner zoologischen Arbeit, wo er empirische Untersuchungen anstellt, und das Lebendige als einen Organismus, als Ganzes, dass seinen Teilen erst den Sinn verleiht, sieht. Ausgehend von der Pflanze, die sich in Keim, Blüte und Frucht vollenden will, überträgt er, was sich im einzelnen Organismus zeigt, auf sein Bild der Natur. Diese habe den Drang zur Vollkommenheit, Selbstverwirklichung und Vervollkommnung, macht nichts Sinnloses und beweist damit ihre Schönheit. Auf den Menschen übertragen besteht

dessen sittliche Aufgabe in der Verwirklichung von Geist und Vernunft [Logos]. Der Mensch werde, was er in Wahrheit ist, ein vernünftiges Wesen. Damit wird Aristoteles zum Vater der Logik. Logos wird als Fähigkeit, die Dinge zu erkennen und die Welt aufzuschließen, verstanden. Erkennen ist eine höhere Lebensform als Handeln. Dies begründet die bis heute bestehende Hochschätzung der Wissenschaft. Neben anderen kuriosen Fehlern erweisen sich die Verneinung des Vakuums, und damit der Existenz eines Äthers, sowie die im Herzen und nicht im als Kühlapparat interpretierten Gehirn platzierte Seele, mehr als 2000 Jahre später als fatale Irrtümer⁴. Die griechische, schöpferische Erfindungsgabe im Bereich des Abstrakten beschert uns die Mathematik und Geometrie als Kunst des deduktiven Schließens. Ohne sie wäre moderne Wissenschaft undenkbar. Der hellenistische Geist folgert deduktiv von dem anscheinend Selbstevidenten heraus, und nicht induktiv aus der Beobachtung des Einzelergebnisses. Dadurch, dass sich das Christentum gerade diese in erster Linie sehr erfolgreich erscheinende Methode zu eigen macht [dogmatische Wahrheit beschließt von oben herab das Konzil], hemmt sie gemeinsam mit der historischen Entwicklung [Völkerwanderung] des 1. Jahrtausends einen Fortschritt auf dem Weg zur besseren Beschreibung der Wirklichkeit. Nur sehr langsam vermag die wissenschaftliche Methode, die induktiv aus der Beobachtung von einzelnen Tatsachen zu Gesetzen zu kommen sucht, den hellenistischen Glauben an die Deduktion aus einleuchtenden Axiomen [Postulaten, Dogmen], die dem Geist des Philosophen [Glaubensfürsten] entstammen, zu verdrängen⁵. Unbestritten ist die hoch anzurechnende Funktion der Kirche als Trägerin von Kunst, Kultur und Bildung [Klöster] im Mittelalter. Die aus dem Zusammenwirken von Religion und Politik erwachsene Macht wird in der Folge jedoch mit aller Vehemenz zur Verteidigung des Weltbildes eingesetzt. [G. Bruno, Galilei]. Die immer häufiger auftauchenden Widersprüche sind auch durch geistige Akrobatleistungen

[Scholastik, Thomas von Aquin 1225-1274, Gottesbeweise] nicht mehr zu retten. Auch diese Kopfsprünge ändern nichts an der schleichenden Spaltung von Politik und Religion [Kaiser-Papst] und an der im Kopf beginnenden Spaltung des Weltbildes in Wissenschaft und Religion. Die Entwicklung im von vielen als finster bezeichneten Mittelalter darf nicht als Sackgasse, sondern muß als notwendige Zwischenstufe auf dem Fortschreiten der abendländischen Kultur gesehen werden.

Die Erneuerung

Die im mittelalterlichen Denken versuchte Synthese von Vernunft und Glauben sieht die Wirklichkeit nicht im Stofflichen [individuelle Ausprägung der Form], sondern in den Arten und Gattungen [Universalien=Wesen aller Dinge, Ding an sich, Idealismus] und ist damit der Antike viel näher als der neuzeitlichen Sicht. Die dazu entgegengesetzte Lehre der Nominalismus, indem die Allgemeinbegriffe in Wirklichkeit nicht existieren, greift das herrschende Weltbild [Dogmen] an und untergräbt die Macht der Kirche. Für sie ist z.B. die Menschheit nur ein Sammelname [Nomen], ein Begriff, eine Erfindung des Verstandes. Deshalb gibt es die Menschheit nicht vor, sondern erst nachdem Menschen auf Erden leben. Die Allgemeinbegriffe haben somit nicht nur keine höhere, sondern überhaupt keine Realität. Diese Begriffe, wie das Wahre, Gute und Schöne tauchten ja noch immer in den allgemeinen Bildungszielen der österreichischen Schule auf [§2 SchOG, Aufgaben der Schule]. Der Nominalismus rückt die Einzeldinge, das Detail in den Mittelpunkt des Denkens. Gelehrte beginnen, die rätselhaften Vorgänge am Himmel und auf Erden durch präzise Einzelbeobachtungen zu entschlüsseln und befreien den Menschen dadurch vom Glauben, die Natur sei Schicksal, also unbeherrschbar. Nominalisten lenken den Blick auf den einzelnen Menschen, auf seine Persönlichkeit, seinen individuellen Charakter. Gewissen und Verantwortung erlangen neue Bedeutung. Stellvertretend seien überragende Gestalten

dieses Denkens wie Nicolaus von Kues [1401-1464], Martin Luther [1483-1546], Karl Marx[1818-1883] erwähnt⁷.

Cusanus propagiert bereits die neuzeitliche Methode des Messens und Wägens gegenüber der mittelalterlichen Tendenz der qualitativen Bestimmung und postuliert bereits ein unendliches Universum. Neben Cusanus sind als erste Kritiker des antiken Systemes der Naturphilosophie Roger Bacon [1214-94] und Wilhelm von Ockham[1295-1349] zu nennen. Auslöser der Wende bei der Stärkung der empirischen Seite der wissenschaftlichen Methode ist wohl Kopernikus [1473-1543] und der Überwinder von Vorurteilen [qualitative Verschiedenheit von Himmel und Erde] Johannes Kepler [1571-1630]. Dies ins Allgemeingut zu übertragen hilft Galileo Galilei [1564-1642]. Als Theoretiker der neuen Forschungsmethode ist Francis Bacon[1561-1626] zu bezeichnen. Er streicht die Kraft der experimentellen Methode hervor. Wissenschaftliche und handwerkliche Tradition sollen verbunden werden, womit eine Vereinigung der theoretischen Interpretation mit der praktischen Beherrschung der Natur [Erfindungen wie Buchdruck, Schießpulver und Magnetnadel] angestrebt wird. Zusammenstellung und Klassifikation von Daten bzw. Tatsachen und Formulierung von Hypothesen sind Ziele dieser neuen sich von passiven Naturbetrachtungen abwendenden Methode. Dadurch würde auf induktivem Wege der Stufenbau einer wissenschaftlichen Theorie errichtet werden, die allein auf einer Enzyklopädie von Tatsacheninformation beruht und die auf jeder Stufe zu neuen Anwendungen führt¹⁰.

In der Renaissance tritt die Freude an der Entdeckung neuer Tatsachen, an die Stelle der Freude am Folgern, Analysieren und Systematisieren. Es existieren zwei Richtungen. Die Verfechter der Willensfreiheit neigen zu einer wissenschaftlichen, nützlichkeitsbetonten, rationalistischen, leidenschaftlichen und allen Religionsformen abgekehrten Einstellung⁹. Gesucht wird nun eine Wahrheit des bloßen Verstandes. Das Experiment [Mechanik] und die Mathematik [als Werkzeug] werden im 17.

Jahrhundert Bestandteile dieser wissenschaftlichen Methode. Nicht unerwähnt bleiben darf die in dieser Zeit enge Bindung von Kunst und Wissenschaft [Leonardo da Vinci [1452-1519], Albrecht Dürer [1471-1528]]. Mit Rene Descartes [1596-1650], der radikalen Zweifel an bis dato unbezweifelbaren Wahrheiten formuliert, beginnt der Aufstand gegen das Christentum. Aufgrund der seit Platon bekannten Täuschung der Sinne [Höhlengleichnis] erkennt man, dass die Dinge in Wahrheit nicht so sind, wie sie erscheinen, und Gott ist nicht mehr Quell der Wahrheit, sondern ein womöglich täuschender Gott. Bis zu diesem Zeitpunkt liegt das Wissen des geschaffenen Menschen in der Hand seines Schöpfers. Das Faktum der eigenen Existenz [Ich denke[zweifle!], daher bin ich] ersetzt die Gottesgewißheit durch die Selbstgewißheit. Damit ist der Schritt zur Autonomie des Ichs geschafft. Gleichzeitig entsteht die Zerreißung der Wirklichkeit in das weltlose Subjekt auf der einen und bloße Objekt auf der anderen Seite, die noch heute in vielen Facetten eine Rolle spielt [Dualismus, Leib-Seele]eUm die Mathematik auf physikalische Erscheinungen anwenden zu können, muss die Forschung jedoch auf die Beobachtung solcher Qualitäten eingeschränkt werden, die meßbar sind. Die nicht messbaren Eigenschaften der Materie [Qualitäten] werden damit als subjektiv angesehen, und eine klare Unterscheidung zwischen den messbaren primären Eigenschaften und den nicht messbaren sekundären Eigenschaften wird eingeführt. Masse, Bewegung und Größe betrachtet man als reale objektive Eigenschaften, während die nicht messbaren Eigenschaften wie Farbe, Geruch, Geschmack, als subjektive Empfindungen unserer Sinnesorgane angesehen werden, denen als solche keine Wirklichkeit in der Außenwelt zukommen. Gottfried Wilhelm Leibniz [1646-1716] ist wie Platon Pythagoräer und misst dem Denken einen extrem hohen, vornehmen Rang zu. Er trägt damit bei, dass wir bis zum heutigen Tage das Denken gewöhnlich wichtiger nehmen, als das Empfinden, den Verstandesmenschen mehr achten als den Gefühlsmenschen und Kopfarbeiter ein größeres Ansehen

zuschreiben⁸. Isaac Newton [1642-1727] entwickelte eine vollständige mathematische Ausformulierung seiner Naturauffassung. Er vereinigt die empirisch induktive [Bacon] und die rationale deduktive Methode [Descartes], indem er hervorhebt, dass weder Experimente ohne systematische Deutung noch eine Deduktion aus allgemeinen Prinzipien ohne experimentelle Grundlage zu einer verlässlichen Theorie führen würden¹⁴.

Damit ist der Startschuss zur explosionsartig Ausbreitung von Wissenschaft und Forschung und ihrer Anwendungen in Industrie und Wirtschaft getan. Gleichzeitig geht eine Spezialisierung und Trennung der Naturwissenschaft nach verschiedenen Richtungen aus inhaltlicher aber auch nationaler [deutsche Naturphilosophie - französische Sicht: Welt=Maschine] Sicht einher. Die großartigen Erfolge in der Physik, danach in der Chemie [Boyle 1627-1691, Lavoisier 1743-1794 und Atomtheorie] und schließlich in der Biologie [Darwin 1809-1882, Evolutionstheorien, Zellenlehre] zerstören gemeinsam mit den historischen Entwicklungen wie Aufklärung und Nationalismus eine universelle Sicht der Welt. Das Ganze ist in höchst professioneller Weise in seine Teile zerlegt worden. Starke Trennlinien zwischen Religion und Wissenschaft, Subjekt und Objekt, Emotion und Sache, Individuum und Gemeinschaft, Geistes- und Naturwissenschaften, ja selbst zwischen den einzelnen Disziplinen der Naturwissenschaften treten klar gezeichnet hervor.

Wendezeit - Das 20. Jahrhundert

Beginnend mit Descartes, der Schlüsselfigur auf dem Weg zum mechanistischen Weltbild, hat sich das reduktionistisch orientierte Weltbild [Welt=Maschine=Summe seiner Teile] mit dem auf Nützlichkeit und Verwertung ausgerichtete Fortschrittsdenken zumindest im technischen Sinn bis zum Ende des 20. Jahrhunderts [Gentechnik] vervollkommen. Die Spaltung von Geist [Kopf] und Materie [Hand] führte dazu, das Universum als ein mechanisches System zu sehen, das aus getrennten

Objekten besteht, die ihrerseits auf die fundamentalen Bausteine der Materie zu reduzieren sind, deren Eigenschaften und Wechselspiel alle Naturerscheinungen bestimmen. Diese Auffassung hat zu der wohlbekannten Aufsplitterung unserer akademischen Disziplinen und Institutionen geführt. Eine in erster Linie sehr erfolgreiche Methode mutierte zu einer alles bestimmenden Doktrin [Divide et impera]. Ausgehend von Newtons Physik erfasste diese wissenschaftliche Methodologie alle Bereiche des Denkens und Handelns. Auch andere Wissenschaftszweige akzeptierten die Anschauung der klassischen Physik als die richtige und einzige Beschreibung der Wirklichkeit [Biologie, Wirtschaftswissenschaften, Psychologie, Soziologie]. Die abgeleiteten Philosophien wie Materialismus [Grundlage allen Seins ist Materie], Empirismus [Grundlage ist Wahr-Nehmen durch die Sinne], Rationalismus [Denken ist einzige Erkenntnisquelle], Positivismus [Grundlage ist Erfahrung - Wiener Kreis], schufen die geistigen Klammern dieser Strömung¹².

