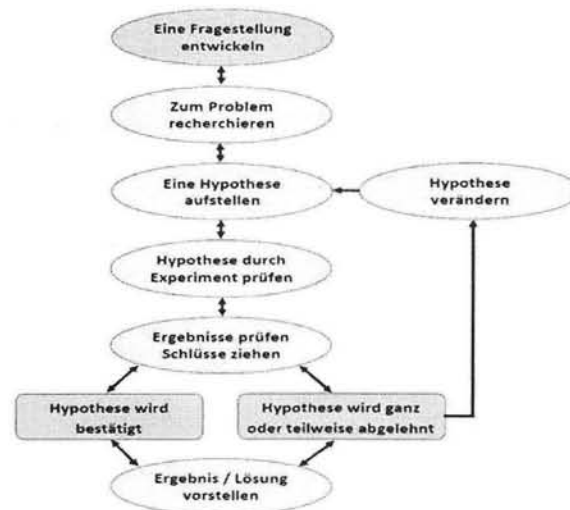


# Unterricht akzentuieren durch naturwissenschaftliches Arbeiten

Dr. Lutz Stäudel, Universität Kassel

Erinnern wir uns, was uns die BLK-Expertise 1998 für SINUS mit auf den Weg gab:

„Die große Chance der naturwissenschaftlichen Fächer in der Schule besteht darin, dass naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in Ansätzen und in einfacher Form in den Unterricht integriert werden können. Vertrautheit mit naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und Argumentationsformen ist deshalb nicht nur ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts, sondern das naturwissenschaftliche Arbeiten kann phasenweise geradezu zum Organisationsprinzip der Unterrichtsführung werden.“ [1, S. 76]



Natürlich kann der Fachunterricht nicht zum Forschungslabor werden, ebenso kann nicht jede Unterrichtsstunde dem vorgeschlagenen Gedanken folgen, aus ganz unterschiedlichen Gründen:

Zum einen gibt es „die“ naturwissenschaftliche Vorgehensweise – im Sinne eines festen Schemas – gar nicht, vielmehr besitzt jede „Frage an die Natur“ ihren eigenen Charakter und bedarf besonderer Bedingungen zu ihrer Lösung. Zum anderen wären Lehrkräfte schlecht beraten, *ein* Schema für *jeden* Unterricht durch *ein anderes* zu ersetzen, haben uns TIMSS und PISA doch gelehrt, dass gerade die Vielfalt von themenangemessenen Methoden die Voraussetzung dafür ist, möglichst viele Schülerinnen und Schüler zu erreichen.

Nur in wenigen Einzelfällen ist es daher möglich, mit den Lernenden einem idealisierten Forschungs-Modell zu folgen, von Entwicklung der Fragestellung über die Aufstellung einer neuen Hypothese, der Entwicklung eines Experiments zu deren Prüfung, über Durchführung und Auswertung der Ergebnisse bis hin zur Verifizierung oder Falsifizierung des angenommenen Zusammenhangs [vgl. dazu 2]. Weit öfter lässt sich *Naturwissenschaftliches Arbeiten* aspekthaft durch wiederkehrende Aktivitäten charakterisieren.

Als praktisch nützliche und im Unterricht gut handhabbare Zusammenstellung hat sich die von R. Duit u.a. [3, S. 8] erwiesen:

- Beobachten und Messen
- Vergleichen und Ordnen
- Erkunden und Experimentieren
- Vermuten und Prüfen
- Diskutieren und Interpretieren
- Modellieren und Mathematisieren
- Recherchieren und Kommunizieren

Je nach Fragestellung, Komplexität des untersuchten Problems und Zugang zu einem Thema spielen die einzelnen Aktivitäten einmal eine größere, ein anderes Mal eine geringere Rolle.

### **Naturwissenschaftliche Grundbildung aufbauen**

In unterschiedlichen thematischen Kontexten einzeln betont sollen diese Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens dennoch in ihrer Gesamtheit den Aufbau naturwissenschaftlicher Grundbildung unterstützen, immer wieder *einzelnen herausgestellt* und zugleich *hineingestellt in das Gesamtrepertoire* naturwissenschaftlich-methodischen Vorgehens. Dies entspricht auch den Unterrichtszielen, die zuerst mit PISA, dann durch die Bildungsstandards neu formuliert worden sind. Gemeinsam ist beiden eine Sichtweise, die den Schüler als Lernenden ins Zentrum stellt und sich an möglichen lebensweltlichen Anwendungen der zu erwerbenden Fähigkeiten orientiert. Der Kompetenzerwerb auf Schülerseite wie auch die Gestaltung des Unterrichts durch die Lehrkräfte in der Mittelstufe müssen sich danach eindeutig am Ziel einer „scientific literacy“ orientieren:

*„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“* [4, S. 198]

*„Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen.“* [5, S. 6]

Diese Definitionen machen klar, dass es, über fachliches Wissen und über den Erwerbkontext hinaus um ein Bündel von Kompetenzen geht, die auch später für die Lernenden verfügbar sein sollen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, naturwissenschaftlich relevante Fragestellungen als solche zu erkennen, das zugrunde liegende – fachliche – Problem zu identifizieren, geeignete Mittel zur Lösung der aufgeworfenen Fragen zu wählen, angemessene mentale Modelle auf eine Fragestellung probeweise anzuwenden, um schließlich die betreffende Frage zu klären, wenn erforderlich mit Hilfe eines Experiments. Da Experimentieren allein günstigstenfalls Laborfertigkeiten schult [vgl. 1, S. 76], sind es gerade die Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens, mit deren Hilfe ein Experiment oder eine Versuchsreihe in den Kontext von naturwissenschaftlichem Denken eingebettet werden kann.

### **Ansätze für den Unterricht**

Für die Unterrichtspraxis bedeutet das, Inhaltselemente gezielt so auszuwählen bzw. darauf hin zu befragen, ob sie geeignet sind, *einen* Aspekt naturwissenschaftlichen Arbeitens im Besonderen zu verdeutlichen. Zwar kommen solche Aspekte kaum jemals wirklich isoliert vor, aber wenn sie den Hauptaspekt einer Aufgabe oder einer Unterrichtssequenz bilden, dann sind sie in der Regel auch für den Lernenden in ihrem spezifischen Charakter erkennbar. Erprobte Beispiele finden sich u.a. im bereits erwähnten Material [2] sowie in einschlägigen Zeitschriftenausgaben [6, 7, 8].

Eine besondere Rolle, unterrichtsmethodisch betrachtet und unter dem Gesichtspunkt möglicher Akzentuierung, spielen Aufgaben. Sie ermöglichen es, vergleichsweise komplexe Fragestellungen den Lernenden in eigene Verantwortung zu geben, sie eignen sich zur Anwendung zuvor erarbeiteter Inhalte in neuen Zusammenhängen oder auch zu vertiefender Übung [9, 10, 11, 12, 13].

Um der in allen Lerngruppen herrschenden Heterogenität der Leistungsfähigkeit gerecht zu werden, können besonders anspruchsvollen Aufgaben Hilfen beigelegt werden, die die Lernenden bei Bedarf eigenständig nutzen können. Das Prinzip dieses Aufgabenformats soll hier an zwei vom Anspruch ganz unterschiedlichen Beispielen verdeutlicht werden; ausgearbeitete Beispiele wurden in größerer Zahl kürzlich für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer veröffentlicht [14, 15, 16].

#### *Beispiel 1: Das Nudelexperiment*

Im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht (KI. 5/6) werden die Schülerinnen und Schüler mit folgender Aufgabe konfrontiert:

*Ihr habt bestimmt schon einmal eurer Mutter beim Spaghetti-Kochen geholfen, oder? Habt ihr euch dabei die Nudeln beim Kochen schon einmal genauer angesehen? Sie werden dabei immer weicher und dicker. Nehmen die Nudeln beim Kochen etwa Wasser auf? Und wenn ja: Wie viel?*

*Eure Aufgabe:*

*Plant zusammen mit eurem Banknachbarn ein Experiment, mit dem ihr diese Frage klären könnt. Beschreibt möglichst genau, wie ihr vorgehen wollt.*

*In dem Umschlag an eurem Tisch befinden sich nummerierte Hilfen. Diese könnt ihr immer dann verwenden, wenn ihr bei eurer Bearbeitung und Lösung der Aufgabe nicht weiter kommt. Öffnet aber immer nur eine Hilfe auf einmal!*

Die zugehörigen Hilfen, im konkreten Fall fünf, fordern die Lernenden zuerst auf, die Aufgabe in eigenen Worten zu wiederholen. Als nächstes wird der zentrale Ansatz entwickelt, hier die Kontrolle der Masse der Nudeln vor und nach dem Kochen, weiterhin die Festlegung der Rahmenbedingungen wie Begrenzung der Nudelzahl, Überlegungen zur Tara bei Wiegen (Gefäß), schließlich die Erwartungen bzgl. des Ergebnisses. Mit der fünften Hilfe wird standardmäßig eine Komplettlösung angeboten, einerseits um auch besonders schwachen Lerngruppen ein Erfolgserlebnis zu ermöglichen, zum andern als Kontrollmöglichkeit für starke Gruppen, die keine der Hilfen zur Aufgabebearbeitung in Anspruch nehmen mussten.

