

Doppelstunden im naturwissenschaftlichen Unterricht

Argumente und Hilfen

Jürgen Langlet

65 80
45 Minuten
Doppelstunden
60 70
90 85



Herausgeber:
Deutscher Verein zur Förderung
des mathematischen
und naturwissenschaftlichen
Unterrichts e.V.

www.mnu.de

V

Vorwort

01

Doppelstunden in der Diskussion

02

Zeittakte für das Lernen

03

Unterrichtsdrehbücher

04

Konstruktion und Instruktion
Zwei Beispiele

05

Vorschläge zur Unterrichtspraxis (Physik, Biologie, Chemie)

06

Ausblick

T

Teilnehmer

A

Anhang unter www.mnu.de

- Unterrichtsvorschlag Biologie (Mendel)
- Die Kompetenz „Versuche planen und durchführen“ mit Reflexionsaufgaben (Physik)
- Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung

Impressum

Herausgeber
MNU Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.

Jürgen Langlet

Gestaltung
www.launchcontrol.de

Druck:
Appel & Klinger, Druck und Medien GmbH, Kronach

ISBN 978-3-9405 16-10-7

1. Auflage
© 2010, Verlag Klaus Seeberger
Vossenacker Str. 9, 41464 Neuss

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede auch teilweise Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Vorwort

Landauf - landab erschallt der Ruf nach Doppelstunden als entscheidendes Instrument der Unterrichts- und Schulentwicklung. Dabei, wie könnte es anders sein, hören wir föderale Vielfalt. Während es in Baden-Württemberg eine dringende ministeriale Empfehlung für Doppelstunden gibt, sind es in Niedersachsen die Eltern(verbände), die die Schulen und Lehrkräfte in diese Richtung drängen. In Rheinland-Pfalz ist es den Schulen freigestellt, bei der Einführung des kontextorientierten gemeinsamen naturwissenschaftlichen Unterrichts in den unteren Jahrgängen die Unterrichtszeit zu verlängern, was wiederum wie in Nordrhein-Westfalen sehr „eigenverantwortlich“ gehandhabt wird: Eine Unterrichtsstunde dauert dort 45, 60, 65, 67, 70, 85 Minuten, je nach schulspezifischer Festlegung. Das heißt, insgesamt betrachtet findet sich ein Trend zur Auflösung und Verlängerung des 45-Minuten-Taktes, verbunden mit viel Hoffnungen und Wünschen der Verbesserung der Lern- und Arbeitsbedingungen an den weiterführenden Schulen.

Aus der Sicht des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts ist allerdings vorweg zu klären, ob nicht auch fachspezifische Anforderungen an eine Verlängerung der einzelnen Unterrichtszeit zu richten sind. Denn die verlängerte Unterrichtszeit darf keinesfalls zu einer Ausdehnung des Unterrichtsdrehbuchs führen. Damit wird klar: Das Nachdenken über die Zeit verlangt zwingend eine Revision der Unterrichtskonzepte.

Allerdings: Wenn über Lernzeit und Lehrkonzepte reflektiert wird – bzw. werden sollte –, dann sollte man sich die Zeit nehmen, neuere neurobiologische resp. lernpsychologische Befunde und Erkenntnisse der Lehr-Lern- und Bildungsforschung zur Kenntnis zu nehmen.

Diesen Versuch unternimmt diese Schrift. Da es letztlich um (verbessertes) Lernen geht, werden die Bedingungen gelingenden Lernens und Lehrens pro Zeiteinheit auf der Grundlage von Forschungsergebnissen dargestellt, analysiert und beurteilt und damit Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit von Doppelstunden aufgezeigt.

Damit wollen wir zum dritten Mal die Schulen, Fachkonferenzen und Lehrkräfte direkt ansprechen, ihnen Reflexions-, Argumentations- und Umsetzungshilfen anbieten. Während sich die erste Schrift dieser Reihe „Erstellung schuleigener Arbeitspläne“ (2007) direkt an die Fachgruppen gewendet hat, fokussierte die zweite „Individuelle Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (2009) das individuelle Lernen der Schülerin wie des Schülers, unterstützt durch die Lehrenden. Die Forderung nach Einführung von Doppelstunden wird zwar systemisch bzw. schulspezifisch erhoben, richtet sich aber letztlich an die einzelne Lehrkraft, so auch diese Schrift. Prüfen Sie bitte konstruktiv kritisch und kooperierend die Verlängerung der Unterrichtszeit in Ihren Fächern: Denn wir alle wünschen uns Kinder und Jugendliche, die mit viel Freude und vor allem Gewinn Naturwissenschaften betreiben und lernen!

Wendisch Evern,
Dezember 2009
JÜRGEN LANGLET
Vorstandsmitglied Biologie

Hagen,
Dezember 2009
ARNOLD A CAMPO
MNU Bundesvorsitzender

01

Doppelstunden in der Diskussion

Sehr überzeugend sind die Argumente für die Einführung von Doppelstunden bzw. für die Verlängerung des Stundenrasters. So plausibel, dass man sich fragt, warum erst aktuell die Ausweitung des 45-Minuten-Rhythmus diskutiert und umgesetzt wird. Denn die Klagen sind alt. Eine Dreiviertelstunde wurde immer schon als zu kurz und einengend empfunden, zumindest auf Seiten vieler Lehrkräfte. Besonders in den Naturwissenschaften im Sekundarbereich I können Experimente, vor allem wenn sie als Schülerexperimente geplant werden sollen, selten ohne Hektik durchgeführt werden. Die Auswertung gelingt häufig nicht vollständig, sodass diese in die Hausaufgabe bzw. in die nächste Stunde verschoben werden muss. Damit wird die (nächste) Schulstunde mit der Nachbereitung belastet und die anzustrebende Lerneinheit zerteilt. Darunter leiden wiederum die pro Woche zweistündigen (naturwissenschaftlichen) Fächer. Der fachdidaktischen Forderung und dem Wunsch der Praxis nach schülerzentrierten Unterrichtsformen könne man in einer Schulstunde, so die lehrerseitigen Klagen, kaum nachkommen. Dieses Argument unterstützen die Eltern(verbände) mit der Forderung, dass mit der Verlängerung der Unterrichtsraaster die erwarteten, sog. modernen Lernformen an den Schulen etabliert werden. Weiterhin verknüpfen sie damit den Anspruch, dass die zeitliche Belastung der Schülerinnen und Schüler durch Hausaufgaben deutlich abnehme. Ebenso müssten die Schülerranzen bemerkbar leichter werden, da ja die Fächeranzahl pro Tag halbiert werde. Und nicht zuletzt würden Ruhe und Muße in den Schulalltag einkehren.

Entlastung durch Entschleunigung lautet die Zauberformel der im achtjährigen Gymnasium (G8) gestressten Schüler, Eltern und Lehrkräfte: „Mehr Beteiligung von Schülerinnen und Schülern, mehr Zeit für innovativen, effizienten, handlungsorientierten Methodeneinsatz, für selbstständiges Lernen, zur individuellen Förderung, für Übungsangebote“ sowie „zur Neukonzeption von Unterrichtsinhalten“, wie es dem Internetauftritt eines nordrheinwestfälischen Gymnasiums zur Einführung des „innovativen Stundenrasters von 65 Minuten“ unter dem Titel „Ruhiges Lernen durch neues Stundenraster“ zu entnehmen ist. Schulzeitverkürzung + Stundenverlängerung = Effizienteres Lernen!

Es geht aber doch eher um gelingendes Lernen. Dieses drückt sich im Ergebnis des tatsächlichen Könnens aus. Seit der PISA-Debatte ist es bundesweit und länderspezifisch in Form von kompetenzenorientierten Standards festgelegt: Weniger Inhalte, mehr prozessuale Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung) bei Stärkung des selbstständigen Lernens.

Können diese von der Lehr-Lernforschung seit langem propagierten Ziele allein durch eine Verlängerung der 45 Minuten erreicht werden? Erreichen Ruhe und Muße beim Lernen in der Schule notabene erhöhte Nachhaltigkeit des Gelernten? Sicherlich nicht zwangsläufig und nicht immer und überall! Wie Beobachtungen aus Schulen zeigen, die bereits mehrjährige Erfahrungen mit Doppelstunden vorweisen können: Curriculare Rückstände von bis zu einem Jahr am Ende des Sekundarbereichs in manchen Schulen sind zu beklagen¹.

Das bedeutet: In der Diskussion um Doppelstunden bzw. verlängerte Stundenraaster sind grundsätzliche Überlegungen zur Taktung des Lernens, zu Unterrichtsstrategien wie auch zur Aufgabenkonzeption anzustellen. Dieses soll in den folgenden Kapiteln unter Berücksichtigung von Befunden der allgemeinen, fachdidaktischen und neurobiologischen Lehr-Lernforschung mit der Umsetzung in die konkrete naturwissenschaftliche Unterrichtspraxis geschehen.

¹ Diese sicherlich nicht repräsentative Wahrnehmung für das Fach Physik verdanken wir dem niedersächsischen Fachberater Michael Rode.