In einer langsamen Gegenbewegung zeichnete sich eine stetige Ablösung zu einem neuen, ganzheitlicheren, dynamischen Weltbild ab. Goethe schrieb bereits [oder noch?] 1792: „In der lebendigen Natur geschieht nichts, was nicht in einer Verbindung mit dem Ganzen steht.“¹³ Die in der Menschheitsgeschichte so häufig formulierten Absolutheitsgedanken und auch totalitären Ansprüche begannen sich aufzulösen. Gerade die Wissenschaft förderte selber Ungereimheiten zu klassischen Denkstrategien aus eigenen Reihen zutage. Mit Kant wurden die Grenzen der Vernunft aufgezeigt [1781], mit Darwin war der Mensch nicht mehr Krone der Schöpfung [1859], mit Einstein fiel die Illusion von Zeit und Raum als absolute Kategorien [1905], mit Freud war plötzlich der Triebmensch nicht mehr Abbild Gottes [1900], mit Planck zeigten sich Unstetigkeiten in der Wirklichkeit [1900], mit Heisenberg die unscharfe Berandung der Materie [1927], womit der Traum vom exakt kontrollierbaren Messprozess zerplatzte. Gödel bewies die Grenzen aller mathematischen Systeme [Wahrheit ist ein Oberbegriff von Beweis-

barkeit,1931], mit Wittgenstein offenbarten sich die Grenzen der Sprache [1922], Popper zeigte die Grenzen der Verifizierbarkeit von Theorien [1935], und mit der Chaostheorie war die Utopie deterministischer Voraussagbarkeit [Laplacescher Dämon 1814] erledigt [„Schmetterlingseffekt“, Feigenbaum 1974]. Dies alles sind Beispiele jener Hauptlektion, die wir spätestens am Ende dieses Jahrhunderts lernen mußten, nämlich einzusehen, dass alle Begriffe und Theorien zur Beschreibung der Natur Grenzen haben. Dies beginnt wohl mit der wesentlichen Begrenztheit der Sinnesorgane bis hin zu den Grenzen des rationalen Verstandes. Wissenschaftliche Theorien können niemals eine vollständige und definitive Beschreibung der Wirklichkeit liefern. Sie werden stets nur Annäherungen [Modelle] an das wahre Wesen der Dinge sein können. Wir befassen uns nicht mit der Wahrheit, sondern mit einer begrenzten und annähernden Beschreibung der Wirklichkeit. Dieser teilweise schmerzhaften Erkenntnis Rechnung tragend, müssen wir nun ein weiteren Schritt setzen. Nicht Abschaffung von Naturwissenschaft und Technik ist das Ziel, sondern im Widerspiel [nicht Kampf!] der polaren Gegensätzlichkeiten [in der chinesischen Philosophie: Yin [kontraktiv,empfangend, erhaltend, intuitiv, integrierend]-Yang[expansiv, aggressiv, fordernd, rational, analytisch] als Teile eines Ganzen [Tao]] soll etwas Neues geschaffen werden. In Fortführung der Hegelschen Dialektik sucht dieser neue Ansatz die sich auseinanderentwickelten Begriffspaare in einer dynamischen [nicht statischen!] Synthese wieder zu vereinen [Welt als lebendiger Organismus; Vom Sein zum Werden]. Dieser in vielerlei Hinsicht bestehende Dualismus des Denkens und Handelns könnte Spiegel unseres offensichtlich nicht nur anatomisch [Gehirn] in zwei Teile geteilten Erkenntnisapparates [funktionelle Asymmetrie] sein. Diese zwei Seiten des Menschen wieder zueinander zuführen, haben Wirtschaft und Industrie in der Verwirklichung neuer Managementsysteme [Emotionale Bindung zum Betrieb], Produktionstechniken [Arbeitsgruppen] und Produktgestaltung [Funktionalität und Design]

bereits umgesetzt. In einer neuen „Weltanschauung“ sind wir aufgerufen, die Realität nicht als Sammelsurium von auseinandergerissenen Bruchstücken zu sehen, sondern der Sichtweise unserer Welt als vernetztes System, in dem es weniger auf die Einzelbereiche ankommt, als auf die Beziehungen zwischen ihnen, Platz zu schaffen [Empiriokritizismus - Ernst Mach 1838-1916]. Ein systemisches Denken in Regelkreisen [Rückkoppelung], ein Verständnis einer Verschachtelung in Ober- und Untersysteme, Entdeckung von in allen Systemen innewohnenden Strukturen [Norbert Wiener: Kybernetik: alle überlebendigen Systeme sind offen, besitzen Anpassungsfähigkeit und Selbstregulation, Kippeffekt immer möglich] könnten einem neuen individuellen und kollektiven Bewusstseinschritt [Orientierung an den Gesetzen der Biologie und nicht der Physik] entsprechen. Die Erneuerung liegt in der Überwindung des „klassischen“ Denkfehlers, wir hätten es mit geschlossenen Systemen zu tun, mit Maschinen, die man von außen mit einem Programm steuern könne, ohne dass dieses Programm selbst davon beeinflusst würde. In Wirklichkeit sind aber Steuermann [Lehrer] und Programm [Unterricht] auch immer selbst Teile des Systems [Schule]¹⁵.

In Überwindung der polaren Ansätze, die Wirklichkeit zu beschreiben, analytisch, also durch Sammlung, Auflistung und Untersuchung von Details, oder ganzheitlich [holistisch], das heißt durch Untersuchung der die Details verbindenden Strukturen und deren Dynamik, werden mit jeder erfolversprechenden Systemuntersuchung automatisch die üblichen Fachgrenzen überschritten; sie wird interdisziplinär [Kommunikation nicht nur innerhalb sondern auch zwischen den Branchen; fächerübergreifend]¹⁶.

Nicht im Sinne eines Naturromantikers und Sozialrevolutionärs wie Rousseau [1712-1778, Erziehung=Fernhalten aller negativen Einflüsse] oder des Missionars Rudolf Steiner [Antroposophische Bewegung, Waldorfschule] können Ansätze für eine modernere Schule gefunden werden. Daher wird nun im Rahmen des NWL versucht, unter Verwendung „alter“ Strukturen [Disziplin, Planung, Pflicht,

Benotung], einer Nutzung modernster Technologien [Computer, Simulationen], mit der Zusammenführung getrennter Fachdisziplinen, einer engen Zusammenarbeit von Lehrern und Schülern, der Verbindung von Denken [Fakten] und Tun [Experiment], der Einbeziehung von Ratio und Emotion beim Erkenntnisgewinn, der Schaffung von Erlebnissen [A.N. Whitehead 1861-1947 nennt es event]¹⁷ und dauerhaften Erinnerungen als Zeugen eines neuen Konzepts, viele Gegensätze zu überwinden. Die Entdeckung [Karl Pribram, 1971], dass es einen entscheidenden Zusammenhang zwischen den motorischen Zentren des Gehirns und dem Lernvorgang gibt, lässt uns nicht länger zweifeln, dass wir den Teil der Welt im Rahmen des Erkenntnisgewinns nicht länger ausschließen können, den wir subjektiv nennen. Sowohl der Notwendigkeit des Zusammenspiels von Denken und Erfahrung durch die Sinne beim Erkenntnisgewinn als auch der Tatsache, dass Denken etwas Aktives ist, wird hiermit Rechnung getragen. Somit schafft das NWL eine institutionalisierte Basis, Erkenntnis als eine unmittelbare Beziehung zwischen Erkennendem und Erkanntem zu verwirklichen.

Ziel muss es sein, dem Menschen und nachfolgenden Generationen eine breitere Wahrnehmungs- und Anschauungsweise zu eigen zu machen, und in einem kreativen Prozess die kulturelle Evolution zu einem neuen Menschenbild fortzuführen. Eine vernetzte Welt verlangt vernetzt denkende Menschen.

Mag. Manfred Erjauz

1, Mason, 33 | 2, Mason, 34 | 3, Mason, 46 | 4, Weischedel, 50 | 5, Russell, 60 | 6, Weischedel, 114 | 7, Koesters, 20 | 8, Koesters, 34 | 9, Russell, 16 | 10, Mason, 174 | 11, Capra, 34 | 12, Capra, 46 | 13, Capra, 6 | 14, Capra, 64 | 15, Vester, 30-45 | 16, Vester, 44 | 17, Störig, 573 | 18, Dittfurt, 281, Wir sind nicht nur von dieser Welt | 19, Lorenz, Die Rückseite des Spiegels



Das NWL-Konzept

Die sachliche Basis des Naturwissenschaftlichen Labors [NWL, www.nwl.at] ist das fächerübergreifende Arbeiten in Biologie, Chemie und Physik mit projektorientierten Zusammenfassungen am Ende des Jahres. Die Großklassen werden aufgegeben und zu zwei Laboreinheiten aufgeteilt, in denen in Zweiergruppen gearbeitet wird. Bewährte Laborexperimente werden bestätigt, z.T. neu konzipiert, in jedem Fall aber durch neue Unterrichtsprinzipien konsequent weiterentwickelt:

- Eigenständigkeit und Selbstverantwortung [Einbindung in den eigenen Lernprozess]
- Experimentelles Arbeiten „mit allen Sinnen“
- Einbindung neuer Kommunikations- und Präsentationstechniken [die Sprache hat zentrale Bedeutung in der Laborarbeit, in den eigenen Dokumentationen und Präsentationen]
- Grafische Gestaltung der Schriften und Poster mit modernen Medien
- Nutzung neuer Offline- und Online-Medien
- Schulung anwendungsorientierter Kompetenzen: nicht für eine Prüfung lernen
- Entwicklung gegenseitiger Anerkennung und Wertschätzung

Nach unseren Erfahrungen ist der Erfolg nicht von einer völligen Selbstbestimmung der Schüler/innen abhängig. Viel wichtiger ist die Einbindung in die Verantwortung sowie eine konsequente Begleitung in allen Phasen. Mittelpunkt des Lernprozesses ist der junge Mensch. Die Grundlage der Leistungsbeurteilung ist der jeweilige Lernfortschritt. Faktenwissen wird immer in Verbindung

- mit sozialer Kompetenz [Arbeiten im Team],
- mit der Entwicklung von Lernstrategien [Umgang mit neuen Problemstellungen] und
- mit der Anwendung neuer Präsentationstechniken und Dokumentation der Arbeit bewertet.

Das NWL ist keine Theorie. In zehn Jahren haben unsere Experimente und Erfahrungen den einstigen Schulversuch bestätigt. Wir haben Lernerhalte verbessert, Unterrichtsprinzipien verworfen, neue eingeführt und Evaluierungen von außen zugelassen. Es ist ein dynamisches Unternehmen, das sich langsam aus sich selbst heraus weiterentwickelt. Was das Labor ausmacht, ist nicht die Abschaffung alter und die Einführung neuer Prinzipien, sondern das Bestreben, den Schülerinnen und Schülern Sicherheit und Selbstvertrauen zu ihren besten Fähigkeiten und Leistungen zu geben. Sind sie auf dem Weg, sich selbst zu entdecken und zu verwirklichen, entspricht dies unserer Vorstellung von Lernen.





Organisatorisches zum NWL

Nach der Erstellung eines Gesamtkonzeptes mit [meist] fächerübergreifenden Themenbereichen durch ein fünfköpfiges Team¹ wurde das NWL von 1995 bis 1999 aufsteigend eingeführt. Das Team erstellte jeweils einen Rahmenlehrplan mit Lernzielen und Versuchsvorschlägen sowie konkrete Unterrichtseinheiten für jeden Jahrgang. Nach einer Schulversuchsphase wurde das Fach 2003 endgültig als autonomer Pflichtgegenstand im Realgymnasium etabliert und findet pro Jahr in durchschnittlich 10 - 12 Klassen statt. Grundsätzlich arbeiten in den unten angeführten Jahrgängen² jeweils zwei Fächer sehr eng zusammen:

| | | | | |
|------------|------|-----------------------|--|--------|
| Klasse 8: | NWL4 | Biologie ³ | | Chemie |
| Klasse 10: | NWL6 | Biologie | | Physik |
| Klasse 11: | NWL7 | Chemie | | Physik |
| Klasse 12: | NWL8 | Biologie | | Chemie |

Durchgehend wird in den betroffenen Klassen das NWL als eigener Gegenstand mit einer Doppelstunde je Woche unterrichtet. Dazu werden die Klassen geteilt, die beiden Gruppen wechseln wochenweise die Lehrer/innen. Durch die Gruppenteilung sind für das NWL je vier Werteeinheiten pro Woche für die beiden Lehrkräfte notwendig.