#### *Beispiel 2: Farbwechsel beim Birkenspanner[15]*

Bei dieser Aufgabe werden Schülerinnen und Schüler (ab Klasse 10) mit den Befunden zum Auftreten von Farbvarianten beim Birkenspanner konfrontiert; sie sollen auf Basis elementarer Kenntnisse von Vererbung und Selektion einen Zusammenhang herstellen zwischen den Veränderungen der Umwelt einerseits und dem gehäuftem Auftreten bestimmter Merkmale andererseits. Der so genannte Industriemelanismus gilt als wichtigstes in der Natur beobachtbares Beispiel für die Veränderung eines Merkmals in Abhängigkeit von äußeren Bedingungen.

Die Aufgabe für die Schüler lautet entsprechend:

*Der Birkenspanner ist ein Nachtfalter aus der Familie der Spanner. Tagsüber ruht der Schmetterling mit ausgebreiteten Flügeln auf den Stämmen von Bäumen, vorzugsweise auf Birken. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts kannte man nur hell gefärbte Tiere mit schwarzer Zeichnung. 1848, in der Frühphase der industriellen Revolution, entdeckte der britische Zoologe Kettlewell in der Nähe von Manchester erstmals eine dunkle Form des Birkenspanners.*

*Bereits 1895 waren in dem Gebiet 95 % der Tiere dunkel gefärbt. Seit dem Jahr 2000 kehrt sich das Verhältnis langsam wieder um und es treten vermehrt wieder weiße Birkenspanner auf.*

*Schon im letzten Jahrhundert haben Forscher einen Zusammenhang mit der Luftverschmutzung durch Industrieabgase vermutet. Man weiß, dass Schwefeldioxid die hellen Flechten an Bäumen abtötet und zusammen mit Rußablagerungen zu einer Verdunklung der Birkenrinde führt.*

*Aufgabe:*

*Stellt eine Vermutung auf, weshalb die Form des schwarzen Birkenspanners mit Beginn der industriellen Revolution zugenommen und inzwischen wieder abgenommen hat. Versucht diese Veränderungen im zeitlichen Verlauf zu erklären.*

Die Hilfen werden zunächst als inhaltliche bzw. lernstrategische Impulse gegeben, anschließend explizit ausgeführt.

#### *Hilfe 2*

*Welche Informationen enthält der Text über die Veränderungen des Lebensraums des Birkenspanners zur Zeit der industriellen Revolution?*

#### *Antwort 2*

*Damals begann in England die Industrialisierung. Die Folgen waren Luftverschmutzung mit ruß- und schwefeldioxidhaltigen Abgasen. Im Text wird beschrieben, dass dadurch zum einen helle Flechten auf den Baumrinden abgetötet und zum anderen die Rinden der Bäume selbst auch dunkler wurden.*

Mit typisch lernstrategischer Ausrichtung lenkt Hilfe 2 die Aufmerksamkeit der Lernenden auf den Aufgabentext. Im Sinne zielgerichteten naturwissenschaftlichen Arbeitens sollen die Schüler so zunächst alle verfügbaren Informationen zu dem fraglichen Sachverhalt zur Kenntnis nehmen und auf ihre Bedeutung prüfen. Mit der Antwort (auf der Rückseite des Hilfekärtchens) wird eine mögliche Wertung dieser Prüfung vorgestellt. Anschließend sollen aus den vorgelegten Befunden erste Schlüsse gezogen werden:

#### *Hilfe 3*

*Überlegt: Welche Folgen kann die Veränderung der Rindenfarbe auf die beiden Formen der Birkenspanner haben? Betrachtet dazu auch die beiden Fotos auf dem Aufgabenblatt.*

#### *Antwort 3*

*Auf hellem Hintergrund ist die helle Form des Birkenspanners gut getarnt. Umgekehrt ist die dunkle Form auf dunklem Hintergrund besser getarnt. Die helle Form wird auf dem Untergrund der dunklen Rinde schnell erkannt und gefressen. Die dunkle Form ist auf hellem Untergrund leicht erkennbar und den Fressfeinden ausgeliefert.*

Die bis hierhin phänomen-orientierte Bearbeitung wird im nächsten Schritt in Beziehung gesetzt mit einfachen Annahmen aus der Vererbungslehre; die Hilfe hat dabei die doppelte Funktion, die Frage zu präzisieren sowie einschlägiges Vorwissen zu aktivieren.

#### *Hilfe 4*

*Unter welchen Voraussetzungen hat die Häufigkeit des Gefressenwerdens einen Einfluss darauf, welche Farbe in den nächsten Generationen die häufigere wird?*

#### *Antwort 4*

*Angenommen die Nachkommen haben vorwiegend die gleiche Farbe wie die Eltern, dann werden sich Falter der Farbe stärker vermehren, die weniger häufig gefressen werden.*

Hilfe 5 schließlich fordert zur zusammenfassenden Darstellung des Ergebnisses auf, die zugehörige Antwort präsentiert die Komplettlösung.



