

GDCh-Veranstaltungen der Universität Duisburg-Essen
am 2.6.2004
Chemische Kolloquien

Michael A. Anton

“Chemieunterricht zwischen Inhalt und Methode“

Gliederung

1. Welchen Beitrag liefert die Chemie zu Zivilisation und Kultur?
2. Von der Bedeutung chemischen Forschungs- und Alltagswissens!
3. Forschung zwischen Lehre und Lehrerbildung – Schlüsselfragen!
4. Bildungsqualität als Spiegel der Lehrerbildung – Von der Dreifachqualifikation!
5. Der Aufschwung der Lehrlernwissenschaften – Von der Objekt- zur Subjektorientierung!
6. Ohne Chemie geht nichts und ohne Chemieunterricht geht erst recht nichts!
7. Das empfindliche Gleichgewicht: Erziehen und Sichbilden
8. Neue Chancen - Wie es sein sollte und könnte!
9. Anhang

Statement

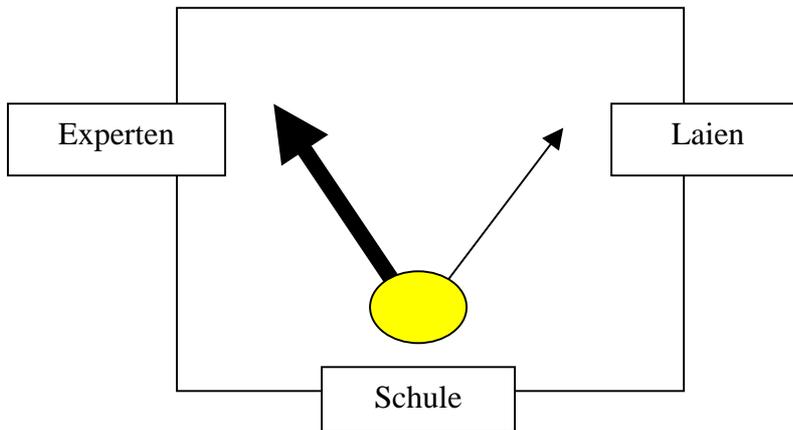
Die Chemie ist Alltag, Wissenschaft und Industrie zugleich. Zivilisation und Kultur werden von chemischen Kenntnissen stets nachhaltig beeinflusst. Bildung als ein Kriterium für Lebenstüchtigkeit kommt ohne mathematisch-naturwissenschaftliche Beiträge nicht aus. Für den Fortbestand der Chemie sind zwei Prozesse unabdingbar: Forschung und Lehre. Die Effizienz der Forschung ist aber nicht zuletzt abhängig von öffentlicher Akzeptanz. Diese basiert auf Verständnis und Kommunizierbarkeit. Neben der Güte von Forschung erfährt deshalb die Lehrqualität zunehmende Aufmerksamkeit. Die Lehre zur Insiderpflege und Nachwuchsentwicklung ist von der Lehre zur Lehrerbildung zu unterscheiden. Im ersten Fall wird Wissen fachspezifisch kumuliert, im zweiten Fall soll Wissen transdisziplinär verfügbar werden. Lehrer brauchen eine Dreifachqualifikation aus Fachwissenschaft, Erziehungswissenschaft und Lehrlernwissenschaft (Fachdidaktik). Neben die didaktische Fachorientierung tritt die mathematische Schülerorientierung. Vor der Bedeutung des methodischen Vorgehens relativiert sich die bislang dominierende Bedeutung des Inhalts. Fachliche Basiskonzepte und Schlüsselqualifikationen (Meinungsbildung, Informationsbewertung, Kommunikation, Wissensveränderung, Argumentation) treten ins Rampenlicht der Standardisierung von Weltwissen. Die Ziele und Potenziale des Chemieunterrichts sind extrem vielschichtig und nur über ein anwendungsorientiertes Umgehen mit fachlichen Inhalten und lernfördernden Methoden erreichbar bzw. nutzbar. Dieser Umgang ist grundsätzlich verbesserbar.

Nicht nur aber ganz besonders der Unterricht in Chemie ist auf allen Ebenen gekennzeichnet durch eine vom Lehrer und Schüler organisierte fortgesetzte Feinabstimmung zwischen sich wandelnden Erziehungs- und Bildungsaufträgen.

1. Welchen Beitrag liefert die Chemie zu Zivilisation und Kultur?

In unserer modernen Rechtfertigungsgesellschaft werden alle bisher selbstverständlichen Einrichtungen auf ihren gesellschaftsrelevanten Beitrag hin hinterfragt. Dabei wird die Rentabilität von Produktions- und Dienstleistungsbetrieben weitgehend über Angebot und Nachfrage (oder über Subventionen ...) geregelt, Wissenschafts- und (nach TIMSS, PISA, IGLU, ...) Bildungseinrichtungen müssen sich über ihren gesellschaftlichen Nutzen behaupten. Forschungsgebiete und Schulfächer stehen auf dem finanz- und personalpolitischen Prüfstand.

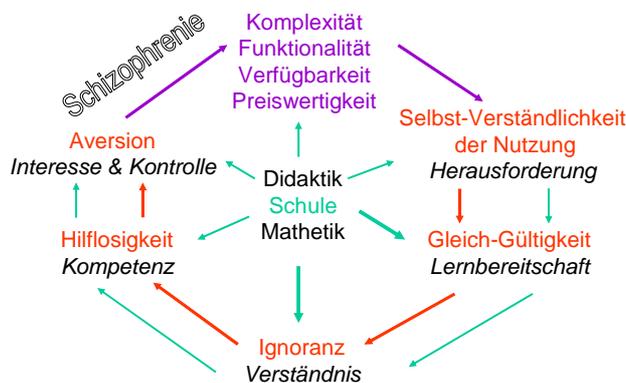
Wozu also Chemie, insbesondere in der Schule? Die Tatsache, dass „Chemie überall“ und „Alles Chemie“ ist, eignet sich nur vordergründig als Argument für Chemie in Lehrplänen und Stundentafeln. Ganz egal, ob es sich um Medikamente, Luftmatratzen oder Holzschutzmittel handelt, jeder kann Chemie nutzen, selbst wenn er das Wort nicht schreiben kann. Wir alle können bei Schlexer, der größten Chemikalienhandlung Deutschlands einkaufen, ohne vorher chemische Kenntnisse nachweisen zu müssen! **Chemie ist in vielen Bereichen „idiotensicher“.** Sie ist heute so perfekt, dass sie sich vom Wissen ihrer Anwender unabhängig gemacht hat. Es genügt das Wissen der Chemiker!



Die Schere zwischen Anwender und Experte klafft immer mehr. Damit gehen die Kontrollierbarkeit, das Mitredenkönnen verloren und die Angst vor Manipulationen nimmt zu.

So erklärt sich eine scheinbar paradoxe Situation. Die moderne Gesellschaft mit ihrer auffallenden Chemie- und Technikabhängigkeit in allen Lebensbereichen entwickelt in der Mehrheit ihrer Mitglieder eine zunehmend chemie- und technikfeindliche Haltung.