¹ Zum Team gehörten Bernhard Ackerl, Christof Lang, Peter Oswald, Hermann Scherz und Karl Heinz Tinnacher

² In der 8.Schulstufe beträgt das Durchschnittsalter 14, in der 12.Schulstufe 18 Jahre. Das Gymnasium umfasst die Klassen 1 - 8, daher die Bezeichnungen NWL4, NWL6, NWL7, NWL8. Eine bereits geplante Ausweitung auf die 9.Schulstufe unter Einbeziehung des Faches Geografie und Wirtschaftskunde fiel allgemeinen Stundenkürzungen im Jahr 2003 zum Opfer.

³ In Österreich "Biologie und Umweltkunde"

Diese wurden durch verschiedene Maßnahmen bereitgestellt, wobei darauf geachtet wurde, dass den nicht naturwissenschaftlichen Fächern keine Werteeinheiten entzogen wurden!⁴

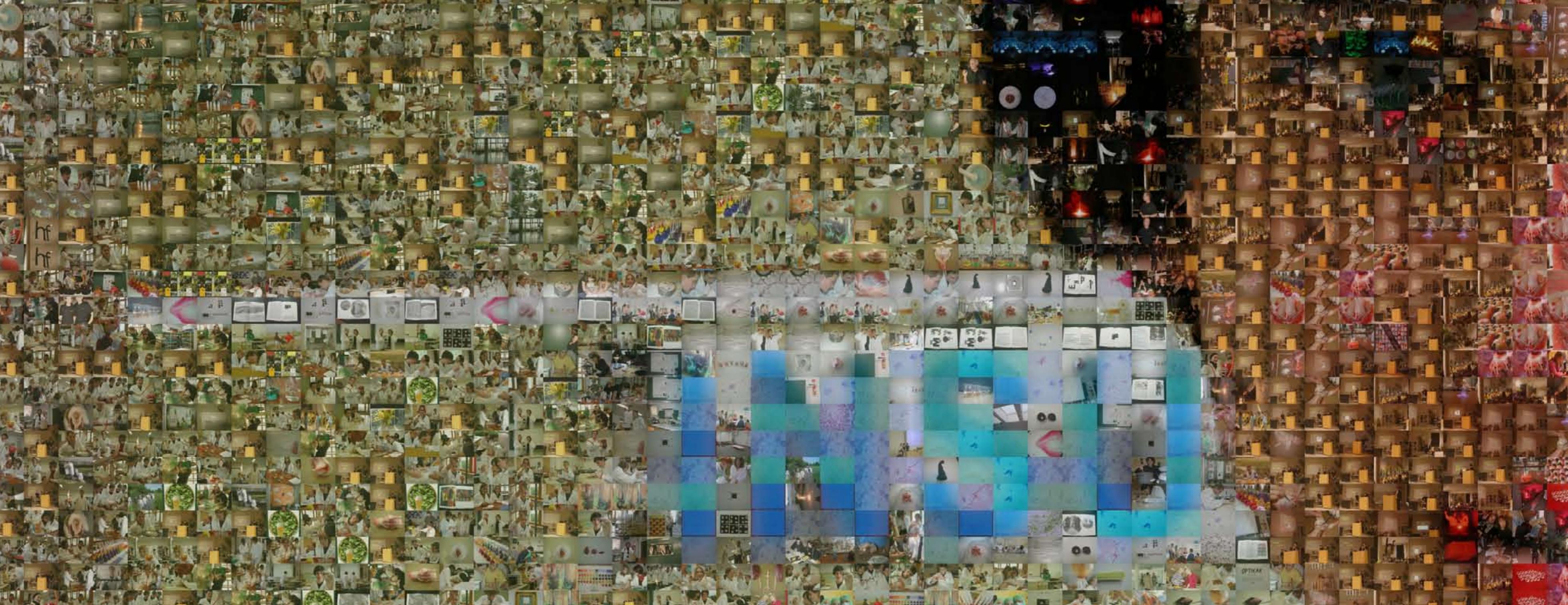
Die beiden Lehrkräfte erstellen im Rahmen des vorliegenden Lehrplanes gemeinsam Inhalte und zeitlichen Ablauf des jeweiligen NWL. Für ungeplante Ausfälle von Lehrerinnen oder Lehrern sind „Reserveeinheiten“ vorbereitet, die auch mit der ganzen Klasse durchgeführt werden können. Alle Unterrichtseinheiten beinhalten neben kurzen theoretischen Teilen konkrete Arbeitsaufträge und praktische Aufgaben. Frontalunterricht findet nur in wenigen Phasen statt, hauptsächlich arbeiten die Jugendlichen in kleinen Teams oder zum Teil auch in Einzelarbeit nach vorgegebenen Arbeitsaufträgen, manchmal auch völlig selbständig.

Wesentliches Merkmal des NWL ist, dass es sich um ein dynamisches System handelt. Die Inhalte werden ständig bewertet und aktualisiert. Durch die aktive Beteiligung vieler Lehrkräfte und das relativ flexible Gesamtkonzept ergibt sich eine ständige Weiterentwicklung im Rahmen der vereinbarten Lehrpläne.

⁴ Siehe www.nwl.at

Die Benotung erfolgt weitgehend mit einem den Lernenden bekannten Punktesystem. Punkte werden vergeben für Mitarbeit, Durchführung der Arbeiten, für geforderte Ergebnisse oder Protokolle und für Antworten auf Fragen zum durchgenommenen Thema. Die Notengebung erfolgt durch beide Lehren/innen gemeinsam auf Basis des erreichten Prozentsatzes der möglichen Punkte.

Unsere bisherigen Evaluationsmaßnahmen wie Seminare mit Kolleginnen und Kollegen aus ganz Österreich an unserer Schule, Präsentationen an anderen Schulen, mehrtägige Evaluation durch einen Fachdidaktiker der Ludwig-Maximilians-Universität München und Fragebögen für alle Beteiligten brachten durchwegs positive Rückmeldungen, führten aber auch immer wieder zu Anpassungen des Konzeptes und der Inhalte.



Von kochbuchartigen Versuchen zum selbständigen Forschen

Zweifellos brachte die Einführung des NWL einen beachtlichen Qualitätssprung in der Ausbildung der realgymnasialen Schüler/innen. Der Umgang mit Mikroskop und Skalpell sind für sie genau so selbstverständlich geworden wie das Hantieren mit Messgeräten oder die Verwendung von Laborgeräten und Chemikalien. Individuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten werden dabei gefördert, die im Schulalltag bislang nicht ausreichend bedient wurden. Deutlich spürbar ist ein gestiegenes Selbstwertgefühl bei den Lernenden. So spannend dieser Laborbetrieb in den Augen der Lehrer/innen auch ist, die anhaftenden Unpässlichkeiten sind doch augenfällig:

- durchkonstruierte Versuchsvorschriften lassen wenig individuellen Spielraum zu, die Selbstverantwortlichkeit wird nicht gerade gefördert
- Arbeitsblätter werden kaum gelesen, es ist einfacher die Lehrkraft zu fragen
- ein Hinterfragen der Ergebnisse unterbleibt
- Lehrer/innen stellen schnell zu hohe Erwartungen an die Klasse. Immerwieder stellen wir fest: Es sind die einfachsten Zusammenhänge, für die man sich mehr Zeit nehmen muss
- die Öffentlichkeitsarbeit verbleibt der ohnehin schon sehr belasteten Lehrkraft

Das Konzept des selbständigen Forschens

Die oben genannten Erfahrungen führten dazu, dass wir in den Laborklassen 6, 7 und 8 eine angemessene Zeit für selbständiges Forschen einplanen. Wir verlangen in dieser Phase von den Studierenden alle Elemente einer wissenschaftlichen Arbeit:

- eine Fragestellung soll über die Entwicklung einer geeigneten Methode zu einer Antwort führen
- Lernen, eine Frage innerhalb eines weit gesteckten Stoffrahmens zu stellen
- dafür geeignete Methoden entwickeln, ein Experimentaltel ist Pflicht

- die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Messwerte dokumentieren und interpretieren lernen
- die Ergebnisse der Arbeit in einem Skriptum zusammenfassen, dieses zeitgerecht abgeben und multimedial der Klasse präsentieren
- die Arbeit in einem Poster verdichten und so auf das Forschungsprojekt aufmerksam machen.

Das Lernen durch Versuch und Irrtum soll bewusst zugelassen werden. Die Lehrkraft zieht sich in auf eine Beobachterrolle zurück. Sie wird nur dann aktiv, wenn jemand ihre fachliche Unterstützung braucht. Sie hilft bei diversen finanziellen oder organisatorischen Nöten und sorgt natürlich permanent dafür, dass die Sicherheit der Schüler/innen in keiner Phase gefährdet ist. Während im NWL6 und NWL7 in 2er-Gruppen gearbeitet wird, sind die Studierenden im NWL8 mit ihrer Forschungsarbeit auf sich allein gestellt. Diese letzte Arbeit ist zugleich das Spezialgebiet für die mündliche Matura.

Die Bewertung der Arbeiten erfolgt durch die beiden betreuenden Lehrkräfte in Form eines differenzierten Punktesystems, welches in eine verbale Beurteilung mündet. Beharrlichkeit, Akribie, aufmerksames Beobachten und ehrliche Interpretation werden dabei genau so bewertet wie die sprachliche und sachliche Richtigkeit und das Einhalten von Terminen. Selbständiges Forschen bedeutet für die Schüler/innen natürlich, dass auch außerhalb der Schule gearbeitet werden muss. Ein dafür auf unserer Homepage eingerichtetes Forum ermöglicht es ihnen schnell untereinander oder mit einer Lehrkraft Kontakt aufzunehmen. Alle aktuellen Forschungsarbeiten wie auch die Poster werden in der Form, wie sie von den Schülern abgegeben wurden, in unsere Homepage gestellt. Auch das selbständige Forschen wurde schrittweise eingeführt. Im Schuljahr 2007/08 werden die ersten zwei Parallelklassen, die alle drei Forschungsblöcke

absolviert haben, die Matura erreichen. In der Entwicklungsphase wird das Konzept ständig evaluiert und nachjustiert.