## Antwort 5

*Durch die zunehmend dunklere Färbung der Rinden waren weiße Birkenspanner schlechter getarnt als schwarze. Da sie jetzt im Vergleich häufiger gefressen wurden, hatten die schwarzen Falter die besseren Überlebens- und Fortpflanzungsbedingungen.*

*Nachdem die Umweltbelastung gegen Ende des 20. Jahrhunderts wieder zurückgegangen war, sich weniger Schmutz auf den Rinden ablagerte und die Flechten sich wieder ausbreiten konnten, kehrte sich das Verhältnis zwischen schwarzen und weißen Birkenspannern wieder um.*

Beide Aufgaben akzentuieren ganz unterschiedliche Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens. Während bei der Nudel-Aufgabe im Vordergrund die Entwicklung einer Untersuchung zur Überprüfung einer Vermutung im Vordergrund steht, geht es bei der Birkenspanner-Aufgabe um die Interpretation von Beobachtungen, um die Entwicklung einer schlüssigen Kausalargumentation bzw. um die Modellierung eines Sachverhaltes. In beiden Fällen sind natürlich eine Anzahl weiterer Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens inbegriffen, etwa recherche-ähnliche Tätigkeiten bei der Entnahme von relevanten Informationen aus einem Text, die Formulierung von naturwissenschaftlichen Sachtexten oder die Visualisierung eines einfachen Erbgangs bei den Faltern zur Unterstützung der eigenen Überlegungen. Das Potential solcher Aufgaben liegt aber eben in jenen Hauptaspekten, die im Anschluss an die Bearbeitung in jedem Fall in ihrer Bedeutung für die Schülerinnen und Schüler herausgestellt werden müssen.

Solcher *Metakommunikation* kommt, auch unabhängig vom methodischen Ansatz, beim Aufbau naturwissenschaftlicher Basiskompetenzen generell eine hervorragende Rolle zu. Wie Untersuchungen gezeigt haben, unterstützt das „Sprechen über“ deutlich die Herausbildung mentaler Strukturen und Bilder. Ein Schüler, eine Schülerin, die so über die Jahre der Sekundarstufe I hinweg immer wieder selbst hat Erfahrungen mit charakteristischen Aspekten naturwissenschaftlichen Arbeitens machen können **und** dem bzw. der immer wieder verdeutlicht worden ist, was das Charakteristische an diesem Tun war und was es bedeutet, wird viel leichter ein geistiges Bild vom naturwissenschaftlichen Arbeiten aufbauen, als wenn dies nicht systematisch explizit benannt wird. Mit der sich im Laufe der Schuljahre steigernden Komplexität der Inhalte wächst auch die Komplexität der machbaren Erfahrungen hinsichtlich des naturwissenschaftlichen Arbeitens und unterstützt so die individuell notwendige Syntheseleistung: aus den verschiedenen Facetten naturwissenschaftlichen Arbeitens eine belastbare und in unterschiedlichen Situationen verfügbare naturwissenschaftliche Grundbildung aufzubauen.

## Naturwissenschaftliches Arbeiten – Aufgaben für die Fachschaft

Naturwissenschaftliches Arbeiten zur Akzentuierung des Unterrichts zu nutzen und naturwissenschaftliches Arbeiten mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren bedeutet auch eine Veränderung der Lehrerrolle.

Eine solche Veränderung braucht Rückhalt, braucht eine stabile Basis. Dazu wird in der bereits oben zitierten BLK-Expertise festgestellt, dass die Kooperation unter den Fachkolleginnen und -kollegen eine wichtige Bedingung darstellt, damit Veränderungen sich tragfähig entwickeln und Unterrichtsroutinen sich dauerhaft erneuern können.

Die Erfahrungen aus dem SINUS-Modellversuch und bei SINUS-Transfer haben dies eindrucksvoll bestätigt: Dort, wo sich ein Fachkollegium in der Mehrheit um gemeinsame Entwicklung bemüht, werden die Lehrerinnen und Lehrer mit mehr Arbeitszufriedenheit belohnt, rechnen sich zusätzliche Investitionen von Zeit und Energie nach kurzer Zeit und es mehren sich positive Rückmeldungen von Schülerseite und den Eltern. [17]

Eine Übersicht zu einfach zu initiiierenden Maßnahmen zur Stärkung der kollegialen Kooperation findet sich z.B. im Band „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ [3, S. 142 f.; siehe auch 13, S. 148 ff.]. Hier sollen einige Möglichkeiten aufgezeigt werden, die unmittelbar mit dem naturwissenschaftlichen Arbeiten im Zusammenhang stehen.