Chemie - Verfahren und Produkte



5/25/2004

M. A. Anton: Allgemeine und spezielle Didaktik und Mathematik der Chemie

34

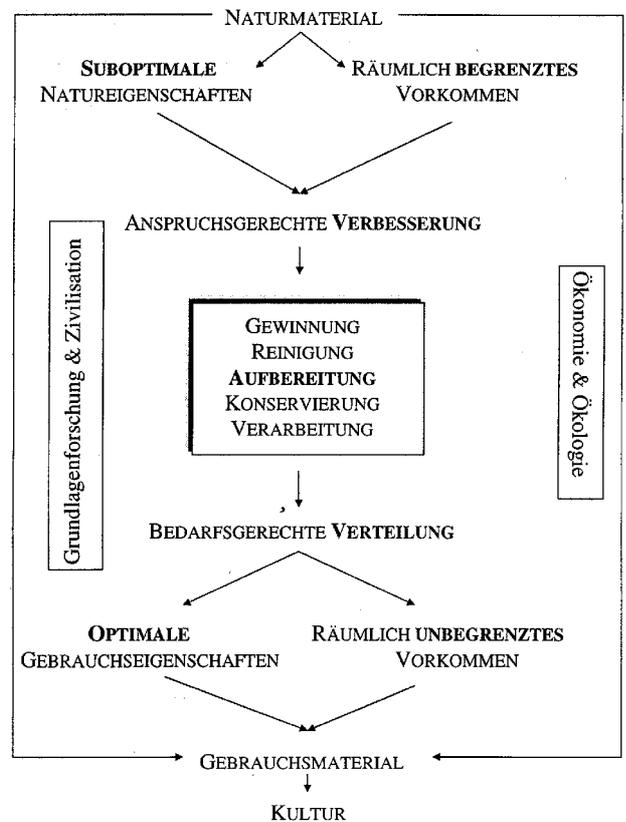
Und das, obwohl gerade die Lehre von den Stoffartumwandlungen stets zivilisations- und kulturstiftende Impulse leistete.

Schon immer hatten sich die Menschen an den vorhandenen Stoffeigenschaften orientiert und sie zu nutzen versucht. Einige geniale Geister haben solche Eigenschaftsträger konzentriert und wieder andere haben dieselben manipuliert. Geling beides, so war der Mensch von einem Naturprodukt unabhängiger geworden. Aufgrund zunehmender Generalisierung von Ergebnissen der Grundlagenforschung war es möglich, „künstliche Stoffe“ und damit neue stoffliche Eigenschaften in die Welt zu holen.

Solch zivilisatorische Errungenschaften konnten von einzelnen Menschheitsgruppen unterschiedlich perfektioniert werden, wodurch sich Kulturen entwickelten, die allesamt in ihren substanziellen Manifestationen auf die ihnen eigenen Stoffbehandlungen zurück geführt werden können. Auf dieser Basis konnten divergente Entwicklungen ablaufen, die wiederum zu Handel und später zu ökologischen Wachsamkeiten führten.

Die Chemie ist die absolute Grundlage dieser Evolutionen, früher wie heute. Allerdings ist sie darin so perfekt geworden, dass die sich daraus ergebende Selbst-Verständlichkeit ihrer Produkte keinen Erklärungsbedarf verursacht !!!

Eine der bedeutsamsten Aufgaben des Chemie-Unterrichts muss es sein, diese Perfektion primär zu begründen und nicht nur zu beschreiben.



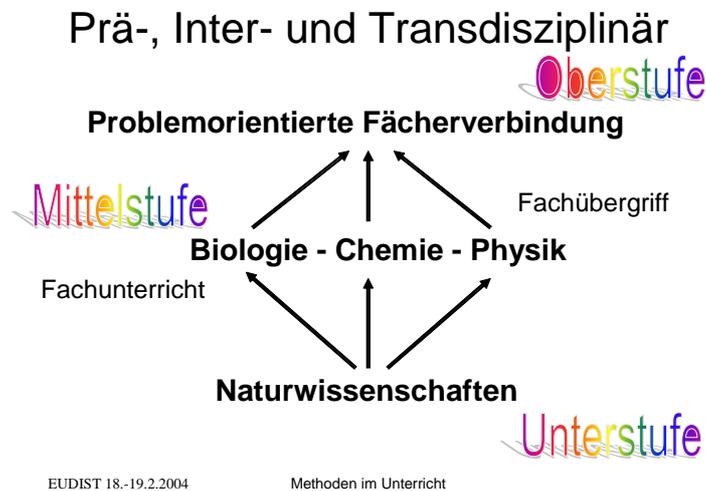
Die schwierige Aufgabe des heutigen Chemieunterrichts besteht in der Offenlegung der soeben geschilderten Zusammenhänge sowie in der Vermittlung von Grundlagen, die helfen, die Perfektion moderner Chemie an geeigneten Beispielen transparent zu machen. **Dabei spielt der unmittelbare Zugang zum chemischen Geschehen, die Primärerfahrung und damit die richtige Methodenwahl eine kaum zu überschätzende Rolle.**

Damit kommt der Schule, dem dortigen Chemieunterricht eine bildungspolitische Bedeutung höchsten Ranges zu. Diese erhöht sich, wenn man bedenkt, dass die oben beschriebenen Experten und Laien nur über die Schule gemeinsam beeinflusst werden können!

2. Von der Bedeutung chemischen Forschungs- und Alltagswissens!

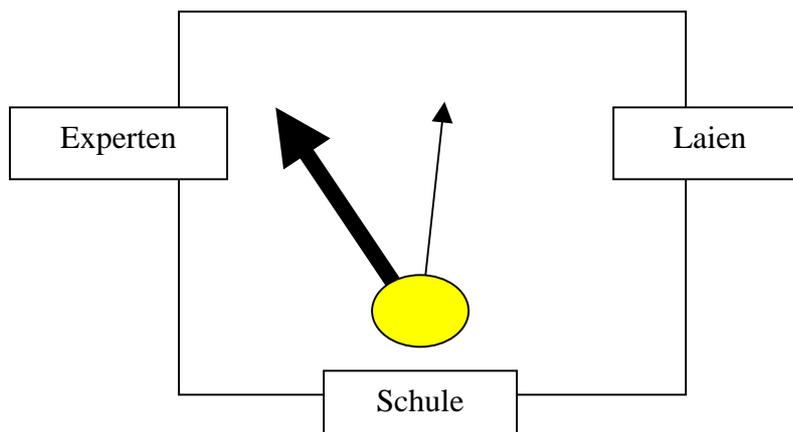
Schüler müssen mit den Grundlagen der Chemie vertraut gemacht werden, müssen sich mit Inhalten und fachspezifischen Methoden des empirischen Erkenntnisgewinns auseinandersetzen können. Hierbei muss selbsttätig und anwendungsorientiert vorgegangen werden: „Es geht darum, passives und rezeptives Lernen durch aktives und konstruktives Lernen zu ergänzen oder zu ersetzen: Schüler sollen sich mit den Lerninhalten und damit mit den Lernsituationen aktiv auseinandersetzen und ihr eigenes Wissen mit Unterstützung des Lehrers konstruktiv aufbauen“ (Weinert, F. E.: Ansprüche an das Lernen in der heutigen Zeit)

Vom vorfachlichen Unterricht in der Primarstufe über die Disziplinen der Mittelstufenunterrichte bis hin zum fächerverbindenden Problemlösen muss einer unbestreitbaren Selbstverständlichkeit naturwissenschaftlicher (aber auch geisteswissenschaftlicher) Bildung zugearbeitet werden können.



Nur so ist es möglich, die unverzichtbaren Grundlagen zu schaffen für wissenschaftlichen Nachwuchs (also Forschung) wie auch für emanzipierende und demokratisierende Entscheidungen in der Bevölkerung (also Fortschritt)¹. Das diese Grundlagen durch ihren dynamischen Charakter einem steten Aushandlungsprozess unterliegen, ist ein folgerichtiger Anspruch an alle Bereiche der Gesellschaft².