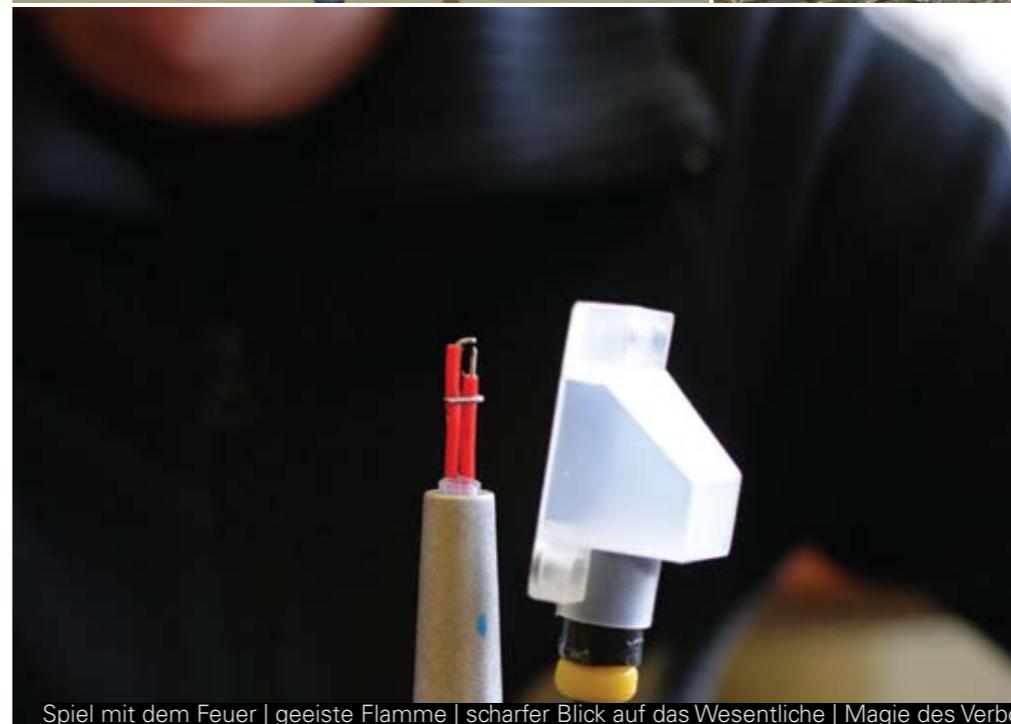
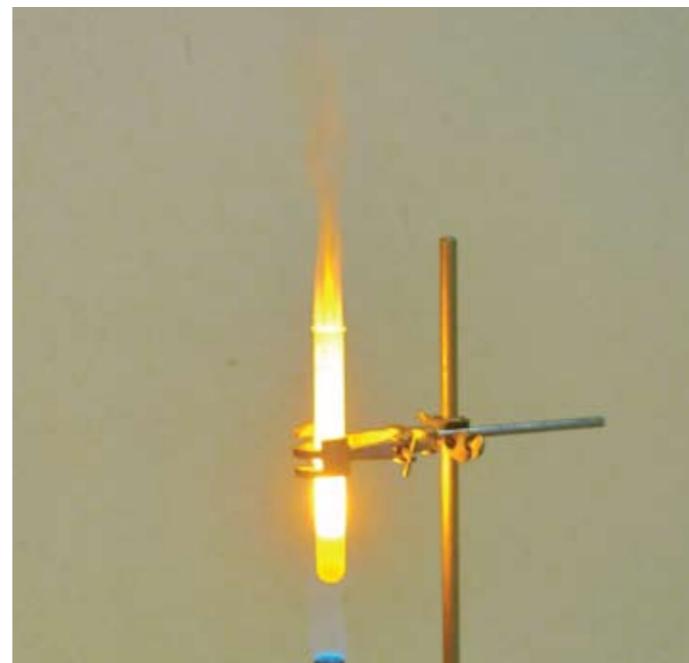
Erfahrung mit dem selbständigen Forschen

Die Schüler/innen sind zum wichtigsten Teil im Lernprozess geworden. Sie dürfen ihr Lerntempo selbst bestimmen, und so werden verschiedene Lerntypen besser versorgt. Schlüsselkompetenzen wie Eigenverantwortung, Selbsttätigkeit und Sicherheit im Umgang mit Problemstellungen werden entwickelt und in der gegenseitigen Hilfestellung wird soziale Reife trainiert. Begabte Schüler/innen finden in der Forschungsklasse neue Möglichkeiten, ihre Talente unter Beweis zu stellen. Weniger Begabte hingegen bedürfen einer besonders sorgfältigen Betreuung, um nicht überfordert zu werden:

- das hohe Maß an entgegengebrachtem Vertrauen wird in keiner Weise missbraucht
- die Ergebnisse werden in einer niveaувollen, ästhetischen Form präsentiert
- Forschungswochen sind der Höhepunkt des Schuljahres

Die Vision

Der Abschluss von Partnerverträgen mit Universitäten, Wirtschaftsbetrieben und Institutionen der öffentlichen Verwaltung könnte wesentlich dazu beitragen, unsere Vorstellungen umzusetzen. Probleme an den Schnittstellen könnten rechtzeitig abgefangen, die öffentliche Präsenz der Schule gesteigert und eine langfristig gesicherte finanzielle Basis auf die Beine gestellt werden. Wünschenswert wäre die Einbindung der Deutschlehrer/innen sowie der bildnerischen Erzieher, um dem rasanten Verfall der Sprache wirksam begegnen zu können und verstärkt die ästhetischen Aspekte in den Naturwissenschaften hervorzuheben.



Spiel mit dem Feuer | geeiste Flamme | scharfer Blick auf das Wesentliche | Magie des Verbotenen

4



Themenübersicht NWL4 [Chemie / Biologie]

Im ersten NWL-Jahrgang sollen die Kinder mit der Laborarbeit vertraut gemacht werden: Spielerisch, gezielt, mit vielen praktischen Arbeiten und Experimenten

| | Chemie | | Biologie | E (Einheiten) | |
|------|---|---------------|---|---------------|---|
| Okt | Labor-Sicherheit, Mischungsarten Trennverfahren, Energie | Einführung | Übungen am Mikroskop, einfache Sezierung | 2 |  |
| Nov | Luft, Sauerstoff, Schadstoffe | Atmung | Atmung, Atmungswege | 2 | |
| Dez | Saure & basische Nahrungsmittel Kohlenhydrate | Ernährung | Gesunde & falsche Ernährung Getreidearten, Brotbacken | 2 |  |
| Jän | Ernährung: Fette | | Fettgewebe | 1 | |
| Feb | Ernährung: Eiweiß Plasma, Hämoglobin | Blut | Blutausstriche, Färbeverfahren Gefäße, Herzpräparation | 2 | |
| Mär | Seifen, Detergentien Gärung, Alkohole | Hygiene | Bakterienkulturen, Sterilisation Gärungsprozesse, Hefe | 1 1 | |
| Apr | Boden & Dünger Zusammensetzung, Analytik | Boden | Bodenorganismen Bodenuntersuchung | 2 | |
| Mai | Wasser, Inhaltsstoffe Wasserhärte, Schadstoffe | Wasser | Organismen im Wasser Biologische Wasserbestimmung | 2 | |
| Juni | | Projektarbeit | | 2 | |

Exemplarische Beschreibung der Einheit „Was macht ein gesundes Gewässer aus?“

Biologische, chemische und physikalische Wasseruntersuchungen

Ziel Was ist Gewässergüte?

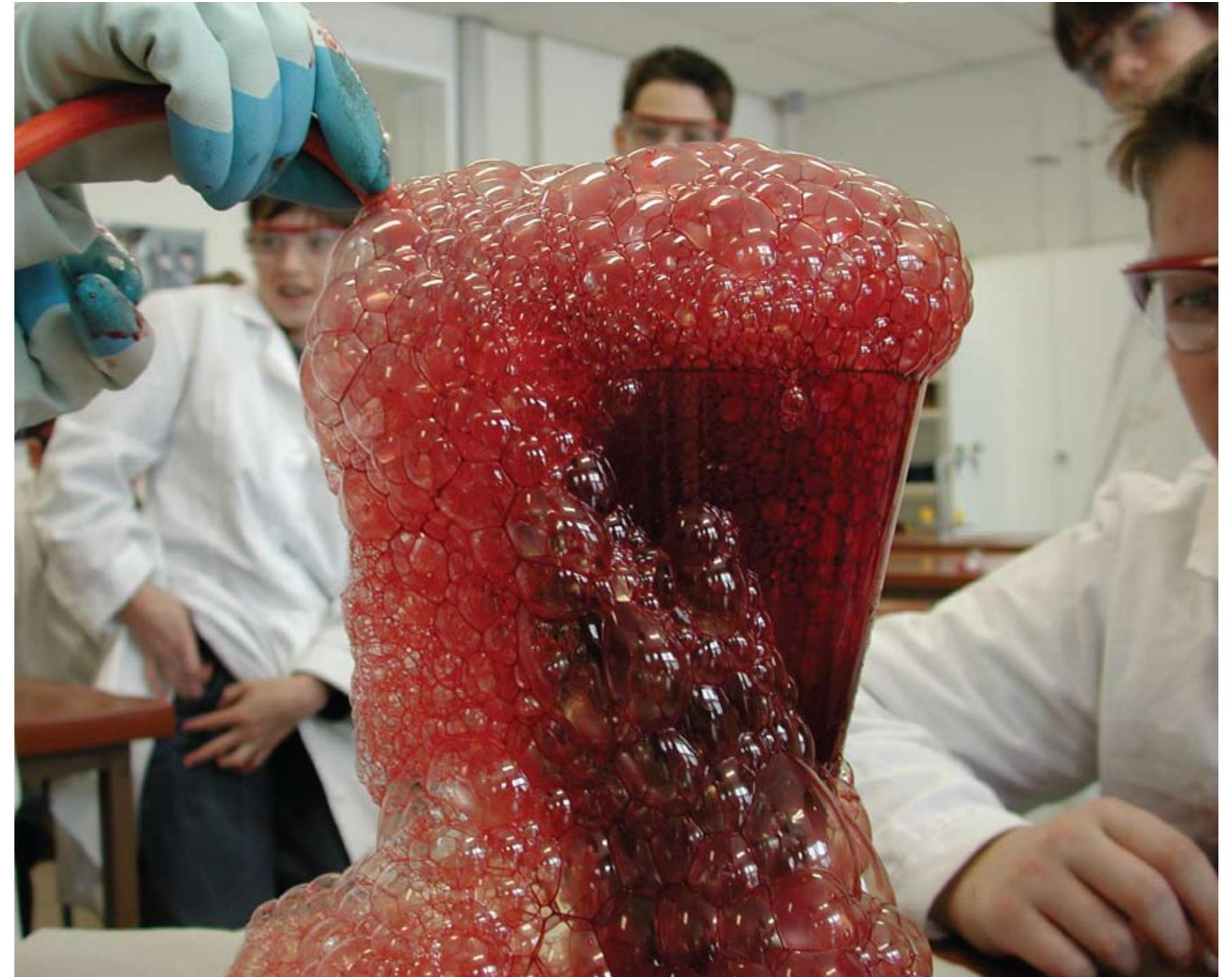
Inhalte Basisinformation Wasser: Wasser als Reinstoff, Zusammensetzung und Eigenschaften; Wasser als Lösungsmittel; Natürliche Gewässerarten und Inhaltsstoffe; Nahrungskette gesunder Gewässer, Strukturökologie, Zonierung. Bedrohung durch Dünger, Schwermetalle, Spritzmittel; Bestimmte Lebewesen können nur unter bestimmten Bedingungen dauerhaft existieren - das Vorkommen einer Art lässt auf die Güteklasse schließen.

Mittel Tragbares Wasserlabor, Bestimmungsbögen, Lupen, Kescher, Pinzetten

Praxis / Methode: Untersuchung der Wassereigenschaften: Elektrische Leitfähigkeit in destilliertem Wasser, Leitungs- und Mineralwasser; Wasserhärte und Nitrat im Trinkwasser; Ammonium und Phosphat in Abwässern; Gewässergütekarte des Bezirkes.

Biologische Untersuchung der Gewässergüte eines nahen Baches mit Hilfe eines vorbereiteten Erhebungsblattes: Die gesammelten und bestimmten Wasserorganismen werden den entsprechenden Saprobitätsgraden zugeordnet. Die Häufigkeit der Arten bestimmt den Saprobitätsindex. Das Gewässer wird nach diesem Index in vier Güteklassen eingeteilt.

Abb. 1 Jugendliche der 8. Schulstufe untersuchen die Wasserqualität.



6



Themenübersicht NWL6 [Biologie / Physik]

Das NWL6 ist der Einstieg in aufwändigere Laborarbeit und in das selbständige Forschen. Am Beginn werden grundsätzliche Fähigkeiten wie Sezieren, Messen, Beobachten und Auswerten erarbeitet. Themenschwerpunkte sind Sinnesorgane und Bewegung.

| | Biologie | | Physik | E | |
|-------|--|--------------|---|--------|--|
| Okt | Mikroskopieren, Sezieren | Einführung | Messen und Auswerten Protokollführung | 2 2 | |
| Nov | Knochen und Gelenke Muskelapparat | Statik | Größe und Form, Hebel Bestimmung von Muskelkraft | 2 | |
| Dez | Bewegungsapparat Antagonisten | Fortbewegung | Springen, Schwimmen, Fliegen | 2 | |
| Jän | Rezeptoren - Übersicht Hautrezeptoren | Sinne | Übersicht und Wahrnehmung Hautrezeptoren | 2 | |
| Feb | Formen und Entwicklung Sezieren eines Rinderauges | | Abbildung mit Linsen, Auge | 2 | |
| März | Stimmapparat, Ohr | | Stimme und Ohr | 2 | |
| April | Geschmackspapillen | | Geruch und Geschmack | 2 | |
| Mai | Nervenleitung | Nerven | Nervenleitung | 2 | |
| Juni | Selbständiges Forschen | | | 4 | |

Exemplarische Beschreibung der Einheit „Grundlagen des Hörens“

Biologische und physikalische Details des Hörvorganges

Ziel Wesentliche Aspekte der Anatomie und Physik des Hörens sollen erarbeitet werden.