Für die Schülerinnen und Schüler ist es um so leichter, im Laufe der Sekundarstufe I Kompetenzen im Sinne naturwissenschaftlichen Arbeitens zu entwickeln, je besser das Vorgehen der drei naturwissenschaftlichen Fächer aufeinander abgestimmt ist. Dazu können turnusmäßige gemeinsame Konferenzen der naturwissenschaftlichen Lehrkräfte genutzt werden. Ziel kann die Verständigung darüber sein, in welchem Fach und in welcher Jahrgangsstufe bestimmte Akzente bzgl. des naturwissenschaftlichen Arbeitens gesetzt werden und welche Erfahrungen man in entsprechenden Unterrichtssequenzen bereits gesammelt hat. Weitere praxisbezogene Themen stellen die Fragen nach Anforderungen an Gruppenarbeitsphasen dar, nach der Organisation von Schülerexperimenten, nach dem Verhältnis von Alltagssprache und Fachsprache im Unterricht oder zur Form der Protokollführung.

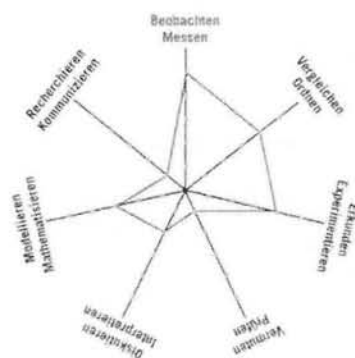
Eine Möglichkeit der gemeinsamen Arbeit bieten **Planungsraster** wie das von Klinger [18] vorgeschlagene. Mit diesem Instrument können relevantere Unterrichtsinhalte lokalisiert werden, anhand derer die Schülerinnen und Schüler spezifische Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen machen können. Leitfragen könnten etwa lauten „In welchen thematischen Zusammenhängen können die Lernenden über die Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I hinweg Erfahrungen mit dem Kommunizieren und Recherchieren machen?“ und „Welche besonderen Möglichkeiten bieten die einzelnen Fächer dazu?“

Recherchieren und Kommunizieren	Voraussetzungen aus der Grundschule	Klassen 5 - 6	Klassen 7 - 8	Klassen 9 - 10
Präzisierung durch Erwartungshorizont				
Konkretisierung im Fach Bio / Phy / Che				
Methodische Überlegungen				
Beiträge anderer Fächer				

So können die einzelnen Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens über die drei Fächer hinweg ausgebreitet und mit geeigneten Unterrichtsinhalten verknüpft werden. Ähnlich kann man natürlich auch auf der Ebene der Basiskonzepte vorgehen und etwa den Modellbegriff und für eine naturwissenschaftliche Grundbildung notwendige Modellvorstellungen über die Jahre der Sekundarstufe I hinweg einführen, differenzieren und in lebensweltlichen Kontexten verankern.

Als Instrument zu einer ersten Reflexion und zur Kontrolle der gemeinsamen Bemühungen um naturwissenschaftliches Arbeiten im Unterricht kann die **Analyse-Spinne** eingesetzt werden. [3, S. 9]

Jede der Achsen entspricht einer naturwissenschaftlichen Arbeitsform, zugleich stellen die Speichen Skalen dar, auf denen die (geschätzte) Ausprägung des betreffenden Aspekts naturwissenschaftlichen Arbeitens abgebildet werden kann; je größer die Bedeutung einer Arbeitsform für das jeweilige Unterrichtselement ist, desto weiter außen kann eine Markierung auf der Achse angebracht werden. Verbindet man dann alle Markierungen, so erhält man das bekannte Spinnennetz-Bild, das sich auch in anderen Zusammenhängen für eine schnelle Analyse und Darstellung als geeignet erwiesen hat.





Die sich ergebenden Figuren sind nicht nur qualitativ aussagekräftig, sondern können wegen ihrer optischen Prägnanz auch als Diskussionsgrundlage in der Fachschaft herangezogen werden.

Dabei eignet sich dieses Instrument ebenso zur Charakterisierung von Aufgaben, von Einzelstunden wie auch von ganzen Unterrichtsreihen hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Lernenden. Wenn man in der Rückschau – oder aktuell nach jeder Stunde oder Doppelstunde – den Unterricht gemäß der gewählten Kategorien einschätzt, dann nach Halbjahresende Mittelwerte bildet und diese in eine Spinne einträgt, so erhält man eine anschauliche Rückmeldung und zugleich Anhaltspunkte dafür, welche Aspekte im Unterricht vielleicht zu kurz gekommen sind.