Forschungs- und Alltagswissen lassen sich damit nicht nur auf dem neuesten Stand halten; von lokal bis global kann beides auch dem gemeinsam verantworteten Fortschritt dienlich gemacht werden. Die Schere, von der oben die Rede war, könnte sich wieder schließen.



¹ Vgl. hierzu: Plöger, W. (Hrsg.): Naturwissenschaftlich-technischer Unterricht unter dem Anspruch der Allgemeinbildung; Lang, Frankfurt 1989

² Vgl. hierzu: Fischer, R.: Höhere Allgemeinbildung (Vortrag anlässlich der Jahrestagung der GDCP 2001 in Dortmund)

3. Forschung zwischen Lehre und Lehrerbildung – Schlüsselfragen!

Fragt man nach dem Ausgangspunkt, von dem aus diese gewünschte und notwendige Entwicklung ihre Impulse erhält, trifft man auf Schule und Lehrer, hier auf Schulchemie und Chemielehrer.

Chemielehrer initiieren und begleiten die Genese chemischer Grundbildung auf professionelle Weise. Im Kontext bildungspolitischer Vorgaben verantworten sie langfristig die Qualität naturwissenschaftlichen Weltverständnisses in der Gesellschaft. Bildungsqualität ist ein Spiegel der Unterrichtsqualität und diese wiederum folgt der Qualität der Lehrarbeit. Wovon hängt diese ab?

Hier treten mindestens drei entscheidende Bedingungen in den Vordergrund:

- **Berufliches Selbstverständnis**
- **Fachliche, didaktische und erzieherische Kompetenzen**
- **Arbeitsbedingungen**

An dieser Stelle soll den **fachlichen Kompetenzen** besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ihre Grundlagen werden im Rahmen der Lehrerausbildung und der anschließenden fakultativen Fortbildung vermittelt und in den einschlägigen Praktika zum Ausprobieren angeboten.

Da sich die Lehrerbildung in der Regel an den Universitäten oder an pädagogischen Hochschulen abspielt, finden sich die Dozenten immer wieder vor der Aufgabe, ein **differenziertes Lehrangebot für Diplomchemiker und für Lehramtsstudierende** zu entwerfen. Die Studienordnungen weisen in den Formulierungen der Veranstaltungen solche Differenzierungen oftmals aus. In der Praxis werden sie jedoch nicht immer realisiert. Das hat wiederum ungünstige Auswirkungen auf die Prüfungsinhalte.

Für dieses Dilemma gibt es sicher eine Fülle von Gründen, die hier nicht vollständig diskutiert werden müssen. Auf *eine* Problemstellung soll aber dennoch besonders eingegangen werden. Der Umgang mit dem Fachwissen ist abhängig von der **beruflichen Perspektive** und diese ist für den **Chemiker** nicht dieselbe wie für den **Chemielehrer**.

In den bei uns stattfindenden Schnupperstudien-Wochen trägt auch der Fachdidaktiker die wesentlichen Ziele und Abläufe des Lehramtsstudiums vor. U. a. wird hier auf eine Entscheidungshilfe hingewiesen, die sich in der Beantwortung von Schlüsselfragen äußert.

- **Will ich mein Fachwissen primär an Uninteressierte weitergeben?**
- **Will ich die hierzu nötige Lehrlernqualifikation erwerben und fortgesetzt aktualisieren?**
- **Will ich mein Fachwissen primär für mich und mein fachliches Fortkommen nutzen?**
- **Will ich primär an der Erweiterung und Aktualisierung meines Fachwissens arbeiten?**

Für den Chemiker würde sich bei einer sehr groben Unterscheidung die Antwortfolge „Nein-Nein-Ja-Ja“ ergeben, für den Chemielehrer würde sie lauten: „Ja-Ja-Nein-Ja“.

Noch plakativer hieße das, dass der **Wissenschaftler** daran interessiert sein müsste, sein Wissen im Insiderraum zu belassen und auch dort, etwa zur eigenen Qualifikation sehr selektiv einzusetzen.

Für den **Lehrer** würde es das Gegenteil bedeuten. Sein Domänenwissen muss außerhalb der Fachgrenzen verstehbar sein und sich anwenden lassen, es muss für Laien interessant gemacht und einer möglichst großen Verbreitung zugeführt werden. Der Lehrer hätte zudem die Aufgabe, alle Wissensgrundlagen aus seinem Fach (hier: der Chemie) so zu vermitteln und abzusichern, dass wiederum ausreichend motivierter und instruierter Nachwuchs in die Wissenschaft Eingang findet.

Da die fachwissenschaftlichen Vorlesungen, Seminare und Praktika häufig Diplom- und Lehramtstudierende vereinigen und die Dozenten logischer Weise Fachvertreter sind, bleibt der zweite Aspekt in der Regel unbeachtet. Dies äußert sich z. B. im Gebrauch der Fachsprache, im Tempo, in der Schwerpunktsetzung der Inhalte, in der Gestaltung und Auswahl von Übungsaufgaben usw..

Es ließe sich überlegen, ob die Lehrangebote an den Stätten der Lehrerausbildung im Idealfall nicht differenzierter gestaltet sein müssten; denn

„Teachers teach like they were taught, not like they were taught teaching!“

Die Fachwissenschaft muss hier u. U. eine lehramtspezifische Fachinhalts- und methodenauswahl treffen³.

Aber auch die Fachdidaktik muss mehr auf Differenzierung hin angelegt werden. Je nach Schultyp und Tiefe des Fachstudiums kann sie entweder gute Chemiekennnisse voraussetzen (vertieftes und nicht vertieftes Chemiestudium) oder muss die fachwissenschaftlichen Ausbildungsanteile in ihr Angebot integrieren (Chemie als Didaktikfach)⁴.

Bereits in der Ausbildung kann damit verdeutlicht werden, dass Inhalte und Vermittlungsmethoden ergänzend und lernergerecht organisiert werden müssen und zwischen ihnen keine Entweder-Oder-Entscheidung getroffen werden darf. **Vielmehr geht es um eine harmonische Angleichung von Methoden an Inhalte und Inhalte an Methoden, die der Lernarbeit des Schülers besonders dienlich sind!**⁵

Diese wechselseitige Abhängigkeit findet ihre erste Berücksichtigung beim **Erstellen von Lehrplänen**. Ist man bisher stets vom Diktat des Fachs und von den Argumentationen der Fachspezialisten ausgegangen, so muss in modernen Lehrplänen deutlicher als bisher die Sichtweise des Schülers mit berücksichtigt werden. Dies gilt im Besonderen für die Abstraktionen im Bereich der so wichtigen Modellanwendungen: *Es macht keinen Sinn, einem 14-Jährigen frühzeitig ein hochkomplexes Atommodell mit der Begründung vorzustellen, man könne die Vierbindigkeit des C-Atoms mit einfacheren Modellen nicht umfassend erklären!*

³ Vgl. hierzu: Wagemann, C.-H.: Die Botschaft überbringen – Gedanken über Fachunterricht an Hochschulen; Beltz, Weinheim 1998

Sehr zu empfehlen: Lehrmail-Service von Prolehre / TU München: Kostenloses Abonnement durch Anmeldung über: Dr.-Ing. Hans-Christoph Bartscherer: bartscherer@lrz.tum.de)

⁴ Vgl. hierzu: Hildebrandt, H.: Chemiedidaktik und Unterrichtswissenschaftlichkeit – Zur Analyse der chemiedidaktischen Lehre an deutschen Hochschulen; Lang, Frankfurt 1998