Inhalte Basisinformation über das Gehör der Wirbellosen und Wirbeltiere mit Schwerpunkt menschliches Ohr, Wellenmodell, Schallentstehung, Schallausbreitung, Hörbereich, Lärm

Mittel Schweinekopfhälfte [Paramedianschnitt]; Sezierbesteck, Stereolupen; Ohrmodell Tonfrequenzgenerator, Lautstärkemessgeräte, Analysesoftware

Praxis/ Methode: Orientierung lateral und medial; Abpräparation der oberflächlichen Weichteile in zwei Schichten. Lernen und Zuordnen der wichtigen Schädelteile von der Mittelebene her. Heraushebeln der Schnecke und Darstellung der Paukenhöhle mit den freigelegten Gehörknöchelchen, dem Trommelfell und der Eustachischen Röhre. Experimente zur Entstehung und Ausbreitung von Schall, Tonhöhen- und Lautstärkemessungen, Experimente zur subjektiven Hörempfindung sowie zu zeitlich und räumlichem Auflösungsvermögen, Gefahren von Lärmbelastung und Simulation von Schwerhörigkeit

Abb. 2 Physikalische und anatomische Grundlagen des Hörens bis hin zur Präparation der Gehörknöchelchen und des Trommelfells



Forschungsthemen NWL6

Bewusstes Sehen. Wie Bilder das Denken beeinflussen.

Geruchssinn. Zur Chemie des Geruchs

Wie kann man die Gleichgewichtsfähigkeit trainieren?

Lernstrategien des 21. Jahrhunderts

Wie schränkt Linsentrübung das Sehen ein?

Mein Schlaf - ein unbewusstes Ich.

Optische Täuschungen

Kann laute Musik Stress verursachen?

Tinnitus: Fakt oder Fiktion?

Muskelstimulation: Möglichkeiten und Grenzen

Wie kann man Sinne täuschen?

Zur Prothetik der Articulatio cubiti

Klingen Tinnitus-Geräusche bei allen Betroffenen gleich?

Welche Folgen hat Bewegungsmangel in der Kindheit?

Welchen Erfolg bringt die Technik-Optimierung in der LA?

Wo liegt der Unterschied zwischen Alterssichtigkeit und Weitsichtigkeit?

Welche Muskeln werden beim Golfen besonders beansprucht?

Wie beeinflussen Ernährung und Sport das Gewicht?

Sind MP3-Player Gehörtöter?

Beeinflussen Gerüche den Gemütszustand?

Wie wirken sich Muskelverletzungen kurz- und langfristig aus?

Wie ändert sich die Sehkraft des Menschen mit dem Alter?

Wie beeinflusst Sport unseren Alltag?

Wie beeinflusst Sport das Gleichgewicht?

Beeinflusst Musik das Reaktionsvermögen?

Was heißt Farberkennung?

Beeinflusst Farbe den Geschmacksinn?

Erkennt jede Person jeden Geschmack gleich präzise?

Machen Bildschirme krank?

Wie viel Säugetier ist der Mensch?

Sprechstimme - Singstimme. Gibt es einen Unterschied?

Illusion und Wirklichkeit: Die visuelle Wahrnehmung auf Irrwegen

Trocken durch den Regen? Wie nass wird man im Gehen und Laufen

Kann ein falscher Sitz dem Pferderücken Schaden zufügen?

Massage - Kleiner Aufwand, große Wirkung?

Die Flamme ist des Feuers Lösung

Wie steil darf eine Leiter angelehnt sein?

Heben ohne Schäden?

Träumen - Geht das Gehirn eigene Wege?

Flugbahn verschiedener Bälle

Walken oder Laufen? Abnehmen durch Bewegung

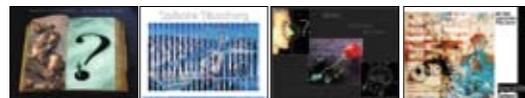
Reaktion im Alter

Muss man fühlen können um zu hören?

Koordinationsgenie?

Kann man ein Windrad mit einer Ahornfrucht vergleichen?

Die Belastbarkeit des Knies



7



Chemie / Physik Naturwissenschaftliches Labor NWL7, 11.Schulstufe, Schwerpunkt Energie

Themenübersicht NWL7 [Chemie / Physik]

Der dritte NWL-Jahrgang steht unter dem Generalthema „Energie“. Allgemeine Kompetenzen der Laborarbeit wie genaues Erfassen von Messergebnissen sowie deren Interpretation sollen erweitert werden. Das selbständige Forschen erhält einen größeren Stellenwert.

| | Chemie | | Physik | E | |
|------------|---|---------------------------------------|---|--------|---|
| Okt | Mischungsarten - Trennverfahren | Eigenschaften | Messen und Auswerten Ölfleckversuch | 2 |  |
| Nov | Verteilungssatz Osmose Eigenschaften der Luft Gasgleichung | Flüssigkeiten Grenzflächen Gase | Oberflächenspannung Kapillarität Eigenschaften der Luft Wärmedehnung | 1 1 | |
| Dez | Energie bei chem. Reaktionen Enthalpie, Entropie, Katalyse | Energie | Wärmekapazität Energieumsatz Bunsenbrenner | 2 |  |
| Jän | Elektrochemische Spannungsreihe Batterie und Akku | | Spannung und Stromstärke Spannungsquellen, Leistung | 2 | |
| Feb | Wasserstoff Knallgas | | Solarzelle Brennstoffzelle | 1 | |
| März | Farbtheorien Isolieren von Farbstoffen | Licht und Farbe | Brechung, Beugung Spektralanalyse | 1 | |
| April | Indikatorfarbstoffe, Färbeverfahren | | Farbmischungen | 1 | |
| Mai / Juni | Selbständiges Forschen | | | 6 | |

Exemplarische Beschreibung der Einheit „Wasserstoff und Brennstoffzelle“

Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen von Wasserstoff als Energieträger.

| | |
|----------|--|
| Ziel | Wasserstoff als alternativer Kraftstoff, Einsatz in Brennstoffzellen |
| Inhalte | Gewinnung und Eigenschaften von Wasserstoff, Elektrolyse. Aufbau und Funktion von Solar- und Brennstoffzellen, Möglichkeiten und Grenzen von Brennstoffzellen |
| Mittel | Verschiedene Brennstoffzellentypen, Kosmos- Bausätze |
| Praxis / | Methode: Darstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse sowie aus unedlen Metallen. Explosion eines Knallgasgemisches. Wirkungsgrad von Brennstoffzellen in Verbindung mit Solarzellen bei der Elektrolyse. Einsatz der Brennstoffzelle als Energiequelle eines Elektromotors in Modellautos, Abschätzen des Gesamtwirkungsgrades der Anlage. |

Abb. 3 Energieformen und nachhaltige Einsatzmöglichkeiten



Forschungsthemen NWL7

- In welchem Element ist die Sprengkraft am größten?
- Kann die menschliche Stimme Glas zerstören?
- Was bewirkt Klebstoff?
- Wirkt sich Vitamin B in Verbindung mit Sport auf unseren Körper aus?
- Jugendsünde Rauchen. Welche Auswirkungen hat es auf Jugendliche?
- Ist es möglich, mit Alltagschemikalien Napalm herzustellen?
- Energiegewinnung in der Dritten Welt - Ist ein Stirlingmotor dazu geeignet?
- Sind Energiesparlampen wirklich wirtschaftlicher als Glühfadenlampen?
- Die Farben des Feuers am Himmel. Woher kommt das Feuerwerk?
- Wasserstoff als Raketenantrieb?
- Pflanzen - Schrecken des Treibhauseffektes?
- Ist durch eine Megaphonkette eine gigantische Schallwelle möglich?
- Wie gefährlich ist Fernsehen?
- Kann Zucker brennen?
- Starkstrom trifft Holz
- Explodiert ein Tropfen Nitroglycerin, wenn er auf den Boden fällt?
- Warum brennt ein Zündholz?
- Schwarzpulver aus selbst gemachten Ingredienzien?
- Warum fliegt eine Rakete?



beiden Aquarien wurde
das Licht beaufschlagt,
so dass sich der
Lichtverlauf änderte. Am
Anfang sah man sehr schön
sehen, dass sich die beiden
beiden keineswegs gleich verhielten,
sondern O2-Gewinn anbelangt.

Das wären also pro Ze 1825
Kilogrammim Jahr oder
jährlich 1,825 Tonnen.
Man kann man leicht an rechnen,
denn in diesen
wende ich Elodea Canadensis
benötigt würde in einem
Jahr auf ein vier Fünftel wie
anz der Rotbuche zu erzeugen
un glaubliche 809.000 Stück

Zunächst wurden beide
Wasser befüllt und die Pflanzen
auf diese aufgeteilt. Es wuchsen
beiden Trichter so über die
dass sich die Prozedur
die sich zu

Themenübersicht NWL8 [Biologie / Chemie]

Im leicht verkürzten letzten NWL-Jahrgang wird ein einfacher Einstieg in die Biochemie versucht. Die Frage „Wie funktioniert der Mensch?“ steht nun im Mittelpunkt. Alle behandelten strukturellen Grundlagen und biochemischen Prozesse beginnen und enden mit der Zelle: Chloroplasten, Chlorophyll, Glucose und Stärke stehen exemplarisch für Stoffaufbau - ATP, Glykolyse, Zitronensäurezyklus und Atmungskette für Umbau. Proteine, Lipide, Molekulargenetik und Bierbrauen als biotechnologischer Prozess vervollständigen das NWL8.

| Biologie | | Chemie | | E | |
|----------|--|--|--|--------|---|
| Okt | Cell basics Fotosynthese | Basics | Chlorophyll Säulenchromatografie | 2 |  |
| Nov | Verdauung, Verdauungsweg der Kohlenhydrate | Kohlenhydrate | Kohlenhydrate | 2 | |
| Dez | | Projekt: So werden 20 Liter Bier gebraut | | 2 |  |
| Jän | Fettgewebe Eiweißstoffwechsel | Fette Eiweiße | Bestimmung der Jodzahl Aminosäuren, Eiweiße | 1 1 | |
| Feb | DNS-Isolierung Forensik | DNS | Bausteine der DNS Elektrophorese | 1 1 | |
| März/Apr | Selbständiges Forschen | | | 8 | |

Exemplarische Beschreibung der Einheit: „Wie braut man 20 Liter Bier?“

In einem eintägigen Projekt wird in der Schule Bier gebraut. In den prozessbedingten Pausen finden Vorträge und kleine Praktika statt. Der anschließende Gärprozess im Keller wird von Schülern allein betreut.

Ziel In der Klassengemeinschaft soll Bier von den Rohstoffen bis zur Abfüllung in etikettierte Flaschen erzeugt werden.

Inhalte Biotechnologische Grundlagen der alkoholischen Gärung: die Bierhefe *Saccharomyces cerevisia*. Der Rohstoff Hopfen *Humulus lupulus*, Malzzucker

Mittel 20l E-Kochtöpfe, Läuterbottich, Kühlfalle, Spindel, Suspensionen von Bierhefe, Weinhefen, Bäckerhefe; Mikroskop, Methylenblau; Hopfenpflanzen, weibliche Blütenstände

Praxis Vergleich lebensmittelrelevanter Mikroorganismen; Stoffwechselalternativen von *Saccharomyces cerevisiae*; Industrielle Verwendung; Zellbau, -sprossung; Gärungsunterschiede und Gärungsaktivität [Temperaturabhängigkeit und Enzymaktivität].

Morphologie der Hopfenpflanze, Lupulin-Drüsen

Methode Herstellen von Hefesuspensionen, mikroskopische Darstellung der Knospung. Enzymaktivität und Temperatur : Versuchsreihen

Anatomische Untersuchung von Hopfen-Pflanzen Emergenzen, Blüten, Drüsen

Abb. 4 Horizontalerweiterung kann auch bedeuten: Bierbrauen im Südsteirischen Weinland



Forschungsthemen NWL8

Wie verhält sich mein Blutzuckerspiegel bei standardisierter Nahrungszufuhr?
Liefere teure Batterien länger Energie?
Wie baut der Körper Alkohol ab?
Multifunktionsorgan Leber - Von der Entgiftung zur Gluconeogenese
SO₂ - Konzentrationen in der Südsteiermark
Diagnose Arthrose - Karriereende eines Sportpferdes?
Wie wirkt Gatorade in meinem Körper?
Hat der Mensch das bessere Linsenauge?
Was steckt hinter der Wunderkerze?
Butter oder Margarine - Was ist gesünder?
Biosprit aus zuckerhaltigen Pflanzen
Wie groß ist die Brandgefahr im Tankstellenbereich?
Sind wir alle gedopt?
Ein Element - viele Gesichter
Fruchteter - Was steckt dahinter?
Was macht den Fingerabdruck so einzigartig?
Sauberes Hundemaul?
Blähungen - Geisel der Menschheit?
Kann ein Laie eine pyrotechnische Show auf die Beine stellen?
ASB - Der Ersatzbrennstoff?
Schnaps aus Weihnachtskekseken?
Welche Auswirkungen hat Schokolade auf unser Gefühlsleben?
Wie viel Weidenbaumrinde benötigt man für eine Tablette Aspirin?
Wieviel Koffein nehme ich mit einer Tasse Kaffee zu mir?
Wie stark kann man den natürlichen Rostprozess beschleunigen?
Musik als Heilmittel?
Wieso wächst auf meinem Rasen großflächig nur Moos?
Die sieben Gebote eines Feuerwehrmannes
Otto vs. Siemens
Beruhigt die Zigarette tatsächlich?
Was unterscheidet den Morillon vom Sauvignon Blanc?
Warum verändert Helium unsere Stimme?
Wie sauer sind unsere Fruchtsäfte?
Ist es möglich, Champignons selbst zu züchten?
Wie wird die Weintraube zum Wein?
Warum ist Wasser eine an[er]male Flüssigkeit?