02

Zeittakte für das Lernen

Was ist Lernen? Eine Veränderung im Verhalten, die selbst nie beobachtbar, nur im Nachhinein deskriptiv festzustellen ist. Lernen beschreibt also eine Änderung, es erklärt diese nicht. Neurobiologen schreiben dem Lernen spezifische Synapsenänderungen zu. Insofern können Neurobiologie und Lernpsychologie aus dem Vergleich des Vorher-Nachher ´nur´ Hinweise, aber keine Begründungen zu zeitlich günstigen Intervallen des Lernens geben. Allerdings sollten derartige Hinweise bei der Entscheidung für oder gegen ein neues Stundenraster bedacht werden.

Nach dem momentanen Erkenntnisstand der empirischen Lehr-Lernforschung, Lernpsychologie und Neurobiologie lassen sich folgende Zeittakte des Lernens annehmen²:

ca. 3 s – Ultrakurzzeitgedächtnis

In dieser Zeitspanne behält man neue Telefonnummern, Namen, Informationen, Fragen, die man unmittelbar zuvor gehört hat, sog. „stilles“ Wissen. Zumindest diese kurze Spanne muss man Zuhörenden und Lernenden lassen, um neue Informationen (und Fragen im Unterricht) aufzunehmen.

ca. 5 min – Aufmerksamkeitsspanne

Stefan von Aufschnaiter hat in umfangreichen Untersuchungen diesen Zeitraum „entdeckt“, sowohl bei Novizen wie auch bei Experten, einzeln und in Gruppen. Wenn Menschen spätestens nach fünf Minuten keinen Erkenntnisfortschritt, keinen Problemlösungsansatz, keine Zielannäherung für sich bemerken können, versuchen sie einen anderen Weg, brechen ihre kognitive Zuwendung ab, beschäftigen sich mit anderen Dingen oder lenken sich ab. Diese erstaunliche, immer wieder bestätigte Erfahrung hat eine wichtige Konsequenz für Instruktion und Aufgaben im Unterricht. Diese sind so zu gestalten, dass die Lernenden spätestens nach fünf Minuten die Möglichkeit eines Erkenntnisfortschritts bzw. Kompetenzerwerbs erkennen.

² Diese Zusammenstellung beruht im Wesentlichen auf Hinweisen von Gerhard Roth, dem wir ganz herzlich dafür danken. Befunde aus der Fachdidaktik (C.&St.v.Aufschnaiter, Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht, MNU 54/7, 2001, 409-416) sind eingebaut. Als Lesempfehlung zur Neurobiologie des Lernens empfehlen wir: R Caspary, Lernen und Gehirn, Der Weg zu einer neuen Pädagogik, Freiburg 2009.

ca. 6 h – Intervall für die erste Konsolidierung

Nach einigen Stunden ist es Zeit, die zuvor angelegte flüchtige elektrochemische Repräsentation wiederum zu aktivieren. Das bedeutet auf der Ebene des (schulischen) Lernens, das Gelernte, die Erkenntnis, das Problem in Erinnerung zu rufen, am besten unter einem neuen Blickwinkel (Transfer).

ca. 48 h – Synapsenverstärkung

Auf der neurobiologischen Ebene müssen die zuvor gebahnten Synapsenverbindungen erneut genutzt werden, um dauerhaften Bestand zu haben.

ca. 2 Wochen - Vernetzung

Die Synapsenbahnungen – die neurobiologischen Repräsentationen der gelernten Inhalte – werden leichter wieder aufgerufen und erinnert, wenn sie mit anderen Ereignissen (Kontexte, Muster, Netze) zusammengebracht werden.

Was tragen diese Hinweise zur Diskussion um Doppelstunden bei?

In erster Ernüchterung nichts zur Länge des Lernvorgangs selbst! Ob das Stundenraster mit 45, 65, 90 Minuten oder anderen Perioden gestaltet ist, dazu liegen keine wissenschaftlichen Befunde vor, allerdings zur Wiederholung bzw. Verstärkung des primären Lernvorgangs:

Das 6-h-Intervall fordert eine erneute Beschäftigung mit dem vormittags Gelernten am Nachmittag, ggf. Abend, was hinlänglich als Hausaufgabe firmiert. Es reicht dafür nur eine kurze kognitive Beschäftigung. Didaktik und Praxis sind also aufgerufen, Transferaufgaben zu entwickeln, die eine Konsolidierung unterstützen (vgl. Kap. 05).

Das 48-h-Intervall spricht für eine Wiederaufnahme des Lerngegenstands in derselben (Schul)Woche. Aus Sicht der naturwissenschaftlichen Fächer können wir daher nur eindringlich davor warnen, Biologie, Chemie, Physik im Doppelstundenraster nur einmal pro Woche anzusetzen. Epochale Lösungen (viertel-, halbjährlich 2 x 2 Stunden) bieten sich an.

Im Übrigen scheint der negative Einfluss auf den langfristigen Lernerfolg von halb- oder ganzjährigen Lücken in der Stundentafel gering zu sein – wenn denn der primäre Lernvorgang und dessen Konsolidierung gelingen!

Prägend – und dieses ist wie anderes zuvor keine neue Einsicht – sind die Vorgänge im Unterricht selbst und danach. Um diese Lehrstrategien und Unterrichtsdrehbücher geht es im folgenden Kapitel.

03

Unterrichtsdrehbücher

Drehbücher sequenzieren Filmhandlungen. Unterricht wird durch Lehrstrategien unter Nutzung bestimmter Unterrichtsverfahren (darbietende, erarbeitende, entdeckende, handlungs-, problemorientierte etc.) strukturiert. Sie sind, wie die Unterrichtsforschung gezeigt hat, individuell und kulturell tradiert und starr. So hat z. B. die Klassengröße keinen Einfluss auf deren Auswahl, weshalb die Politik dementsprechende Forschungsergebnisse dahingehend interpretiert, die Schülerzahl pro Lerngruppe weiterhin hochzuhalten. Wird dagegen die Verlängerung der Stundendauer die Unterrichtsdrehbücher verbessern, wie von Seiten der Eltern gewünscht und von Lehrkräften apostrophiert? Chancen und Risiken von Doppelstunden liegen in den Unterrichtsdrehbüchern.

Sicherlich sollte nicht das Drehbuch einer Einzelstunde verdoppelt bzw. verlängert werden. Ferner muss die Doppelstunde noch zwingender als die Einzelstunde als Einheit abgeschlossen sein. Nicht zuletzt ist zu prüfen, ob nicht die Zeit zur Sicherung und vor allem zum Einüben der Lernergebnisse innerhalb der Doppelstunde genutzt werden kann. Denn Letzteres findet im naturwissenschaftlichen Unterricht Deutschlands kaum statt. Das bedeutet also, dass die Verlängerung des 45-Minuten-Rasters die Unterrichtsdrehbücher auf den Prüfstand stellt. Welche sind diese?

Die Lehr-Lernforschung³ hat drei Lehrstrategien ermittelt und diese gemäß Mayer⁴ klassifiziert:

- (1) **Pure discovery** bzw. **Global activity**: Die Schüler arbeiten an gegebenen Aufgaben weitgehend selbstständig – mit minimalen Lehrerhilfen – in Deutschland als entdeckendes/forschendes Lernen bzw. (naturwissenschaftliches) Experimentieren favorisiert, weil es die Eigentätigkeit der Schüler vermeintlich maximal fördert und fordert.
- (2) **Guided discovery** bzw. **Guided scientific inquiry**: Lehrerhilfen strukturieren und leiten den weitgehend

selbstständigen Erarbeitungsprozess der Lernenden, z. B. mit Hilfe von Lernaufgaben. Das in der II. Ausbildungsphase bundesweit propagierte problemorientierte Verfahren, das im Schulalltag allerdings nicht von ebensolcher Bedeutung ist, kann hierunter fallen, wenn es tatsächlich die Selbstständigkeit der Lernenden fördert und nicht davor zurückschreckt, den Erarbeitungsprozess kontinuierlich und strikt durch Lernaufgaben zu lenken.

- (3) **Expository** bzw. **Simple instruction**: „Das Lernergebnis („final answer“) oder die Regel wird den Schülern präsentiert“⁴ und danach z. B. eingeübt. Gezielte Instruktionen seitens der Lehrkraft und Übungszeiten für die Schüler bestimmen im positiven Sinne dieses Drehbuch. In Deutschland kann hierzu das problemorientierte Verfahren (vgl. 2) gehören, wenn es – wie häufig praktiziert – in Form des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs auftritt. Diese Form der Lehrdominanz bestimmt trotz aller gegensätzlichen Bemühungen die deutsche Unterrichtspraxis und wird für die unerfreulichen PISA-Ergebnisse verantwortlich gemacht wird.

Zusammengefasst unterscheiden sich die drei Strategien durch ihr Verhältnis von Instruktion zu Konstruktion, das bei (1) nahezu vollständig auf Seiten der Konstruierenden liegt und bei (3) Schüler zu „reinen Zuhörern“ (aber Üben) verdammt. Vergleicht man nun diese drei Lehrstrategien hinsichtlich des geförderten Schülerinteresses, der Lernergebnisse und der Transfer-Fähigkeit, ergibt sich das folgende Bild (siehe Abb. 1):

Der Vergleich bestätigt und überrascht zugleich:

- Das naturwissenschaftliche entdeckende Lernen bzw. Experimentieren ohne Strukturierungshilfen (1) macht Spaß – und stößt deswegen auf hohe Zustimmung bei allen Beteiligten –, fördert aber kaum das Lernen – möglicherweise wegen fehlender Zeit und Strukturierung. Damit sind derartige, in den 1990er Jahren propagierte, lernpsychologische und fachdidaktische Ansätze einer kritischen Revision zu unterziehen.