⁵ Mit dem neuen Fach „Natur und Technik“ in Bayern und ähnlichen Fachtypen in anderen Bundesländern wird der „Technik“ ein immer größerer Raum gegeben. Dies geschieht unter anderem deshalb, weil dieser Aspekt einerseits Lebensnähe assoziiert und andererseits besonders dazu geeignet ist, die Kinder und Jugendlichen in vermehrter Weise eigentätig werden zu lassen! Überdies erleichtert der Umgang mit Technik die Anschaulichkeit und das (räumliche) Vorstellungsvermögen (Vgl. Vortrag von AkadOR W. Wagner, Uni-Bayreuth : „Die Technik im `Natur und Technik`-Unterricht“ (Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Chemiedidaktiker / ABayCD am 25.3.04; www.chemiedidaktik-bayern.de) (demnächst in MNU)

Daraus resultiert eine neue Zielstellung. Nach der Frage, wie muss ein Schüler den Eingang ins Fach finden können, gilt mittlerweile die Frage: **Wie muss ein Schüler durch das Fach den Eingang in das moderne Leben finden, lebensstüchtig sowie entscheidungsfreudig und –fähig werden!**

Wie groß die Verantwortung der Lehre in diesem Zusammenhang ist, zeigt sich auch darin, dass die Feststellung „Lehrer unterrichten so wie sie selbst unterrichtet worden sind und nicht so, wie sie das Unterrichten gelernt haben“ (s.o.) nur durchbrochen werden kann, **wenn man die Studierenden so unterrichtet, wie man will, dass sie ihre Schüler unterrichten**. Angehende Lehrer müssen die Effekte guter Methoden an sich selbst erleben können. Erst eine solche Erfahrungskorrektur erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Verhaltenskorrektur.

Das sind nicht nur große Aufgaben, sondern auch große Chancen für eine Verbesserung des Chemie-Unterrichts⁶. Darin manifestieren sich auch die klaren Forderungen an eine hochqualifizierte fachdidaktische Forschung⁷.

Die Verbesserung des Chemieunterrichts beginnt nämlich in der Universität!

4. Bildungsqualität als Spiegel der Lehrerbildung – Von der Dreifachqualifikation!

Noch vor zehn Jahren mussten sich die Fachdidaktiken intensiv darum kümmern, dass ihr Arbeitsbereich einen wesentlichen Beitrag zur Lehrerbildung zu leisten im Stande ist. Heute lassen die „Lehramtsprüfungsordnungen“ keinerlei Zweifel an diesem Beitrag mehr zu⁸. Allerdings bestehen in der Praxis immer noch erhebliche Unsicherheiten in der Verteilung der fachlichen, fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Anteile an der Lehreraus- und fortbildung. Dies gilt nicht so sehr für die Semesterwochenstunden als vielmehr für die Inhalte und ihre Qualitäten, die in den zur Verfügung stehenden Zeiträumen vermittelt werden sollen. Mittlerweile wird auch hier an Input- und Output-Standards gearbeitet!

Hier ließe sich ein einfaches **3-Säulen-Modell** zu Rate ziehen, das nicht nur den Rahmen der einzelnen Qualifikationen abzustecken hilft, sondern auch einen Beitrag zur Absicherung der Fachdidaktik als „Lehrernwissenschaft“ leistet.

Es geht dabei um eine Dreifachqualifikation des Lehrers, die letztlich auch eine hierarchische Dimension besitzt. Am Beginn steht die **fachwissenschaftliche Qualifikation**, gefolgt von einer **erziehungswissenschaftlichen Qualifikation**. Auf beiden aufbauend, erwirbt der Lehramtsstudierende seine **lehrernwissenschaftliche Qualifikation**. In ihr finden die lehrplangerechte Aufbereitung des Domänenwissens und die adressatengerechte Methodenentscheidung eine optimale Abstimmung.

Der herkömmliche Sammelbegriff „Fachdidaktik“ wird geteilt in die **didaktische Komponente**, die sich mit der Anpassung der Inhalte befasst und in die **mathetische**

⁶ Vgl. hierzu: Anton, M. A.: Die didaktische und die Kontaktvariation im Chemie-Unterricht – Chancen zur Verbesserung seiner Qualität; Lang, Stuttgart 1998

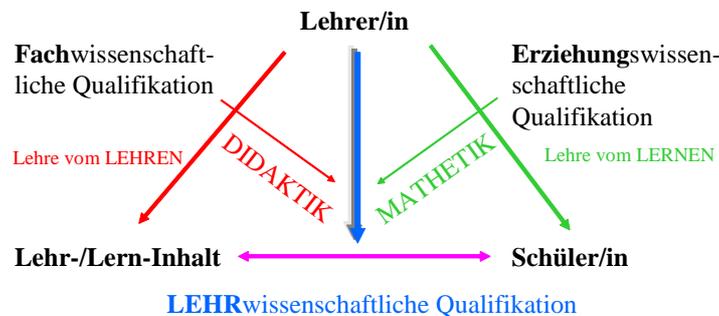
Helmke, A.: Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern; Kallmeyer, Seelze 2004

⁷ Fischer, H. E. et al.: Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata; in: ZfDN 9(2003)179-209

⁸ Vgl. hierzu: Köhler, D.: Chemiedidaktische Entwicklungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts; Lang, Frankfurt 2002

Komponente⁹, die sich mit den Lernvoraussetzungen und damit mit der Methodenzuordnung beschäftigt¹⁰.

Fach-Didaktik und -Mathetik - Was ist das?



5/25/2004

M. A. Anton: Allgemeine und
spezielle Didaktik und Mathetik der
Chemie

2

Zweifellos entspricht das (noch) nicht den üblichen Sichtweisen. Insbesondere ist die beschriebene zeitliche Aufeinanderfolge der Ausbildungsschwerpunkte, auch in Zusammenhang mit den diversen Schulpraktika nicht so ohne weiteres realisierbar. Die Einrichtung von Bachelor/Master-Studiengängen mit vielleicht nur mehr einem einzigen Staatsexamen bietet jedoch neue Chancen, um die Modellaussagen Wirklichkeit werden zu lassen.

Im Rahmen aller Ausbildungsphasen erlaubt das Modell eine klare Unterscheidung in den Professionalisierungsrichtungen der Lehrer und es eröffnet eine kritische Sichtung der Beziehung zwischen Inhalt und Methode

5. Der Aufschwung der Lehrlernwissenschaften – Von der Objekt- zur Subjektorientierung!

Die reine Rezeption von „vorgelesenen“ Fakten und daran anschließende Reproduktionen, Reorganisationen bzw. Transfers entsprechen einem veralterten Bild von Lehren bzw. Lernen und Prüfen. Es stellt den Inhalt, also das Objekt in den Mittelpunkt und geht davon aus, dass Input gleich Output ist und dass bei ausreichender Aufmerksamkeit Lehren zeitgleich Lernen provoziert. Es stellt den Lehrenden in den Mittelpunkt und überträgt ihm die gesamte Verantwortung für den Lerneffekt!