Wie funktionieren Anabolika?
Der süße Tod für unsere Zähne?
Ist die Synthese von Adrenalin an der Schule möglich?
Annäherungsmechanismen des Menschen.
Wie gefährlich ist die Vogelgrippe für Menschen?
Pflügt die Natur die Lippen besser?
Kann ich selbst einen Reaktivfarbstoff herstellen und damit färben?
Sind die Verhältnisse von Klein-Ökosystemen übertragbar?
Welche Nahrungsmittel sind am Vitamin-C-reichsten?
Wie werden Drogen nachgewiesen?
Geht's auch ohne Pestizide?
Wie reagieren Spinnen in ihrer Umwelt?
Was bringt Organismen zum Leuchten?
Wie bekömmlich sind Geschmacksverstärker?
ROZ größer 100?
Keimfrei-Sorgenfrei?
Glas - Wie leicht bricht das!
Weizenelfe, das Bier für "sie"
Welche Probleme treten bei der Plexiglasherstellung auf?
Brustkrebs - Genetisch oder Umwelt bedingt?
Gefahren beim Umgang mit Alkalimetallen
Wie kann ich meine Kondition verbessern?
Anorgansich qualitative Analytik
Vom Wirkstoff zum Arzneimittel
Zu welchen Krankheiten führt das Rauchen?
Welche Farbstoffe werden zum Färben von Süßigkeiten verwendet?
Wie therapiert man Skoliosen?
Ameisen als staatenbildende Insekten
Kann man Muskulatur ersetzen?
Was ist ein Antibiotikum? | Blutgruppen bei Säugetieren?
Was erlebt ein Pilot im Schleudersitz?
Welche Ursachen haben Allergien?
Riesenchromosomen in Drosophila melanogaster
Wo findet man Krebs erregende Stoffe?
Ist der Saßbach im Bereich Weinburg noch ein biologisch intaktes Gewässer?
Was tun, wenn wir kein Brot mehr haben?



Anorganische Analyse

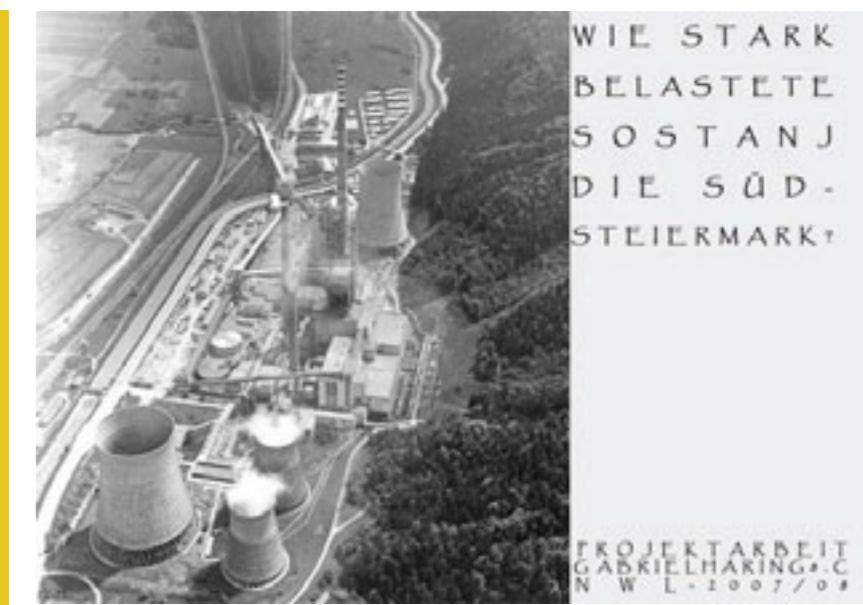
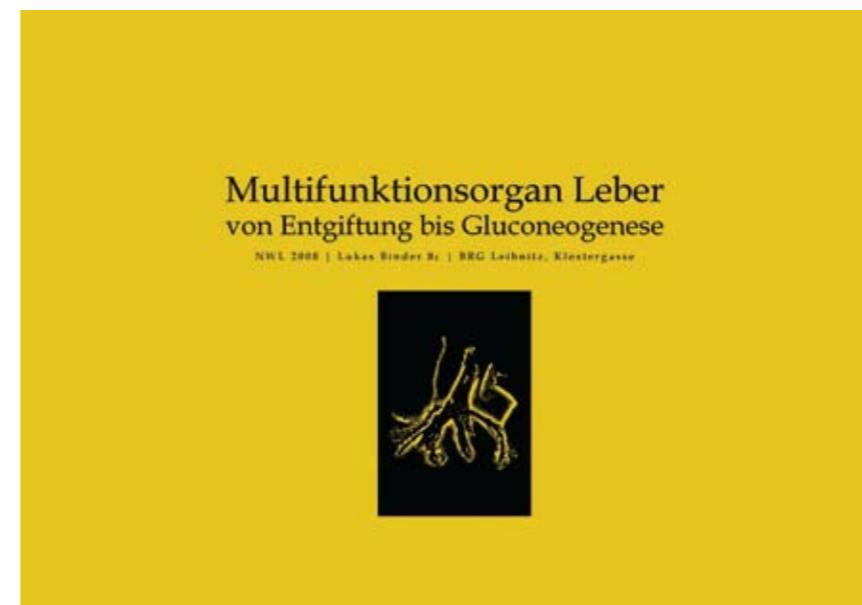


Bildersammlung, nach Elementen geordnet

| Periode | Gruppe | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|----|-----|----|---|----|-----|------|---|---|---|---|---|---|---|------|-------------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | | | | | | b(0) | | |
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b(0) |
| 1 | H 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | He 4,0 | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | Ne 20,2 | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | Ar 39,9 | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | Kr 83,8 | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | Xe 131,3 | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | Rn 222 | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Annäherungsmechanismen von Menschen

unbewusste signale bewusst erfassen
 unbewusste signale bewusst erfassen
 unbewusste signale bewusst erfassen
 unbewusste signale bewusst erfassen
 unbewusste signale bewusst erfassen





Auszug aus dem Projektbericht NWL-NEU AM B[R]G LEIBNITZ im Rahmen des IMST-Fonds (Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung), S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“, Kapitel 5.2 Externe Evaluation

Diskussion

Bezüglich der Leistungsbeurteilung haben sich mehrere Facetten gezeigt. In manchen Interviews wurde diese als schwierig bezeichnet, weil ungewohnte Fähigkeiten und Fertigkeiten beurteilt werden sollten, die zusätzlich zum Teil in Teamarbeit erfolgen. Bei den Interviews, die ich führte, war dies kein wichtiger Punkt. Dies mag darauf zurück zu führen sein, dass die von mir interviewten Kollegen sowohl im Lehrberuf als auch in der Arbeit im NWL sehr erfahren sind. Für jüngere Kollegen bedarf es hier anscheinend doch einiger Unterstützung. Es wurde kritisiert, dass verschiedene Kolleginnen und Kollegen die Wertigkeit von Fertigkeiten, Aktivitäten und Ergebnissen sehr unterschiedlich gestalten, z.B. den Stellenwert eines geführten Portfolios oder von ausgearbeiteten Arbeitsblättern. Diese gesetzeskonforme Freiheit einer Leistungsbeurteilung wird von den Schüler/innen jedoch manchmal als ungerecht empfunden, wenn etwa dieselbe Leistung von zwei verschiedenen Lehrpersonen sehr unterschiedlich bewertet wird. Für mich war das Beurteilungsschema des Abschlussprojektes sehr ausgewogen in den Detailpunkten und außerdem sehr fair und transparent gestaltet. Rückmeldung von Schüler/innen zeigen, dass die Mehrheit damit übereinstimmt, allerdings gibt es auch einige wenige kritische Stimmen. Es entzieht sich meiner Kenntnis, inwieweit positive/negative Kritik mit der beurteilten Leistung zusammen hängt.

Der inhaltliche und methodische Aufbau des NWL von der 4. bis zur 8. Klasse ist sehr gelungen. Es

ist ein gradueller Aufbau, beginnend von mehr traditionellen Elementen, in die eine Fächerübergreifung eingebaut wird, über geleitete Aufgaben und Kleinprojekte bis zum Abschlussprojekt, das von den Schüler/innen möglichst selbständig bearbeitet werden soll. Allerdings scheinen mir die verschiedenen Stufen mit bestimmten Lehrpersonen gekoppelt zu sein. Es erhebt sich die Frage, ob man sich nicht besser ins System einklinkt, wenn man abwechselnd alle Stufen des Prozesses absolviert. Der Anspruch der Selbständigkeit der Arbeiten der Schüler/innen hat eine Evolution erfahren. Wurde in einer zweiten Phase möglichst große Selbständigkeit angestrebt, wurde dies in den letzten Jahren wieder etwas zurück genommen. Die gehobene Qualität der Abschlussarbeiten bestärkt diesen Schritt: Ziel ist dem/der Schüler/In möglichst viele nützliche Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln, dazu benötigt es manchmal einer Führung. Dieser Entwicklungsschritt kann auch in didaktisch pädagogischen Modellen nachvollzogen werden: War vorerst ein radikaler Konstruktivismus gefordert („Jeder Lerner muss sich sein Wissen selbst aufbauen“), so hat sich gezeigt, dass dieser Konstruktivismus nicht in jedem Teilgebiet die effizienteste Methode darstellt. Eine adäquate Unterstützung zum richtigen Zeitpunkt erleichtert das Aneignen eines bestimmten Stoffes immens. Dieser Übergang zu einem sogenannten pragmatischen Konstruktivismus ([4]), entspricht etwa der Entwicklung des NWL. Es wird, besonders von den Schüler/innen in der Abschlussarbeit, öfters angeführt, dass wissenschaftliche Forschung durchgeführt wird. Dies trifft in den allermeisten Fällen nicht zu. Wissenschaftliche Forschung bedeutet, dass ausgehend vom international letzten Stand des Wissens neue Erkenntnisse abgesichert gewonnen werden. Dieses neue Wissen wird durch Publikation zur Diskussion gestellt. Nur einige Projekte zeigen Anteile dieses Prozesses auf,

bei der Aneignung des aktuellen Wissensstandes, aber auch bei der Gewinnung neuer Erkenntnisse. Dies soll nicht als Kritik an den Arbeiten gesehen werden. Auch auf universitärer Ebene wird der oben genannte Prozess erst im Rahmen einer Doktorarbeit gefordert, die Vorformen, Bachelor und Masterarbeit und zuvor Seminararbeiten sollen der Hinführung zu diesem Prozess dienen. In dem Sinne können die Arbeiten zum großen Teil mit [Pro-]Seminararbeiten einer Hochschule, einer Universität verglichen werden - und dies ist eine bemerkenswerte Leistung.

Die Präsentationen der Arbeiten müssen differenziert betrachtet werden. Die Schüler/innen zeigen große Kreativität und auch Fertigkeiten, ihre Resultate zusammenfassend [Poster, PowerPoint Aufbereitung] sehr gut darzustellen. Sie sagen aus, dass sie diese Erfahrungen nicht durch das NWL gewonnen haben; ich bin mir aber nicht sicher, ob diese Selbsteinschätzung stimmt. Die Schüler/innen zeigen im Allgemeinen große Probleme ihre aufgenommenen Daten und die Resultate adäquat darzustellen (etwa grafisch oder in Tabellenform). Und eine kritische Durchleuchtung der Daten und Resultate fehlt sehr oft.