3 vgl. M. Prenzel, T. Seidel et al., PISA 2006 in Deutschland, Münster 2008 (S. 278-281)

4 R.E. Mayer, Learning and Instruction, New Jersey 2003 (S. 288)

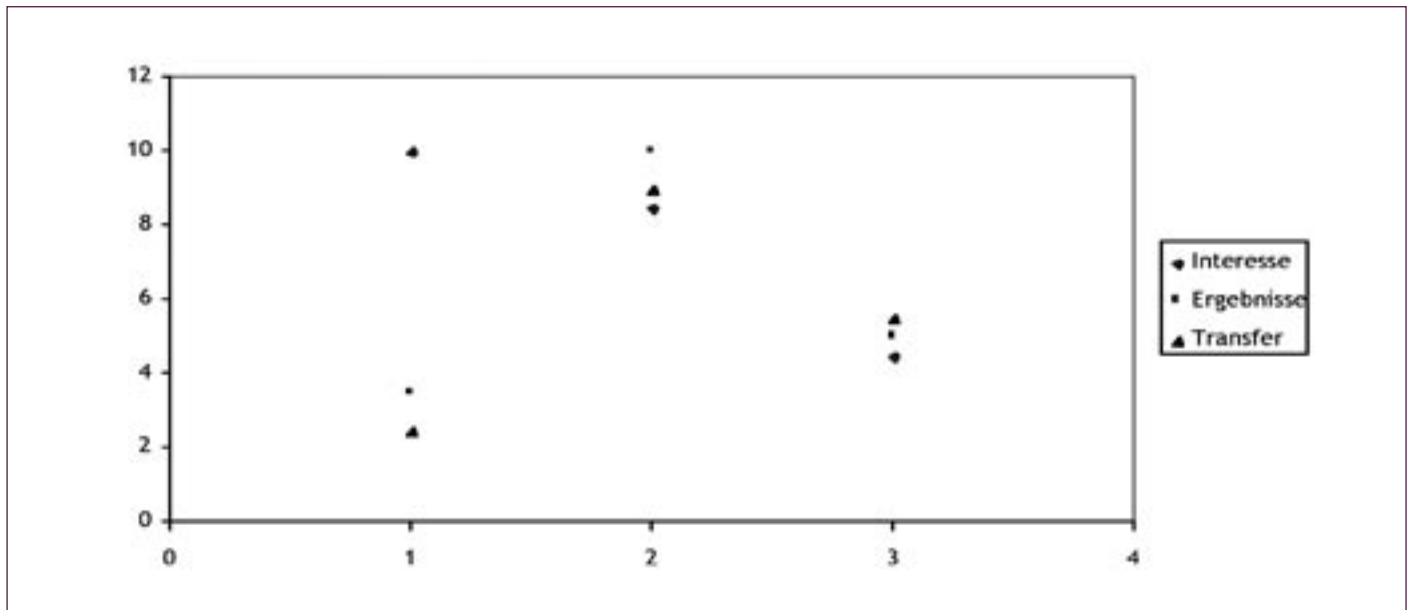


Abb. 1: Welche Folgen zeitigen die drei Unterrichtsdrehbücher (1) **Pure discovery** bzw. **Global activity**, (2) **Guided discovery** bzw. **Guided scientific inquiry** und (3) **Expository** bzw. **Simple instruction** im Hinblick auf die Förderung des Schülerinteresses, der Lernergebnisse und der Transfer-Fähigkeit? Die Graphik ist aus PISA³ und Mayer⁴ zusammengestellt und beruht auf Relativwerten (Ordinate).

- Im Gegensatz dazu langweilt ein Unterricht mit hohen Instruktionsanteilen (3) eher, erreicht aber letztlich bessere Lernergebnisse und Transferleistungen als (1). Die Unterrichtstraditionen mancher PISA-erfolgreichen Nationen (Japan, Korea, Kanada) können als Bestätigung dieser Aussage gedeutet werden. Dort wird aber im Gegensatz zum bundesdeutsch typischen „eng geführten fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch nicht nur auf eine einzige Lösung oder Routine hin unterrichtet“ und geübt.
- Es kommt wohl auf das richtige Verhältnis zwischen Konstruktion und Instruktion (2) an, um optimale Erfolge zu erzielen. Unbestritten bleibt das konstruktivistische Lernmodell. Allerdings müssen die Konstruktionen der Lernenden angeleitet, strukturiert sowie zielorientiert mit Hilfen und Instruktionen begleitet werden (vgl. hierzu auch die Untersuchungen von St. v. Aufschnaiter², Kap. 03). „Abwechslungsreiche Anwendungsaufgaben in variierenden Kontexten“⁵ bereits in der Erarbeitung, vor allem aber in Übungs- und Wiederholungsphasen dienen der größeren Nachhaltigkeit des Lernens, führen aber auch zu einer „Materialschlacht“².

Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in neueren **Unterrichtsempfehlungen** der Lehr-Lernforschung:

Drei Faktoren („deep three“) werden als wesentlich für den Unterrichtserfolg beurteilt (u.a. Prenzel⁶, Klieme⁷):

- Kognitive Aktivierung
- Regeln unterworfenen Klassenführung
- unterstützendes Unterrichtsklima

H. Meyer⁸ und A. Helmke⁸ erweitern diese zu einem Zehn-Punkte-Katalog („big ten“):

- Effiziente Zeitnutzung
- Klare Strukturierung

5 J. Leisen, Qualitätssteigerung des Physikunterrichts durch Weiterentwicklung der Aufgabenkultur, MNU 54/7, 2001, 401-405

- Lernförderliches Unterrichtsklima
- Verständlichkeit
- Wirkungs- und Kompetenzorientierung
- Angemessene Variation von Methoden und Sozialformen
- Förderung aktiven, selbstgesteuerten Lernens
- Individualisierung und Differenzierung
- Konsolidierung, Sicherung, intelligentes Üben
- Transparente Leistungserwartung

Die meisten Aspekte dieser Kataloge charakterisieren einen gelungenen Unterricht unabhängig von der Zeitdauer. Allerdings lassen sich Komponenten wie Differenzieren, Individualisieren und selbsttätiges Lernen in Doppelstunden – und in kleineren Lerngruppen! – leichter realisieren. Dabei sind aber die Zeittakte für das Lernen (vgl. Kapitel 3) dringend zu beachten. Die [zweite] konsolidierende Vernetzung bedingt, (mindestens) zwei Lerneinheiten pro Woche vorzusehen und diese abgerundet zu gestalten.

Bei der **Planung** einer einzelnen Unterrichts(doppel)stunde sind neben den allgemein lernförderlichen Bedingungen (wie Unterrichtsklima) die folgenden Bestandteile hervorzuheben:

- Schaffung von Transparenz über die Inhalte, Ziele und Leistungserwartungen, z.B. durch advance organizer
- Kognitive Anforderungen im Sinne des Verstehens
- Ausgedehntes differenzierendes, selbstgesteuertes Erarbeiten, Üben und Anwenden in den Lerneinheiten und in den Hausaufgaben
- Kompetenzorientierte Reflexionsphasen (Meta-Kognition) über das Erlernete

6 wie u.a. auf einem Vortrag am 18.05.09 in der Ev. Akademie Loccum
7 im Zusammenhang mit der Veröffentlichung des Berichts „Teaching and Learning International Survey (TALIS) Juni 2009

8 Die Kataloge von H. Meyer (Was ist guter Unterricht? Berlin 2004) und von A. Helmke 2006 <http://www.uni-landau.de/helmke/>; Kennwort „Zeus“) sind hier zusammengefasst worden.

Das Wechselspiel zwischen Instruktion und Konstruktion und eine angemessene Phasierung von Unterricht wollen wir im Folgenden anhand von zwei praxiserprobten Unterrichtsdrehbüchern vorstellen:

- Problemorientiertes bzw. angeleitetes naturwissenschaftliches Forschen propagieren Unterrichtsverfahren, die u.a. von R. Dubs, H. Schmidkunz wie auch von ChiK veröffentlicht sind.

- Die Kritik an diesen bzgl. der Praxisferne, der ineffektiven Ausweitung der Erarbeitungsphase und der fehlenden Übung nimmt J. Leisen in seinem aufgabenorientierten Instruktionsmodell auf⁵.

04

Konstruktion und Instruktion Zwei Beispiele

Am Beispiel der Kompetenz „Versuche durchführen und planen“ werden die oben genannten Strukturierungsvorschläge näher erläutert.

Das Phänomen „Brausepulver reagiert mit Wasser“ ist hier Gegenstand zur Entwicklung der Kompetenz „Versuche planen und durchführen“. Daher kommt dem experimentellen Arbeiten eine zentrale Rolle zu.

Beispiel 1: Angeleitetes naturwissenschaftliches Forschen

Im Ansatz des angeleiteten naturwissenschaftlichen Forschens (nach Schmidkunz, ChiK) ist folgende Phasierung möglich:

Zur Problemgewinnung wird mit Hilfe von Brausepulvertütchen und ggf. einem Impuls über in Wasser sprudelndes Brausepulver die Frage nach der Ursache für diese Reaktion erfasst. Der Fokus wird nun aber auf den Prozess der Erkenntnisgewinnung gelegt. Demnach lautet das zentrale Problem, wie man die oben gestellte Frage möglichst geschickt experimentell lösen kann.