Man weiß es heute besser. **Lernen ist kein Kopieren!** Alle seriösen Ergebnisse der Neurophysiologie, der Hirnforschung, der Kognitionspsychologie und der Kommunikationswissenschaften machen die Lehrlernwissenschaften zunehmend sicherer

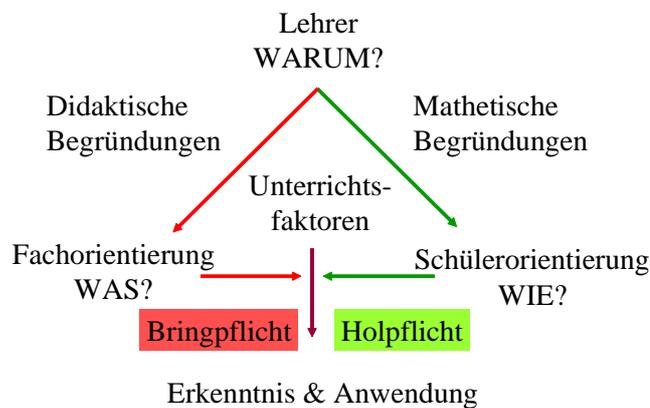
⁹ Vgl. hierzu: Chott, P. O.: Lernen lernen – Lernen lehren – Mathetische Förderung von Methodenkompetenz in der Schule; Schuch, Weiden 2001 (Begriff „Mathetik“ von mathein (grch.) = etwas lernen; Verwendung bei J. A. Comenius, 1592-1670)

¹⁰ Vgl. hierzu auch die Differenzierung von „logotropen“ (fach- bzw. fachdidaktischorientierten) und „paidotropen“ (schüler/personorientierten) Lehrverhaltensweisen (Vgl. Greimel-Fuhrmann, B.; A. Geyer: Einflussfaktoren auf die Gesamtbeurteilung von Lehrkräften durch die Lernenden in der Lehrerevaluation; in: Empir. Päd. 17(2003)4, 464-485); daneben sei auch noch auf die Unterscheidung „kognitiv“ und „affektiv“ verwiesen, die sich hier unter Vorbehalt analogisieren lässt.

in der Annahme, dass Lernen durch Eigentätigkeit erfolgt, dass Gedächtnisbildung immer auf den gegebenen Voraussetzungen aufbaut und dass es sich bei Bildung um einen eigeninitiativen Prozess handelt, der primär erfahrungskontrolliert gestaltet wird¹¹. Die hochgradige Individualität von Wissensarchitekturen macht es für den Lehrer erforderlich, auf möglichst viele methodische Varianten zurückgreifen zu können (**Methodenkompetenz**) um einer inneren Differenzierung auch bei größeren Lernergruppen gerecht zu werden, um nicht nur das Lernen von Sachen, sondern auch das Verinnerlichen von Lernstrategien zu ermöglichen und die metakognitive Kompetenz zu fördern.

Kurz gesagt: **Man kann niemandem lernen und man kann keinen anderen Menschen bilden!** Lernen und Sichbilden zeichnen sich durch Eigentätigkeit und Selbststeuerung aus; sie obliegen dem Lerner. Sie lassen sich allerdings über die Anwendung geeigneter Strategien optimieren.

Und damit sind wir bei der Rolle des Lehrers und den Aufgaben der Schule.



Die Ergebnisse aus PISA haben es verdeutlicht: Das vollständige Engagement des Lehrers im Zuge seiner Unterrichtsvorbereitung und –verwirklichung inklusive eines sehr ausgewogenen und schülergerechten Einsatzes von Medien und sonstigen Lehrmitteln führt nicht zu den erwartbaren Unterrichtserfolgen.

Solange es dem Lerner nicht ermöglicht wird, die Leistungen des Lehrers mit Selbsttätigkeiten zu ergänzen, bleibt der Lernerfolg suboptimal! Dies gilt in besonderem Maße für Kinder und Jugendliche der Sekundarstufe I. Und es gilt insbesondere für Fächer, in denen letztlich zunehmend abstrakte Lernleistungen eingefordert werden und hiervon ist die Chemie besonders betroffen!

Man kann hier auch von einer „**Bringpflicht**“ des Lehrers sprechen, die –will sie nachhaltig erfolgreich sein– durch eine „**Holpflicht**“ des Lerners ergänzt werden muss! Damit die Holpflicht erfüllbar wird, müssen Unterrichtssituationen eingestellt werden, die die Eigentätigkeit des Lerners nicht nur ermöglichen, sondern auch besonders

¹¹ Vgl. hierzu: Duit, R.; Ch. V. Rhöneck (Hrsg.): Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung; IPN, Kiel 2000; Häußler, P. et al.: Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis; IPN, Kiel 1998

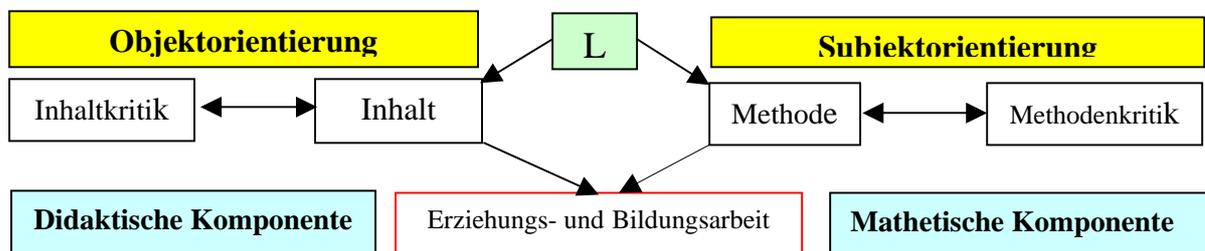
unterstützen¹². Dies geschieht durch eine Abstufung der jeweiligen Leistungssituationen. Der Lehrer muss den Lerner „lesen“ können (**Diagnosekompetenz**)! Und der Lerner muss es ihm ermöglichen!

Begonnen wird etwa mit der deutlichen **Instruktion (als eher gelenkte Konstruktion¹³)** im schülerorientierten Lehrervortrag unter Einstellen von Lernsituationen, in denen der Fehler als Zeichen für Fehlendes definiert wird.

Und es endet vielleicht bei der Freiarbeit (**Instruktion als eher freie Konstruktion**) mit offenen Aufgabenstellungen, in denen Schüler im Team Fragen finden, Hypothesen formulieren und Untersuchungsmethoden entwickeln, deren Ergebnisse am Ende attraktiv präsentiert bzw. im Rahmen des Lernens durch Lehren¹⁴ (LdL) jüngeren Mitschülern vorgestellt und dadurch bei den Lehrenden konsolidiert werden.

Parallel dazu verläuft die Entwicklung **metakognitiver Kompetenz**, da der Schüler durch das Erleben von **Selbstständigkeit** an sich selbst einen **Kompetenzzuwachs** erfährt.

Man kann an den Ausführungen bereits erkennen, wie sehr neben den Inhalten nun die Methoden ins Spiel kommen. Die bisherige **Dominanz des Inhalts**, das tradierte Primat der Vollständigkeit, die vornehmliche Objektorientierung muss durch eine **Subjektorientierung** relativiert werden (vgl. Abb. oben). Die jeweilige Interessen- und Motivationslage, die **entwicklungsabhängige Lernfähigkeit des Schülers** bedürfen einer sorgsam methodischen Aufbereitung der Lernsituation. Methodische Vielfalt ist nicht um ihrer Selbst willen anzustreben, sondern sie ist gezielt lernfördernd einzusetzen! Methodische Vielfalt erweitert überdies die Verfügbarkeit von Lösungsstrategien bei einer Aufgabenbearbeitung.



Dabei kann es sein, dass fachsystematische Selbstverständlichkeiten hinterfragt und zugunsten einer lernlogischen Darlegung zumindest fallweise aufgegeben werden müssen. So sollte in der **Unter- und Mittelstufe** das praktische Arbeiten mit einfachen Geräten und ungefährlichen Chemikalien im Mittelpunkt stehen und die systematische Zuordnung der Fachinhalte als Ordnungsprinzip angeschlossen werden. Im Anfangsunterricht dürfen sehr wohl Symbole und Formeln benutzt werden, auch wenn die Grundlagen des PSE noch nicht besprochen werden konnten!