Eine weitere praxiserprobte Maßnahme ist die **Bildung von Tandems**. Zwar erlauben Stundenplan und Arbeitsbelastung nur im Ausnahmefall die gemeinsame Durchführung von Unterricht - Tandems können dennoch die Unterrichtsarbeit erleichtern. Wenn sich zwei Lehrkräfte mit ähnlicher Stundenverteilung zusammentun, können sie in weitergehender Kooperation auch größere Elemente ihres Unterrichts gemeinsam planen und gegenseitig begleiten. Ähnliches hat es zwar schon immer gegeben, aber es ist dabei wie mit dem Reden über das naturwissenschaftliche Arbeiten: Die Metakommunikation verleiht einer bestimmten Kooperationsform ihre besondere Bedeutung. Die Bildung von Tandems gehört darum nicht nur in die Privatsphäre der beteiligten Lehrkräfte, sondern in die Öffentlichkeit der Fachkonferenz.

Tandems sind auch eine gute Basis für **gegenseitige Hospitationen**. Das während der gemeinsamen Vorbereitung erarbeitete Vertrauen erleichtert es erheblich, die Klassentür für den Kollegen oder die Kollegin zu öffnen und nach dem Unterricht ein Feedback zur eigenen Unterrichtsarbeit zu bekommen. Die gemeinsame Ausarbeitung verhindert schon im Ansatz Kommentare wie „Das hätte ich *ganz anders* gemacht“; günstig ist außerdem, vor dem Unterrichtsbesuch zu verabreden, was genau der Zuschauer beobachten soll und wozu man selbst gerne eine Rückmeldung hätte. Auf diese Weise vermeidet man Antworten auf ungestellte Fragen und der Beobachter kann sicher sein, dass seine Anmerkungen auch wirklich erwünscht sind.

Im Kontext von naturwissenschaftlichem Arbeiten und dessen Akzentuierung im Unterricht können z.B. Feedback-Fragen wie die folgenden vereinbart werden:

- Ist den Schülerinnen und Schülern deutlich geworden, dass es mir um das Vermuten / Erkunden / ging?
- Hatten sie hinreichend Möglichkeiten, diese Art naturwissenschaftlichen Tuns auszuführen?
- Habe ich hinreichend herausgestellt, welche Bedeutung dieser Aspekt naturwissenschaftlichen Arbeitens hat?

Einen Ansatzpunkt für die gemeinsame Arbeit bietet insbesondere die **Entwicklung von Aufgaben**. [13, S. 148 ff.] Mehr als beim bloßen darüber Reden wird bei der konkreten Ausformulierung von Aufgaben deutlich, welche Anforderungen man mit einer bestimmten Aufgabe an die Lernenden stellt. Solche gemeinsam entwickelten Aufgaben dienen damit auch der Verständigung untereinander im Fachkollegium. Eine wichtige Nebenabrede muss dabei sein, dass beim nächsten Treffen der Fachschaft ein Austausch über die gemachten Erfahrungen mit entwickelten Aufgaben stattfindet.

Nur wenn Positives ebenso wie Negatives zur Sprache kommen, wird man gemeinsam weiter entwickeln können.

Fortgeschrittene – kooperationserprobte – Fachschaften können zügiger vorankommen, wenn sie sich ein **Arbeitsprogramm** geben und dieses möglichst eindeutig verfolgen.

- Vergewisserung: Was machen wir bereits?

Fachbezogen und fachübergreifend kann ein Fachkollegium eine Bestandsaufnahme durchführen und solche Unterrichtsinhalte bzw. Aufgaben zusammenstellen, die sich als geeignet für die Akzentuierung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen herausgestellt haben. Zur Analyse von weiteren Unterrichtssequenzen kann dann z.B. die oben beschriebene Analysenspinne verwendet werden. Damit kann auch festgestellt werden, welche Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens im laufenden Unterricht bereits in merklichem Umfang repräsentiert sind (und welche es zu verstärken gilt).

- Entwicklungsziele: Was sollten wir verstärken?

Meist zeigt sich bei der Bestandsaufnahme, dass das Experimentieren mit deutlichem Gewicht im Unterricht vertreten ist, dass sich oft sogar der ganze Unterricht um das Experiment herum gruppiert. Aber nicht jedes Experimentieren bedeutet auch eine Lerngelegenheit für die Schülerinnen und Schüler. Hier kann die Arbeit ansetzen mit der Frage, wie die üblicherweise durchgeführten Experimente in ein Konzept der Akzentuierung naturwissenschaftlichen Arbeitens eingebunden werden können. In bestimmten thematischen Zusammenhängen können z.B. Demonstrationsexperimente durch Schülerversuche ersetzt werden, an anderer Stelle können die Lernenden selbst eine Versuchsanordnung entwerfen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Frage, wie die Schülerinnen und Schüler möglichst unmittelbar und in der Mehrzahl in die Entwicklung einer Vermutung und deren experimentelle Überprüfung einbezogen werden können.