Die Sammlung von Lösungsvorschlägen bezieht sich zum einen auf die Auswahl der auf der Packung vermerkten Stoffe und zum anderen auf mögliche Versuchsanordnungen.

In der Folge kann sich auf einen oder mehrere Lösungsvorschläge geeinigt werden, die dann in Schülerexperimenten durchgeführt werden. Je nach Unterrichtsvoraussetzungen kann die Hypothesenphase auch entfallen und die Schülerinnen und Schüler beginnen sofort nach der Problemfindung in ihren Gruppen Experimente zu planen und durchzuführen. Die Rolle des Lehrers ist in erster

Linie moderierend. Dosierte Hilfen, auch über vorbereitete Materialien oder Hinweise auf zur Verfügung stehende Chemikalien, dienen der individuellen Förderung.

Transparenz muss in jedem Falle über die Leistungserwartungen auf Seiten der Lerngruppe herrschen. So kann der Lehrer vor der Erarbeitung darauf hinweisen, dass er beobachtet, wie effizient die Gruppen sich auf Experimente einigen, diese planen und durchführen.

Daher steht zu Beginn der Ergebnispräsentation die Reflexion des Prozesses im Mittelpunkt der Betrachtung. Die Vorstellung der inhaltlichen Ergebnisse erfolgt im Anschluss, da dann auch weitere Beispiele unmittelbar angeknüpft werden können.

An dieser Stelle treten die Vorteile der Doppelstunde besonders hervor. In der 45-Minuten-Stunde gelingt beim oben beschriebenen Ansatz lediglich die Ergebniszusammenfassung auf der inhaltlichen Ebene. Die Reflexion des Prozesses kommt dabei zu kurz, obwohl diese entscheidend für die Sicherung des kompetenzorientierten Lernzieles ist. In einer Doppelstunde besteht darüber hinaus die Möglichkeit des vertiefenden Übens.

Dazu wird z.B. auf Arbeitsblättern das Phänomen des aufgehenden Teiges beim Backen thematisiert und auch wieder nach Möglichkeiten gefragt, wie man die Ursache dieses Phänomens klären kann. Die Erarbeitung kann hier zunächst als Einzelarbeit erfolgen, um den Schülerinnen und Schülern individuelle Rückmeldung über ihren Erkenntnisstand zu geben. Gemeinsame Rückversicherung erfolgt in Partnerarbeit, bevor im Plenum die Ergebnisse zusammengetragen werden. Als Hausaufgabe bietet sich die Erstellung einer Versuchsskizze zu einem weiteren Beispiel an.

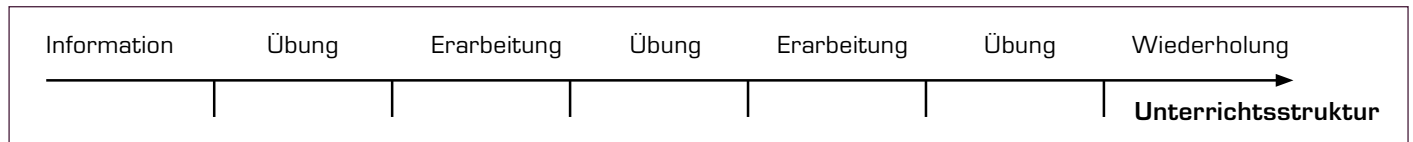


Abb. 2: Eine Unterrichtsstruktur des angeleiteten naturwissenschaftlichen Übens (nach Leisen5)

Beispiel 2: Angeleitetes naturwissenschaftliches Üben

Beim angeleiteten naturwissenschaftlichen Üben (nach Leisen) ist die Phase der ersten Inhaltsklärung vorgezogen. Analog zum Beispiel oben könnte eine Unterrichtsstruktur folgendermaßen aufgebaut sein:

Das Phänomen des aufgehenden Teiges wird beschrieben, nach den Ursachen gefragt und schließlich werden experimentelle Lösungsstrategien fragend-entwickelnd erarbeitet oder materialgebunden, z.B. über Texte, beschrieben. In dieser Phase wird ohne Umschweife eine inhaltliche Grundlage geschaffen, die als Voraussetzung für die folgenden Übungen dient.

In der ersten Übungsphase wird nun das sprudelnde Brausepulver als Unterrichtsgegenstand genommen, um experimentelle Lösungsstrategien als Schülerexperiment zu erproben. Je nach Rahmenbedingungen kann hier Partner- oder Gruppenarbeit gewählt werden. Hier erfolgt eine erste Konsolidierung.

Nun werden die Ergebnisse zusammengetragen, reflektiert und im Lehrer- Schüler-Gespräch analysiert.

Daran schließt sich eine weitere Übungsphase mit einem komplexeren Beispiel an. Mit zunehmender Sicherheit auf der Prozessebene können die Beispiele auch inhaltlich an Komplexität zunehmen. Es bieten sich in weiterführenden Übungsphasen Aufgaben an, die einen kognitiven Konflikt zur anfangs dargestellten Lösung enthalten, sodass die Strategie bzw. das Modell weiterentwickelt werden kann, was sowohl schülerzentriert in Gruppen als auch instruktiv durch die Lehrkraft erfolgen kann. In einer wiederholenden Rückschau erfolgt die Zusammenfassung z.B. in Form von Begriffsnetzen oder einer Mindmap.

Auch dieser Strukturierungsvorschlag ist nicht als starres Gerüst zu verstehen, sondern soll ein Modell sein, das auf vielfältige Weise an die Lernsituationen angepasst und modifiziert werden kann.

Welches Drehbuch auch gewählt wird, unabdingbar ist die kompetenzorientierte Unterrichtsplanung (vgl. Anhang). Zum Abschluss sollen hier (wie auch im Anhang) konkrete, kompetenzorientierte Unterrichtsvorschläge vorgestellt werden.

05

Vorschläge zur Unterrichtspraxis

Aus den bisherigen Darlegungen ergeben sich folgende Empfehlungen für die Planung von Doppelstunden:

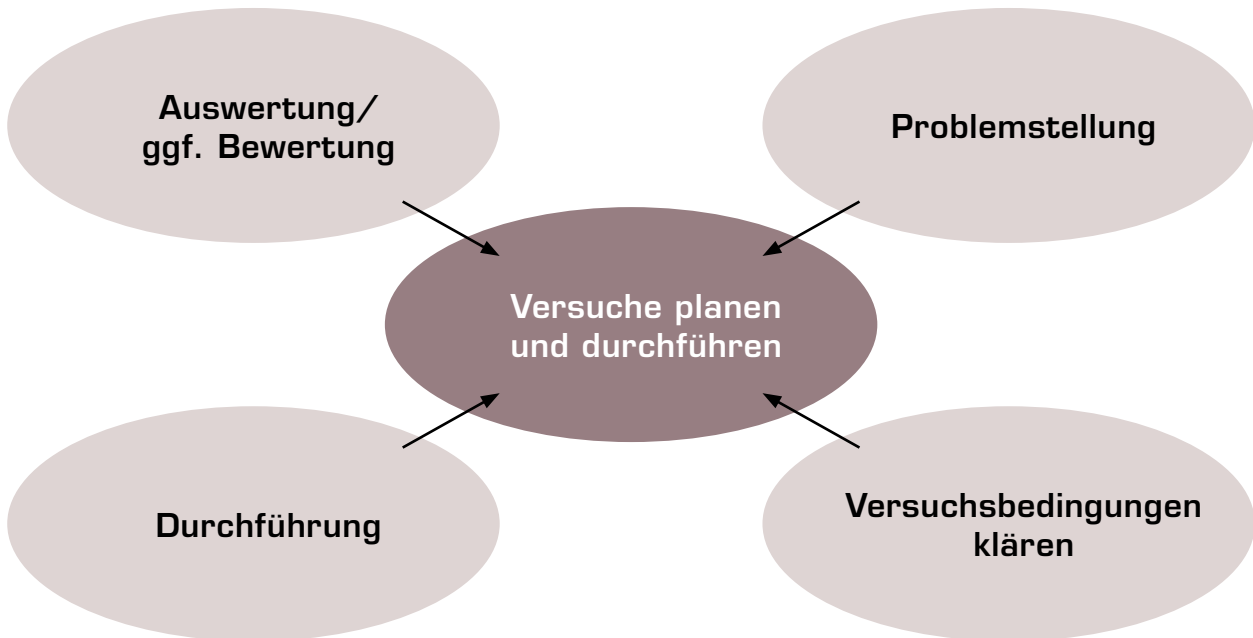
- (1) Konstruktion der Lernenden dominiert; wenn nötig, haben Sie Mut zur Instruktion.
- (2) Selbsttätigkeit der Lernenden sei oberstes Gebot – jedoch müssen sie den Grund, das Ziel, die Leistungsanforderungen ihrer Selbsttätigkeit klar kennen: Schaffen Sie also Transparenz!
- (3) Zwar heißt es seit Pestalozzi „mit Kopf, Herz und Hand“; aber der Kopf kommt auch bei ihm zuerst: Halten Sie Ihre Schüler vor allem zum Denken und Verstehen an, vor jedem unverstandenem Tun!
- (4) Nutzen Sie die Zeit zum umfangreichen und variantenreichen Üben und Anwenden!
- (5) Metakognition – ein komplizierter Begriff ... dabei so einfach: Denken wir gemeinsam über das Erlernte nach: Welchen Kompetenzgewinn haben wir erreicht?