Die Inhaltvielfalt beflügelt die Kreativität hinsichtlich der Methoden und die Methodenvielfalt beflügelt Freiheit und Verantwortung hinsichtlich der Wahl der Inhalte!

¹² Mandl, H.; B. Reinmann-Rothmeier: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten; Forschungsbericht 60, Lehrstuhl für Empir. Päd. Und Päd. Psychol., LMU München 1995; Mandl, H. et al.: Lerngeschichten – Lernerfahrungen als wirksamer Zugang zum Lernen; Lengerich 1995

¹³ Vgl. Anhang

¹⁴ Renkl, A.: Lernen durch Lehren – Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen; Wiesbaden 1997

6. Ohne Chemie geht nichts und ohne Chemieunterricht geht erst recht nichts!

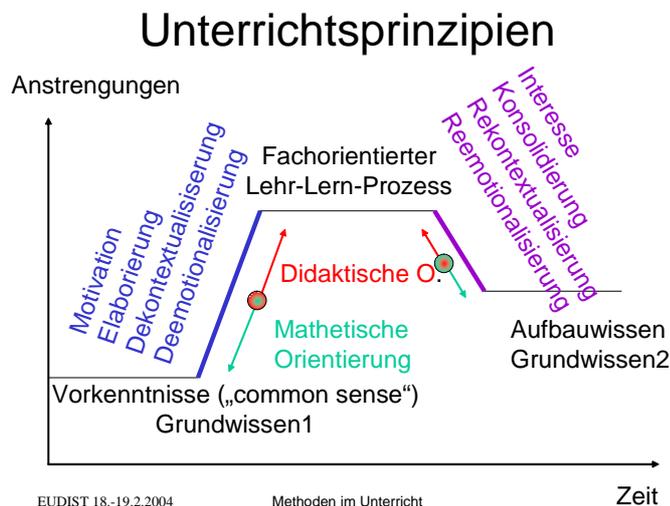
Und damit sind wir schon bei der herausragenden Bedeutung des Chemieunterrichts.

Kaum ein Fach besitzt durch seine Methodenvielfalt soviel pädagogisches Potenzial wie Chemie.

Ausgehend von den vielfältigen **Phänomenen des Alltags** (Kalkablagerungen im Waschbecken, Veränderungen der Stoffe beim Erhitzen während des Backens und Bratens, Waschwirkung von Seifen, Verhalten von Kunststoffgegenständen in unterschiedlichen Temperaturbereichen uvm.), von den **Möglichkeiten des Selbstuntersuchens** einfacher stofflicher Zusammenhänge (Blaukrautsaft als Säure-Base-Indikator, Auflösen von Kalk mit Zitronensaft oder Essig, Chromatographie von Filzfarbstiften, ...), vom **Benennen und Ordnen von Substanzen** (brennbar vs. nicht brennbar, löslich vs. unlöslich) bis hin zum **systematischen Untersuchen im Labor** und zur Entwicklung von Fragen, welche sich durch eigens dafür geeignete Experimente überprüfen und damit objektivieren lassen, sind den Eigenleistungen des Lernalters kaum Grenzen gesetzt.

Das hierzu nötige Einstellen eines passgenauen **Lehr-Lern-Gleichgewichts** obliegt dem Profi, dem Lehrer also. Ob ein Inhalt die Methode einfordert (Einführung in die chemische Stöchiometrie) mit Lehrervortrag) oder ob eine kindgemäße Methode einen speziellen Inhalt bevorzugt (Projektorientierung bei der Thematik „Möglichkeiten der Salzbildung“), entscheidet der Lehrer.

Hierzu benötigt er ein sicheres **Fachwissen**, einen souveränen Überblick über die Inhalte seines Faches (Didaktische Kompetenz) und eine klare Vorstellung von den Vorkenntnissen, dem Grundwissen, der Lernkapazität, der Interessenlage und damit vom **Methodenbedarf** des Schülers (Mathematische Kompetenz). Beide Qualifikationen nützen in der Schule alleine nichts. Erst wenn sie in ihrer Abstimmung als **lehrlernwissenschaftliche Qualifikation** in Erscheinung treten können, erbringen sie das, was man von einem modernen Lehrer erwarten können muss.



Schüler, die auf solche Weise **ins Fach geleitet**, durch seine **fachspezifischen Inhalte und Methoden** interessiert gemacht und von der **Alltagstauglichkeit chemischer Grundbildung** überzeugt worden sind, werden „die Chemie“ ebenso wenig pauschal ablehnen wie sie alles Chemische bedingungslos gut heißen werden. Nach diesen Prinzipien werden sie die Chemie als ein besonders hilfreiches Erkenntnis- und Ordnungsinstrument wahrnehmen können.

Denn worum geht es letztlich?

Grundlagen kennen, Beziehungen finden, Sinn entdecken und Werte entwickeln!

7. Das empfindliche Gleichgewicht: Erziehen und Sichbilden

Im Fokus der Bildungsziele stehen sowohl **Fachkenntnisse** wie auch sozial förderliche **Persönlichkeitsmerkmale**. Erstere werden primär **explizit** vermittelt, über den Fachunterricht gelehrt und gelernt. Letztere gedeihen **implizit** durch die Vorbildwirkung, durch den Umgang zwischen Lehrer und Lerner innerhalb und außerhalb der Schule und der Universität, durch das Erleben von Lern- und Leistungssituationen, durch die Erfahrungen des Selbsttunkönnens und des Erklärenlassenmüssens, des Sichbildens und der Erziehung.



Dieses Gleichgewicht muss bereits in der Lehrerausbildung spürbar eingestellt werden. Es muss sich den Lernfortschritten von Studenten anpassen können und es muss der Lerner in die Lage versetzt werden, es für sich immer wieder bedarfsgerecht zu regulieren.

Unterricht muss stets auf seine Ersetzbarkeit hin konzipiert werden!

Erst dann ist die sichere Basis geschaffen **für lebenslanges Lernen**, einer Forderung, die unsere Zeit und unsere Zukunft wesentlich bestimmt und weiterhin bestimmen wird. Die Qualität der **Lehrlernwissenschaften** (Fachdidaktiken) wird sich für den gleichzeitigen Erhalt von Emanzipation und Demokratisierung in unsere Gesellschaft zunehmend als limitierender Faktor herausstellen.

Klingt dies auch alles sehr theoretisch, so gibt es bereits sehr konkrete Möglichkeiten, dieses Ziel in die Praxis der Unterrichtsarbeit aufzunehmen.

Denn es gibt ein mathematisch-naturwissenschaftliches **Grundbildungskonzept**¹⁵ (GBK) mit **Leitlinien**¹⁶ für die Wahl von Inhalten (unter Mitberücksichtigung der

¹⁵ Vgl. homepage des Projekts „IMST²“ (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching) in Österreich: <http://imst.uni-klu.ac.at> (Ab 1.10.2004: „IMST3“)

¹⁶ **Inhalte sollen ausgewählte Zielbereiche mathematisch-naturwissenschaftlicher Bildung bedienen:**

- ▶ **Weltverständnis**
- ▶ **Verbundenheit mit dem kulturellen Erbe**
- ▶ **Alltagsbewältigung**
- ▶ **Gestaltung einer modernen Gesellschaft**
- ▶ **Einblick in wissenschaftliches Arbeiten**
- ▶ **Bereicherung emotionaler Erfahrungen**
- ▶ **Sicherung von wissenschaftlichem Nachwuchs**

Lernen soll erfolgen:

Basiskonzepte¹⁷ → SINUS) und Methoden. Und es gibt einen **Planungs- und Analyseraster für den Unterricht**¹⁸ (PARU). Er dient als Instrument für die umfassende Konzeption und Analyse von Unterrichtseinheiten oder Unterrichtsstunden.