Es hat sich bewährt, zunächst gemeinsam Listen von häufig durchgeführten Experimenten zusammenzustellen und dann mit der Abarbeitung an den Beispielen zu beginnen, mit denen Kolleginnen bzw. Kollegen bereits entsprechende Erfahrungen im Sinne von Schüleraktivierung gesammelt haben. Ebenso wichtig wie die Planung und Umsetzung veränderter Unterrichtselemente ist auch hier die Rückmeldung der Erfahrungen in die Fachschaft.

- Unterrichtsziele: Was sollen unsere Schülerinnen und Schüler überhaupt lernen?

Übergreifende und umfassende Zielfragen begleiten einen Veränderungsprozess in jeder Phase. Am Anfang steht zunächst die Vergewisserung über die Ziele auf der allgemeinsten Ebene: Dass man gemeinsam am Projekt „Naturwissenschaftliche Grundbildung“ arbeitet, dass Lernen ein aktiver Prozess ist und man dafür geeignete Situationen und Bedingungen schaffen muss, dass die kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler eine zentrale Dauerforderung ist und dass sich auch die Lehrerrolle vom Vermittler zum Organisator von Lernprozessen verändern muss.

Für die Arbeit in der Fachschaft kann ein Erfolg versprechender Weg so aussehen, dass nach Phasen der konkreten Auseinandersetzung mit Unterrichtsinhalten und -methoden, der Umgestaltung einzelner für das naturwissenschaftliche Arbeiten bedeutsamer Lernsituationen wieder der

Bezug zu den Globalzielen hergestellt wird. Wenn dann entsprechende praktische Erfahrungen vorliegen, bekommt die Frage, wie man die einzelnen Elemente in ein System von Kompetenzentwicklung einbetten kann, neue Relevanz. Im Verlauf von solchen Prozessen konkretisieren sich dann auch die – gemeinsamen – Vorstellungen von „Naturwissenschaftlicher Grundbildung“.

Ähnliches gilt auch für die **Veränderung der Lehrerrolle**: Neue Erfahrungen mit zunächst kleinformatigen Ansätzen im Sinne naturwissenschaftlichen Arbeitens ermutigen dazu, andere Rollen auszuprobieren.

Wenn sich in diesem Sinn Phasen der gemeinsamen Planung, der Erprobung und der Rückbeziehung auf die übergreifenden Entwicklungsziele abwechseln und ergänzen, mit gelegentlichen Blick auf die durch PISA und die Bildungsstandards veränderten Randbedingungen, dann kann es im weiteren auch gelingen, Naturwissenschaftliche Grundbildung konkret werden zu lassen. Auf dieser Basis fällt es dann auch zunehmend leichter, das naturwissenschaftliche Curriculum als Ganzes in den Blick zu nehmen und den Blick dafür zu entwickeln, wie man als Fachschaft gemeinsam arbeiten kann an der Entfaltung von Kompetenzen im Sinne naturwissenschaftlichen Arbeitens.

## Literatur

- [1] BLK (Hrsg.): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 60. Bonn 1997
- [2] Schema der (idealisierten) naturwissenschaftlichen Methode; verändert nach:  
[http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project\\_scientific\\_method.shtml](http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_scientific_method.shtml) (01/2009)
- [3] R. Duit, H. Gropengießer, L. Stäudel (Hrsg.): Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5 – 10. Seelze 2004
- [4] Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.). PISA 2000 - Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001
- [5] KMK (Hrsg.): Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. München 2005; online unter <http://www.kmk.org/schul/home.htm> (01/2009)
- [6] Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Chemie, Heft 76/77 (2003), darin bes. die Beiträge von T. Freiman (S. 65 - 66), L. Stäudel (S. 67 - 70), A. Gerdes (71 – 75)
- [7] Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Physik, Heft 74 (2003). Darin bes. die Beiträge von M. Komorek, R. Duit, H. Stadler (S. 30 - 31), S. Mikelskis-Seifert, A. Leisner (S. 32 – 33 )
- [8] L. Stäudel, B. Werber, T. Freiman: Lernbox: Naturwissenschaften. Naturwissenschaften - Verstehen und Anwenden. Seelze 2002
- [9] SINUS-Projektgruppe Naturwissenschaften Hessen: Selbstständig Verstehen entwickeln. Aufgaben als Freiräume für das eigene Denken. In: H. Ball u. a. (Hrsg.): Friedrich Jahresheft XXI – Aufgaben. Lernen fördern – Selbstständigkeit entwickeln. Seelze 2003, S. 119 – 121