[6] Lernen benötigt Wiederholungen – in bestimmten Takten (vgl. Kap. 02). Geben Sie Aufgaben für die Zeiten zwischen den Unterrichten!

„Versuche planen und durchführen“ gehört zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung der KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss. Die Verweise E(Nummer) beziehen sich auf die ausgewiesenen Niveaus der Standards.

Für die Kompetenz „Versuche planen und durchführen“ werden hier allgemeine und unterrichtsbezogene Hinweise gegeben, die eine strukturierende Planung von instruktiven und konstruktiven Elementen verdeutlichen.

Was gehört alles zu dieser Kompetenz?



Versuchsbedingungen klären (E5, E8)

- Durchdenken der Funktionalität der Versuchsapparatur
- Versuchsparameter

Beispiele

- (P) Reibung (zum Kontrollieren von Parametern)
Widerstand verschiedener Drähte (Auffinden geeigneter Parameter)
- (C) Löslichkeit, Gemische, Rotkohlsaft/ Säure-Base-Indikator
- (B) Keimung, Atmung, Farben sehen

Problemstellung (E5, E6)

- Aufstellen von Hypothesen
- Einfache Beschreibung von Aufbau und Funktion eines dazugehörigen Experiments
- Vorhersagen
- Angabe/Anlage zur Auswertbarkeit

Durchführung (E7)

Beispiele

- (P) Amperemeter
- (C) notwendige Reaktionsprodukte von Brausepulver (Grundtechniken; Sicherheit, Gefährdungstoffe)
- (B) Vitalkapazität, Lungenvolumen

Auswertung (E7, E10)

Beispiele

- (P) Widerstand (grafisch, Tabelle)
- (C) Gasentwicklung
- (B) Keimung – Abhängigkeit von den Faktoren Licht, Wasser etc.
Atmung: Feststellen von Abhängigkeiten
Beschaffung von empirischen Daten (Statistik)



Idealerweise durchläuft man die Teilkompetenzen zirkulär.

Problemstellung

- Einfache Beschreibung von Aufbau und Funktion
- Vorhersagen über vermutete Ergebnisse, ggf. im Verfahren Predict-Observe-Explain
- Überlegungen zur Auswertbarkeit
- Durchdenken der Funktionalität des Aufbaus für die Fragestellung

Versuchsbedingungen klären (Parameter)

- Nachdenken über relevante Parameter
- Nachdenken über diejenigen Bedingungen, die konstant gehalten werden müssen oder den Versuch „ungewollt“ beeinflussen können

Durchführung

- Beschreiben des Versuchsablaufes und der Beobachtungen
- Beherrschen der „technischen“ Aspekte des Versuches, insbesondere der Messinstrumente

Auswertung

- Anfertigen von Tabellen und Graphen
- Formulieren von Gesetzmäßigkeiten

Mit der Durchführung und Auswertung eines Versuches sollte der Unterricht noch nicht beendet sein. Ein bis hierhin erzielter Kompetenzzuwachs muss abgesichert werden. Dazu sind kurze Reflexionsaufgaben am Ende des Unterrichts besonders hilfreich.

Beispiele für Reflexionsaufgaben können sein:

- 1) Welche Parameter hast du ausgeschlossen? Beschreibe, wie du dazu vorgegangen bist!
- 2) Denke nach, an welcher Stelle des Experimentierens die Arbeit im Team gut war. An welcher Stelle war es gut, dass du dir alleine Gedanken machen konntest?
- 3) Welche Sicherheitsvorschriften hast du beachtet?
- 4) Erweitere deine concept-map!
- 5) Du hast sieben neue Begriffe gelernt! Ordne sie!
- 6) Welchen besonders geschickten Weg würdest du bei einer erneuten Versuchsdurchführung gehen?
- 7) Zeigt der Versuch wirklich das, was wir uns am Anfang überlegt hatten?
- 8) „Suche nach allen Aspekten, die Deine Ergebnisse ungültig machen könnten.“ (R. Feynman)

Zeit	6 Stunden	48 Stunden	2 Wochen	> 2 Wochen
	<ul style="list-style-type: none"> • Eintrag ins Lerntagebuch • Erweiterung der concept-map • Formulierung einer Frage oder eines zentralen Satzes • Erkundung im häuslichen Umfeld • SMS an (einen fiktiven) Fachlehrer • Beitrag zu einem fiktiven Spickzettel, • Anfertigen von Folien 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz einer umfangreicheren Hausaufgabe • Bildkarten, Filmleisten • Einsatz des Schulbuches, virtuelles Klassenzimmer sowie weitere Methodenelemente • Am besten wäre natürlich an dieser Stelle eine weitere Unterrichtsstunde 	<ul style="list-style-type: none"> • 5-Minutenvortrag (z. B. Zeitungsausschnitt, Inhaltskatalog), • Mind-map, Begriffsnetz/ concept-map • Lernplakat • weitere Methodenelemente 	<ul style="list-style-type: none"> • Portfolio • Langzeitaufgabe • ritualisierte Wiederholungen (z.B. Grundwissenkatalog, kurze Wiederholungsaufgaben)

Tab. 1: **Zur Konsolidierung** des Erarbeiteten sind Wiederholungsaufgaben zwischen den Stunden unabdingbar, entsprechend der Zeittakte für das Lernen (vgl. Kap. 02)

Eine Doppelstunde im Biologieunterricht: Beispiel „Mendel“

Im Biologieunterricht werden Experimente oft nicht durchgeführt, sondern nur ausgewertet, weil es sich um Langzeit-Erhebungen handelt, die nicht nur die Zeit einer Unterrichtsstunde überschreiten. Dazu ist hier das Erarbeiten der Mendelschen Regeln ausgewählt worden. Die Vorstellung, dass Gene für die Vererbung verantwortlich sind, wird vorausgesetzt. Das Vorgehen Mendels wird vom Lehrer vorgestellt wie auch die Fragestellung, die mit dem Kreuzungsversuch von Mendel verfolgt wurde. Bei der Besprechung des Mendelschen Versuchplans werden die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Vorwissen aber auch mit ihrem Versuchsverständnis einbezogen. Als Alternativen werden die Lernenden mit Sicherheit das Kreuzen von rotblühenden mit weißblühenden Erbsenpflanzen vorschlagen. Diese Anregung nimmt die Lehrperson auf. Nachdem mit den beiden Versuchsansätzen „Rein- und Mischerbigkeit“ sowie „dominant“ und „rezessiv“ geklärt sind, sollten die Ergebnisse mit dem Vorgehen im Versuch

reflektiert werden. Aus diesen Überlegungen kann in die von den Lernenden vorgeschlagene Experiment-Alternative übergeleitet werden. Diese Aufgabe kann eventuell die im Beispiel vorgesehene Übungsphase ersetzen. Sollte das der Fall sein, kann die für die Übungsphase vorgesehene Aufgabe als Hausaufgabe gestellt werden.

Eine Doppelstunde im Chemieunterricht

Am Beispiel des Brausepulvers soll hier für die Chemie ein Beispiel für eine Doppelstunde dargestellt werden, die dem im Diagramm vorgestellten Handlungsablauf folgt. Die Lehrperson gibt das Problem vor und schließt drei auf der Packung genannte Substanzen aus der Überprüfung aus. Das Versuchskonzept wird vorgestellt. Die Reinstoffe Zucker, Weinsäure und Natriumhydrogencarbonat sollen jeweils in Wasser gelöst werden. Tritt durch das Lösen der Reinstoffen in Wasser keine Schaumbildung auf, werden je zwei Lösungen miteinander gemischt. Erfolgt bei diesem Mischen keine Schaumbildung, werden drei

Unterrichtsphase / (U.- Sozialform)	
Einstieg (LV)	Mendel säte verschiedene Erbsensorten aus und züchtete die Pflanzen zwei Jahre lang im Kloostergarten. Es entging ihm nicht, dass auf einigen Beeten gleich aussehende Erbsen wuchsen. Er beobachtete bei den Erbsen die Blütenfarbe. Die Blütenfarben waren rot und weiß.
Problemvorgabe (LV)	Sind die Nachkommen der rotblühenden Erbsen rotblühend und die der weißblühenden Erbsen weißblühend? Mendel bestäubte mehrmals: a) rote Blüten mit Blütenstaub von rotblühenden Erbsen. b) weiße Blüten mit Blütenstaub aus weißblühenden Erbsen.
Erarbeitungsphase (UG) (PA) / (GA)	Ist der Versuchsplan erfolgsversprechend, sinnvoll, logisch? Gibt es Alternativen? Die Ergebnisse im Fall: a) Alle Erbsen blühten rot. b) Alle Erbsen blühten weiß. Protokollieren und Auswerten
Sicherung Sechsstunden-Denkauftrag	Reflexion über Versuchsplan aufgrund der Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> • Systematisches Vorgehen als Versuchsprinzip • Bedeutung der Beschränkung auf ein Merkmal Formuliere in einem Satz eine wesentliche Erkenntnis zur Planung eines naturwissenschaftlichen Experiments.
Übungsphase (EA)	Bei einer rotblühenden Erbsenpflanze weiß man nicht, ob sie rein- oder mischerbig ist. Beschreibe ein Experiment, das geeignet ist, eine Entscheidung über den Genotyp zu fällen.
Präsentation (SV) Überprüfung (Demo)	Lösungsvorschlag
Stellen der HA	