- ▶ **erfahrungsgeleitet** (Problembearbeitung mit Primärerfahrung)
- ▶ **in situierter Umgebungen** (Problem wird fachtypisch bearbeitet)
- ▶ **anhand authentischer Probleme** (Problem existiert außerhalb der Lernsituation und ist nicht konstruiert)
- ▶ **in multiplen Kontexten** (Problem tritt in unterschiedlichen Zusammenhängen auf)
- ▶ **unter multiplen Perspektiven** (Problem besitzt kontroverse Bedeutungen)
- ▶ **in sozialem Umfeld** (kommunikative Auseinandersetzung)
- ▶ **mit medialer Unterstützung** (Problembearbeitung unter Selektion von Medien)
- ▶ **mit instruktionaler Unterstützung** (widerspruchsfreie Argumentation bei exemplarischer Bearbeitung mit *expliziten Bezügen*)

¹⁷ **Stoff-Teilchen-Konzept** (konsequente Unterscheidung der erfahrbaren Phänomene der stofflichen Welt und der Deutung auf der Teilchenebene)

Prinzip: Auf dem Weg vom Phänomen zum Element-Symbol

Chemische Frage: Wie erhält man reine Stoffe?

Kontextfrage: Wie kommen wir an unser sauberes Trinkwasser?

Fachtheorie und Experimente zum Teilchenaufbau der Materie und zu den Möglichkeiten der Teilchenunterscheidung, zur Herleitung und zur Verfeinerung des Atom-Begriffs (Modellentwicklung und Modellkritik)

- ▶ **Struktur-Eigenschafts-Konzept** (Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen bestimmen die Eigenschaften eines Stoffes)

Prinzip: Auf dem Weg von den einzelnen Teilchen der Reinstoffe zu komplexen Strukturen! Vom Atom zum Ion und Molekül

Chemische Frage: Was sind Salze?

Kontextfrage: Wie kann man denn eine chemische Analyse erfolgreich durchführen?

Fachtheorie und Experimente zur Bindungslehre, zur Unterscheidung von polar und unpolar, zur Herleitung der Oktettregel (im Rahmen des gekürzten PSE)

- ▶ **Donator-Akzeptor-Konzept** (Säure-Base- und Redox-Reaktionen lassen sich als Protonen- bzw. Elektronenübergänge beschreiben)

Prinzip: Auf dem Weg von den Formeln zu den Reaktionen!

Chemische Frage: Warum brennt ein Brennstoff und warum ätzt eine Säure?

Kontextfrage: Warum rostet verchromtes Eisen nicht?

Fachtheorie und Experimente zur Herleitung unterschiedlich komplexer Redox-Begriffe und Säure-Base-Definitionen sowie über die Kontrollmöglichkeiten chemischer Reaktionen.

- ▶ **Energiekonzept** (Alle chemischen Reaktionen sind mit einem Energieumsatz verbunden)

Prinzip: Auf dem Weg von den Reaktionen zu ihren Ursachen!

Chemische Frage: Ohne Aktivierung geht garnichts, oder ...?

Kontextfrage: Wie gelingt ein Lagerfeuer und wie gelingt es bestimmt nicht?

Fachtheorie und Experimente zu den Energieformen, zur Aktivierungsenergie, zur Energetik, zur Katalyse und zu den Prinzipien des Enthalpieminimums und des Entropiemaximums sowie zu den Unterschieden zwischen „stabil, instabil und metastabil“

- ▶ **Größenkonzept** (Stoff- und Energieumsätze können quantitativ beschrieben werden)

Prinzip: Vom Warum zum Wieviel!

Chemische Frage: Was ist eine vollständige Umsetzung?

Kontextfrage: Wie können wir mit unseren Chemikalien sparsam umgehen?

Fachtheorie und Experimente zur Herleitung von Größen und Einheiten und Umrechnungsformeln: Stoffmenge, Avogadro Konstante, Molare Masse, Molares Volumen, Dichte, Konzentration.

- ▶ **Gleichgewichtskonzept** (Reversible chemische Reaktionen können zu einem Gleichgewichtszustand führen)

Prinzip: Auf dem Weg von der Hin- zur Rückreaktion!

Chemische Frage: Was wäre, wenn es keine Puffer gäbe?

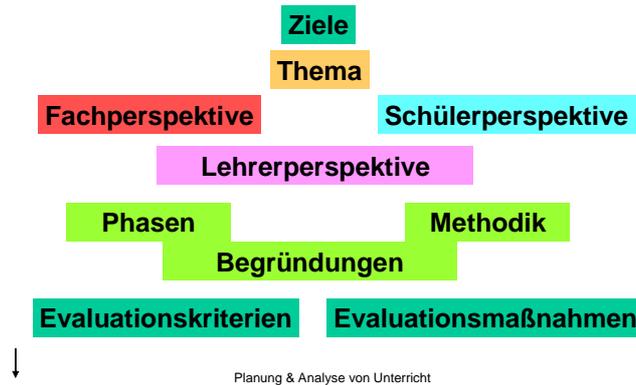
Kontextfrage: Warum wird das Blut nicht zur sauren Lösung, wenn wir einen Salat essen?

Fachtheorie und Experimente zur Herleitung von dynamischen Gleichgewichtslagen zwischen Edukten und Produkten und deren Abhängigkeiten.

- ▶ **Technikkonzept** (Einsatz von Stoffen und Prozessen zur Erleichterung und Reproduzierbarkeit von Arbeitsgängen)

Prinzip: Chemie statt Mechanik – Von der Kraftanwendung zur Stoffumwandlung!

Planungs- & Analyseraster



Mit diesem Raster haben wir alle Möglichkeiten für die fach- und schülergerechte Stundenplanung und –analyse. Alle vorliegenden Felder sind klar beschreibbar und bieten darüber hinaus genau die Themenbereiche, die in einer modernen Lehreraus- und –fortbildung bevorzugt und innovativ bearbeitet werden müssen. Überdies handelt es sich um die Profilierungs- bzw. Professionalisierungs- oder Evaluationsfelder im Lehrberuf.

8. Neue Chancen - Wie es sein sollte und könnte!

Der heutige Chemieunterricht befindet sich in einer seiner heftigsten Umbruchsphasen. Aktuelle Beobachtungen und Berichte begünstigen die Annahme, dass sich die Unterrichtswirklichkeit in vielen Fällen von den wünschenswerten Qualitätsstandards entfernt. Viele traditionelle Vorgehensweisen sind auf dem Prüfstand. Dabei bestätigt die Hirnforschung viele Erfahrungen, die sich in der Pädagogik und Pädagogischen Psychologie schon lange als Regeln verdichtet haben, für die sich jedoch noch keine objektive Unterfütterung gefunden hat. Wenn es uns gelingen soll, den **Optimierungsauftrag für unser Fach** aufzugreifen und in die Tat umzusetzen, dann sollten wir uns auch der riesigen Chancen der Chemie erinnern und sie nutzen. Es ist kontraproduktiv, die Inhalte in der Lehrerbildung gegen die Methoden ihrer Vermittlung auszuspielen. Es ist nicht mehr zeitgemäß, den Lehrer für das Fach Chemie in Realschulen und Gymnasien allein über seine **Fachkompetenz** (Inhalte!) zu definieren und den Lehrer an Grund- und Hauptschulen über seine **erzieherischen Fähigkeiten** (Methode!).