Es fällt auf, dass nur wenige Themen aus dem Bereich der Physik für die Abschlussarbeit genommen wurden. Dies hängt sicher damit zusammen, dass im letzten Jahr Biologie und Chemie das NWL inhaltlich tragen. Kritik wird aber auch an der physikalischen Aufbereitung der Experimentiereinheiten geübt. Es ist, so scheint es, schwieriger, für Schüler/innen attraktive Experimente aus dem Gebiet der Physik anzubieten als in Biologie oder Chemie. Auch die biologische und chemische Umwelt wird von den Schüler/innen anscheinend eher als solche wahrgenommen als die physikalische. In der derzeitigen

Form ist die Aufteilung des NWL unsymmetrisch, Biologie und Chemie sind in drei Klassen eingesetzt, Physik nur in zwei. Ich kann nicht beurteilen, ob dies eine Auswirkung des oben genannten Sachverhalts ist oder vielleicht Teil der Ursache. Es wurde angesprochen, wie man den Erfolg des NWL messen könnte. Nähme man die Anzahl der Schüler/innen, die ein naturwissenschaftliches Gebiet zur Matura wählen, so zeigte sich kein Erfolg. Ich möchte hier nicht auf mögliche andere Gründe eingehen, die eine solche Wahl bestimmen, sondern möchte nur betonen, dass die Qualität eines solch komplexen, mehrjährigen Projektes und Prozesses nicht durch einen einzigen Parameter bewertet werden kann. Ich hoffe, dass ich in dieser Arbeit einige weitere Kriterien aufzeigen konnte. In Zusammenschau der Daten und der Diskussion dieser Punkte komme ich zu dem berechtigten Schluss, dass das NWL Leibnitz ein sehr erfolgreiches Projekt war und ist. Es hat dazu geführt, im naturwissenschaftlichen Unterricht moderne Lehr- und Lernmethoden einzuführen, es ist gelungen praktisch den gesamten Lehrkörper in diesen Prozess einzubinden, und, vor allem, die Schüler/innen haben einen Mehrwert an schulischer Bildung erfahren, den sie auch als solchen erkennen.

Vorschläge und Empfehlungen

Für bestimmte feste Elemente des NWL (z.B. Arbeitsblätter, Experimentieren, Endbericht) wäre ein einheitliches Beurteilungssystem, auf das sich das Gremium der NWL-Lehrer/innen einigt, angebracht. Dies engt zwar die persönliche Freiheit der Leistungsbeurteilung ein, würde aber für jüngere Kolleginnen und Kollegen eine Stütze darstellen und auch Schüler/innen eine größere Einheitlichkeit des NWL bieten. Für das Abschlussprojekt scheint mir ein derartig abgestimmtes Beurteilungssystem gegeben zu sein. Da das NWL trotz personeller Erweiterung doch noch stark von nur wenigen Personen getragen wird, empfehle ich, dass jüngere Kolleg/innen verstärkt in alle Ebenen des NWL

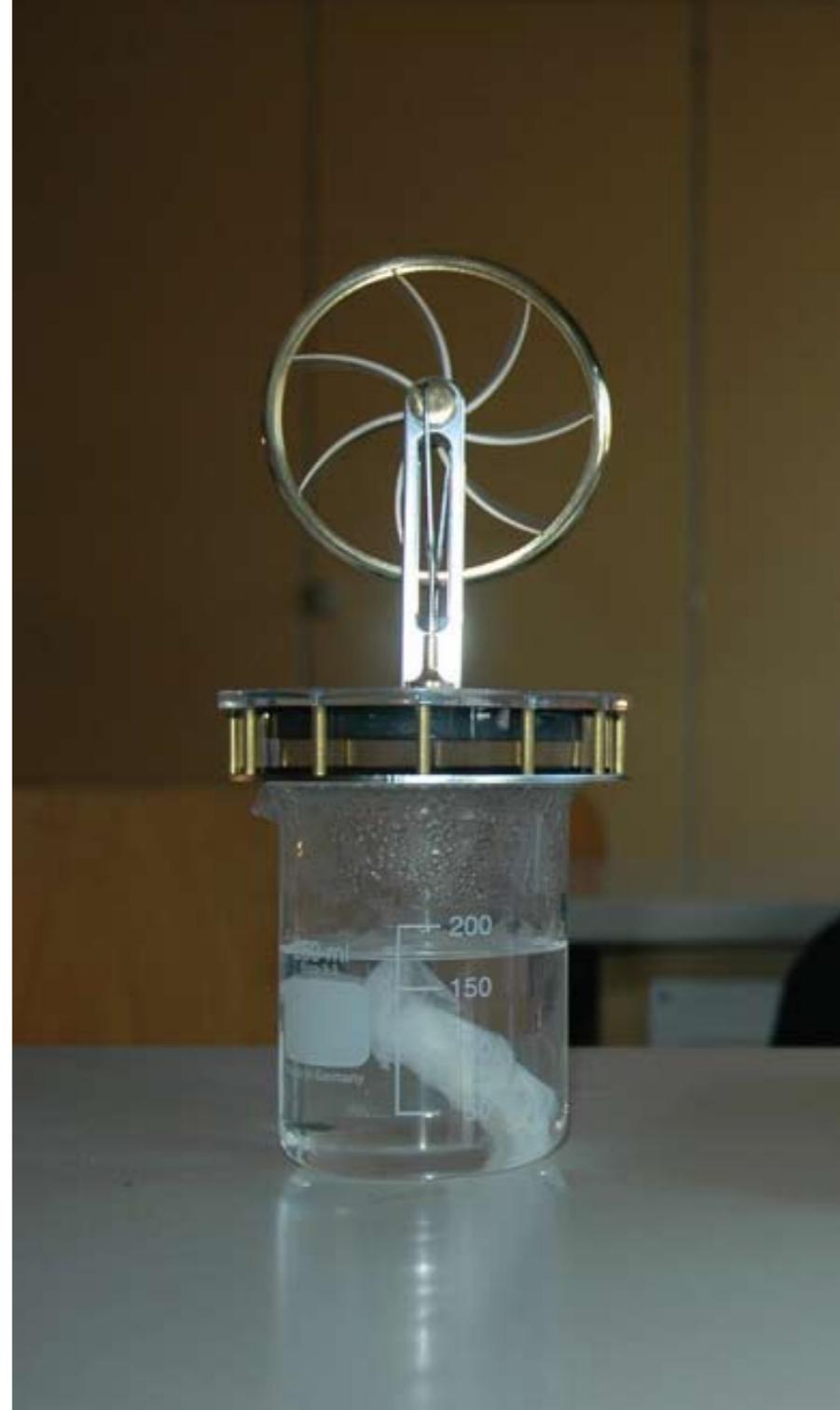
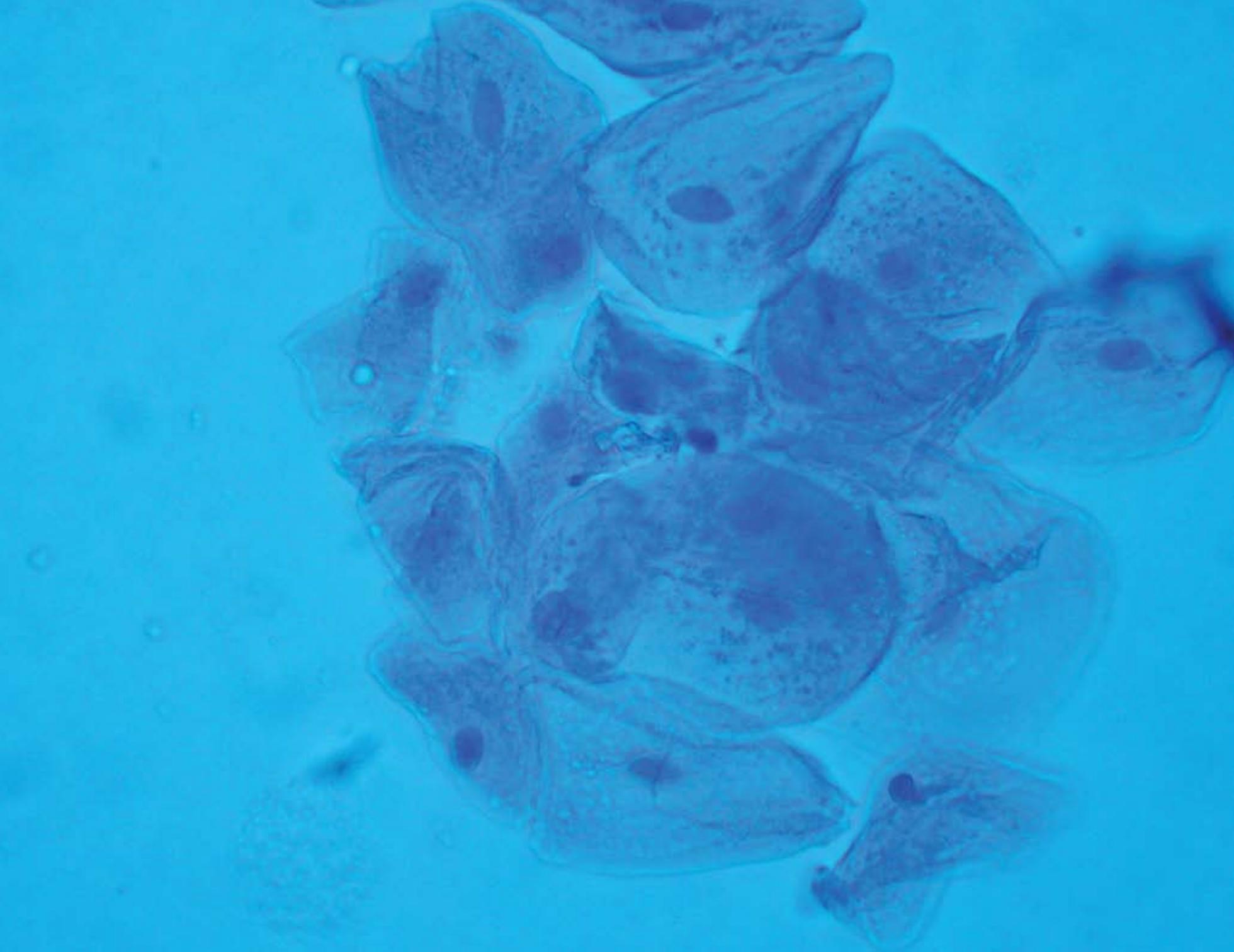
eingebunden werden. Möglichst viele Lehrpersonen sollen von NWL4 bis NWL8 in einem Rotationsprinzip eingesetzt werden. Der derzeitige Grad der Selbständigkeit der Arbeit der Schüler/innen, insbesondere bei der Abschlussarbeit, soll beibehalten werden. Auch das zeitliche Ausmaß ist meiner Meinung nach richtig gesetzt. Es soll mit den Schüler/innen die Einordnung ihrer Arbeiten, verglichen mit Leistungen an Hochschulen und Universitäten, besprochen werden. Es soll mehr Aufmerksamkeit gelenkt werden auf die Präsentation von Daten und Resultaten sowie auf ein kritisches Hinterfragen der Ergebnisse. Die Projekte sind bezüglich Inhalt und Ausarbeitung natürliche nicht auf einem Niveau, dass die Resultate in wissenschaftlichen Fachjournalen publiziert werden können. Allerdings zeigen etliche Projekte inhaltliche Ideen und experimentelle Umsetzungen, die einen Unterricht bereichern können. Zur Publikation solcher Vorschläge gibt es national und international Foren und Zeitschriften. Als Gutachter in solchen Zeitschriften kann ich behaupten, dass einige Projekte des NWL durchaus ihren Platz darin finden würden. In einer Zeitschrift publiziert zu haben, sollte für begabte Schüler/innen genügend Anreiz darstellen, gemeinsam mit einem/r Betreuer/in einen entsprechenden Artikel zu verfassen.

Es wäre wünschenswert, wenn der physikalische Anteil des NWL von den Schüler/innen stärker angenommen würde. Vielleicht könnte eine mit Schüler/innen gemeinsam erarbeitete Themenliste Anstoß dafür geben. Um physikalische Themen bezüglich der Abschlussarbeiten zu forcieren, wäre es vielleicht angebracht, im letzten Schuljahr alle drei Fächer gleichberechtigt einzubinden. Dies würde auch eine Symmetrie über alle vier Jahre gerechnet erzielen. Ein wichtiger Punkt des NWL Leibnitz besteht darin, dass das System nie statisch geworden ist. Es gab immer genügend Impetus, einzelne Komponenten zu hinterfragen und Änderungen einzuleiten, um mögliche Verbesserungen zu erreichen. Auch die

fortlaufende, innere und externe Evaluierung, sowie die Präsentation nach außen und die Wechselwirkung mit anderen Schulen ist Teil dieses Prozesses. Hier kann die Empfehlung nur lauten: Bitte beibehalten.