Unterrichtsphase / (U.- Sozialform)	
Einstieg (LV)	Inhaltsstoffe des Brausepulvers: Zucker, Weinsäure, Natriumhydrogencarbonat, Süßstoffe, Aroma, Farbstoffe Welche Inhaltsstoffe sind verantwortlich für das Aufschäumen?
Problemvorgabe (LV)	Versuchsplan: Süßstoffe, Aroma und Farbstoffe werden ausgeschlossen. Zucker, Weinsäure und Natriumhydrogencarbonat in Wasser lösen. Falls keine Schaumentwicklung, Mischung von je zwei Lösungen. Falls noch keine Schaumentwicklung, dann Mischung von drei Lösungen.
Erarbeitungsphase (PA) (UG) (Schü-Ex) (GA)	Ist der Versuchsplan erfolgsversprechend, sinnvoll, logisch? Gibt es Alternativen? Versuchsdurchführung, Protokollieren, Auswerten
Sicherung Sechsstunden-Denkauftrag	Reflexion über Versuchsplan aufgrund der Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> • Systematisches Vorgehen als Versuchsprinzip • Bedeutung der Verwendung von Reinstoffen Formuliere in einem Satz eine wesentliche Erkenntnis zur Planung eines naturwissenschaftlichen Experiments.
Übungsphase (EA)	Aufgabenstellung: Ein Gaukler eines mittelalterlichen Marktes zeigte zum Erstaunen der Zuschauer das Bluten seines Armes, an dem man aber keine Wunde sehen konnte. In seinem Koffer fand man folgende Utensilien: Watte, Wasser, Eisensalz-Lösung, Natriumsalz-Lösung, Zuckerwasser, Citronensäure, Kaliumsalz-Lösung ⁹ Plane ein experimentelles Vorgehen, mit dem du die Substanzen herausfindest, die der Gaukler zur Erzeugung der blutroten Flüssigkeit gemischt hat.
Präsentation (SV) Überprüfung (Demo)	Lösungsvorschlag
Stellen der HA	Vor dir liegen drei Metallstäbe, die jeweils in einen Kunststoffmantel eingeschweißt sind. Es handelt sich um einen Eisen-, Messing-, und Magnetstab. Plane einen Versuch, mit dem du ohne weitere Hilfsmittel das Material der Stäbe ermitteln kannst.

Lösungen miteinander gemischt. Der Versuchsplan wird auf seine logische Struktur hin diskutiert. Ist die Versuchsdurchführung gedanklich durchdrungen und sind Alternativen angesprochen, werden die Versuche durchgeführt, protokolliert und ausgewertet. In der Reflexionsphase sollten nochmals das Versuchsprinzip und das Arbeiten mit Reinstoffen herausgestellt werden. Die Situation auf dem mittelalterlichen Jahrmarkt experimentell aufzuklären, verlangt auch das Planen und Durchführen von Versuchen mit Reinstoffen in einer anderen Situation. Der Lösungs-

vorschlag sollte mit der ganzen Lerngruppe besprochen werden, indem einzelne Gruppen ihre Ergebnisse präsentieren. Als Hausaufgabe ist hier eine Aufgabe vorgesehen, die nicht in das Gebiet der Chemie fällt, aber die Kompetenz „Versuche planen und durchführen“ stärken soll.

Weitere Unterrichtsskizzen für die naturwissenschaftliche Kompetenz „Versuche auswerten und planen können“ in den Fächern Biologie („Farbensehen bei Bienen“) und Physik („Schaltkreis“) finden Sie bei: www.mnu.de

06

Ausblick

Debatten um Schulstrukturen haben in Deutschland seit 1970er Jahren eine unselige Tradition. Selten waren „Reformen“ der Schulformen sowie der Oberstufenkonzeptionen, von Erfolg gekrönt, wie die Bildungsforschung klar aufzeigen kann und die Schulpraxis belegt: Der Aufwand für die Verwaltung in Behörden und Schulen brachte meistens nicht den erwünschten Nutzen.

Relativ neu sind Strukturveränderungen der Zeit. Ob das achtjährige Gymnasium (G8) außer dem „Gewinn“ von einem (Arbeits)Jahr für die Schülerinnen und Schüler Schulen und Bildung verbessern wird, muss sich in den alten Bundesländern noch erweisen. Deutliche Skepsis begleitet die Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen (Bologna-Prozess) an den Universitäten. Denn zeitliche Struktur-reformen führen ins Leere, wenn sie nicht von grundsätzlichen inhaltlichen Veränderungen unterstützt werden.

Diese Erkenntnis sollte die Diskussion um eine zeitliche Verlängerung der Schulstunden leiten. Vielmehr: Unsere

im vorliegenden Heft begründete Forderung nach Reflexion von Lernintervallen und Unterrichtsdrehbüchern kann und sollte als Chance genutzt werden. Nur in dieser Art verdient diese Innovation ihren Namen. Schulorganisatorisch sollten Synergieeffekte für die Lehrkräfte ermöglicht und genutzt werden, nicht nur innerhalb von Schulen, sondern wie beim erfolgreichen SINUS-Projekt auch schulübergreifend. Dann und nur dann empfinden Lehrende wie Lernende die neuen Zeitraster als Gewinn bringend – und entgehen der Gefahr der Langeweile und der Entinhalten der Naturwissenschaften. Denn Szenarien, in denen bisherige Unterrichte fortgeführt werden zu Lasten der Motivation und der Inhalte, können der naturwissenschaftlichen Bildung nachhaltig schaden.

In dieser Handreichung sind Argumente und Hilfen zusammengetragen und aufbereitet, die für eine Gestaltung von gelingendem Doppelstunden-Unterricht dienlich sind. Der Förderverein MNU tritt in diesem Sinne als „Lobbyist“ für guten naturwissenschaftlichen Unterricht ein.

Teilnehmer

Teilnehmer	Stadt	Email
DR. ANKE DOMROSE	MOERS	Anke.Domrose@freenet.de
GERWALD HECKMANN	MÜNCHEN	Gerwald.Heckmann@mnu.de
MATTHIAS KREMER	TUTTLINGEN	Kremer-Tuttlingen@t-online.de
JÜRGEN LANGLET	WENDISCH EVERN	Juergen.Langlet@mnu.de
RAIMUND LEIBOLD	NITTEL	Raimund.Leibold@t-online.de
MICHAEL RODE	LÜNEBURG	CDJMRode@t-online.de
ROBERT STEPHANI	KAISERSLAUTERN	Robert.Stephani@mnu.de
BERND WIESE	METTMANN	Bernd_Wiese@t-online.de

Werden Sie Mitglied im MNU!

Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde 1891 gegründet und ist heute mit ca. 6000 Mitgliedern einer der großen Fachlehrerverbände Deutschlands.

Er vertritt die Fachinteressen der Lehrerinnen und Lehrer für Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und Informatik aller Schulformen in den Ländern und über die Landesgrenzen hinaus.

Er tritt für die Stärkung des Interesses junger Menschen an den Naturwissenschaften und der Technik als Berufsperspektive ein.

**Besonderes Angebot
für Studenten und Referendare:
Beitragsfreie Mitgliedschaft
im 1. Mitgliedsjahr.**

Der Förderverein MNU bietet:

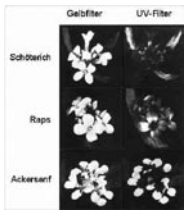
- den Bezug der renommierten Zeitschrift alle sechs Wochen
- jährlich eine neue Archiv-CD mit den Inhalten mehrerer Jahre zur Erleichterung der Unterrichtsvorbereitung und zur Erstellung von Arbeitsblättern
- praxisbezogene Lehrerfortbildung durch Landesverbandstagungen
- jährlich einen großen Fortbildungskongress mit bis zu 2000 Teilnehmern
- Lehrplantagungen zur Koordinierung der Lehrplanarbeit in den Bundesländern
- Fachleitertagungen über die Ländergrenzen hinweg



Weitere Informationen finden Sie unter: www.mnu.de

Anhang

Eine Doppelstunde im Biologieunterricht: Beispiel „Farbensehen bei Bienen“



Unterschiedliche Farbwahrnehmung bei Mensch und Biene. Die drei Kreuzblütler Schweizer Schöterich, Raps und Ackersenf haben eine für uns kaum unterscheidbare, gelbe Blütenfarbe. Durch ein Gelbfilter fotografiert (linke Spalte) erscheinen sie deshalb sehr hell. Die UV-Reflektion unterscheidet sich aber sehr stark zwischen den drei Blüten, wie man an Photos durch ein UV-Filter sehen kann (rechte Spalte). Die Biene, die sowohl gelbes als auch UV-Licht sieht, nimmt die Blütenfarbe des Ackersenfs also nicht als gelb wahr, sondern sie sieht eine Mischfarbe aus gelb und UV - den sogenannten Bienenpurpur.