Alle Lehrer müssen sich über beide Kompetenzen definieren können, allein die Gewichtigkeit ist schultyp- und adressatenabhängig. Auf dieser Grundlage dürfen diese Professionalisierungsmerkmale gefordert und müssen differenziert gefördert werden.

Dabei müssen sich die Vertreter der Lehrerschaft mehr darüber bewusst sein, dass sie für das Zusammenspiel der drei Qualifikationen als Profis gelten und ihre Aufgaben nicht an andere delegieren können. Sie können sich aber von anderen helfen lassen und dürfen sich

Chemische Frage: Was ist denn „hartes Wasser“?

Kontextfrage: Weshalb gelingt die Entkalkung des Wasserkochers auf so unkomplizierte Weise mit einem „Entkalker“?

Fachtheorie und Experimente zur Herleitung von arbeitserleichternden Einsatzmöglichkeiten chemischer Prozesse.

¹⁸ Siehe Anhang

Planungs- und Analyse-raster für den Unterricht (PARU)

Zur Grundbildungskonzept-Handreichung (Version Anton)

ZIELE

Hier wird der Bezug zum **Lehrplan** formuliert
(allgemeine Bildungsziele,
didaktische Grundsätze und Inhalte)

Hier wird der Bezug zum Dynamischen
Grundbildungskonzept (IMST²) **GBK** formuliert.

Die Ziele werden operationalisiert und kommen in Form eines **Lernzielkatalogs** zum Ausdruck.

THEMA

bündelt, gewichtet und strukturiert die Inhalte
Begründung der konkreten Themenstellung durch die
inhaltlichen und methodischen Leitlinien.

Das Thema schafft die Verbindung zwischen **Fach- und Schülerperspektiven.**

FACHPERSPEKTIVE	LEHRERPERSPEKTIVE	SCHÜLERPERSPEKTIVEN
<p>IN DIESEM FELDE WIRD DIE SACHSTRUKTUR DER WISSENSCHAFT AUFGEGRIFFEN.</p> <p>Wissenschaftliche Sichtweisen und Prozesse des Faches sowie die dazu nötigen Fachbegriffe werden dargestellt.</p> <p>Fachwissen und Fachkönnen werden erläutert.</p> <p>Die Bedeutung der Inhalte werden über die inhaltlichen Leitlinien klar gelegt.</p>	<p>Einschätzung und Umgang mit allen Arbeitsvoraussetzungen und Optionen Vorstellungen von den Auswirkungen des eigenen Tuns (Konzeptionen) Vom Lehrer gewollter Umgang mit den Inhalten durch den Lerner</p> <p>Anwendungsziele des Gelernten! Begründung von Umfang und Tiefe sowie von Schwerpunkten des vermittelten Verständnisses!</p>	<p>Hier werden die sozio-kulturellen sowie kognitiven und affektiven sowie neurologischen Voraussetzungen der Schüler/innen dargelegt.</p> <p>Die sogenannten Präkonzepte der Schüler/innen werden erhoben und/oder Erkenntnisse aus der Forschung einbezogen.</p> <p>Vorwissen – Vorerfahrungen – Vorstellungen Interessen - Einstellungen – Gefühle</p> <p>Die anvisierten Effekte der Methodenwahl werden über die methodischen Leitlinien ermittelt.</p>

Skizze der Unterrichtssequenz („Stundenbild“)/ Ablauf, Methodik & Begründungen

<p>Hier werden Inhalte, Methoden, AV-Medien, Demo-Material und Experimente chronologisch geordnet</p>		
ABLAUF („Artikulationen“ od. Phasen)	METHODEN	BEGRÜNDUNG DER ENTSCHEIDUNGEN (Leitlinien)

EVALUATION: MESSINSTRUMENTE

Womit stelle ich das **Erreichen der Ziele fest?**

EVALUATION: BEWERTUNG DER MESSERGEBNISSE

Wie weit wurden die **Ziele erreicht?**

Eher didaktische
(inhaltsbezogene)
Ausrichtung

Von der direkten Unterweisung zur Selbststeuerung des Lehr-Lernprozesses

Eher mathetische
(lernerbezogene)
Ausrichtung

LEHRER/IN

Instruktion als eher...

Anton

... gelenkte Konstruktion

... freie Konstruktion

ERLÄUTERUNGEN MIT
EXPLIZITEN BEZÜGEN

MITTEILUNGEN
MIT HINWEIS AUF
BEZÜGE

MITTEILUNGEN MIT
IMPLIZITEN
BEZÜGEN

MITTEILUNGEN
OHNE
BEZÜGE

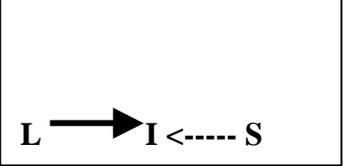
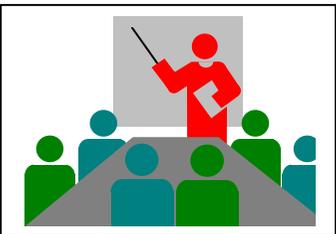
OFFENES ARBEITEN MIT
HILFEN ZUR SELBSTHILFE

SELBSTSTEUERUNG

Konzeptionen für den Chemieunterricht:
KLÄRUNG DER BEZUGSSYSTEME (**RELATIONS-KONZ.**), ...DER HISTORISCHEN ENTWICKLUNGSSTUFEN (**GESCHICHTS-KONZ.**), ...DER
URSPRÜNGLICHEN BEGRIFFSBEDEUTUNGEN (**ETHYMOLOGIE-KONZ.**) ...DER ORIGINALEN HYPOTHESEN (**ORIGINAL-KONZ.**), ...DER
FACHPHILOSOPHIE (**WISSENSCHAFTS-KONZ.**), ...DER LOGISCHEN VERKNÜPFUNGSMÖGLICHKEITEN (**KONNEX-KONZ.**)

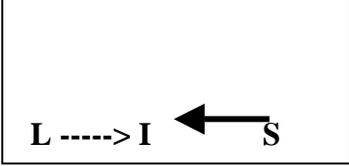
Schüler/in als eher fremdgesteuertes (allopoietisches) Lernsystem

Schüler/in als eher selbstgesteuertes (autopoietisches) Lernsystem



Erziehen

Einstellen eines **Gleichgewichts**
zwischen den erzieherischen
Bringleistungen des Lehrenden
und den bildungswirksamen
Holleistungen des Lernenden



Sich bilden



H. v. Hentig: Die Schule neu denken, Hanser, München 1993, S. 109: "... H. v. Hentig z. B. für die Einrichtung der Schule als *polis*, als Modell einer politischen, sich selbst regulierenden Lebens- und Lerngemeinschaft, oder für die Ablösung von Belehrung durch Beteiligung (eine Schulorganisation und eine Lehrerbildung, in denen die Didaktik durch eine Mathetik herausgefordert und ergänzt wird), oder - zusammenfassend - für eine Erziehung, die den Menschen inmitten zunehmender Systemzwänge zur Selbstbestimmung befähigt (was in der Regel verlangt, dass man die Systeme versteht).

Information als Fertigware
("Waren-Modell")

*Information: Vom
Puzzleteil zum Bild*

Information als Puzzleteil
("Architektur-Modell")

Lehr-Lernwissenschaftliches nachhaltiges mathematisch-naturwissenschaftliches Grundbildungskonzept (Anton, Hock)