- [10] Aufgaben. Unterricht Physik, Heft 67 (2002)
- [11] Aufgaben – Lernen organisieren. Unterricht Biologie, Heft 287 (2003)
- [12] Aufgaben. Unterricht Chemie, Heft 83 (2004)
- [13] H. Gropengießer, D. Höttecke, T. Nielsen, L. Stäudel (Hrsg.): Mit Aufgaben lernen - Material 5-10. Seelze 2006
- [14] L. Stäudel (Hrsg.): Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Chemieunterricht. Seelze 2008 (mit CD)
- [15] S. Mogge, L. Stäudel (Hrsg.): Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Biologieunterricht. Seelze 2008 (mit CD)
- [16] L. Stäudel, R. Wodzinski (Hrsg.): Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Physikunterricht. Seelze 2009 (mit CD)
- [17] H.-G. Sauer, U. Erley-Vonberg: Kollegiale Kooperation. Ein Kollegium erprobt die Zusammenarbeit. In: Lernchancen (Themenheft Naturwissenschaften verstehen), Heft 42 (2004), S. 52 – 56
- [18] U. Klinger: Mit Bildungsstandards Unterrichts- und Schulqualität entwickeln. In: Standards. Unterrichten zwischen Kompetenzen, zentralen Prüfungen und Vergleichsarbeiten. Friedrich Jahresheft XXIII (2005), Seelze, S. 130 ff., hier S. 143

# **SINUS-Transfer in Sachsen-Anhalt**

Wege zu modernen Unterrichtskonzepten  
Ergebnisse einer kontinuierlichen Fachschaftsarbeit



## Einführung

- 7 Dr. Hannes Gutzer, Dirk Wendt, Günter Zahradnik  
**Das SINUS-Transfer-Modell für die Sekundarstufe I im Land Sachsen-Anhalt – eine Bilanz über sechs Schuljahre (2003 bis 2009)**

## SINUS-Transfer

- 15 Jan M. Berger  
**Psychologie des Lernens – Warum unsere Schüler nicht lernen wollen / können**
- 20 Heike Szebrat  
**Typisch! – Warum versteht mich nicht jeder Schüler auf die gleiche Weise?**
- 25 Claudia Mertens  
**Schülerfirmen – Ein Instrument zur Förderung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen?**

## Mathematik

- 28 Dr. Manfred Pruzina  
**Wege zu einer »neuen« Aufgabenkultur im Mathematikunterricht**
- 34 Prof. Dr. Karin Richter  
**Arithmetik erleben – Vorschläge für selbstentdeckendes Lernen**
- 39 Prof. Dr. Herbert Henning  
**»Ist Schönheit messbar?« – Faszination des Schönen in Kunst und Mathematik**
- 46 Anke Becker  
**Keine Angst vor offenem Unterricht**
- 51 Ingrid Biallas  
**Tägliche Übung im Mathematikunterricht**
- 56 Frank Barth  
**Ergänzungsaufgaben**
- 60 Jasmin Finger  
**Erfahrungen aus dem Einsatz von praxisbezogenen Aufgaben**
- 66 Cornelia Riekewald  
**Erarbeitung und Nutzung eines Basiswissenkataloges Mathematik für die Schuljahrgänge 5 bis 8**

- 72 Werner Heubeck, Edgar Höniger  
**Dynamische Konstruktionen**
- Naturwissenschaften**
- 74 Dr. Lutz Stäudel  
**Unterricht akzentuieren durch naturwissenschaftliches Arbeiten**
- 86 Prof. Dr. Rita Wodzinski  
**Naturwissenschaften im 5./6. Schuljahr – vom Sachunterricht zum Fachunterricht**
- 91 PD Dr. Gerd Riedl  
**Experimente zur Physik im Alltag (Mikrowellengeräte)  
Von den physikalischen Grundlagen bis zu Anwendungsmöglichkeiten im Fachunterricht**
- 99 Ingrid Sauerbier  
**Mind Map SCHALL im Physik-Unterricht**
- 107 Anke Richter  
**Handlungsorientierter Physikunterricht im hauptschulabschlussbezogenen Bildungsgang**
- 113 Kerstin Apel, Andre Hage, Maritta Melms, Uwe Scholz  
**Einschätzung der gemeinsamen Arbeit in SINUS-Transfer**
- 121 Jan M. Berger  
**Gentechnik – ein Unterrichtsthema?**
- 127 Wolfgang Proske  
**Chemie im Kontext – Der Vorkoster in Not**
- Medien**
- 141 Bärbel Hauschild  
**Der Computerlehrgang in der 9. Klasse – PowerPoint**
- 152 Jens Lemke  
**Die Digitale Schultasche – ein Werkzeug für zeitgemäße Lehr- und Lernszenarien**

**Impressum**