Das Farbensehen bei Bienen eröffnet im Verlauf der Unterrichtsstunde einen Modellversuch. Der Einstieg in die Stunde verläuft ebenfalls mit einer Information und Fragestellung seitens des Lehrers. Die v. Frisch-Versuchsanordnung wird von den Schülerinnen und Schüler daraufhin durchdacht, ob damit auf die gestellte Frage eine Antwort zu erwarten ist. Nach diesem gedanklichen Nachvollzug

des Versuchs sollten die Lernenden in der Lage sein, einen Modell-Versuch zu entwickeln, bei dem eine Mitschülerin oder ein Mitschüler, die/der eine Brille mit roten Gläsern trägt, das Bienensehen „nachspielen“ kann. Dazu müssen auf eine Tafel viele Quadrate mit unterschiedlichen Grautönen angebracht werden. In mehreren aufeinander folgenden Versuchsdurchgängen wird ein graues

Unterrichtsphase / (U.- Sozialform)	
Einstieg (LV) Problemvorgabe (LV)	Karl von Frisch untersuchte, wie sich Bienen in der Natur orientieren, um ihre Futterplätze zu finden. Es interessierte ihn, ob die Bienen sich beim Aufsuchen des Nektars in einer Blüte an der Blütenfarbe orientieren. Hierzu machte v. Frisch verschiedenen Experimente. Sehen die Bienen Farben? v. Frisch teilte eine Fläche in viele unterschiedlich grau gefärbte Felder ein und stellte auf diese Flächen Schälchen mit Zuckerwasser. Er beobachtete, welches Zuckerschälchen wie häufig von Bienen angefliegen wurde.
Erarbeitungsphase (UG) (PA) / (GA)	Ist der Versuchsplan erfolgsversprechend, sinnvoll, logisch? Ergebnis aus obigem Versuch: Das Anfliegen der Zuckerschälchen war ein zufälliges Ereignis. Plant einen Modell-Versuch, in dem das Farbensehen der Bienen simuliert wird. Hierzu steht euch eine Brille mit roten Gläsern zur Verfügung.
Sicherung Sechsstunden-Denkauftrag	Reflexion über Versuchsplan aufgrund der Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> • Systematisches Vorgehen als Versuchsprinzip • Bedeutung der Beschränkung auf ein Merkmal Formuliere in einem Satz eine wesentliche Erkenntnis zur Planung eines naturwissenschaftlichen Experiments.
Übungsphase (EA)	Vergleicht die Ergebnisse aus eurem Modell-Versuch mit den Ergebnissen, die v. Frisch mit den Farbtäfelchen erzielt hat..
Präsentation (SV) Überprüfung (Demo)	Ergebnisse des Vergleichs
Stellen der HA	Der Frachter „Alte Liebe“ liegt im Hafen von Rotterdam; es ist Ebbe, die Ladung wird gelöscht. Matrose Hein erhält den Auftrag, das Schiff außen neu zu streichen. Seine Strickleiter reicht bis 10 cm über die Wasseroberfläche, die Sprossen sind 25 cm voneinander entfernt. Matrose Hein steht auf der untersten Sprosse. Während er noch streicht, setzt die Flut ein, und der Wasserspiegel steigt um 65 cm. Wie viele Sprossen muss er hinaufklettern, um keine nassen Füße zu bekommen? Bestätige deine Überlegungen durch ein Experiment.

Quadrat gegen ein farbiges Quadrat ausgetauscht. Die Farben blau, grün, gelb und rot sollten berücksichtigt werden. Das Rot des Quadrats und das der Brillengläser müssen gleich sein. Der Modell-Versuch sollte bezüglich des Versuchsprinzips und der Beschränkung auf ein Merkmal reflektiert werden. Das leitet zum Vergleich von

Modell-Versuch und Originalversuch über. Als Hausaufgabe ist hier eine Geschichte gewählt, die mit Biologie nichts zu tun hat, aber mit einem kleinen Experiment im Wasserglas gelöst werden kann. Dadurch wird versucht, die Kompetenz „Versuche planen und durchführen“ durch Übertragung des Erlernten zu verstärken.

Eine Doppelstunde im Physikunterricht

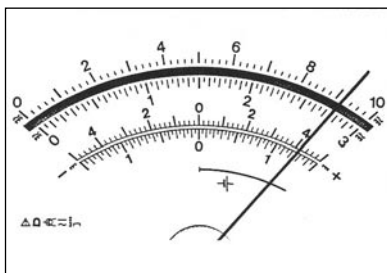
Die folgende Skizze einer Doppelstunde zur Teilkompetenz „Durchführung“ stammt aus dem Physikunterricht. Sie geht davon aus, dass die Lernenden bereits den Begriff „elektrische Stromstärke“ kennen, aber noch keine Erfahrung im Umgang mit Messgeräten besitzen. Deswegen wird in dieser Doppelstunde besonderer Wert auf den Umgang mit einem Amperemeter gelegt. Dazu werden bewusst nur Teilkompetenzen in diesem Feld angestrebt. Ebenso bewusst wird dabei versucht, möglichst variantenreich an das Thema heranzugehen.

1. Vorbereitung im Lehrervortrag

Der Elektriker kommt zu dir nach Hause, weil die Sicherung immer herauspringt. Er verwendet ein Messinstrument, mit dem er elektrische Größen misst. Heute wirst du lernen, wie du mit solch´ einem Gerät die elektrische Stromstärke messen kannst. Damit du die Werte richtig ablesen kannst, erklärt dir dein/e Lehrer/in jetzt, wie du mit der Skala umgehst. (Kurzer Lehrervortrag)

2. Übungsphase 1

Bearbeite nun die folgenden Übungsaufgaben: Dargestellt sind zwei runde Balken mit jeweils zwei Skalen, wie sie auf einem üblichen Messinstrument zu finden sind. Beachte, wo der jeweilige Nullpunkt liegt. Mithilfe der Skala kannst du nun Messwerte angeben, wenn du einen Messbereich eingestellt hast. Dies geschieht an einem Drehknopf, der hier nicht mehr dargestellt ist. So bedeutet der eingestellte Messbereich 100 mA für die obere Skala, dass die **gesamte Skala**, also von links bis rechts, einen Bereich von 100 mA umfasst.



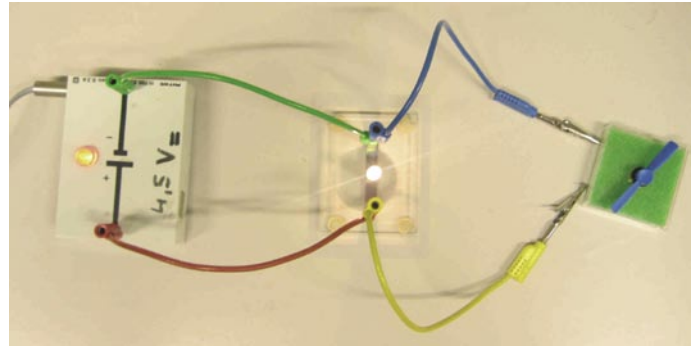
Der Nullpunkt liege links. Vervollständige die Tabelle!			
Messbereich	1A	3A	100mA
Messwert			
Messbereich	10V	100mV	30V
Messwert			

3. Schülerexperiment

Es folgt das Schülerexperiment mit schriftlicher Anleitung (unverzweigter, verzweigter Stromkreis, Messung der elektrischen Stromstärken an verschiedenen Stellen etc.), Formulierungen der Beobachtungen optional, Besprechung in der nächsten Stunde

4. Erste Reflexion

Dein erkrankter Mitschüler schickt dir eine MMS von seinem aufgebauten Stromkreis. Beschreibe ihm, wie er sein Amperemeter schalten muss, um die Stromstärke durch den Motor zu messen.



5. Zweite Reflexion

Unterrichtsgespräch für unmittelbare Rückmeldung (Reflexion, Diagnose, Erfolgserleben)

6. Übungsphase (mit Selbstkontrolle)

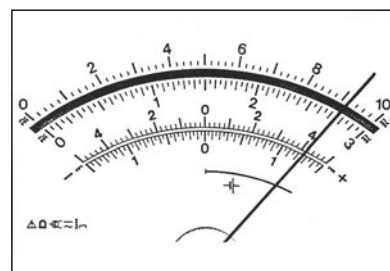
- Zeichne den Zeiger an die richtige Stelle

Kevin liest für die dargestellte Zeigerstellung falsch ab und notiert seine Werte in die Tabelle.

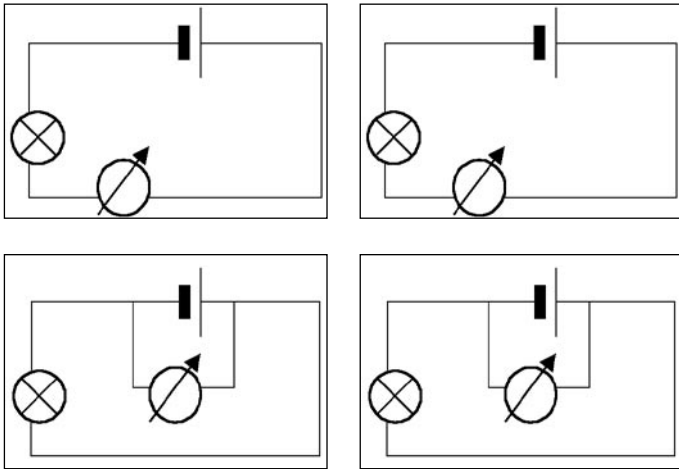
Messbereich	1A	3A	100mA
Messwert	0,27 A	0,92 A	9 mA

Zeichne farbig die Zeigerstellung ein, wenn Kevin mit seinen Werten recht hätte.
Der Nullpunkt liege links.