Der Grazer Neurobiologe Heiner Römer hat in einem Interview in der Kleinen Zeitung vom 23. Mai 2008, befragt über ein Versagen österreichischer Schulen, geantwortet: „Es kommen viele Leute, die wollen Biologie studieren und wissen im Prinzip nicht wie Wissenschaft funktioniert. Sie haben zwar Biologie- und vielleicht auch Chemie- und Physikunterricht bekommen, aber wie diese Wissenschaften zusammengehören, dass man die zusammenfasst, um ein Problem zu lösen, das haben die nie gehört.“^[1] Das Naturwissenschaftliche Labor Leibnitz ist die geeignete Antwort auf diese Aussage.

¹⁾ Kleine Zeitung, 23. 5. 2008, S. 18/19





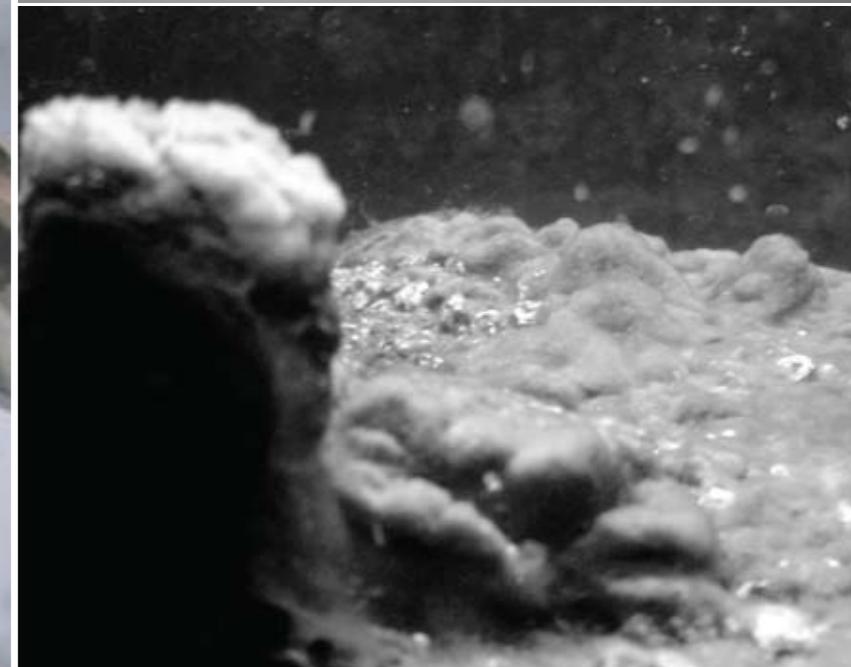
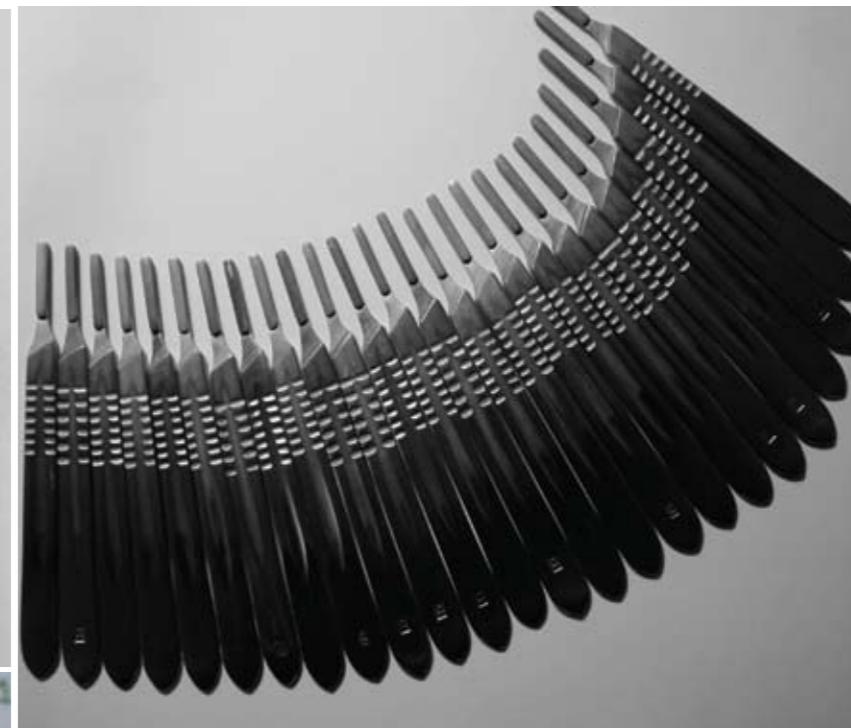
Reflexion und Ausblick

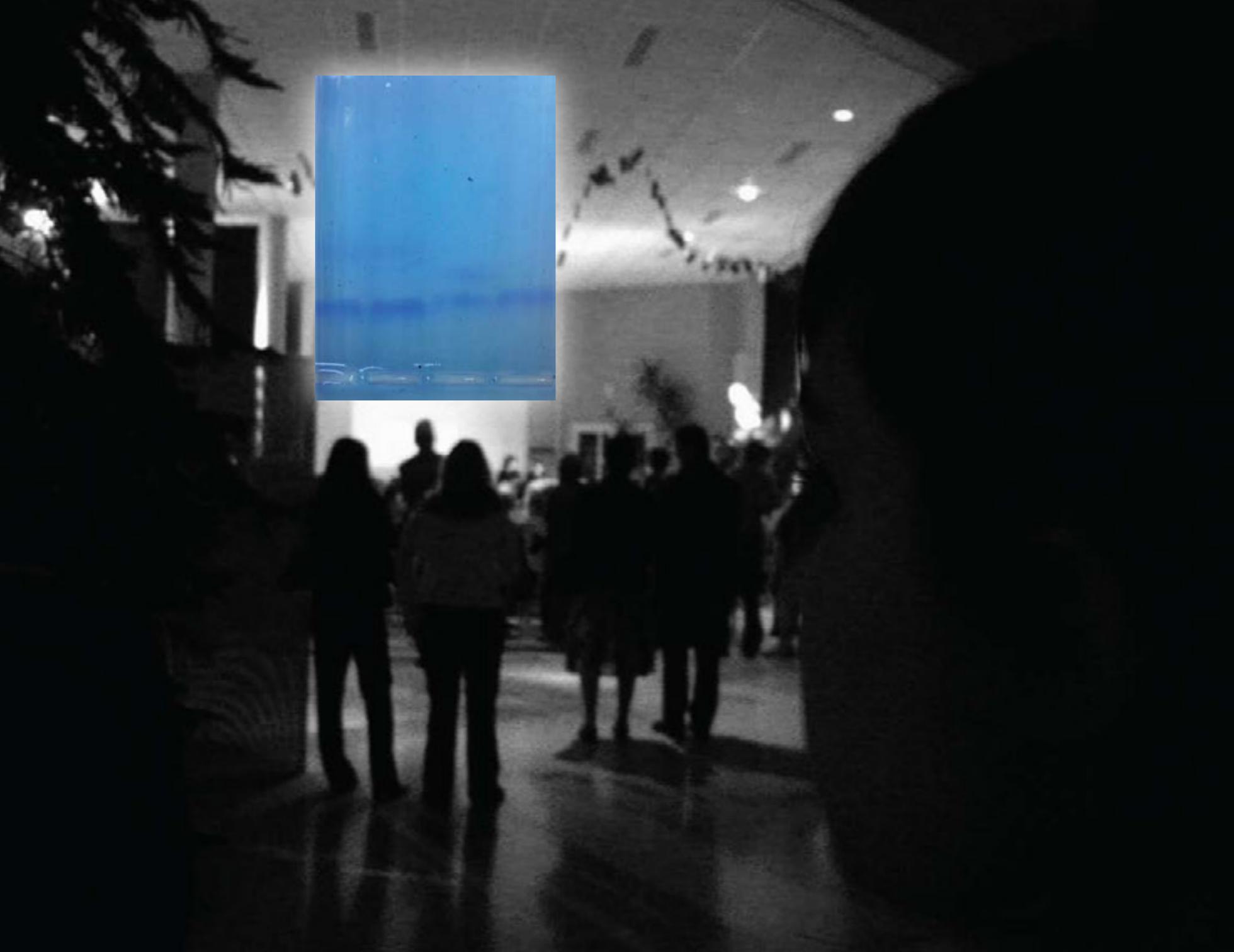
Unsere Auseinandersetzung mit dem NWL hört mit Beendigung dieser Broschüre nicht auf. Aufbauend auf eine lange, anfangs auch durch die Beteiligung an IMST-Projekten stark geförderte Evaluationstradition werden auch weiterhin Studierende und Lehrende eingeladen werden, sich mit dem Konzept auseinanderzusetzen, den Unterricht zu besuchen und kritisch zu bewerten. Ebenso wird es laufende Diskussionen mit allen Beteiligten geben, unregelmäßig eingesetzte Fragebögen in NWL-Klassen etc., was dem Konzept seit je her eine gewisse Dynamik verliehen und für ständige Weiterentwicklungen gesorgt hat. Die vorliegende Broschüre soll eine Zusammenfassung der Struktur des NWL und der wichtigsten Ziele darstellen und gewährleisten, dass eine grundsätzliche Vergleichbarkeit des entsprechenden Unterrichtes in verschiedenen Klassen möglich wird. Andererseits soll sie für die nächsten Jahre ein geeignetes Instrument sein, um allen Interessierten Information über das NWL zu vermitteln. Sie wird ein wichtiges Hilfsmittel in der Öffentlichkeitsarbeit der Schule darstellen.

Eine weitere Aufgabe des Teams wird auch die Einbindung des Konzeptes in die bis zum nächsten Schuljahr geplanten Veröffentlichungen zum Thema Leitbild, Schulprofil und Schulprogramm des B[R]IG Leibnitz sein.

Unser nächstes konkretes Ziel ist, die Schüler/innen zu animieren, ihre Arbeiten auch zu publizieren und damit an verschiedenen Wettbewerben teilzunehmen.

Vielleicht ergeben sich weitere Entwicklungen durch eine zukünftige Zusammenarbeit mit den entstehenden Regionalen Fachdidaktikzentren oder durch weitere MNI-Projekte, wir werden sehen. Klar ist, dass Details des NWL auch weiterhin dynamisch bleiben werden, wobei die großen Strukturen und Ziele natürlich langfristig geplant sind und sich nicht ständig ändern!





Das NWL ist keine Theorie. In zehn Jahren haben unsere Experimente und Erfahrungen den einstufigen Schulversuch bestätigt. Wir haben Lerninhalte verbessert, Unterrichtsprinzipien verworfen, neue eingeführt und Evaluierungen von Unternehmen, die sich langsam aus sich selbst heraus weiterentwickelt. Was das Labor ausmacht, ist nicht die Abscharfung alter und die Einführung neuer Prinzipien, sondern das Bestreben, den Schülerinnen und Schülern Sicherheit und Selbstvertrauen zu ihren besten Fähigkeiten und Leistungen zu geben. Sind sie auf dem Weg, sich selbst zu entdecken und zu verwirklichen, entspricht dies unserer Vorstellung von Lernen.

Das NWL ist keine Theorie. In zehn Jahren haben unsere Experimente und Erfahrungen den einstufigen Schulversuch bestätigt. Wir haben Lerninhalte verbessert, Unterrichtsprinzipien verworfen, neue eingeführt und Evaluierungen von Unternehmen, die sich langsam aus sich selbst heraus weiterentwickelt. Was das Labor ausmacht, ist nicht die Abscharfung alter und die Einführung neuer Prinzipien, sondern das Bestreben, den Schülerinnen und Schülern Sicherheit und Selbstvertrauen zu ihren besten Fähigkeiten und Leistungen zu geben. Sind sie auf dem Weg, sich selbst zu entdecken und zu verwirklichen, entspricht dies unserer Vorstellung von Lernen.

Das NWL ist keine Theorie. In zehn Jahren haben unsere Experimente und Erfahrungen den einstufigen Schulversuch bestätigt. Wir haben Lerninhalte verbessert, Unterrichtsprinzipien verworfen, neue eingeführt und Evaluierungen von Unternehmen, die sich langsam aus sich selbst heraus weiterentwickelt. Was das Labor ausmacht, ist nicht die Abscharfung alter und die Einführung neuer Prinzipien, sondern das Bestreben, den Schülerinnen und Schülern Sicherheit und Selbstvertrauen zu ihren besten Fähigkeiten und Leistungen zu geben. Sind sie auf dem Weg, sich selbst zu entdecken und zu verwirklichen, entspricht dies unserer Vorstellung von Lernen.