- Schaltskizzen erkennen



Begründe, mit welcher der aufgeführten Schaltungen die elektrische Stromstärke gemessen werden kann. Markiere diese Schaltung und bezeichne in ihr alle Symbole.



Fotos von vier Amperemetern mit Anzeigen in unterschiedlichen Messbereichen und eine Schaltskizze mit vier markierten Orten.

„Ordne die Amperemeter den passenden Stellen im Stromkreis der Schaltskizze zu.“

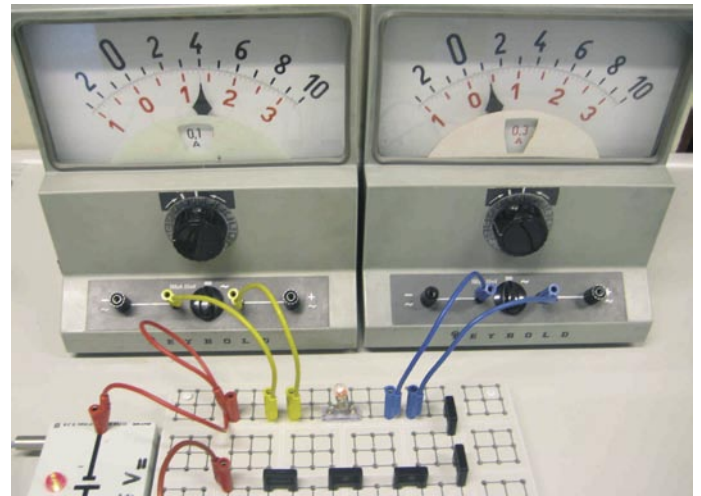
(Aus Platzgründen werden die Bilder hier nicht mit abgedruckt.)

Grundwissentabelle

Umrechnen von Stromstärken A, mA

A	mA
2,10	
	45
...	

7. Ausblick auf die nächste Stunde



Würdigung der verschiedenen Messwerte im unverzweigten Stromkreis. Gibt es eine Regel? Foto von Schaltkreis und Amperemetern.

Damit beschäftigen wir uns in der nächsten Stunde!

Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung

Unterricht dient dazu, dass alle Schülerinnen und Schüler Kompetenzen aus allen Kompetenzbereichen möglichst effektiv erwerben. Dies steht mit Blick auf jeden einzelnen Schüler im Mittelpunkt einer jeglichen Unterrichtsplanung, d.h. Aspekte individueller Förderung müssen bei jeder Unterrichtsvorbereitung nicht nur berücksichtigt, sondern auch konsequent geplant werden. Hilfen und Hinweise hierzu finden sich in der im Februar 2009 erschienenen Beilage zum MNU-Heft: „Individuelle Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht“.

Vor der Planung einer einzelnen Unterrichtsstunde müssen einige **Voraussetzungen** geschaffen bzw. erarbeitet werden, ohne die eine in sich geschlossene und in sich stimmige Unterrichtsreihe bzw. Halbjahresplanung nicht möglich ist. Einige Voraussetzungen müssen durch die **Fachkonferenz** geschaffen werden. Hilfen und Hinweise zu deren Arbeit findet man in dem Einleger der MNU aus 2007: „Erstellung schuleigener Arbeitspläne“.

Grundlage für das Schulcurriculum stellt der jeweils gültige **(Kern-)Lehrplan** unter Berücksichtigung der Schulspezifika auch mit Blick auf das Umfeld dar. Im **Schulcurriculum** ist dokumentiert, auf welche Kontexte bzw. (Kurs-)Themen oder Inhaltsfelder und in welcher Reihenfolge sich die jeweilige Fachkonferenz geeinigt hat. Eine sinnvolle Aufgabe der Fachkonferenz ist es ebenfalls, mit Blick auf die schulspezifische Stundentafel und die Gesamtzahl der zu unterrichtenden Themen, Zeitkontingente für jedes einzelne Thema abzuschätzen. Die Fachkonferenz hat sich festgelegt auf die Zuordnung von konzeptbezogenen Kompetenzen (Kompetenzbereich Fachwissen) sowie auch die Zuordnung von prozessbezogenen Kompetenzen, deren Erwerb den Schülerinnen und Schülern obligatorisch im jeweiligen Kontext zu ermöglichen sind. Dabei wurde beachtet, dass die Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Sekundarstufe I hinreichend Gelegenheit erhalten, alle im gültigen Lehrplan als obligatorisch ausgewiesenen Kompetenzen kumulativ zu erwerben. Denn es reicht nicht, nur einmalige Gelegenheiten für den Kompetenzerwerb zu schaffen. Schon hier sei auf die Notwendigkeit hinreichender Wiederholung unter verschiedenen Aspekten und der Anwendung der erworbenen Fähigkeiten in anderen Kontexten hingewiesen. Die Fachkonferenz hat sich ferner auf die notwendig zu beherrschenden Fachbegriffe, auf obligatorisch durchzuführende Versuche, Untersuchungen und Beobachtungen ebenso verständigt, wie auf die Nutzung außerschulischer Lernorte und die konkrete Verabredung zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit unter Berücksichtigung der möglichen Synergieeffekte.

Ausgehend von diesen Voraussetzungen ist es unabdingbar, dass im nächsten Schritt jedes Mal neu eine Ermitt-

lung der für eine bestimmte Klasse **real zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit** und Stundendauer sowie den zeitlichen Abständen zwischen den Unterrichtsstunden unternommen wird.

Hierbei sind z.B. Feiertage und Ausfälle wegen Klassenfahrten ebenso zu berücksichtigen wie die Organisationsform des konkreten Unterrichts (Einzelstunden, Doppelstunden, epochal stattfindender Unterricht). Hierauf aufbauend muss eine Grobplanung der Unterrichtsreihe(n) des Halbjahres erfolgen, um sich im Detail darüber klar zu werden, welche Schwerpunkte bei der **Kombination von konzept- und prozessbezogenen Kompetenzen** gesetzt werden sollen.

Wenn den Schülern transparent gemacht wird – und dies ist notwendiger Bestandteil von Unterricht – , welche Kompetenzen in einem bestimmten Unterrichtsabschnitt nachhaltig erworben werden sollen, muss man auf die im Zentrum stehende **zu erwerbende Kompetenz fokussieren**. Dies ist auch bei der Planung zu berücksichtigen. Es ist selbstverständlich, dass zu jeder Zeit auch der Erwerb anderer Kompetenzen erfolgt und damit Kompetenzen auch kumulativ gefestigt werden.

Im Bewusstsein, dass der Erwerb von Kompetenzen im Zentrum des Unterrichts und damit jeglicher Unterrichtsplanung steht, wird das reichhaltige und bewährte eigene sowie das mit Kolleginnen und Kollegen gemeinsam entwickelte und weiteres **Material gesichtet**. Eine zentrale Frage, die sich bei der Vorsortierung stellt, ist, wie der Erwerb der jeweiligen Kompetenz für den Schüler und Lehrer sichtbar gemacht werden kann. Die betrachteten Aspekte haben deutlichen Einfluss auf die Auswahl und die Formulierung von Sachinformationen und Aufgabenstellungen, denn letztendlich können nur solche **Indikatoren** Hinweise auf den Erfolg des Unterrichtsvorhabens geben. Dabei können sich verschiedene **Ausprägungen** zeigen, über deren Einordnung in ein Leistungsbild vorab in der Fachkonferenz zu beraten ist. Im Sinne der **Transparenz** und individuellen Beratung ist Schülern und Eltern die gewünschte Ausprägung der Indikatoren, die den Erwerb der jeweiligen Kompetenz verdeutlichen, aufzuzeigen. Indikatoren und deren gewünschte Ausprägung stellen gleichzeitig den wichtigen **Maßstab für die Leistungsbewertung** dar.

Geänderte Rahmenbedingungen, wie z.B. Zeitkontingente, Lage und Dauer der Stunden im Stundenplan, Schulsituation, Schülerschaft, Klassengröße und vieles mehr, führen dazu, dass die **konkrete Planung jährlich neu** hinterfragt werden muss. Gegebenenfalls schafft erst der Verzicht auf bewährtes und „liebgewonnenes“ Material, Zeit für aktuelle Reaktionen auf die Lerngruppe sowie für

notwendige Übungs- und Reflexionsphasen und somit Gelegenheit für einen nachhaltigen Erwerb der ausgewählten Kompetenz.

Ein Prinzip der Planung von Unterrichts-(doppel)stunden ist die Phasierung. Dies kann nach verschiedenen bewährten Modellen erfolgen. Dazu zählen u.a. das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren nach Schmidkunz-Lindemann sowie das Phasierungsmodell nach Chemie im Kontext (ChiK). Das Prinzip des sinnstiftenden Kontextes soll nie außer Acht gelassen werden.

Grundlegend bei der Auswahl geeigneter Unterrichtsmethoden ist das Prinzip der Schüleraktivierung. Dies kann häufig besonders gut durch den Einsatz kooperativer Lernformen erreicht werden. Vielfältige Hinweise zu sinnvollen Methoden finden sich z.B. im Hamburger Heft und auf den Internet-Seiten des THILLM.

Bei Beachtung dieser grundlegenden Gedankengänge und Prinzipien hat man gleichzeitig auch die wesentlichen Faktoren für den Unterrichtserfolg berücksichtigt.